نموذج حسابي بيوميكانيكي لدراسة الاتزان الديناميكي للكمة الجانبية في الرأس لدى الملاكمين الشباب

*أ.م.د/ خالد عبد الموجود عبد العظيم حسين

*أستاذ مساعد – قسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة – كلية التربية الرياضية – جامعة أسيوط

مقدمة ومشكلة البحث :-

كلما تعمق الباحثين في دراسة النظم الحركية البشرية واقتربوا من فهم بعضها كلما أتضح جلياً أننا في مستهل سبل الفهم ، فمعظم الصياغات الديناميكية المختصة بمعادلات التحكم في النظم الفيزيائية غير قادرة على التنبؤبكيفية تحرك أجسام اللاعبين نظراً لأن المتغيرات الكيناتيكية تحتاج إلى الضبط إلى جانب المتغيرات الكينماتيكية ، لذلك تعتبر طرق فرض النماذج الحسابية البيو ميكانيكية لدراسة الحركة من الناحية الديناميكية من الطرق الحديثة التي يمكن استخدامها في دراسة حركة الجسمالبشري بشكل عام و الأداء المهاري في المجال الرياضي بشكل خاص .

حيث يعتبر الأداء المهارى الجيد نتاجا ً لتكامل مجموعة من الصفات البدنية التي يحظى بها اللاعب ، ويعد الاتزان أحدى هذه الصفات لما لها من أهمية مؤثرة في النشاط الرياضي الممارس ، ولكي يتم تنمية هذه الصفة يجب علينا معرفة مقدارها من خلال قياسها على أساس علمي سليم .(١٠ :١١٢)

لذا يرى العلماء في مجال علوم الحركة بان الاتزان متغير وخاصية من الخواص الميكانيكية ومكون رئيسي في معظم الأنشطة الرياضية ، لذا تعتبر عملية دراسة المبادئ الأساسية للاتزان والتوازن من الموضوعات التي تمثل أهمية كبيرة في دراسة علم الحركة والميكانيكا الحيوية ، وخاصة في الأنشطة الرياضية التي تتطلب تغيراً مفاجئاً في الحركات التي يفقد فيها اللاعب توازنه وضرورة أن يستعيد هذا التوازن مرة أخرى وبسرعة حتى يتثنى له البدء في حركة جديدة (١: ٢٠) (٩ :٢٢٥)

و الاتزان برياضة الملاكمة له أهميته الخاصة لكونها من الأنشطة الرياضية التي تتميز بالسرعة والتغيير المفاجئ في حركة الجسمأثناء المناورات الهجومية والدفاعية والتي تظهر جلياً في اللكمات وتحركات القدمين (foot work) الحرة أو المتبوعة بأداء اللكمات التي تتطلب نقل لمركز ثقل الجسم للاحتفاظ بالتوازن حيث يفقد الملاكم اتزانه ثم يسترجعه مرة أخرى لذا لن يتحقق الاتزان إلا بأن تكون المسافة بين القدمين مناسبة للملاكم (١٣: ٤٣) (٧ :١٢٣).

ومن مظاهر فقد الاتزان لدى الملاكم المرحلة الرئيسية لمهارة اللكمة الجانبية في الرأس مع تزامن أجزاء الجسم الجذع والقدمين بالدوران على المحور الطولي والمستوى العرضي ، حيث يتم في تلك المرحلة إنجاز الواجب الحركي. فعند إجراء الدراسة التفصيلية لتكنيك اللكمة الجانبية نجد أن قوة اللكمة تستمد من الأرض وذلك بدفع اللاعب بقدميه لسطح الأرض وهنا يكون الجسم في حالة سقوط أثناء الميل للإمام ويعزى تفسير تلك الظاهرة أن مركز ثقل الجسم يتغير موضعه بالاقتراب من خط حافة السقوط داخل قاعدة الارتكاز عند تلك اللحظة .

فضلاً على أن قوانين الميكانيكا الحيوية تفسر لنا أن أي جسم يكون في حالة اتزان إذا ما كان مركز ثقله يقع داخل قاعدة الارتكاز وإذا ما خرج مركز ثقله أو الخط المار عمودياً على سطح الأرض عن قاعدة الارتكاز فإن الجسم يختل توازنه ومن ثم يسقط (١١ : ٨١) ، (١٦).

وإن شوط وقوع مركز ثقل الجسم داخل قاعدة الارتكاز يكون ضرورياً في حالة وجود الجسم في حالة ثبات أو حركة بسرعة ثابتة إلا أن ذلك لا يتوفر بحركة الملاكم سواء في تحركات القدمين (الخطية أو الدورانيه) أو اللكمات التي تلي مباشرة التحرك الخطى أو الدوراني حيث في كلا الحالتين نجد أن الجسم يكتسب تسارعاً (سرعة متغيرة) .

ولعلا السبب يكمن في التأثير المتبادل بين كل من وزن الجسم ورد فعل الأرض كقوة متجهة يؤدى إلى تغيير في السرعة الخطية ، كما أن تغيير موضع مركز ثقل الجسم بالنسبة لقدم الارتكاز يعنى تباين تأثير قوى الارتكاز بعزوم دورا نية مختلفة المقدار والاتجاه وبالتالي يعنى عدم وجود أتزان دوراني (٨ : ٨٢) ، (١٤ : ١٢٨) .

ويرى الباحث أن اللكمة الجانبية هي إحدى مهارات الملاكمة التي تمتاز بصعوبة الأداء الفني ، فضلا على أنها تؤدى على المحور الطولي والمستوى العرضي لذا فان قوى رد فعل الأرض في اللكمات الجانبية لا تكون في مركبة فراغية واحدة فقط ولكنها تكون مائلة وفقاً لطبيعة الأداء الحركي وبالتالي سوف تكون هناك أكثر من مركبة فراغية إحداهما رأسية وأخرى أفقية ومحصلة هاتين المركبتين هي التي تكون مائلة ويجب أن يكون اتجاهها ماراً بمركز ثقل الجسم وقاعدة الارتكاز .

وبالتالي عند التفكير في الاتزان يجب أن نضع نصب أعيننا علاقته الفراغية وعلاقته البدنية والتي تشتمل على علاقتين هما اتزان أجزاء الجسم المختلفة واتزان العضلات المضادة بالنسبة لضبط حركات المفصل (٢ : ٤٦) (٦ :١) .

ويشير كل من "**جيرد هوخموث (٣)، ويوسف الشيخ** "(١١) إلى أنه يمكن قياس الاتزان بثلاث طرق مختلفة وهى القياس الهندسي ويقصد به زاوية السقوط التي إذا أزيح الجسم بمقدار يسمح له بوجوده فوق حافة السقوط لقاعدة الارتكاز ، حيث يمكن تعيين تلك الزاوية بالارتفاع العمودي لمركز ثقل الجسم والبعد الأفقي لمركز الثقل عند حافة السقوط وبالتالي تتناسب زاوية السقوط طردياً مع درجة ثبات الجسم حتى حافة السقوط كبيرة ، ومن ثم كان الشغل المبذول كبير .

وفي ضوء ما تقدم وما يشير إليه كل من **جيرد هوخموث (٣)، محمد يوسف الشيخ(١٢) ، حسام رفقي (٤)**، إلى أن رياضة الملاكمة من الرياضات التي تحتاج إلى ثبات الجسم ضد قوى الجاذبية المؤثرة علية ، وإلى ضرورة الاحتفاظ بالتوازن بصفة مستمرة أثناء الأداء الحركي ، وأيضاً نتيجة إلى أن عملية اكتساب الاتزان ثم فقده والعلاقة المتداخلة بينهما وصولاً لحالة التوازن المناسبة خلال أداء اللكمات من أهم ما يحرص علية الملاكم خلال الجولات فإن ذلك يعد من أهم ما أثار اهتمام الباحث للدراسة والاستكشاف وذلك من خلال محاولة الباحث بطرح طريقة علمية دقيقة قد تساهم في الدخول إلى عمق الأداء الحركي والتعرف على دقائقه (أسبابة – نتائجة) وهو بناء نموذج حسابي بيو ميكانيكي لدراسة حالة الاتزان الديناميكي بشكل عام وأداء اللكمة الجانبية في الرأس برياضة الملاكمة بشكل خاص كمحاولة لإيجاد قيم كل من عزم القوة وعزم المقاومة ومن ثم التعرف على نوع الرافعة السائد بالحركة المدروسة نظرا لان كل نوع من الروافع له فائدة ميكانيكية ومن خلال معرفة الميزة الميكانيكية للأداء يمكننا فهم طبيعة الاتزان في أداء اللكمة الجانبية ومعرفة نقاط الضعف والقوة ، ومن ثم يمكننا توجيه تدريبات نوعية تعالج نقاط الضعف وتخدم تلك المهارة ، كما يمكن أن توفر تفاصيل تلك الدراسة رؤية قيمة للملاكمين الشباب بشكل عام والمدربين على وجه التحديد .

وسوف يحاول الباحث بالقياس التتبعى لأداء اللكمة من خلال التصوير و التحليل الحركي حساب مساحة قاعدة الارتكاز لمعرفة مدى قدرة الملاكم في الحفاظ على مساحة قاعدة الارتكاز بين القدمين بما فيها حدودها الخارجية ، وبشكل يكفل الاتزان للاعب بمدلوليه موقع خط عمل مركز ثقل الجسم العام داخل مساحة قاعدة الارتكاز ومعرفة العلاقة بينهما ، ونتيجة إلى ما تشير إلية القاعدة العامة لقانون الروافع وهى "عندما يكون ناتج عزم القوة = ناتج عزم المقاومة "تتزن الرافعة وذلك بصرف النظر عن نوعها ، ونضف إلى ذلك أن كلما كان ذراع القوة أطول من ذراع المقاومة فإن القوة المبذولة للمحافظة على الاتزان تكون قليلة ، لذا يحاول الباحث معرفة طول كل من ذراع القوة والمقاومة وعلاقتهما بالاتزان بمعلومية موقع خط عمل مركز ثقل الجسم وبعده عن حافة السقوط الأمامية للاعب من خلال النموذج الحسابي المقترح من قبل الباحث ، والذي يعتمد في قيمة المدخلة بالمعادلات الحسابية على القيمة المستخرجة من جهاز قياس الضغوط أسفل القدم (Foot Pressure Measuring System) لنقاط تأثير رد فعل القدمين مع الأرض ، كذلك سوف يتم إجراء القياس الهندسي الذي أشار إلية جيرد هوخموث وهو تحديد زاوية السقوط لمراحل أداء المهارة قيد البحث كمقاييس للاتزان .

هدف البحث :

يهدف البحث إلى محاولة " **بناء نموذج حسابي بيو ميكانيكي يمكن من خلاله دراسة الاتزان الديناميكي للكمة الجانبية في الرأس لدى الملاكمين الشباب**" وذلك للتعرف على :

- نوع الرافعة السائد للمهارة قيد البحث في ضوء النموذج الحسابي البيو ميكانيكي المقترح.
- الميزة الميكانيكية لنوع الرافعة السائد أثناء أداء اللكمة الجانبية في الرأس .
- حساب مساحة قاعدة الارتكاز و زاوية سقوط اللاعب لمركز ثقل الجسم العام كمقياس للاتزان .
- طبيعة توزيع الضغوط الديناميكية للقدمين أثناء أداء اللكمة الجانبية في الرأس .

تساؤلات البحث :

- ما نو ع الرافعة السائد للمهارة قيد البحث في ضوء النموذج الحسابي البيو ميكانيكي المقترح؟
- ما هي الميزة الميكانيكية لنوع الرافعة السائد أثناء أداء اللكمة الجانبية في الرأس ؟
- ما هي مساحة قاعدة الارتكاز و زاوية سقوط اللاعب لمركز ثقل الجسم العام كمقياس للاتزان ؟
- ما هي طبيعة توزيع الضغوط الديناميكية للقدمين أثناء أداء اللكمة الجانبية في الرأس ؟

إجراءات البحث :

- **منهج البحث :**

استخدم الباحث المنهج الوصفي (دراسة الحالة) نظراً لملائمة لطبيعة البحث .

- **مجتمع البحث :**
- **عينة البحث :**

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من بين لاعبي منتخب مصر للشباب للملاكمة للعام٢٠٢١ – ٢٠٢٢م والبالغ عددهم (١) ملاكم شباب ، وقد روعي فيه تميزه في الأداء الفني (الخصائص التكنيكية) للمهارة قيد البحث كما أنه يعد من الملاكمين الشباب الحاصلين على مراكز متقدمة.

جدول (١)

توصيف عينة البحث (ن = ١)

السن سنة	الحالة التدريبية	الوزن كجم	متغيرات الطول (سم)							
			الطول	اليد	الساعد	العضد	الجذع	الفخذ	الساق	القدم	الرجل
١٧	منتخب	٧٥	١٥٧	١٥	٢٧	٢٥	٥٨	٤٥	٥٠	٢٣	١٠٠

يتضح من جدول (١) توصيف لعينة البحث حيث بلغ طول اللاعب ١٥٧سم ووزن ٧٥ كجم

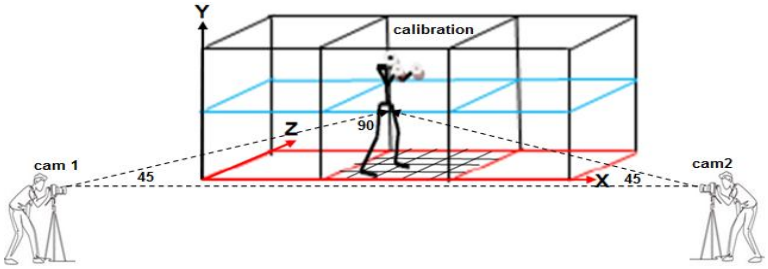
الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث:

- عدد (٣) كاميرا رقمية من نوع (Basler) ذات تردد ١٢٠ كادر /ث .
- صندوق تزامن الكاميرات .
- برنامج تحليل حركي (skill specter)
- مكعب معايرة ثلاثي الإبعاد حيث بلغت أبعادة (٢م X) ،(٢م Y) ،(١م Z).
- علامات ضابطة عبارة عن عاكس (marker) .
- جهاز (**Foot Pressure Measuring System**) لقياس الضغوط أسفل القدم.
- لوحات رسم هندسي مقسمة مربعات طولها (١ متر) وعرضها (٧٥سم) .
- رستاميتر لقياس الطول
- ميزان طبي لقياس الوزن .

الخطوات الإجرائية للتجربة الفعلية :

- قام الباحث بإجراء القياسات العمرية والانثرو بومترية لعينة البحث.

- تجهيز مكان التصوير ووضع مكعب المعايرة بمجال التصوير ، مع تحديد موقع النقطة المرجعية.
- تم وضع لوحة الرسم الهندسي داخل مكعب المعايرة وأسفل قدمين اللاعب شكل رقم (٢).
- تم وضع الكاميرا الأولى بزاوية ٤٥ درجة على مكعب المعايرة ، كما تم وضع الكاميرا الثانية بزاوية ٤٥ درجة، حيث يصنع شعاع التقاء الكاميرا الأولى والثانية عند مكعب المعايرة زاوية ٩٠ درجة شكل رقم (١).
- تم وضع الكاميرا الثالثة امام اللاعب وبمسقط يسمح برؤية لوحة الرسم الهندسي وقدمي الارتكاز للاعب لحساب مساحة قاعدة الارتكاز خلال المراحل الثلاث للأداء شكل رقم (٢) .



شكل (١)

موضوع كاميرات التصوير المتعامدة على مكعب المعاير طبقاً لطبيعة واتجاه الحركة

- تم وضع جهاز قياس الضغوط الديناميكية للقدم بداخل حذاء اللاعب وهو عبارة عن فرش مزود بعدد ١٦٥ مجس لقياس الضغوط لمساحة القدم بالكامل. شكل رقم (٢)

شكل رقم (٢)

المعادلات المستخدمة في البحث:

❖ **أولا : لحساب مساحة قاعدة الارتكاز تم إتباع الخطوات التالية :**

١. تم إجراء التصوير للمهارة قيد البحث في ظل وجود لوحة رسم هندسي (١م* ٧٥ سم) مقسمة مربعات بأبعاد (٥ سم * ٥ سم) وضعت أسفل قدمين الملاكم أثناء التجربة الفعلية .

٢. توجد هناك طريقتين لحساب المساحة الطريقة الأولى يتم فيها تقسيم المساحة بما فيها حدودها الخارجية إلى مثلثات ثم يتم حساب مساحة كل مثلث على حدة من خلال **المعادلة = نصف القاعدة × الارتفاع** ثم يتم تجميع مساحة المثلثات جميعاً لكي تعطى لنا في النهاية مساحة قاعدة الارتكاز الكلية إلا أن الباحث لم يعتمد على تلك الطريقة وذلك بهدف تقليل نسبة الخطأ وحرصاً من الباحث في الحصول على قيم تتسم بالدقة لذا اعتمد الباحث على برنامج (**Auto Cad**.v. ٢٠١٥) لحساب مساحة قاعدة الارتكاز بما فيها حدودها الخارجية في ضوء الصور المأخوذة .

❖ **ثانياً : للتعرف على نظام عمل الرافعة كمقياس للاتزان أستخدم القانون التالي:**

القوة × ذراع القوة = المقاومة × ذراع المقاومة (٥ : ٧٢) (٩ – ٢٥١)(١٤ - ٢٥٢)

❖ **ثالثاً : لحساب زاوية السقوط تم استخدام القانون التالي :**

ظل الزاوية الحادة = طول الضلع المقابل للزاوية / طول الضلع المجاور .شكل (٣) .(٥: ١٦)،(١٥)

<u>الخطوات الإجرائية لبناء النموذج الحسابي البيو ميكانيكي للتعرف على نظام عمل الرافعة و الميزة الميكانيكية لها:</u>

أولا: الوصف النظري للنموذج الحسابي :

١ - العزم = القوة * ذراع القوة

٢- من شروط الرافعة أن العزم لا يحدث له اتزان إلا في حالتين :

- **الحالة الأولى :** أن يتساوى مع عزم أخر مساوي له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.
- **الحالة الثانية :** أن يتساوى مع عزم ازدواج قوتين متساويتين في المقدار حيث[مقدار عزم ازدواجهما = مقدار إحدى القوتين * البعد بين خطى عمليهما] .

والدراسة الحالية تبحث في دراسة طبيعة الاتزان الديناميكي للاعب ملاكمة أثناء أداء اللكمة الجانبية في الرأس تحت تأثير العزم الناتج من وزنه والعزم الذي يتزن معه وهو عبارة عن عزم ازدواج قوتين متساويتين في المقدار ومتضادين في الاتجاه .

ويرى الباحث أن العزم الأمامي الناتج من وزن الجسم يعمل على سقوط اللاعب أماماً ونظراً لاتزان اللاعب وعدم سقوطه فإن ذلك يدلل على وجود عزم أخر(عزم معاكس لاتجاه السقوط) يحدث هذا

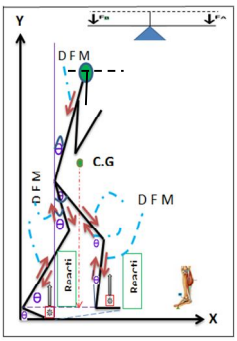
الاتزان وهذا العزم ناتج من قوتين ، إحدى تلك القوتين هي مقدار رد فعل الأرض لوجود تلامس بين القدمين والأرض ولابد إذاً من وجود قوة أخرى مساوية لها في المقدار ومضادة لها في الاتجاه ليحدث الازدواج وهذه القوة هي قوة الشد الذي يحدث في العضلات الخلفية لجسم اللاعب. وسوف يعرض الباحث نموذج حسابي نظري لإيجاد العزم الأمامي والعزم الخلفي .

ثانياً : بناء النموذج الحسابي النظري لإيجاد العزم الأمامي والخلفي :

١/١ للحصول على عزم الازدواج الأمامي والخلفي للاعب يكون كالتالي :

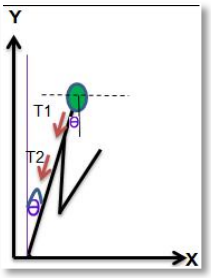
١ - **العزم الأمامي :** هو عبارة عن ناتج وزن الجسم مضروباً في ذراع الوزن بمدلوليه بعد موقع مركز ثقل الجسم (C.G) عن حافة قاعدة الارتكاز حيث العزم الأول = W * A١ شكل (٤).

٢ - **العزم الخلفي :** هو عبارة عن محصلة ازدواج لقوتين إحداهما محصلة الشد في العضلات والثانية هي محصلة رد فعل الأرض على القدمين ويمكن حساب محصلة الشد في العضلات كالتالي.



شكل (٤)

٢ - محصلة الشد في جميع عضلات الجسم ويمكن إيجادها بالطرق التالية:



شكل (٥)

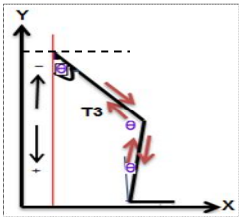
أ) : قوة الشد في العضلات الخلفية للرقبة (Neck muscles)

إذا كان الجذع يميل على الرأسي بزاوية قياسها (Ø١) شكل(٦) فان القوة المؤثرة على أتزان الجسم هي المركبة الرأسية إذا يمكن الحصول على قوة الشد في العضلات الخلفية للرقبة باستخدام العلاقة الحسابية التالية :

$$T_1 . Cos Ø_1$$

ب) : قوة الشد في عضلات الظهر (back muscles):

نطبق هنا ما تم تطبيقه على قوة الشد في عضلات الرقبة شكل (٥) حيث يمكن الحصول على قوة الشد في العضلات الخلفية للظهر باستخدام العلاقة الحسابية التالية:



$$T_2 . Cos Ø_2$$

ج) : قوة الشد في عضلات الرجل الأمامية (Fore leg):

إذا كانت عضلات الفخذ الأمامية والخلفية تميل على الرأسي بزاوية قياسها (ø٣) شكل (٦) فإن القوة هي المجموع الجبري لقوة العضلات الأمامية والخلفية للفخذ لأنهما متوازيان ويعملان على خط عمل واحد وبالتالي فإن قوة الشد تأتى من العلاقة الحسابية التالية:

T٣. Cos ø٣

أما محصلة الشد تحسب بالمجوع الجبري كالتالي : **شكل (٦)**

T٣= T عضلات الفخذ الأمامية + T عضلات الفخذ الخلفية وذلك مع مراعاة إشارة كلاً منهما مع اعتبار الإشارة الموجبة لأسفل .

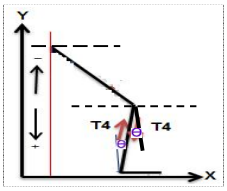
د) : قوة الشدة في عضلات الساق (shank muscles)

إذا كانت عظمة الساق تميل على الرأسي بزاوية قياسها (ø٤)شكل (٧) فان القوة هي المجموع الجبري لقوة العضلات الأمامية والخلفية للساق لأنهما متوازيان ويعملان على خط عمل واحد وبالتالي فإن قوة الشد تأتى من العلاقة التالية؟

T٤ . Cosø٤

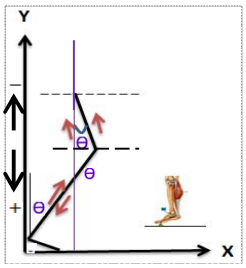
أما محصلة الشد تحسب بالمجوع الجبري كالتالي :

T٤= T عضلات الساق الأمامية + Tعضلات الساق الخلفية.



شكل (٧)

هـ) : قوة الشد في عضلات الرجل الخلفية (Fore leg):



ما تم من حسابات في الرجل الأمامية يتم بالمثل في الرجل الخلفية شكل (٨) فبالنسبة للفخذ يكون كالتالي :-

T٥ . Cosø٥

أما محصلة الشد تحسب بالمجوع الجبري كالتالي :

T٥= T عضلات الفخذ الأمامية + Tعضلات الفخذ الخلفية أما بالنسبة للساق فتكون كالتالي :

T٦ . Cosø٦ **شكل (٨)**

أما محصلة الشد تحسب بالمجوع الجبري كالتالي :

T٦= T عضلات الساق الأمامية + Tعضلات الساق الخلفية

ر) : القدم الخلفية :

شكل (٩)

عندما تكون القدم الخلفية مرتكزة على المشط وكعب القدم مرفوع عن الأرض وتميل على الأفقي بزاوية (β) شكل (٩) فإن القوة في عضلات القدم تحسب كالتالي :

$\beta_{٧}$ T٧sin وبالمثل القدم الأخرى $\beta_{٨}$ T٨sin وعلية فإن قوة الشد في العضلات هي المجموع الجبري للمركبات الرأسية وتصبح الصورة النهائية لقوى الشد كالتالي :

$$T= T_1 \text{ø}+ T_2 \cos\text{ø}_2+ T_3 \cos\text{ø}_3 + T_4 \cos\text{ø}_4+ T_5 \cos\text{ø}_5 + T_6 \cos\text{ø}_6+ T_7 \sin\beta_7 + T8 \sin\beta_8$$

٢/ محصلة رد الفعل(R) وهى التي أعتمد عليها الباحث في بناء النموذج الحسابي :

في ضوء شكل (١١) فإن Rh هي عبارة محصلة رد الفعل عند القدم اليسرى و R٣ هي عبارة رد الفعل عند القدم اليمنى أما Rf هي محصلة رد الفعل الكلى للقدم اليسري واليمنى وهى تساوى المجموع الجبري لردين الفعل (Rh ، R٣) حيث أنهما قوتين متوازيتين لأنهما عموديتين على الأرض الأفقية وبالتالي فإن المحصلة (Rf) تكون في أنجاة القوتين (Rh ، R٣) ونحصل عليها من العلاقة التالية :

$$Rf = Rh + R٣$$

كما أن

$$Rh * L١ = R٣ * L٢$$

حيث L١ ، L٢ هما يمثلان البعد لنقطتي تأثير رد الفعل للقدمين عن المسقط الرأسي لمركز ثقل الجسم ومحصلة رد الفعل للقدمين معيارها يساوى مجموع معياري القوتين حيث (R=R١+ R٢) ونقطة تأثيرها تقسم المسافة بين R١ ، R٢ بنسبة عكسية وتحسب من :

$$\frac{Rh}{R3} = \frac{L2}{L1}$$

حيث $L_{٢}$ هي ذراع $R_{٢}$ ، $L_{١}$ هي ذراع $R_{١}$ ومن خلال التطبيقات التي أجراها الباحث على جهاز (**Foot Pressure Measuring System**) قياس الضغوط أسفل القدم أستنتج نقطة ارتكاز القدم الخلفية في الجزء الأمامي من القدم (fore foot) وكذلك نقطتي ارتكاز القدم الأمامية مع الأرض حيث كلما اقتربت محصلة رد الفعل من نقطة تأثير الوزن (و) زاد عزم الوزن مما ينتج عنه زيادة في الدوران واحتمالية سقوط الجسم .

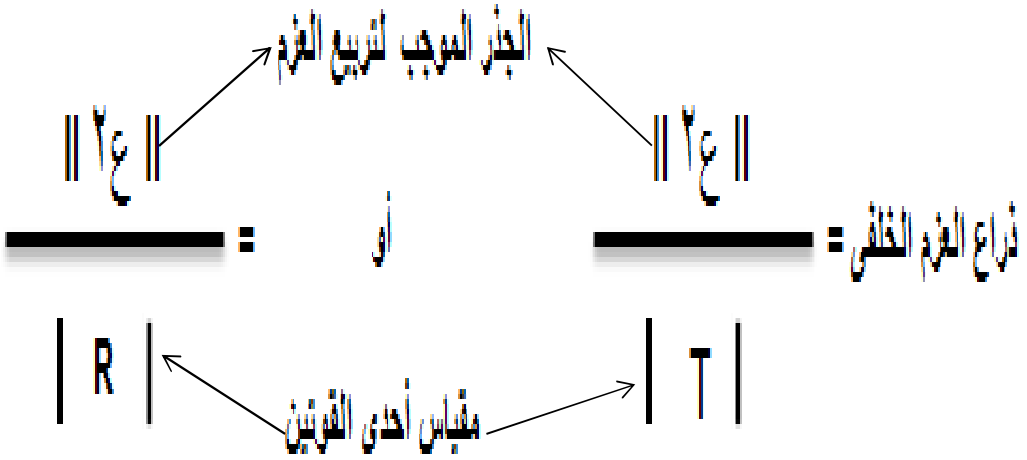
-خطوات تحديد نوع الرافعة التي يصنعها الوزن ورد الفعل خلال مراحل الأداء:

١. نصل خط بين نقطة التأثير الأولى (A) في الجزء الأمامي من القدم (fore foot) مع نقطة التأثير الثانية (B) بالجزء الخلفي من نفس القدم (heel) **شكل (١٢)**
٢. إيجاد طول خط التأثير ونقطة تأثير محصلة رد فعل القدم الأمامية (E)
٣. نصل خط يمتد من نقطة تأثير محصلة رد فعل القدم الأمامية (E) ويتصل بنقطة تأثير رد فعل القدم الخلفية (C) ويعد هذا الخط محصلة رد فعل القدمين
٤. نقطة تأثير محصلة رد الفعل تقسم المسافة بين نقطتي التأثير بنسبة R١:R٢ وبالمثل الوزن
٥. إيجاد كل من ذراع القوة والمقاومة بالخطوات الهندسية المتبعة .
٦. نحصل على نوع الرافعة

ويكون العزم الخلفي هو حاصل ضرب إحدى القوتين إما T المحصلة وإما R فهي رد الفعل المحصل في المسافة بينهما لذا يتواجد لدينا اختيارين هم :-

إما عزم٢ = الشد $|T|$ * المسافة بينهما

أو عزم ٢ = رد الفعل $|R|$ * المسافة بينهما



ونظراً لصعوبة الحصول على قيم الشد في العضلات عملياً بطريقة دقيقة لذا يمكن الاستعاضة عن قيمة $|T|$ واستخدام قيمة $|R|$ في حساب العزم ٢ .

- عرض ومناقشة نتائج البحث :
- ما نوع الرافعة السائد في المهارة قيد البحث في ضوء النموذج الحسابي البيو ميكانيكي المقترح ؟

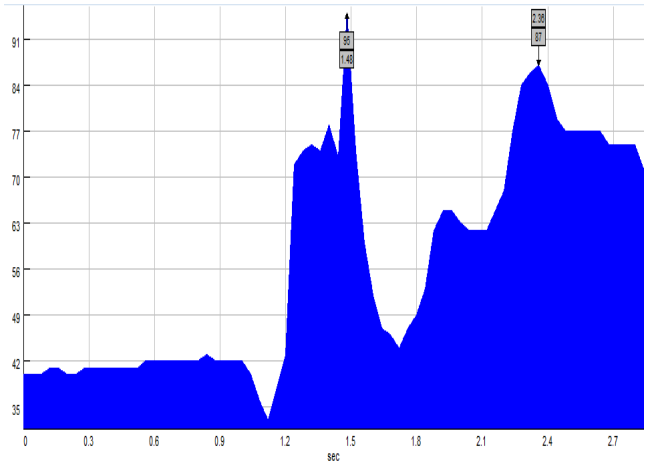
أولا :النتائج الخاصة بالتطبيق العملي للنموذج الحسابي للتعرف على نظام عمل الرافعة للمهارة قيد البحث.

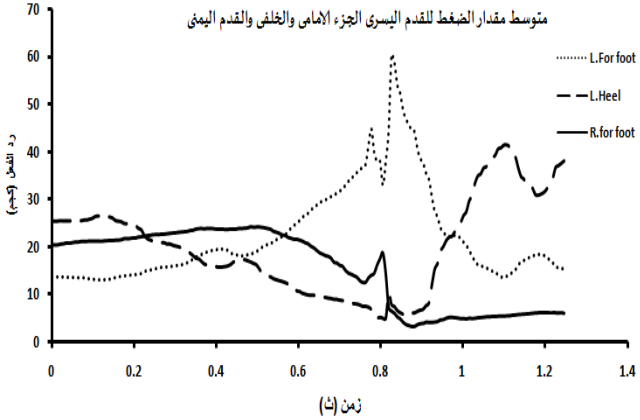
جدول (٢)

متوسط قيم ردود فعل قدمي الارتكاز وإحداثيات موقع نقاط رد الفعل ومركز ثقل الجسم العام خلال مراحل أداء اللكمة الجانبية في الرأس والمدخلة بالنموذج الحسابي

المرحلة	رقم الكادر	الزمن (ث)	القدم اليسرى (الأمامية)								القدم اليمنى (الخلفية)						قيم إحداثي مركز ثقل الجسم العام (C .M)	
			الجزء الأمامي من القدم (fore foot)				الجزء الخلفي من القدم (heel)				الجزء الأمامي من القدم (fore foot)							
			نقطة رد الفعل (sensor)	متوسط رد الفعل(كجم) (R١)	إحداثي نقطة التأثير C.M(A)		نقطة رد الفعل (sensor)	متوسط رد الفعل(كجم) (R٢)	إحداثي نقطة التأثير C.M(B)		نقطة رد الفعل (sensor)	متوسط رد الفعل(كجم) (R٣)	إحداثي نقطة التأثير C.M(C)					
					Y	X			Y	X			Y	X			Y	X
المرحلة التمهيدية	٢	٠.٠٤	١٩	٢٤.٣	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	٢٨.٥	١١.٠	٩٥.٠	١٧	٢٢.٥٥	٢.٦٧	٣١.٠	١.٠	٥٩.٠		
	٦	٠.١٢	١٩	٢٦.٢٣	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	٢٧.٤٥	١١.٠	٩٥.٠	١٧	٢٤.٣	٢.٦٧	٣١.٠	١.٠	٦١.٠		
	٨	٠.٢٨	١٩	٢٩.٦٥	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	٢٢.٣	١١.٠	٩٥.٠	١٧	٢٦.١٢	٢.٦٧	٣١.٠	١.٠	٦٥.٠		
المرحلة الرئيسية	١٠	٠.٣٦	١٩	٤٤.٥	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	١٩.٦٢	١١.٠	٩٥.٠	٢٠	٢٦.٢	٢.٦٧	٣١.٠	١.٠	٦٦.٠		
	١٣	٠.٤٨	١٩	٦٥.٣٥	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	١٣.٥	١٢.٠	٩٥.٠	٢٠	٢١.٥٦	٢.٦٧	٣٢.٠	١.٠	٦٦.٠		
	١٦	٠.٦	١٩	٧٢.٣	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	١٢	١٢.٠	٩٥.٠	٢٠	١٨.٢١	٢.٦٧	٣٢.٠	١.٠	٦٧.٠		
المرحلة النهائية	١٨	٠.٦٨	١٩	٣٧	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	٢٢.١٢	١٢.٠	٩٥.٠	٢٠	١٥.٢	٢.٦٧	٣١.٠	١.٠	٦٧.٠		
	٢٤	٠.٩٢	١٩	٢٥.٣٥	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	٣٣.٩٤	١١.٠	٩٥.٠	١٨	١٤.٥	٢.٦٧	٣١.٠	١.٠	٦٥.٠		
	٢٧	١.٠٤	١٩	٢١.١٢	٧.٢	٩٥.٠	١٣٦	٢٧.٩	١١.٠	٩٥.٠	١٨	١٤.٣٥	٢.٦٧	٣١.٠	١.٠	٦٤.٠		

يتضح من جدول (٢) شكل (١٠) متوسط قيم ردود فعل قدمي الارتكاز المتحصل عليها من جهاز (**Foot Pressure Measuring System**) وأيضا إحداثيات مركز ثقل الجسم العام وكذلك نقاط التأثير في القدمين خلال اتصالها بسطح الأرض والمدخلة بالنموذج الحسابي المقترح لمهارة اللكمة الجانبية في الرأس.





شكل (١٠) قيم رد فعل قدمي الارتكاز

***التطبيق العملي للنموذج الحسابي المقترح للتعرف على نوع الرافعة وحالة الاتزان للمهارة قيد البحث**

أولاً : يعتمد بناء النموذج على ثلاث نقاط ارتكاز للقدمين هي نقطة ارتكاز (A،B) في القدم اليسري ونقطة ارتكاز (C) في القدم اليمنى ، وذلك وفقاً لطبيعة وقفة الاستعداد التي يتخذها الملاكم لذا قام الباحث بإيجاد إحداثيات النقاط على الرسم كما هو مبين بشكل رقم (١٣) وقد جاءات قيم الإحداثيات خلال مراحل أداء اللكمة الجانبية للكادر الأول على النحو التالي :

جدول (٣)

قيم إحداثيات نقاط تأثير رد فعل القدم اليمنى واليسرى خلال مراحل أداء اللكمة الجانبية

المرحلة	كادر	الزمن	المحاور	القدم اليسري		القدم اليمنى
				A	B	C
المرحلة التمهيدية	٢	٠.٠٤	X	٩٥	٨٢	٣١
			Y	٧.٢	٦.٥	٢.٦٧

يتضح من جدول (٣) إحداثيات نقاط رد فعل القدم اليمنى (C) والقدم اليسرى (A,B)

ثانياً : قياس مقدار رد فعل القدم اليمنى في الجزء الأمامي فقط للارتكاز على مشط القدم والقدم اليسرى في الجزء **الأمامي** وهى (fore foot) والجزء الخلفي (Heel) من خلال جهاز (**Foot Pressure Measuring System**) لقياس الضغوط أسفل القدم كما هو مبين بشكل رقم (١٣) وجاءات القيم على النحو التالي :

- قيم رد فعل القدم اليسري الجزء الأمامي والخلفي :

R_1 = ٢٤.٣ k.g R_2 = ٢٨.٥ k.g

- إذاً المحصلة للقدم اليسري هي :

$$R_h = ٢٤.٣ + ٢٨.٥ = ٥٢.٨ \text{ k.g}$$

ثالثاً : إيجاد البعد بين نقطتي تأثير رد فعل الجزء الأمامي (A) والخلفي (B) للقدم اليسرى كالتالي:

في ضوء قيم إحداثيات نقطتي تأثير رد الفعل على (x , y) كما بجدول (٢) الكادر رقم (٢)

إذاً يمكن إيجاد البعد بين نقطتي التأثير(A , B) للقدم اليسرى من خلال المعادلة التالية :

$$(١) \quad AB = \sqrt{(x2 - x1)^2 + (y2 - y1)^2}$$

$$AB = \sqrt{(82 - 95)^2 + (6.5 - 7.2)^2}$$

$$AB = \sqrt{(-13)^2 + (-0.7)^2}$$

$$AB = \sqrt{(169) + (0.49)} \quad AB = \sqrt{(169..49)} = 13C.M$$

رابعاً : إيجاد بعد تأثير المحصلة (E) عن (A)

إن المسافة من النقطة (A) إلى النقطة (B) = ١٣ CM وبفرض أن نقطة التأثير هي (E) وتبعد عن (A) مسافة (X) وبالتالي فإنها تبعد عن (B) مسافة (١٣ CM -X) إذاً يمكننا إيجاد البعد من خلال المعادلة التالية :

(٢) $R_1 . X = R_2 .(١٣ – X)$

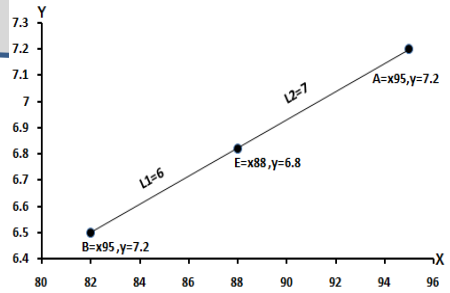
$٢٤.٣ . X = ٢٨.٥ (١٣ – X)$∴

$٢٤.٣X = ٣٧٠.٥ – ٢٨.٥X$

$٢٤.٣X + ٢٨.٥X = ٣٧٠.٥$

$٥٢.٨X = ٣٧٠.٥$ ∴ (:) $\frac{٣٧٠.٥}{٥٢.٨} = ٧$

AE= ٧. C.m BE=٦ C.m



شكل (١١)

$$X = \frac{X1\,L1+X2\,L2}{L1+L2} = \frac{٩٥*٦+٨٢*٧}{٦+٧}$$

$$= \frac{٥٧٠+٥٧٤}{١٣} = \frac{١١٤٤}{١٣} = ٨٨ \text{ C .m}$$

$$y = \frac{y1L1 + y2L2}{L1 + L2}$$

إحداثيات نقطة تأثيرها :

	C
X	٣١ C.m
Y	٢.٦٧ C.m

٣): إيجاد رد الفعل المحصل :

$$R = R_h + R_3$$

$$R = ٥٢.٨ + ٢٢.٥٥ = ٧٥.٣٥ \text{ k.g}$$

٤) :إيجاد نقطة التأثير

أ) نوجد نسبة تقسيم المحصلة لقوتي رد الفعل(R_L . R_3)

خامساً : نوجد نسبة التقسيم :

$$\frac{L2}{L1} = \frac{7.01}{6} \qquad (٣)$$

سادساً : إيجاد إحداثي نقطة التأثير (E) :

ولإيجاد إحداثي هذه النقطة حسابياً شكل (١١) فقد أستخدم الباحث العلاقات الحسابية التالية :

$$X = \frac{X1\ L1 + X2\ L2}{L1 + L2} \qquad (٤)$$

$$y = \frac{y1L1 + y2L2}{L1 + L2} \qquad (5)$$

$$= \frac{٧.٢ * ٦ + ٦.٥ * ٧}{٦ + ٧}$$

$$= \frac{٤٣.٢ + ٤٥.٥}{١٣} = \frac{٨٨.٧}{١٣} = ٦.٨\ C.m$$

بالنسبة للقدم اليمنى :

محصلة رد الفعل هي Rr = ٢٢.٥٥ k.g :

$$\frac{L2}{L1} = \frac{R3}{Rh} = \frac{٢٢.٥٥}{٥٢.٨}$$

ب) نوجد نقطة تأثير المحصلة في ضوء إحداثيات نقاط التأثير على النحو التالي :

	E	C
X	٨٨ C.m	٣١ C.m
Y	٦.٨ C.m	٢.٦٧ C.m

وبفرض أن نقطة تأثير المحصلة هي (Rf)

$$\therefore X = \frac{X1\ .\ L1 + X2\ .\ L2}{L1 + L2}$$

$$X = \frac{٨٨ * ٥٢.٨ + ٣١ * ٢٢.٥٥}{٥٢.٨ + ٢٢.٥٥}$$

$$X = \frac{٤٦٤٦.٤ + ٦٩٧.٥}{٧٥.٣٥} = \frac{٥٣٤٣.٩}{٧٥.٣٥} = ٧٠.٩٢\ c.m$$

$$y = \frac{٦.٨ * ٥٢.٨ + ٧.٦٢ * ٢٢.٥٥}{٥٢.٨ + ٢٢.٥٥}$$

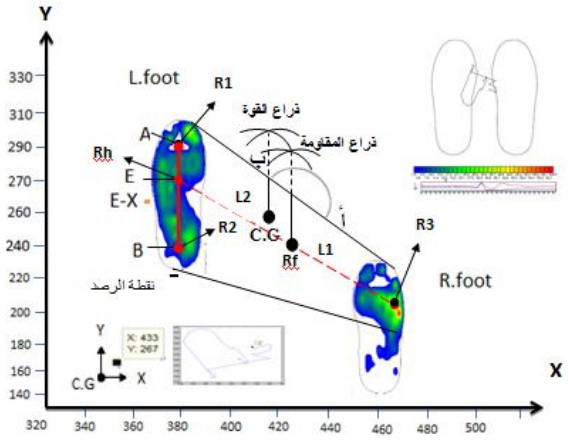
$$y = \frac{٣٥٩.٠٤ + ١٧١.٨٣}{٧٥.٣٥}$$

$$y = \frac{٥٦٦.٨٧}{٧٥.٣٥} = ٧.٥\ C.m$$

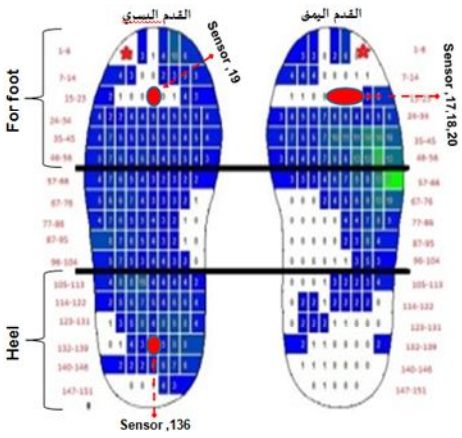
سابعاً : إيجاد ذراع القوة وذراع المقاومة :

بعد الحصول على خط رد فعل القدمين مع الأرض وبعد الحصول على موقع نقطة تأثير محصلة رد الفعل للقدمين قام الباحث بإيجاد ذراع القوة (وزن اللاعب) بدلالة موقع مركز ثقل الجسم ، وذراع المقاومة (بدلالة نقطة تأثير محصلة رد الفعل للقدمين) شكل (١٣) وذلك بإتباع الخطوات الهندسية التالية :-

١- نركز بالفرجار عند النقطة المعلومة (ع) وهى (RF).
٢- نرسم قوس من دائرة يقطع المستقيم في نقطتين ولتكن (أ ، ب).
٣- نركز عند كل نقطة منهما ونرسم قوسين متقاطعين في نقطة ولتكن (ح).
٤- نصل النقطة (ح) بالنقطة (ع) فيكون هو العمود المطلوب إيجاده بزاوية (٩٠درجة) .



شكل (١٢)ايجاد ذراع القوة وذراع المقاومة

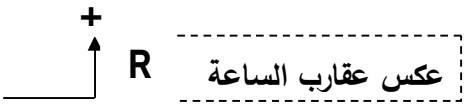


شكل (١٣) اماكن تأثير نقاط رد الفعل

ثامناً : إيجاد قيم القوة والمقاومة والتعرف على نوع الرافعة :

في ضوء ما تشير إلية القاعدة العامة لقانون الروافع وهى "عندما يكون **ناتج عزم القوة = ناتج عزم المقاومة** "تتزن الرافعة وذلك بصرف النظر عن نوعها وفي ضوء القيم الفعلية المستخرجة من النموذج الحسابي تمكن الباحث من الحصول على قيم عزمي القوة والمقاومة للكادر الأول في المرحلة التمهيدية للكمة الجانبية في الرأس والحكم على نوع الرافعة وجاءات على النحو التالي :

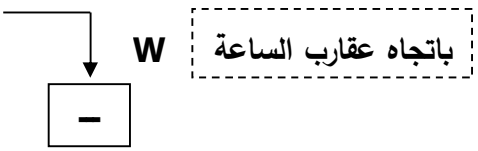
*عزم المقاومة = المقاومة (محصلة رد الفعل) * ذراع المقاومة



R = ٧٥.٣٥ * ٧.٢ = (+) ٥٤٢.٥٢ N

*عزم القوة = القوة (الوزن) * ذراع القوة

W = ٧٥ * ٦.٧٥ = (-) ٥٠٦. ٢٥ N



وفي ضوء نتائج تطبيق النموذج الحسابي على الكادر رقم (٢) عند زمن (٠.٠٤) بالمرحلة التمهيدية وفي ضوء القيم الفعلية المبينة عاليا بجدول (٢) وقيم طول كل من ذراع القوة والمقاومة المبينة عالياً بشكل(١٢) تبين للباحث نوع الرافعة السائد وهو النوع الثالث شكل (١٤) كما قام الباحث بتطبيق النموذج بنفس الكيفية السابقة على باقي الكادرات الثمانية لمهارة اللكمة الجانبية في الرأس وتسهيلاً للتطبيق وتقليلاً للخطأ عمد الباحث على تصميم برنامج الكتروني (software) ادخل به النموذج الحسابي للحصول على القيم بشكل فوري وجاءات نتائج النموذج لمراحل المهارة (التمهيدية والرئيسية والنهائية) كما هو مبين بجدول (٥) على النحو التالي :

شكل (١٤) رافعة من النوع الثالث

جدول (٤)

قيم عزوم القوة والمقاومة ونوع الرافعة خلال مراحل أداء مهارة اللكمة الجانبية في الرأس ناتج النموذج الحسابي

المرحلة	الكادر	الزمن(ث)	وزن اللاعب (ثقل كجم)	طول ذراع القوة(c.m)	ناتج عزم القوة (N)	محصلة رد فعل القدمين (ثقل كجم)	طول ذراع المقاومة (c.m)	ناتج عزم المقاومة(N)	الفرق بين العزمين(N)	النسبة المئوية %	نوع الرافعة السائد	نوع الاتزان
تمهيدية	٢	٠.٠٤	٧٥	٦.٧٥	٥٠٦.٢٥	٧٥.٣٥	٧.٢	٥٤٢.٥	٣٦.٣	٣.٤٦	الثالث	مستقر
	٦	٠.١٢	٧٥	٥.٧٢	٤٢٩	٧٧.٩٨	٧.٢	٥٦١.٥	١٣٢.٥	١٣.٣٨	الثالث	مستقر
	٨	٠.٢٨	٧٥	٥.٠٠	٣٧٥	٧٨.٠٧	٦.٣	٤٩١.٨	١١٦.٨	١٣.٤٧	الثالث	مستقر
رئيسية	١٠	٠.٣٦	٧٥	٤.٢	٣١٥	٩٠.٣٢	٦.٢	٥٦٠.٠	٢٤٥.٠	٢٨.٠٠	الثالث	مستقر
	١٣	٠.٤٨	٧٥	٣.٤	٢٥٥	١٠٠.٤١	٥.٠٠	٥٠٢.١	٢٤٧.١	٣٢.٦٤	الثالث	مستقر
	١٦	٠.٦	٧٥	٣.٤	٢٥٥	١٠٢.٥١	٣.٦	٣٦٩.٠	١١٤.٠	١٨.٢٧	الثالث	مستقر
نهائية	١٨	٠.٦٨	٧٥	٣.٦	٢٧٠	٧٤.٣٢	٤.٨	٣٥٦.٧	٨٦.٧	١٣.٨٣	الثالث	مستقر
	٢٤	٠.٩٢	٧٥	٥.٣	٣٩٧.٥	٧٣.٧٩	٦.٩	٥٠٩.٢	١١١.٧	١٢.٣٢	الثالث	مستقر
	٢٧	١.٠٤	٧٥	٥.٦	٤٢٠	٦٣.٣٧	٧.٦	٤٨١.٦	٦١.٦	٦.٨٣	الثالث	مستقر

يتضح من جدول (٤) قيم العزوم حول موقع خط عمل مركز ثقل الجسم العام داخل قاعدة الارتكاز في ضوء طبيعة أداء اللكمة الجانبية وكذلك قيم العزوم المأخوذة حول نقطة محصلة رد فعل القدمين . كما يتضح بالجدول نوع الرافعة السائد وهو النوع الثالث وأيضاً نوع الاتزان خلال مراحل أداء مهارة اللكمة الجانبية في الرأس كما يتضح من الجدول طول ذراع المقاومة (رد الفعل المعاكس للجاذبية) عن ذراع القوة للتغلب على وزن اللاعب .

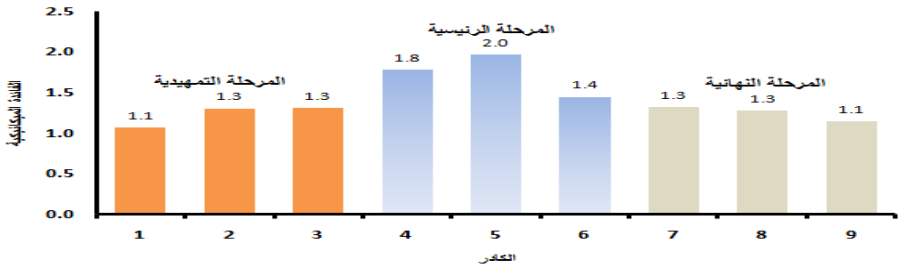
ثانيا التساؤل الثاني : ما هي الميزة الميكانيكية لنوع الرافعة السائد أثناء أداء اللكمة الجانبية في الرأس؟

جدول (٥)

قيم الميزة الميكانيكية لنوع الرافعة السائد أثناء أداء اللكمة الجانبية

المرحلة	الكادر	عزم القوة(N)	عزم المقاومة(N)	الميزة الميكانيكية
تمهيدية	٢	٥٠٦.٢٥	٥٤٢.٥	١.٠٧
	٦	٤٢٩	٥٦١.٥	١.٣١
	٨	٣٧٥	٤٩١.٨	١.٣١
رئيسية	١٠	٣١٥	٥٦٠.٠	١.٧٨
	١٣	٢٥٥	٥٠٢.١	١.٩٧
	١٦	٢٥٥	٣٦٩.٠	١.٤٥
نهائية	١٨	٢٧٠	٣٥٦.٧	١.٣٢
	٢٤	٣٩٧.٥	٥٠٩.٢	١.٢٨
	٢٧	٤٢٠	٤٨١.٦	١.١٥

يتضح من جدول (٥) مقادير الميزة الميكانيكية حيث بلغت ادني مقدار (١.٠٧) واعلي قيمة (١.٩٧) خلال مراحل أداء اللكمة الجانبية في الرأس.



شكل (١٥) مقدار الميزة الميكانيكية

تعرف الميزة الميكانيكية بأنها هي النسبة بين قوة المقاومة والقوة المبذولة كالآتي :-

الميزة الميكانيكية = قوة المقاومة / القوة المبذولة [١٥]

ووفقا للقاعد الخاصة بالميزة الميكانيكية والتي تشير إذا كانت الميزة الميكانيكية =١ صحيح فان عزم المقاومة يساوى عزم القوة وإذا كانت الميزة الميكانيكية اقل من ١ صحيح فان عزم المقاومة اقل من عزم القوة ، وإذا كانت الميزة الميكانيكية اكبر من ١ صحيح فان عزم المقاومة اكبر من عزم القوة.

وتظهر النتائج التي توصل لها الباحث بجدول (٥) وشكل (١٥) بان الميزة الميكانيكية تتراوح ما بين (١.٠٧ إلى ١.٩٧) وهي اكبر من ١ صحيح . وهذا يعنى إلى أن عزم المقاومة المبذول من اللاعب والممثل في رد فعل الجزء الأمامي من القدمين والتي تعمل عكس عقارب الساعة اكبر من عزم القوة والممثل في وزن جسم اللاعب بدلالة موقع مركز ثقل الجسم داخل مساحة قاعدة الارتكاز الذي يعمل في اتجاه عقارب الساعة كعزم ازدواج . والسبب في ذلك يعود إلى طول ذراع عزم المقاومة عن طول ذراع عزم القوة بفارق يتراوح ما بين (٠.٢ سم) إلى (٢.٠٠ سم) لصالح ذراع عزم المقاومة ، كما يوجد عامل أخر وهو إن عزم قوة رد

فعل القدمين اعلي من عزم قوة وزن الجسم الثابتة خلال مراحل الأداء الثلاث بفارق يتراوح ما بين (٣٦.٢٥ نيوتن) إلى (٢٤٧.١ نيوتن) كمحاولة من اللاعب للمحافظة على اتزانه خلال مراحل الأداء .

كما يلاحظ أن مقادير الميزة الميكانيكية تتزايد بشكل ملحوظ خلال المرحلة الرئيسية عن المرحلة التمهيدية والنهاية وهذا نظرا لان تلك المرحلة كان ينجز فيها الواجب الحركي والذي يتم فيه دوران الجذع على المحور الطولي والمسطح العرضي والذي يترتب علية تغير موقع مركز ثقل الجسم داخل مساحة قاعدة الارتكاز مع الاقتراب من حافة السقوط الأمامية لقاعدة الارتكاز ونتيجة لذلك يحاول اللاعب مقاومة عزم القوة ببذل عزم مقاومة اكبر ومعاكس لعمل عزم القوة كمحاولة من اللاعب منع خروج مركز ثقل الجسم عن حافة السقوط الأمامية لقاعدة الارتكاز وصلا إلى الاتزان المستقر خلال الأداء .

ويتفق ذلك مع ما أشار إليه جيرد هخموث حيث إذا ما وقع خط الثقل داخل قاعدة الارتكاز كان الجسم في حالة توازن مستقر .(٣ : ٩٨)

ثالثا التساؤل الثالث :- ماهى مساحة قاعدة الارتكاز وزاوية سقوط اللاعب لمركز ثقل الجسم العام كمقياس للاتزان ؟

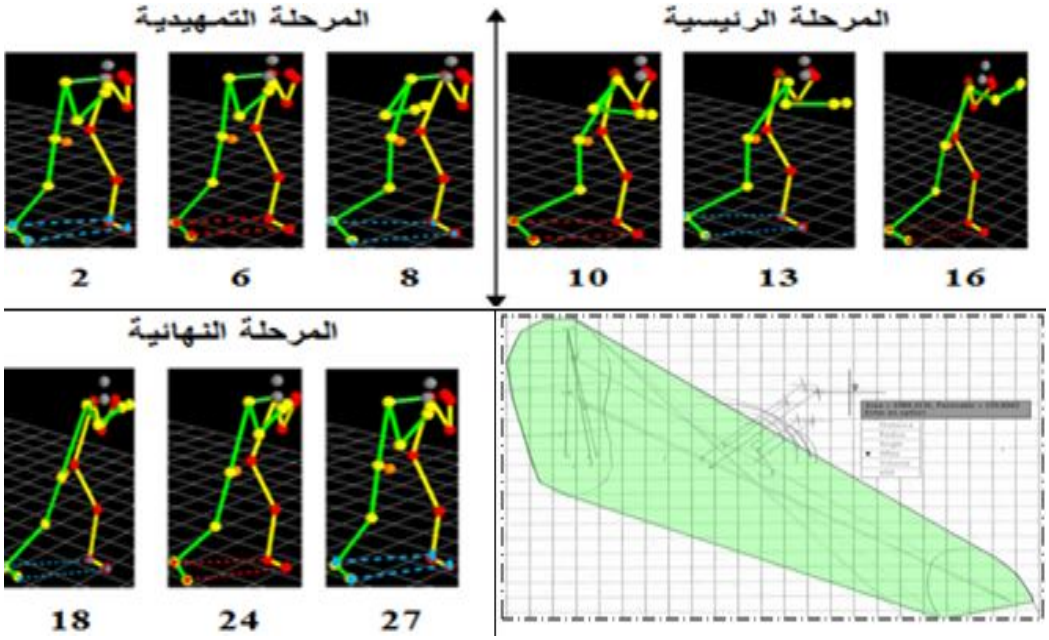
جدول (٦)

قيم حساب مساحة قاعدة الارتكاز لمراحل أداء اللكمة الجانبية في الرأس

المتغيرات	المرحلة التمهيدية			المرحلة الرئيسية			المرحلة النهائية		
الكادر	٢	٦	٨	١٠	١٣	١٦	١٨	٢٤	٢٧
الزمن (ث)	٠.٠٤	٠.١٢	٠.٢٨	٠.٣٦	٠.٤٨	٠.٦	٠.٦٨	٠.٩٢	١.٠٤
مساحة قاعدة الارتكاز (سم٢)	١٢٣٥.٧	١٢٣٨.٦	١٢٤٢.٥	١٢٦٤.٢	١٢٧١.٣	١٢٧١.٣	١٢٦٧.٨	١٢٥٦.٤	١٢٤٢.٦

يتضح من جدول (٦) وشكل (١٧) قيم حساب مساحة قاعدة الارتكاز لمراحل أداء اللكمة الجانبية في الرأس والتي أستخرجها الباحث من خلال الرصد المباشر لقاعدة الارتكاز لكل كادر . وقد تم إدخال كل كادر على حدة ببرنامج (Auto Cad ٢٠١٥) مع المعايرة المتبعة

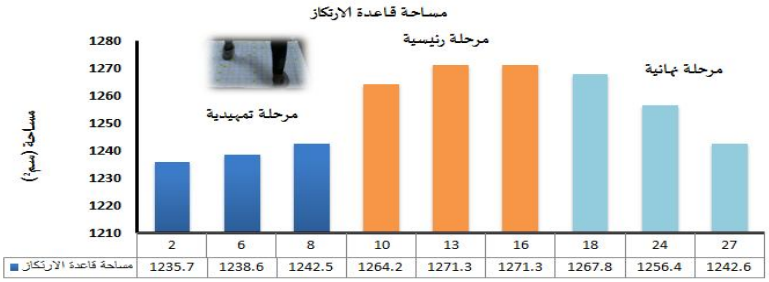
لحساب المساحة الكلية لقاعدة الارتكاز بدقة عالية شكل (١٦)، وقد بلغت مساحة قاعدة الارتكاز في بداية المهارة (١٢٣٥.٧سم٢) في المرحلة التمهيدية ثم أخذت في التزايد حتى نهاية تلك



المرحلة عند قيمة (١٢٤٢.٥سم٢) ثم أخذت في التزايد أيضا بشكل اكبر في المرحلة الرئيسية حتى نهاية المرحلة حيث بلغت اعلي قيمة(١٢٧١.٣ سم٢) ثم أخذت في التناقص خلال المرحلة النهائية حتى وصلت القيمة (١٢٤٢.٦سم٢) في نهاية المرحلة .

شكل (١٦)

يوضح شكل (٣)طريقة حساب مساحة قاعدة الارتكاز الكلية من خلال برنامج (٢٠١٥. V . *Auto Cad*)



شكل (١٧) مساحة قاعد الارتكاز

ويرجع الباحث الزيادة في مساحة قاعدة الارتكاز في المرحلة الرئيسية إلى طبيعة تكنيك أداء اللكمة الجانبية حيث في تلك المرحلة يقوم اللاعب بالدوران على المحور الطولي والمسطح العرضي وذلك للجذع والرجل الخلفية ، وبالتزامن يحدث دوران لكعب القدم الخلفية المرتكزة على المشط للخارج فينتج عن ذلك زيادة في مساحة قاعد الارتكاز ، مما يسمح لموقع مركز ثقل الجسم بالتحرك داخل مساحة اكبر فينعكس ذلك بشكل ايجابي على حفظ اتزان اللاعب أثناء أداء اللكمة .

كما يرجع لباحث التناقص في المساحة في المرحلة النهائية نظراً لحدوث عملية عكسية لما حدث في المرحلة الرئيسية ففي بداية المرحلة الرئيسية يقوم اللاعب بدوران كعب القدم الخلفية للخارج ، لكن في بداية المرحلة النهائية يتم دوران كعب القدم الخلفية للداخلة والعودة إلى وقفة الاستعداد والمرحلة التمهيدية مرة أخرى للاستعداد لبدء مهارة أخرى فيترتب على ذلك تناقص في مساحة قاعدة الارتكاز .

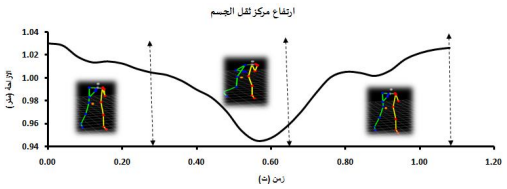
ب) نتائج زاوية سقوط اللاعب بدلالة إزاحة مركز ثقل الجسم العام الأفقية والراسية :

جدول (٦)

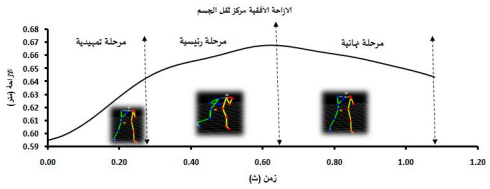
زاوية سقوط اللاعب خلال مراحل أداء اللكمة الجانبية في الرأس

اللاعب	المتغيرات	المرحلة التمهيدية			المرحلة الرئيسية			المرحلة النهائية		
الأول	الكادر	٢	٦	٨	١٠	١٣	١٦	١٨	٢٤	٢٧
	الزمن (ث)	٠.٠٤	٠.١٢	٠.٢٨	٠.٣٦	٠.٤٨	٠.٦	٠.٦٨	٠.٩٢	١.٠٤
	زاوية السقوط	٠.٥٧°	١.١°	١.٧°	٢.٢٩°	٢.٨٦°	٣.٦١°	٣.٣٩°	٢.٨°	٢.٢٢°

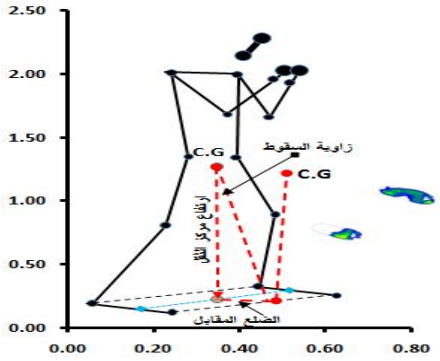
يتضح من جدول (٦) وشكل (١٨ ، ١٩) ،(٢٠) حساب قيم زاوية السقوط للمهارة قيد البحث حيث الارتفاع التدريجي لزاوية السقوط ، فقد بلغت أقل زاوية (٠.٥°) في الكادر الأول بالمرحلة التمهيدية وذلك نظراً لصغر الإزاحة الأفقية لخط مركز ثقل الجسم وبعدها عن حافة السقوط الأمامية والتي بلغت على الأفقي (٠.٠٠١. متر) وبارتفاع (١.٠٣ متر) كما بلغت أكبر زاوية سقوط (٣.٦١°) في الكادر (١٦) للمرحلة الرئيسية والتي بلغت على الأفقي (٦ ٠.٠ متر) وبارتفاع (٠.٩٥ متر).



شكل (١٨) الإزاحة الرأسية لمركز الثقل



شكل (١٩) الإزاحة الأفقية لمركز الثقل



شكل (٢٠)

طريقة إيجاد زاوية السقوط خلال مراحل أداء مهارة اللكمة الجانبية في الرأس

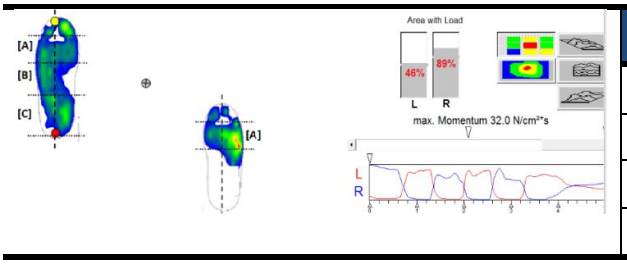
ويرجع الباحث التزايد التدريجي في المرحلة التمهيدية والرئيسية إلى الارتفاع التدريجي للإزاحة الأفقية لخط عمل مركز ثقل الجسم العام للاعب واقترابها من حافة السقوط الأمامية لقاعدة الارتكاز كما يمكن تفسير ذلك من الوجه الميكانيكية حيث التأثير المتبادل بين كل من وزن الجسم ورد فعل الأرض كقوة متجهة يؤدى إلى تغيير في موضع مركز ثقل الجسم بالنسبة لقدم الارتكاز كما أن قوى رد فعل الأرض في اللكمات لا تكون في مركبة فراغية واحدة فقط ولكنها تكون مائلة وفقاً لطبيعة الأداء الحركي وبالتالي سوف تكون هناك أكثر من مركبة فراغية إحداهما إزاحة رأسية وأخرى إزاحة أفقية ومحصلة هاتين المركبتين هي التي تكون مائلة.

التساؤل الرابع : ما هي طبيعة توزيع الضغوط الديناميكية للقدمين أثناء أداء اللكمة الجانبية في الرأس؟

اجري الباحث اختبار على جهاز (**Foot Pressure Measuring System**) بغرض التعرف على طبيعة توزيع الضغوط الديناميكية أسفل القدمين أثناء أداء اللاعب اللكمة الجانبية في الرأس ، كمقياس للاتزان ، وأيضا لتقديم تفسيرا حول شكل وطبيعة الاتزان من خلال الاعتماد على أساس علمي ويظهر جدول (٧) نتائج التطبيق العملي الجهاز المستخدم .

جدول (٧)

النسبة المؤوية لتوزيع الضغوط أسفل القدم أثناء اللكمة الجانبية



المنطقة	القدم اليمنى	القدم اليسرى
[A]	٤٦٪	٤٨٪
[B]	-	١٩٪
[C]	-	٢٢٪
الإجمالي	٤٦٪	٨٩٪

يتضح من جدول (٧)النسبة المؤوية لطبيعة توزيع الضغوط الديناميكية أسفل القدمين

في ضوء وقفة الاستعداد الخاصة برياضة الملاكمة وأيضا في ضوء خصائص تكنيك أداء اللكمة الجانبية تبين عدم وجود تكافئ أو تساوى في نسبة توزيع الضغوط ما بين القدم اليمنى والقدم اليسرى ، حيث بلغت نسبة القدم اليمنى (٤٦٪) للجزء الأمامي من القدم ونسبة (٨٩٪) للقدم اليسري على كامل مساحة القدم و السبب أن الملاكم إثناء أداء اللكمة يرتكز على مشط القدم اليمنى فقط ويرتكز على مساحة القدم اليسرى بالكامل شكل (٢١)، وهذا يعد احد

الأسباب التي تحدث تغير في كلا من موقع مركز ثقل الجسم داخل قاعدة الارتكاز وقربها من القدم اليسرى وحافة السقوط الأمامية وأيضا حدوث تغير في موقع محصلة رد فعل القدمين والتي بالتبعية قد ترتب عليها قصر طول ذراع القوة عن طول ذراع المقاومة ، لذا يعد ذلك سببا رئيسيا في تغلب عزم المقاومة على عزم القوة أثناء أداء اللكمة الجانبية .

شكل (٢١)تكنيك وضع القدمين أثناء أداء اللكمة الجانبية

استنتاجات البحث :

- توزيع الضغوط الديناميكية لوزن الجسم على القدمين في ضوء وقفة الاستعداد وأثناء أداء اللكمة الجانبية غير متكافئ حيث بلغ متوسط توزيع الضغوط الديناميكية(٤٦ %) من مساحة القدم الخلفية ،(٨٩ %) من مساحة القدم الأمامية مما أدى إلى إزاحة موقع خط عمل مركز ثقل الجسم وقربة من القدم الأمامية عن القدم الخلفية للملاكم .
- فاعلية النموذج الحسابي المقترح في دراسة الاتزان الديناميكي للمهارة والقدرة على تحديد نوع الرافعة السائد وكذلك معرفة الميزة الميكانيكية خلال مراحل الأداء .
- اظهر النموذج الحسابي في ضوء وقفة الاستعداد وتكنيك أداء اللكمة الجانبية وجود خط عمل رد الفعل المحصل خلف خط عمل مركز ثقل الجسم مما أطال ذراع المقاومة عن ذراع القوة لذا يعد النوع الثالث هو السائد خلال المراحل الثلاث لأداء اللكمة الجانبية في الرأس .
- يقتضى تطبيق النموذج الحسابي إيجاد نقاط تأثير رد الفعل بالقدمين وفي ضوء نتائج جهاز قياس الضغوط أسفل القدم **(Foot Pressure Measuring System)** توجد ثلاث نقاط تأثير لرد فعل القدمين حيث القدم الأمامية يوجد بها نقطتين تأثير في الجزء الأمامي من القدم fore foot والجزء الخلفي (Heel) أما القدم الخلفية بها نقطة تأثير واحدة في الجزء الأمامي فقط (fore foot) .
- طول ذراع المقاومة عن ذراع القوة أكسب اللاعب مدى حركي كبير مما أثر على فاعلية السرعة إيجابياً .
- جاءات الميزة ميكانيكية للرافعة خلال مراحل الأداء لقوة المقاومة نظراً لطول ذراع المقاومة عن ذراع القوة .
- يعد الاتزان المستقر هو النوع السائد خلال مراحل الأداء نظراً لوقوع مركز ثقل الجسم العام داخل مساحة قاعدة الارتكاز ولم يتواجد فوق حافة السقوط نظرا لصغر الإزاحة الأفقية لمركز الثقل.
- تزايد مساحة قاعدة الارتكاز في المرحلة الرئيسية نظراً لدوران الرجل الخلفية وكعب القدم للخارج على المحور الطولي والمسطح العرضي مع تزامن دوران الجسم ثم تناقص المساحة نظرا للأداء العكسي بدوران كعب القدم الخلفي للداخل خلال مراحل الأداء .
- بلغت أكبر قيمة للإزاحة الأفقية لخط عمل مركز ثقل الجسم العام أثناء لحظة اللكم مما صنع أكبر زاوية للسقوط بلغت (٣.٦١°) مقارنة بالمرحلتين التمهيدية والنهائية .
- توجد تغيرات طفيفة في الإزاحة الأفقية لخط عمل مركز ثقل الجسم خلال الكادرات الثلاثة للمرحلة الرئيسية كمحاولة من الملاكم بعدم زيادة زاوية السقوط والمحافظة على توازنه.

توصيات البحث :

- استخدام النموذج الحسابي المقترح الذي توصل له الباحث في دراسة وإيجاد نوع الرافعة في الحركات الديناميكية لمهارات مماثلة برياضات مختلفة بمعلومية بعض المتغيرات الأساسية وعلى أن تكون القدمين على اتصال بالأرض للحظات المدروسة للمهارة .
- استخدام النموذج الحسابي المقترح ضمن منظومة البرامج والنماذج الرياضية الحسابية التي لديها القدرة على دراسة الاتزان الديناميكي
- الربط بين النظرية والتطبيق من خلال الاهتمام بتدريس المعادلات الرياضية لحساب مختلف المتغيرات الميكانيكية وتعليم كيفية تطبيقها من خلال إجراء أبحاث حسابية مماثلة في حركات رياضية أخرى.
- للمحافظة علىالاتزان المستقر خلال مراحل الأداء لذا يجب الاهتمام بتمرينات الاتزان التي تهدف إلى التوافق العصبي العضلي لزيادة الارتباطات بين العضلات العاملة والمضادة لجسم الملاكم وخاصة عضلات الظهر الخلفية .
- في ضوء نتائج النموذج يجب عدم المبالغة في ثنى الركبتين خلال المرحلة التمهيدية يقلل من مقاومة الجسم للجاذبية والزمن المستغرق للكمة .
- المحافظة على مساحة قاعدة الارتكاز باتساع الحوض يزيد من اتزان الملاكم ومن ثم تحسن في فاعلية اللكمة .

أولاً : المراجع باللغة العربية:-

[١] . **أحمد فؤاد الشاذلي** : "**قواعد الاتزان في المجال الرياضي** "، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٩٥م.

[٢] **السعيد على ندا ، محمد الكيلاني** : **رياضة الملاكمة** ، دار الفكر العربي "، عمان ، ١٩٩٣م.

[٣] .**جيرد هوخموت** : "**الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمي للحركات الرياضية**" ، **ترجمة كمال عبد الحميد ، سليمان على حسن** ،دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٧٨م.

[٤] **حسام رفقي محمود** : "**الملاكمة بين النظرية والتطبيق** "،مكتبة النهضة المصرية ، القاهرة ، ١٩٩٣م".

[٥] **سوسن عبد المنعم ، محمد عبد السلام : "تمارين محلولة وتطبيقات عملية في الميكانيكا الحيوية**" ، دار المعارف ،القاهرة ، ١٩٨٥م.

[٦] **عبد الفتاح فتحي خضر** : **المرجع في الملاكمة** ، دار المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٩٦م.

[٧] **شريف عبد القادر العوضى ، أسامة محمد عبد العزيز ، عمرو سليمان محمد:** الاتزان الديناميكي لبعض مهارات الهجوم من أعلى في رياضة المصارعة اليونانية – الرومانية، بحث منشور ،جامعة المنيا، ٢٠٠٦م.

[٨] **طلحة حسين حسام الدين :"المدخل البيو ميكانيكي في دراسات علوم الحركة**" ، ط١، مركز الكتاب الحديث ، القاهرة ، ٢٠١٤م .

[٩] **طلحة حسام الدين** : "**علم الحركة التطبيقي**" ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، ١٩٩٨.

[١٠] **طلحة حسين حسام الدين** : "**مبادئ التشخيص العلمي للحركة**" ، ط١ ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٤م .

[١١] **طلحة حسين حسام الدين ، مصطفى كامل ، سعيد عبد الرشيد** : "**مذكرة فى مبادئ الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة التطبيقي**" ، ط١، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، ١٩٩٧م.

[١٢] **محمد يوسف الشيخ** : **الميكانيكا الحيوية وتطبيقاتها**" ، دار المعارف ،القاهرة ، ١٩٨٦م.

[١٣] **يحيى إسماعيل الحاوي** : "**الملاكمة أسس نظرية تطبيقات عملية**" ،المركز العربى للنشر ، القاهرة ، ٢٠٠٢م .

[١٤] **ناهد أنور الصباغ ، جمال محمد علاء الدين : "علم الحركة**" ، الطبعة السابعة ، دار الكتاب ، ١٩٩٩. م

ثانيا : المراجع باللغة الانجليزية:-

[١٤] **Duane Knudson** : Fundamentals of Biomechanics ; Second Edition; California State University at Chico ; USA ;٢٠٠٧.

[١٥] **Susan j. hal** : Basic biomechanics, copyright by mosby – year book, inc, ١٩٩١.

ثالثاً : شبكة المعلومات الدولية :-

[١٦] https://books.google.com.eg/books?id=evGpCAAAQBAJ&pg=PA١٦١&lpg=PA١٦١ &dq=Rules+balance+human+motion

ملخص البحث

نموذج حسابي بيوميكانيكيى لدراسة الاتزان الديناميكي للكمة الجانبية في الرأس لدى الملاكمين الشباب

*أ.م.د/ خالد عبد الموجود عبد العظيم حسين

يهدف البحث إلى محاولة " **بناء نموذج حسابي بيو ميكانيكي يمكن من خلاله دراسة الاتزان الديناميكي للكمة الجانبية في الرأس لدى الملاكمين الشباب**" وذلك للتعرف على :

- نوع الرافعة السائد للمهارة قيد البحث في ضوء النموذج الحسابي البيو ميكانيكي المقترح.

- **منهج البحث :**

استخدم الباحثالمنهج الوصفي (دراسة الحالة) نظراً لملائمة لطبيعة البحث .

- **عينة البحث :**

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من بين لاعبي منتخب مصر للشباب للملاكمة للعام٢٠٢١ – ٢٠٢٢م والبالغ عددهم (١) ملاكم شباب ، وقد روعي فيه تميزه في الأداء الفني (الخصائص التكنيكية) للمهارة قيد البحث كما أنه يعد من الملاكمين الشباب الحاصلين على مراكز متقدمة.

- **كانت من أهم الاستنتاجات :**

- توزيع الضغوط الديناميكية لوزن الجسم على القدمين في ضوء وقفة الاستعداد وأثناء أداء اللكمة الجانبية غير متكافئ حيث بلغ متوسط توزيع الضغوط الديناميكية(٤٦ %) من مساحة القدم الخلفية ،(٨٩ %) من مساحة القدم الأمامية مما أدى إلى إزاحة موقع خط عمل مركز ثقل الجسم وقربة من القدم الأمامية عن القدم الخلفية للملاكم .

- **كانت من أهم التوصيات:**

- استخدام النموذج الحسابي المقترح الذي توصل له الباحث في دراسة وإيجاد نوع الرافعة في الحركات الديناميكية لمهارات مماثلة برياضات مختلفة بمعلومية بعض المتغيرات الأساسية وعلى أن تكون القدمين على اتصال بالأرض للحظات المدروسة للمهارة .

Research Summary

A biomechanical computational model to study the dynamic equilibrium of a lateral punch to the head Young boxers

***Prof. Dr. Khaled Abdel-Mawgoud Abdel-Azim Hussein**

The research aims to try to "build a bio-mechanical computational model through which the dynamic equilibrium of the side punch to the head of young boxers can be studied" in order to identify:

•The type of leverage prevailing for the skill under study in the light of the proposed biomechanical computational model.

- **Research Methodology:**

The researcher used the descriptive approach (case study) due to its suitability to the nature of the research.

- **The research sample:**

The research sample was chosen by the intentional method from among the players of the Egyptian youth boxing team for the year ٢٠٢١-٢٠٢٢ AD, whose number is (١) youth boxer, and his distinction in technical performance (technical characteristics) of the skill under study was taken into account, and he is considered one of the young boxers with advanced positions.

Among the most important conclusions were:

- The distribution of dynamic pressures of body weight on the feet in light of the standby stance and during the performance of the side punch is uneven, as the average distribution of dynamic pressures reached (٤٦٪) of the area of the back foot, (٨٩٪) of the area of the front foot, which led to the displacement of the location of the line of action of the center of gravity. The body and the proximity of the front foot to the back foot of the boxer.

Among the most important recommendations were:

• Using the proposed mathematical model that the researcher reached in studying and finding the type of lever in the dynamic movements of similar skills in different sports with the knowledge of some basic variables and that the feet are in contact with the ground for the moments studied for the skill.