ISSN : 2676-1823– EISSN : 2773-4447

دراسة تحليلية للخصائص البيوميكانيكية للنقل الحركي خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق في الجمباز

An analytical study of the biomechanical properties of motor transmission during the stages of performing the skill of swinging back from hanging and then ascending back to leaning on the ring apparatus in gymnastics

– د .محمد محمد عبد العزيز أحمد [1]، أ.هاني بن زين الهاجوج [2]

[1] mahmed2@ksu.edu.sa ، أستاذ مشارك بقسم الميكانيكا الحيوية ،كلية علوم الرياضة والنشاط البدني، جامعة الملك سعود

[2] c3-h25@hotmail.com ، ماجستير قسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي – كلية علوم الرياضة والنشاط البدني، جامعة الملك سعود

تاريخ الارسال:2022/11/11	تاريخ القبول: 06/ 12/ 2022	تاريخ النشر: 2022/12/30

ملخص الدراسة :

*هدفت الدراسة إلى التعرف على الخصائص البيوميكانيكية للنقل الحركي خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز، واتبع الباحثان المنهج الوصفي وفقا لطبيعة الدراسة بنمط دراسة الحالة، وكان التساؤل العامل للدراسة ماهي الخصائص البيوميكانيكية للنقل الحركي خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز؟، وتم اختيار عينة الدراسة بالطريقة العمدية وكان أحد لاعبي المنتخب المصري للجمباز والحاصل على الترتيب الخامس عالميا، وتم جمع البيانات من خلال كاميرا فيدو ماركة (سوني) واستخراج المتغيرات بواسطة برنامج التحليل الحركي (3D*map) (Motion analysis Program)، وكانت أهم النتائج أن زوايا المفاصل في مرحلة المرجحة من الأمام إلى الخلف تؤثر على مقادير القوى والعزوم الناتجة من أجل إتمام المرجحة والوصول إلى الصعود، أعلى مقادير للقوة والعزوم*

كانت في مرحلة المرجحة من الأمام للخلف وهذا يساهم في الوصول إلى مرحلة الصعود، تزداد عزوم القوة لمركز ثقل الجسم في الاتجاه الأفقي في مرحلة الثبات والارتكاز وذلك للمحافظة على ثبات الجسم وتوازنه، وأوصى الباحثان بمراعاة تتبع ديناميكية عزوم القوة أثناء أداء المهارة، وإجراء المزيد من الدراسات للتبع ديناميكية عزوم القوة على أجهزة الجمباز عامة وجهاز الحلق بشكل خاص.

الكلمات الدالة: الجمباز – التحليل الحركي – البيوميكانيك – الرياضة

Abstract:

*The study aimed to identify the biomechanical properties of locomotor transmission during the stages of performing the backswing skill from attachment and then the backswing of the support, and the researchers followed the descriptive approach according to the nature of the study in the case study style. Then the back ascent of the fulcrum?, The sample of the study was chosen by the intentional method, and he was one of the players of the Egyptian gymnastics team, who ranked fifth in the world, and the data was collected through a (Sony) video camera, and the variables were extracted (Motion analysis Program)(3D*map)*

The most important results were that the angles of the joints in the front-to-back swing phase affect the amounts of forces and moments generated in order to complete the swing and reach the ascent. The weight of the body in the horizontal direction in the stage of stability and consolidation in order to maintain the stability and balance of the body, and the researchers recommended taking into account tracking the dynamics of force moments during the performance of the skill, and conducting more studies to track the dynamics of force moments on gymnastics equipment in general and the ring apparatus in particular.

***key words** : Gymnastics - kinetic analysis - biomechanics - sports-*

1- المقدمة ومشكلة الدراسة:

إن التطور العلمي الذي يشهده العالم الآن انعكس بشكل ملحوظ على المجال الرياضي عامة ورياضة الجمباز بصفة خاصة وذلك بسبب تطور تكنولوجيا القياس والتقويم.

وتعتبر رياضة الجمباز الفني نشاط رياضي يتميز بنوعية فريدة من التنافس ، إذ يتم التنافس بين اللاعبين في شكل جملة حركية والتي يعتمد فيها اللاعب على قدراته البدنية والمهارية في إنجاز الواجب الحركي على الأجهزة حيث تختلف طبيعة الأداء على كل جهاز تبعا لتصميم وتركيب ومتطلبات الأداء، ولقد حقق الجمباز تطوراً ملحوظاً في السنوات الأخيرة مما دعا اللجنة الفنية بالاتحاد الدولي إلي استحداث تعديلات علي قانون التحكيم من حيث درجات الصعوبة للمهارات المختلفة وكيفية ربطها وتركيبها مع بعضها داخل الجمل الحركية والقيم الرقمية لكل منها.

وجهاز الحلق من الاجهزة التي لها طبيعة أداء خاصة حيث تتضمن الجملة على هذا الجهاز مهارات من التعلق والمرجحة وكذلك الارتكاز بالإضافة الى القوة والثبات والتي غالبا ما تكون في وضع الوقوف على اليدين أو الارتكاز الزاوي أو الارتكاز الصليبي ثم النهايات الحركية الامر الذى يظهر اهمية الاتزان لإنجاز الاداء على جهاز الحلق في افضل صورة حي أن الاهتزاز في اوضاع الثبات يؤدى الى خصم جزء من درجة اللاعب تتفاوت لدرجة الخطأ بالإضافة الى التأثير السلبي لهذا الاهتزاز على الحركة التالية الامر الذى قد يؤدى لفشل اللاعب في ادائها او السقوط و هو ما نص علية القانون الدولى لتحكيم الجمباز.(أحمد ،1998م) ، (International Gymnastic federation .2018م)

وتكمن صعوبة جهاز الحلق في انه الجهاز الوحيد في رياضة الجمباز الذى يتميز بعدم ثبات قاعدة الارتكاز الخاصة به (الحلقتين) مما يلقى العبء على اللاعب لتثبيت قاعدة الارتكاز ثم تثبيت مركز ثقل كتلة الجسم.

لذلك نجد أن مهارات الجمباز تعتمد على مجموعة من المبادئ الاساسية المشتقة من نظريات وقوانين العلوم المرتبطة بأداء اللاعبين وخاصة علم الميكانيكا الحيوية ،حيث ان مدلول التحليل ليس أحد الوسائل أو الطرق المنهجية لفهم وادراك الحركة الرياضية ،بل أنه مجموعة متفاعلة مختارة طبقا لما تحدده اهداف الدراسة ،والتحليل الحركي يشكل الفروض والمعلومات الأولية التي يستدل منها على الاساس العلمي لترشيد عملية التعليم والتدريب في الجمباز لما تتميز به من تطور مستمر وصعوبة الاداء، فيعطى مواصفات الاداء المهارى الدقيق (التكنيك) للارتقاء بمستوى الاداء المهارى. (علاء الدين ،1994م) (حسام الدين: 1993م)

ويعتبر البعد البيوميكانيكى أحد أهم أبعاد تقييم الأداء الحركي و يتبلور هذا البعد في المنهج الواضح للتحليل البيوميكانيكى المتميز بالموضوعية في التقييم لاعتماده على متغيرات كمية في المقام الأول تدرس الخصائص الكينماتيكية والكيناتيكية للأداء بما يسهم فى تحسين و تطوير هذا الأداء الحركي.(Verduci, F.M ،1980)

ويشير كلا من بارو Barow (2000) واليوت Elliot (1992) أن تقييم الأداء الحركي يتم من خلال ثلاث أبعاد رئيسية أهمهم البعد الميكانيكي لما يتميز به من موضوعية في التقييم لاعتماده على اساليب موضوعية كما أن دراسة الخصائص الميكانيكية تسهم في تحسين التكنيك الرياضي عن طريق تصحيحه وتطويره وفقا لنظريات التدريب.(Barow (2000) Elliot (1992)

ويرى "دون كندسون "Duane Knudson" (2007) أن من يعمل في مجال تحليل الأداء المهارى علية أن يختار بين قوانين الحركة ومتغيراتها المختلفة بما يتناسب و طبيعة المهارة المراد تحليلها .(Duane Knudson": 2007م)

مشكلة البحث:

من الاهمية وضع توصيف حركي وفق الخصائص الكينماتيكية توضح المسارات الهندسية للأداء وخاصة للمهارات المركبة والتي يمكن من خلال التحليل الحركي البيوميكانيك التعرف على بعض القيم الميكانيكية المؤثرة والتي تفيد المدربين في اختيار الاسلوب الامثل لتدريب اللاعبين على هذه المهارة.

وفي ضوء ذلك تم اختيار المستوى الاول للتحليل في الميكانيكا الحيوية وهو التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة والاداء الشكلي وفق المسار الهندسي للأداء.

والجملة الحركية قيد الدراسة تتكون من ثلاث مهارات وهي تعتبر المفتاح الرئيسي لكثير من المهارات على جهاز الحلق وبدونها لا يستطيع اللاعب التقدم بالمستوى المهارى.

لذلك فأن التعرف على الخصائص البيوميكانيكية للجملة الحركية قد يساهم في توجيه عملية التدريب ومساعدة المدربين في تحقيق فهم أعمق للأداء و خاصة انها تتكون من مهارة مرجحة ثم التحول من التعلق الى الارتكاز ثم الارتكاز زاوية ثم الارتكاز زاوية من الوضع الصليبي هذا التنوع من المهارات قيد الدراسة يوفر للمدرب كمية من المعلومات الخاصة بالأداء و التي تغطى بشكل كبير الانطلاقة الحقيقية للعديد من المهارات المتطورة لمهارات الدراسة.

الدراسات المرتبطة:

دراسة ياسر السيد محمد عاشور (2009) تأثير تنمية الاتزان على مستوى أداء الجملة الاجبارية على جهاز الحلق للناشئين في الجمباز، واستهدفت الدراسة التعرف على تأثير تنمية الاتزان بنوعية الثابت و المتحرك على المستوى أداء الجملة الاجبارية على جهاز الحلق لناشئ الجمباز تحت عشرة سنوات، استخدم الباحث المنهج التجريبي ذو المجموعتين(ضابطة – تجريبية) وتم اختيار العينة بالطريقة العمدية وكان عددها عشرة لاعبين، وكانت أهم النتائج أن تنمية الاتزان له تأثير فعالا على درجة أداء الجملة الاجبارية على جهاز الحلق لناشئ الجمباز.

دراسة ياسر محمد حسن سرى (2008) ديناميكية عزوم القوى لأداء الدائرة الكبرى (الخلفية – الامامية) على جهاز الحلق في الجمباز. واستهدفت الدراسة التعرف على المتغيرات الديناميكية (القوة – عزم كمية الحركة) المصاحبة لأداء كل من الدوائر الكبرى (الخلفية – الامامية)والتأثيرات المختلفة لعزوم كمية الحركة على شكل الاداء، واستخدم الباحث المنهج الوصفي باستخدام التصوير الفيديو جراف و تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية لعدد 2 لاعبين و قام كل لاعب بأداء ثلاث محاولات، وكانت أهم النتائج تشابهه المسارات الهندسية لكل من الدوائر الخلفية – الامامية على مدار الاداء للاعبين الاول و الثاني, وتؤثر عزوم كمية الحركة بشكل كبير ومباشر في أداء المهارتين قيد الدراسة.

دراسة ساسا فلينشكوف Sasa Velickovic (2006م) بعنوان "التحليل البيوميكانيكى لمهارة الباسكت المتبوعة بالوقوف على اليدين في رياضة الجمباز" واستهدفت الدراسة التحليل الحركي لمهارة الباسكت مع نصف لفة على المتوازي وذلك لتهيئة الظروف في اتقان وتحسين الأداء لهذه المهارة وكانت عينة البحث لاعب من فريق منتخب الجمباز بسلوفينيا عمره 26 عاما ويزن 63 كجم و طوله و كانت أهم النتائج أن مركز الثقل يلعب دورا هاما وحيويا وأن دوران الجسم حول المحور الطولي ايضا هام ،كذلك زوايا الحوض و السرعة الحركية وقيم السرعات في المرجحة.

دراسة ايرك.ج.سبريجنس "وآخرون "Eric. J. Sprigings &et.al" (2000م) وعنوانها "نظم توليد عزوم القوى للكتف و الفخذ أثناء أداء مرجحة الدائرة الخلفية الكبرى على جهاز الحلق" و استهدفت التعرف على متغيرات عزوم القوى وعمل محاكاه لطريقة أداء مهارة الدائرة الخلفية الكبرى من وضع الوقوف على اليدين على الحلق،و تمثلت عينة البحث في لاعبين قام كل منهما بأداء خمسة محاولات تم و استهدفت التعرف على متغيرات عزوم القوى وعمل محاكاه لطريقة أداء مهارة الدائرة الخلفية الكبرى من وضع الوقوف على اليدين على الحلق،و تمثلت عينة

البحث في لاعبين قام كل منهما بأداء خمسة محاولات تم اختيار أفضل ثلاث محاولات ، وقد استخدم الباحث آلة تصوير فيديو (60 كادر /ثانية) وكانت أهم النتائج أن اقصى طاقة حركة كانت بمجرد مرور الجسم من المرجحة السفلية ، وكانت كمية الحركة المكتسبة من الرجلين أثناء المد السريع للجسم خلال المرجحة أسفل الحلق، حيث تم توظيف العضلات القابضة والباسطة لمفصل الكتف.

هدف البحث:

التعرف على الخصائص البيوميكانيكية للنقل الحركي خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز وهي (مرحلة بداية المرجحة من الامام الى الخلف – بداية التحول من التعلق للصعود للارتكاز – الثبات والارتكاز) على جهاز الحلق في الجمباز من خلال التعرف على:

1- الخصائص الكيناتيكية للمقادير الكمية للقوة خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق
2- الخصائص الكيناتيكية للمقادير الكمية للعزوم خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق
3- الخصائص الكينماتيكية للمقادير الكمية لزوايا الجسم خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق
4- الخصائص الكينماتيكية للمقادير الكمية للسرعة الزاوية خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

تساؤلات البحث:

1- الخصائص الكيناتيكية للمقادير الكمية للقوة خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق
2- الخصائص الكيناتيكية للمقادير الكمية للعزوم خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

3- الخصائص الكينماتيكية للمقادير الكمية لزوايا الجسم خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

4- الخصائص الكينماتيكية للمقادير الكمية للسرعة الزاوية خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

2- خطوات أجراء البحث.

2-1 منهج البحث:

وفقاً لطبيعة البحث فقد استخدم الباحث المنهج الوصفي (الدراسة تحليلية) بنمط دراسة الحالة.

2-2 مجتمع وعينة الدراسة:

تم اختيار افضل محاولة للجملة الحركية المركبة من مهارة المرجحة من التعلق للوصول الى وضع الارتكاز والتي يؤديها اللاعب علي ابو القاسم لاعب المنتخب المصري للجمباز والحاصل على الترتيب الخامس عالميا في بطولة العالم للجمباز ببلجيكا ، حيث أدى اللاعب 5 محاولات وقد تم اختيار أفضل محاولة منهم وفق آراء محكمين. (مرفق)

جدول (1)

مواصفات عينة البحث

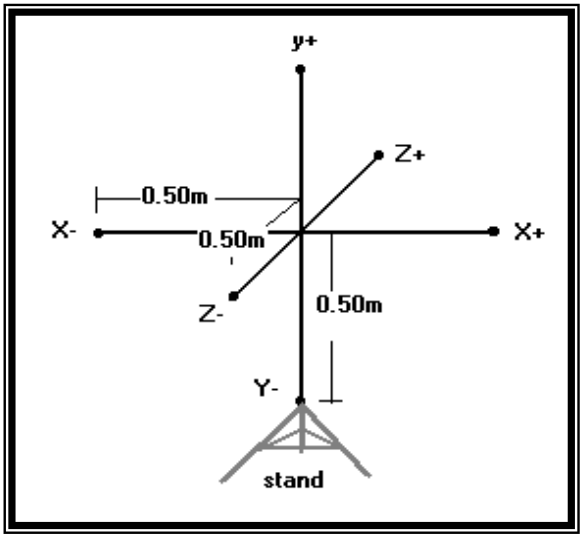
الطول (سم)	الوزن (كجم)	المرحلة السنية	العمر التدريبي (بالسنة)	المستوى	ملاحظات
173	63	درجة أولى	18	دولي	له مهارة مسجلة باسمه على جهاز الحلقة

2-3 أدوات جمع البيانات:

تم أجراء التصوير بالفيديو لعينة البحث وفق ما يلي:

1. استخدام آلة تصوير (كاميرا فيديو) تعمل بمصدر كهربائي ذات تردد(25) صورة /ثانية ماركة سوني (sony).
2. حامل كاميرا فيديو مزود بميزان مائي لتحديد ميل المستوى.
3. وضع علامات توضيحية على مفاصل اللاعب عينة البحث فوق (الإذن . الكتف . المرفق .اليد . الفخذ . الركبة . القدم).
4. تثبيت جهاز المعايرة calibration system أمام جهاز الحلق لتحديد الأبعاد الخاصة بالأداء.
5. تثبيت 3 كاميرات تصوير على (امتداد المحور العرضي للاعب) وبنفس ارتفاعه وعلى مسافة تسمح بأن تكون مهارة الدراسة داخل مجال التصوير.

وحدة المعايرة للبرنامج.



شكل (1) وحدة المعايرة الخاصة ببرنامج التحليل الحركي 3D*map

تم أجراء تحليل فيلم الفيديو وفق ما يلي:

تم استخراج المتغيرات الميكانيكية بواسطة برنامج التحليل الحركي (3D*map) Motion (analysis Program) ثلاثي الابعاد وكان عدد الكادرات التي تم تحليلها 45 كادر في زمن كلي للمهارة 5.16 ثانية.

2-4 تحديد المتغيرات البيوميكانيكية المستخرجة وهي:

يتميز الاداء في هذه الجملة الحركية بالانتقال من مرحلة التعلق والمرجحة للتحول من وضع التعلق الى وضع الارتكاز والثبات ثم الوصول لوضع الارتكاز ، لذلك نجد أن اغلب اهداف التحليل الحركي في رياضة الجمباز تهدف الى تحريك الجسم وأجزائه لإنجاز نمط حركي محدد ، لذلك حدد الباحث المتغيرات التالية الاكثر ارتباطا بمهارات البحث وهي:

1. التركيب الزمني للمحاولة.
2. المسار الهندسي لمركز ثقل كتلة الجسم العام.
3. التغير الزاوي اثناء أداء مهارة الدراسة.
4. محصلة السرعة الزاوية لمركز ثقل كتلة الجسم العام ومحصلة السرعة الزاوية لمفاصل الكتف– الحوض – القدم ووحداتها (متر / ث2).
5. محصلة (القوة) لمركز ثقل كتلة الجسم العام وكتل الأجزاء ووحداتها كجم متر / ث.2 (نيوتن)
6. محصلة العزوم ووحداتها (نيوتن /متر).

2-5 الدراسة الاستطلاعية:

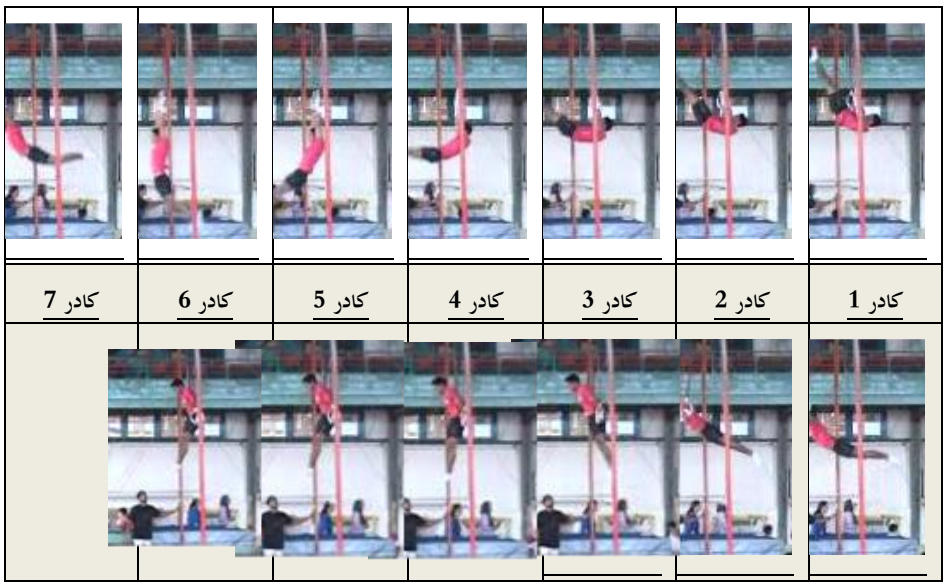
قام الباحثان بأجراء دراسة استطلاعية حيث كان الهدف منها:

1. التأكد من كفاءة أجهزة التصوير.
2. تحديد المكان والتوقيت المناسب للتصوير.
3. أدى نفس اللاعب المهارة للتأكد من مستوى الاداء وسلامة أجهزة التصوير والتحليل.

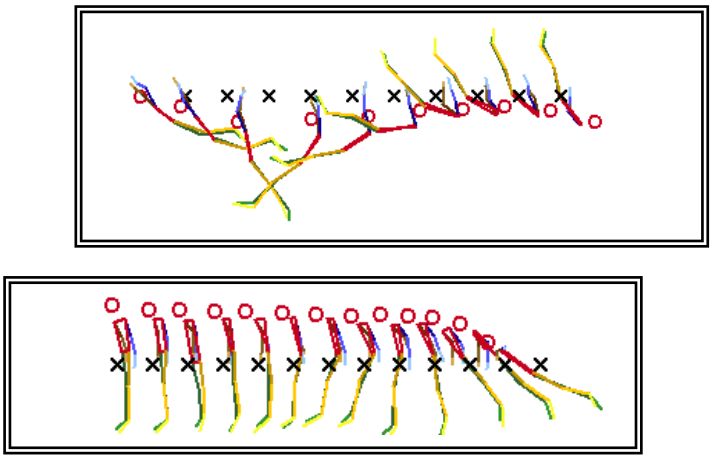
التوصيف الفني والشكلي لمهارات الجملة الحركية:

تم تقسيم الجملة الحركية الى ثلاث مهارات وذلك وفق المسار الهندسي والبناء الحركي وهذه المهارات هي.

أولا :مهارة المرجحة الخلفية من التعلق المقلوب والصعود الى الارتكاز:



كادر 8	كادر 9	كادر 10	كادر 11	كادر 12	كادر 13	كادر 14



شكل (2) التسلسل الحركي لمهارة الصعود الى الارتكاز من المرجحة الخلفية على جهاز الحلق

يري الباحثان أن طبيعة التصميم الهندسي للجهاز وطبيعة الأداء المهارى الفني للمهارة الحركية موضوع الدراسة يتطلب أداء فني عالي حيث يجب علي اللاعب إثناء النزول في المرحلة التمهيدية الوصول بمركز ثقل الجسم إلى ابعد ما يمكن عن محور الدوران للحلقتين حتى يأخذ الجسم وضعاً مناسباً للحصول علي أكبر طاقة وضع ، وذلك من خلال فتح زاوية الكتفين وتبعيد الذراعين خلفاً مائل جانب مع ثبات الرأس والنظر إلي الأمام أثناء تلك المرحلة وهنا يحاول اللاعب تبعيد مركز ثقل الجسم عن محور الدوران" **الحلقتين** " لتقليل عزم القصور الذاتي وتزيد السرعة المحيطية وتكون عضلات الكتفين منقبضة إثناء النزول ويكون مفصل الحوض به انثناء خفيف ثم يبدأ بعد

ذلك بثني خفيف في مفصلي الفخذين للصعود عكس الجاذبية الأرضية بتوجيه مشطي القدم إلي أعلى ليقوما بدور القائد(leader) للأداء المهارى هذا بجانب قوة الجاذبية الأرضية فأنها تعمل علي زيادة السرعة المكتسبة للجسم إثناء النزول وقبل الوصول إلي وضع التعلق فان اللاعب علية المحافظة على مد الذراعين وثباتهما في الوضع الصحيح للأداء حتى لا يحدث أي خلل إثناء المرحلة التمهيدية للمهارة لضمان الحصول علي أكبر قوة دفع مع فتح زاوية الحوض (تقوس) بشكل كبير يساعد علي زيادة سرعة الجسم في الصعود ضد الجاذبية الأرضية وفتح زاوية الحوض قبل الوصول إلي مرحلة التعلق تعمل علي زيادة رد الفعل المنعكس إثناء الصعود وهذا يكون له أثر كبير في إتمام أداء المهارة ، حيث يقوم اللاعب في بداية مرحلة الصعود لأعلي بسحب الحلقتين للخلف مع لف القبضتين للداخل ويبدأ اللاعب في تغير وضع الرأس بالنظر إلي أسفل مع سحب بالذراعين من مفصلي الكتفين والضغط على الحلقتين للارتكاز وهو ما يظهر واضحاً من خلال الكادرات من (1 – 21) حيث تعتبر مهارة المرجحة الخلفية للارتكاز علي جهاز الحلق أحد أهم المهارات الاساسية التي يتكون علي اساسها مهارات ذات صعوبة عالية ولذا يوليها المدربون أهمية كبيرة عن غيرها من المهارات الأخرى من حيث التعليم والاتقان ، حيث تقع هذه المهارة ضمن مهارات المجموعة الاولى (Kip and swing elements) وهي ذات صعوبة A والتي يمكن أن تكون أساس لتطوير الصعوبات المهارية على جهاز الحلق وذلك من خلال ربطها أما بمهارات القوة أو المرجحات والدورانات من نفس المجموعة أو من مجموعات أخرى مثل (Uprise bwd. to support scale straddled (2 s.) والتي تقع ضمن مهارات المجموعة الثالثة بمستوي صعوبة (C).

6-2 المعالجة الإحصائية:

المتوسط الحسابي – الانحراف المعياري – أقل قيمة – أعلى قيمة.

3 – عرض ومناقشة النتائج:

من خلال التوصيف الفني للمهارة الذي توصل اليه الباحثان تم تحديد المتغيرات الخاصة بكل مرحلة وذلك للتعرف على الخصائص الكيناتيكية للمهارة من خلال تحديد الهدف الميكانيكي للمهارة وهو (تحريك الجسم وأجزائه لإنجاز نمط حركي محدد) لذلك تم استخراج المتغيرات الكيناتيكية وهذا ما توضحه الجداول والاشكال التالية:

جدول (2)

الخصائص الكيناتيكية للمقادير الكمية للقوة خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

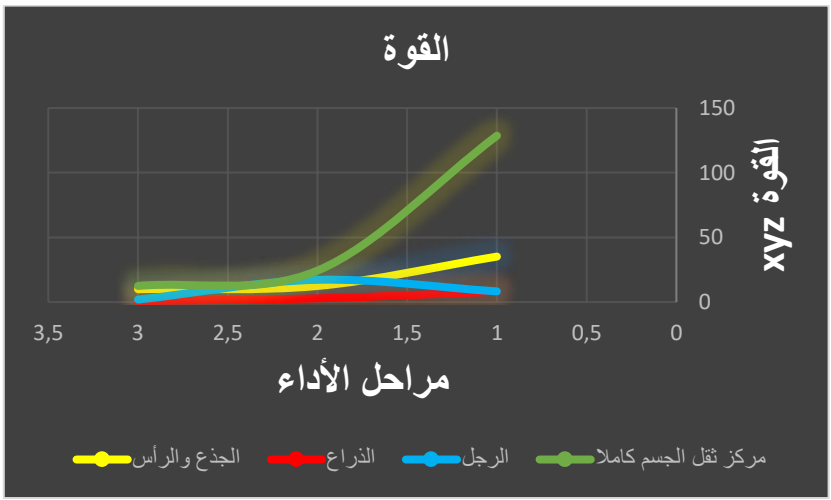
القوة (نيوتن)									
مراحل الاداء	الكادر	الزمن	الجذع والرأس	الذراع	الرجل	مركز ثقل الجسم كاملا	الجذع والرأس	الذراع	الرجل	مركز ثقل الجسم كاملا
	Frame	Time	xyz	xyz	xyz	xyz	محور (x)	محور (x)	محور (x)	محور (x)
مرحلة بداية المرجحة من الامام الى الخلف	1 -> 2	0	23.54	6.315	8.256	43.7	4.471	0.47	7.80	19.45
	2 -> 3	0.12	-4.65	-5.005	4.853	-11.5	2.706	0.34	1.72	8.26
	3 -> 4	0.24	-3.745	0.623	-0.834	7.48	-4.668	0.73	-4.15	-19.5
	4 -> 5	0.36	32.7	2.065	31.22	95.9	2.276	-1.47	6.81	15.7
	5 -> 6	0.48	-4.35	-2.492	-2.564	-5.7	3.691	1.70	-9.3	-19.8
	6 -> 7	0.6	-8.736	3.501	-11.53	-34.0	10.82	0.63	2.5	15.9
	7 -> 8	0.72	35.17	7.948	6.481	-60.9	48.43	11.7	28.5	5.98
	8 -> 9	0.84	-8.504	-4.4	15.084	128.6	-60.4	-9.31	-17.7	-7.89
	9 -> 10	0.96	-15.40	-4.633	-34.58	-76.15	-2.3	-4.56	-15.0	-10.6
	10 -> 11	1.08	21.159	1.675	2.816	25.8	-4.8	2.39	3.05	1.49
	المتوسط الحسابي		6.7184	0.5597	1.9202	11.323	0.0226	0.262	0.423	0.899
	الانحراف المعياري		18.1577 8	4.3785 51	16.257 24	61.5729 8	24.9137 1	5.05670 4	12.562 6	13.86 59

	أعلى قيمة	35.17	7.948	31.22	128.6	48.43	11.7	28.5	19.45	
	أقل قيمة	-15.4	-5.005	-34.58	-76.15	-60.4	-9.31	-17.7	-19.8	
	11 -> 12	1.2	-14.10	1.793	-7.144	-42.0	10.3	3.67	3.22	3.83
	12 -> 13	1.32	-41.43	-5.383	7.218	-44.7	-1.0	-3.99	-5.59	-3.92
	13 -> 14	1.44	12.464	2.897	-9.408	-10.0	14.3	1.21	5.02	6.93
	14 -> 15	1.56	-6.499	-1.094	-0.902	-1.535	-9.5	-0.72	1.17	-8.94
	15 -> 16	1.68	-0.778	-2.048	-4.64	10.37	3.7	-1.25	-5.53	16.9
	16 -> 17	1.8	-10.48	-1.112	-1.067	-15.1	-17.2	-1.53	-1.13	-20.0
	17 -> 18	1.92	-4.014	0.55	2.081	0.84	2.3	2.00	1.31	-0.15
	18 -> 19	2.04	5.08	-0.602	17.215	24.3	0.9	-0.86	13.6	21.5
بداية التحول من التعلق للصعود للارتكاز	المتوسط الحسابي	-7.46963	-0.624 88	0.4191 25	-9.72813	0.475	-0.18375	1.5087 5	2.018 75
	الانحراف المعياري	15.0782 8	2.3651 9	8.0188 05	22.4557 8	9.45816 4	2.22891 2	5.7934 13	12.61 578
	أعلى قيمة	12.464	2.897	17.215	24.3	14.3	3.67	13.6	21.5
	أقل قيمة	-41.43	-5.383	-9.408	-44.7	-17.2	-3.99	-5.59	-20
	19 -> 20	2.16	-0.85	0.762	-5.768	-20.5	0.3	-0.01	-8.74	-23.2
	20 -> 21	2.28	9.956	-0.182	-12.06	12.49	-0.4	-0.81	-6.23	3.67
	21 -> 22	2.4	3.12	0.351	1.931	2.1	4.9	0.61	-0.4	4.56
الثبات والارتكاز	22 -> 23	2.52	-12.06		-3.2	-16.0	-2.2	-0.84	0.71	-2.63
	المتوسط الحسابي	0.0415	0.3103 33	-4.7742	-5.4775	0.65	-0.2625	-3.665	-4.4	

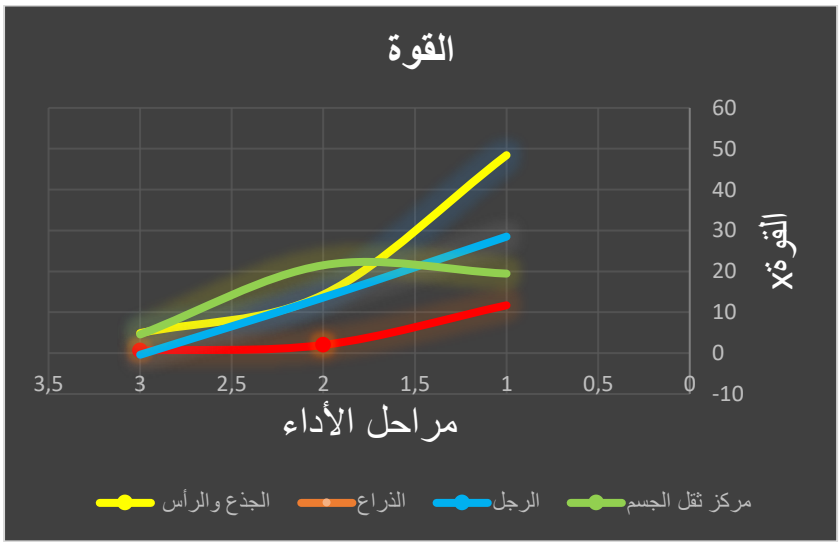
					5			
الانحراف المعياري	7.98460 3	0.3864 58	5.0375 67	13.3851 4	2.61772 8	0.60379 5	3.9413 1	11.20 245
أعلى قيمة	9.956	0.762	1.931	12.49	4.9	0.61	0.71	4.56
أقل قيمة	-12.06	-0.182	-12.06	-20.5	-2.2	-0.84	-8.74	-23.2

يتضح من خلال جدول (2) أن أعلى قيمة للقوة بالنسبة للجذع والرأس كانت 35,17 نيوتن في المرحلة الأولى وأقل قيمة -41,43 نيوتن في المرحلة الثانية، وكانت أعلى قيمة لقوة الذراع 7,948 نيوتن في المرحلة الأولى وأقل قيمة -5,383 نيوتن في المرحلة الثانية، وكانت أعلى قيمة للرجل 31,22 نيوتن في المرحلة الأولى وأقل قيمة -34,58 نيوتن في المرحلة الأولى أيضا، وكانت أعلى قيمة لقوة مركز ثقل الجسم 128,6 نيوتن في المرحلة الأولى وأقل قيمة -76.15 نيوتن في المرحلة الأولى أيضا.

بينما كان أعلى قوة في الاتجاه الأفقي للجذع والرأس 48,43 نيوتن في المرحلة الأولى وأقل قيمة -60,4 نيوتن في المرحلة الأولى أيضا، وكانت أعلى قيمة للذراع 11,7 نيوتن في المرحلة الأولى وأقل قيمة -9,31 نيوتن في المرحلة الأولى، وكانت اعلى قيمة للرجل 28,5 نيوتن في المرحلة الأولى وأقل قيمة -17,7 نيوتن في المرحلة الأولى أيضا، وكانت أعلى قيمة لمركز ثقل الجسم 21,5 نيوتن في المرحلة الثانية وأقل قيمة -23,2 نيوتن في المرحلة الثالثة.



شكل (3) منحنيات القوة على المحور xyz خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق



شكل (4) منحنيات القوة على المحور x خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

جدول (3)

الخصائص الكيناتيكية للمقادير الكمية للعزوم خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

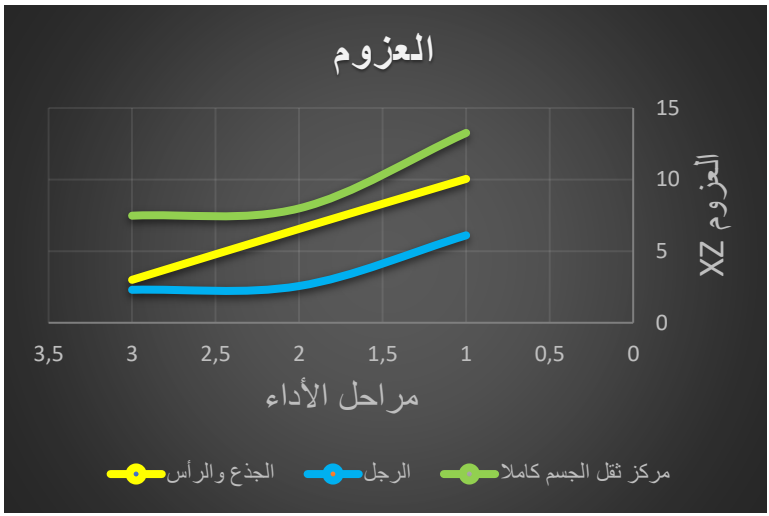
العزوم (نيوتن.م)								
مراحل الاداء	الكادر	الزمن	الجذع والرأس	الرجل	مركز ثقل الجسم كاملا	الجذع والرأس	الرجل	مركز ثقل الجسم كاملا
	Frame	Time	xz	xz	xz	محور (x)	محور (x)	محور (x)
مرحلة بداية المرجحة من الامام الى الخلف	1	0	6.559	1.193	6.696	6.533	-1.184	5.758
	2	0.12	5.904	2.293	3.268	5.9	-2.222	3.005
	3	0.24	4.997	3.643	0.937	4.885	-3.75	-0.916
	4	0.36	5.241	4.391	2.419	5.24	-4.74	-2.072
	5	0.48	4.563	6.105	5.912	4.563	-5.958	-5.458
	6	0.6	3.364	5.71	6.188	3.363	-5.464	-6.033
	7	0.72	0.633	4.97	8.998	0.633	-5.35	-8.86
	8	0.84	9.026	0.26	13.26	-8.951	-0.423	-12.533
	9	0.96	10.048	2.408	10.177	-9.979	2.358	-9.977
	10	1.08	9.499	2.623	9.202	-9.285	2.593	-8.928
	11	1.2	9.493	3.057	7.989	-9.296	2.627	-7.667
	المتوسط الحسابي		6.302455	3.332091	6.822364	-0.58127	-1.95573	-4.88009

5.436776	3.221167	6.808774	3.468843	1.752135	2.839698	الانحراف المعياري		
5.758	2.627	6.533	13.26	6.105	10.048	أعلى قيمة		
-12.533	-5.958	-9.979	0.937	0.26	0.633	أقل قيمة		
-7.667	2.627	-9.296	7.989	2.715	9.493	1.2	11	
-5.864	2.271	-7.826	5.96	2.393	7.934	1.32	12	
-4.617	1.779	-6.505	4.841	1.98	6.558	1.44	13	
-2.387	0.569	-3.148	3.231	1.087	3.315	1.56	14	
-1.424	-0.26	-1.145	2.156	0.947	1.647	1.68	15	
1.943	-0.105	1.391	2.016	1.089	1.397	1.8	16	
2.469	0.087	1.48	3.759	2.566	1.494	1.92	17	
2.972	1.103	1.064	3.046	1.33	1.213	2.04	18	
6.522	1.619	1.613	6.789	1.781	1.694	2.16	19	
-0.89478	1.076667	-2.48578	4.420778	1.765333	3.860556	المتوسط الحسابي		بداية التحول من التعلق للصعود للارتكاز
4.425261	1.002122	4.1291	1.987242	0.646355	3.058036	الانحراف المعياري		
6.522	2.627	1.613	7.989	2.715	9.493	أعلى قيمة		
-7.667	-0.26	-9.296	2.016	0.947	1.213	أقل قيمة		
6.788	1.913	2.213	7.161	2.316	2.296	2.28	20	
6.002	2.176	1.68	6.046	2.301	1.687	2.4	21	
7.433	1.824	2.918	7.479	2.042	2.998	2.52	22	
6.375	1.673	2.002	7.371	3.294	2.029	2.64	23	
6.6495	1.8965	2.20325	7.01425	2.48825	2.2525	المتوسط الحسابي		الثبات والارتكاز
0.530957	0.182757	0.454218	0.570593	0.477783	0.481509	الانحراف المعياري		
7.433	2.176	2.918	7.479	3.294	2.998	أعلى قيمة		

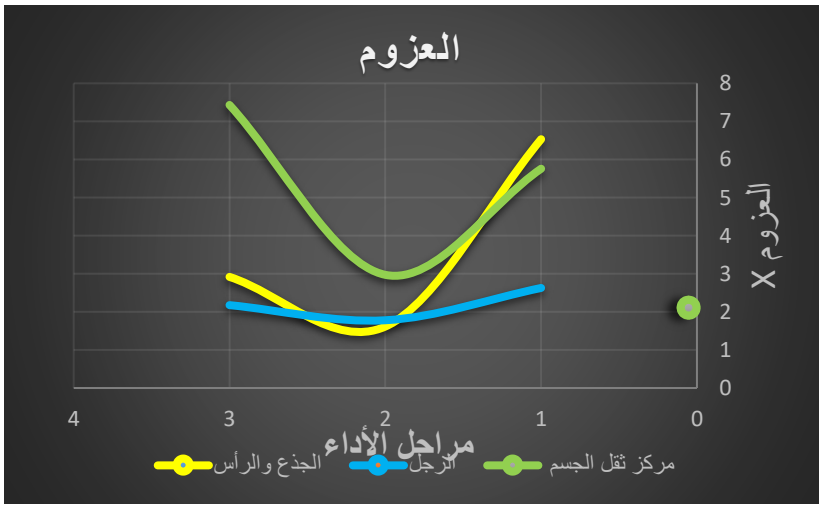
6.002	1.673	1.68	6.046	2.042	1.687	أقل قيمة

يتضح من خلال جدول (3) أن أعلى قيمة لعزوم القوة للجذع والرأس كانت في المرحلة الأولى بمقدار 10,048 نيوتن.م وأقل قيمة أيضا في المرحلة الأولى بمقدار 0,633 نيوتن.م، وكانت أعلى قيمة لعزوم القوة للرجل في المرحلة الأولى بمقدار 6.105 نيوتن.م وأقل قيمة أيضا في المرحلة الأولى بمقدار 0,26 نيوتن.م، وكانت أعلى قيمة لمركز ثقل الجسم في المرحلة الأولى بمقدار 13,26 نيوتن.م وأقل قيمة أيضا في المرحلة الألى بمقدار 0,937 نيوتن.م.

بينما كان أعلى عزوم قوة في الاتجاه الأفقي للجذع والرأس في المرحلة الأولى بمقدار 6,533 نيوتن.م وأقل قيمة أيضا في المرحلة الأولى بمقدار -9,979 نيوتن .م، وكانت أعلى قيمة لعزوم القوة للرجل في المرحلة الأولى بمقدار 2,627 نيوتن.م وأقل قيمة أيا في المرحلة الأولى بمقدار -5,958 نيوتن.م، وكانت أعلى قيمة لمركز ثقل الجسم في المرجلة الثالثة بمقدار 7.433 نيوتن.م بينما كانت أقل قيمة في المرحلة الأولى بمقدار -12,533 نيوتن.م.



شكل (5) منحنيات العزوم على المحور xz خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق



شكل (6) منحنيات العزوم على المحور x خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

جدول (4)

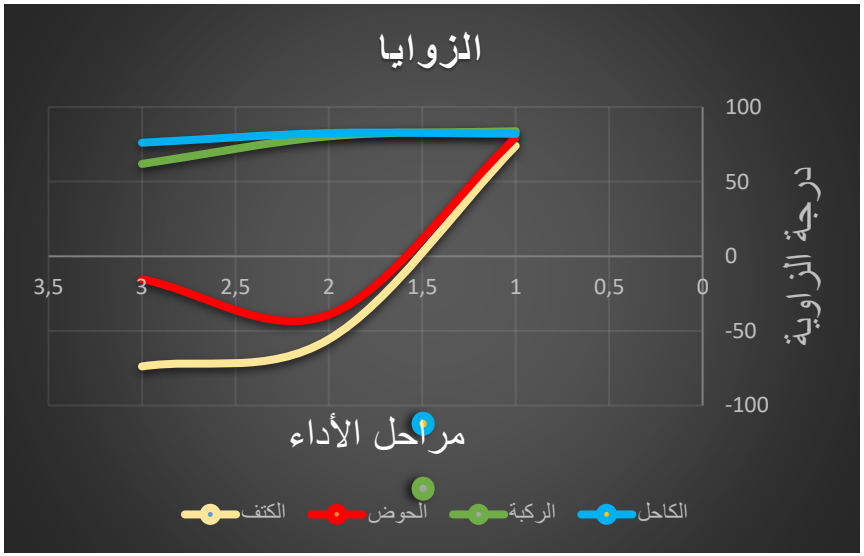
الخصائص الكينماتيكية للزوايا خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

الزوايا (درجةْ)						
الكاحل	الركبة	الحوض	الكتف	الزمن	الكادر	مراحل الاداء
xyz	Xyz	xyz	xyz	Time	Frame	
-68.363	-69.69	14.916	54.276	0	1	مرحلة بداية المرجحة من الامام الى الخلف
-64.719	-61.933	-13.954	43.373	0.12	2	
-45.921	-43.097	0	37.424	0.24	3	
-32.054	-25.04	42.095	41.037	0.36	4	
14.54	26.661	64.717	52.867	0.48	5	
48.264	57.74	77.9	63.032	0.6	6	
64.213	66.857	79.689	74.055	0.72	7	
82.07	83.806	73.381	55.693	0.84	8	
44.556	68.4	70.36	36.281	0.96	9	
35.175	61.257	63.279	22.231	1.08	10	
32.263	46.392	31.97	-20.379	1.2	11	
10.00218	19.21391	45.85027	41.80818	المتوسط الحسابي		
50.95524	54.96862	31.67034	23.86356	الانحراف المعياري		
82.07	83.806	79.689	74.055	أعلى قيمة		
-68.363	-69.69	-13.954	-20.379	أقل قيمة		
41.393	46.625	-40.652	-41.433	1.32	12	بداية التحول من التعلق

للصعود للارتكاز	13	1.44	-55.591	-45.637	48.756	52.606
	14	1.56	-66.04	-55.698	75.975	74.852
	15	1.68	-69.674	-51.718	73.17	83.306
	16	1.8	-69.73	-39.115	66.409	76.158
	17	1.92	-72.337	-41.375	71.258	79.771
	18	2.04	-70.745	-43.488	80.375	82.569
	19	2.16	-70.385	-48.578	54.969	77.346
	المتوسط الحسابي		-64.4919	-45.7826	64.69213	71.00013
	الانحراف المعياري		10.01875	5.441182	12.07326	14.39982
	أعلى قيمة		-41.433	-39.115	80.375	83.306
	أقل قيمة		-72.337	-55.698	46.625	41.393
الثبات والارتكاز	20	2.28	-70.009	-47.794	53.097	71.461
	21	2.4	-73.79	-15.408	53.819	70.603
	22	2.52	-68.894	-41.937	58.797	73.689
	23	2.64	-70.773	-42.568	61.876	76.079
	المتوسط الحسابي		-70.8665	-36.9268	56.89725	72.958
	الانحراف المعياري		1.815328	12.63012	3.616439	2.124973
	أعلى قيمة		-68.894	-15.408	61.876	76.079
	أقل قيمة		-73.79	-47.794	53.097	70.603

يتضح من جدول رقم (4) أن أعلى قيمة لزوايا الكتف في المرحلة الأولى بمقدار 74,055ْ وأقل قيمة في المرحلة الثالثة بمقدار -73,79ْ ، وبالنسبة لمفصل الحوض كانت أعلى قيمة في المرحلة الأولى بمقدار 79,689ْ أما أقل قيمة فكانت في المرحلة الثانية بمقدار -55,698ْ ،

وبالنسبة لمفصل الركبة فكانت أعلى قيمة في المرحلة الأولى بمقدار 83,806ْ وأقل قيمة أيضا في المرحلة الأولى بمقدار -69.69ْ ، وكانت أعلى قيمة أيضا في المرحلة الأولى بمقدار 82,07ْ وأقل قيمة أيضا في المرحلة الأولى بمقدار – 68,363ْ .



شكل (7) منحنيات الخصائص الكينماتيكية للزوايا خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

جدول (5)

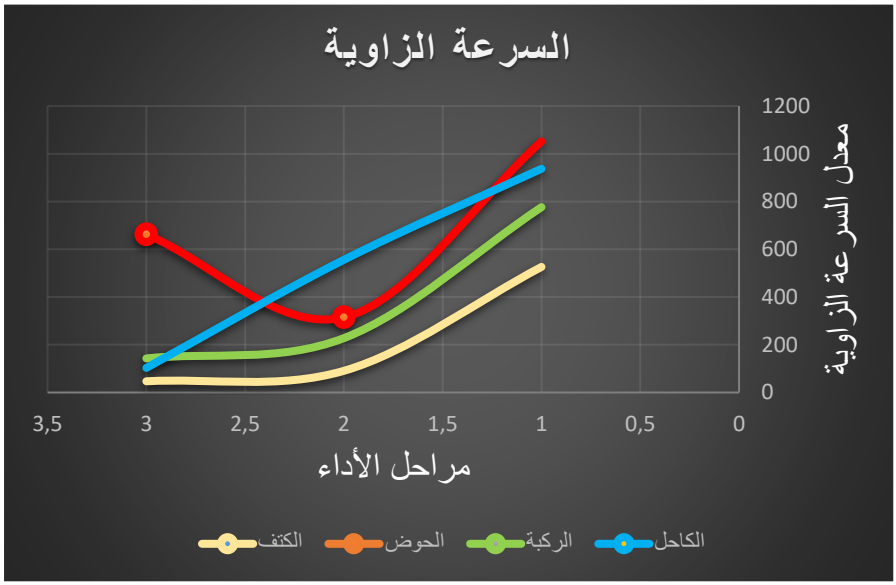
الخصائص الكينماتيكية للسرعة الزاوية خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

السرعة الزاوية (ْ /ث)

مراحل الاداء	الكادر	الزمن	الكتف	الحوض	الركبة	الكاحل
	Frame	Time	xyz	xyz	Xyz	xyz
مرحلة بداية المرجحة من الامام الى الخلف	1	0	272.345	24.043	193.762	91.041
	2	0.12	148.604	348.561	470.52	469.564
	3	0.24	90.231	1051.53	451.072	346.404
	4	0.36	295.526	565.083	40.499	437.49
	5	0.48	253.917	329.319	776.356	842.416
	6	0.6	275.339	44.681	227.744	398.404
	7	0.72	458.663	157.571	423.366	446.065
	8	0.84	484.906	75.461	384.841	937.097
	9	0.96	350.961	176.874	178.413	234.312
	10	1.08	46.281	782.103	371.329	72.761
	11	1.2	525.941	216.876	5.809	228.071
		المتوسط الحسابي	291.1558	342.9184	320.3374	409.4205
		الانحراف المعياري	149.8374	314.0004	210.4001	261.816
		أعلى قيمة	525.941	1051.53	776.356	937.097
		أقل قيمة	46.281	24.043	5.809	72.761
بداية التحول من التعلق للصعود للارتكاز	12	1.32	353.662	124.515	53.233	280.089
	13	1.44	261.012	251.332	679.935	555.722
	14	1.56	90.78	99.417	70.069	211.179
	15	1.68	1.396	314.832	168.88	178.567
	16	1.8	65.124	56.46	121.125	90.244
	17	1.92	39.785	52.789	227.742	69.906
	18	2.04	8.979	127.157	634.649	130.482
	19	2.16	9.394	19.592	46.763	147.004
		المتوسط الحسابي	103.7665	130.7618	250.2995	207.8991
		الانحراف المعياري	123.1361	95.79455	242.0952	145.6235

	أعلى قيمة			353.662	314.832	679.935	555.722
	أقل قيمة			1.396	19.592	46.763	69.906
الثبات والارتكاز	20	2.28		94.454	808.994	18.04	21.435
	21	2.4		122.311	662.676	124.346	77.1
	22	2.52		46.94	15.758	76.905	59.707
	23	2.64		36.169	445.676	142.89	102.922
	المتوسط الحسابي			74.9685	483.276	90.54525	65.291
	الانحراف المعياري			35.04281	299.2755	48.2844	29.62294
	أعلى قيمة			122.311	808.994	142.89	102.922
	أقل قيمة			36.169	15.758	18.04	21.435

يتضح من جدول (5) أن أعلى معدل للسرعة الزاوية للكتف في المرحلة الأولى بمعدل 525,94ْ /ث بينما كانت أقل قيمة في المحلة الثانية بمعدل 1,39ْ /ث ، وكانت أعلى قيمة للحوض في المرحلة الأولى بمعدل 1051,53ْ /ث بينما أقل معدل في المرحلة الثالثة بمعدل 15,75ْ /ث ، وكانت على قيمة للركبة في المرحلة الأولى بمعدل 776,35ْ /ث وأقل قيمة أيضا في المرحلة الأولى بمعدل 5,809ْ /ث، وبالنسبة لمفصل الكاحل فكانت أعلى قيمة في المرحلة الأولى بمعدل 937,097ْ /ث بينما أقل قيمة في المرحلة الثالثة بمعدل 21,43ْ /ث.



شكل (8) منحنيات الخصائص الكينماتيكية للسرعة الزاوية خلال مراحل أداء مهارة المرجحة الخلفية من التعلق ثم الصعود الخلفي للارتكاز على جهاز الحلق

يتضح من خلال الجداول (2)،(3)،(4)،(5)، والأشكال من (3) إلى (8) أنه في المرحلة الأولى من المهارة نتج من القبض الحاصل في مفصلي الكتف والحوض أثناء المرجحة الخلفية بزاوية (74,05ْ) للكتف وزاوية (79,6ْ) للحوض في الكادر رقم (7) أعلى قوة للجذع والرأس والذراع حيث بلغت قوة الجذع والرأس (35,17 نيوتن) وبلغت قوة الذراع (7,9 نيوتن) كما بلغت أقصى قوة أفقية للجذع والرأس (48,43 نيوتن) وللذراع (11.7 نيوتن) في نفس الكادر وذلك لإنتاج عزوم قوة تساهم في الوصول إلى مرحلة التعلق، وهذا ما يتضح في الكادر رقم (9) للعزوم حيث أنتجت أعلى عزم قوة في هذه المرحلة بمقدار (10,04 نيوتن.م)، كما أنتج مركز ثقل الجسم قوة بمقدار (128,6 نيوتن) وذلك يساعد الجسم أثناء التحول إلى مرحلة التعلق وهذا يفسر وجود أعلى مقدار لعزم القوة في ذات الكادر.

وأما بالنسبة لمفصلي الركبة والكاحل فقد كانت في حالة ثني لمفصل الركبة بزاوية (83,8°) وقبض لمفصل الكاحل بزاوية (82,07°) وذلك في الكادر رقم (8) حيث ساهم مقدار الزاوية للركبة والكاحل بإنتاج أعلى قوة للرجل أثناء المرجحة من الخلف كما أنتج أقصى قوة أفقية في ذات المرحلة، بينما قل عزم القوة للرجل.

أما بالنسبة للسرعة الزاوية فقد وصل أعلى معدل للكتف في الكادر رقم (11) أثناء التحول إلى مرحلة التعلق حيث بلغ مقدارها (525,9° /ث)، وكان أعلى معدل لمفصل الحوض أثناء المرجحة الأمامية في الكادر رقم (3) حيث بلغت (1051.5° /ث)، بينما بلغ أعلى معدل لمفصل الركبة في الكادر رقم (5) أثناء التحول من المرجحة الأمامية إلى المرجحة الخلفية وبلغت (776,35° /ث)، بينما كان أعلى معدل لمفصل الكاحل في الكادر رقم (8) أثناء العودة من المرجحة الخلفية حيث بلغت (937.09° /ث)، ويعزو الباحثان زيادة السرعة الزاوية في هذه المرحلة للمفاصل لحدوث النقل الحركي إلى الجذع للوصول إلى مرحلة الصعود، كما أن الزيادة في السرعة الزاوية تشير إلى أن اللاعب يحاول التقليل من عزم القصور الذاتي وهذا ما يشير إليه (ماكجينيز، 2016) إلى أنه مجرد أن تكتمل مرحلة حدوث الدوران يعمل اللاعب على التقليل من عزم القصور الذاتي وبالتالي تتزايد السرعة الزاوية.

وفي المرحلة الثانية بدأ مفصلي الكتف والحوض بالانبساط عند التحول من التعلق إلى الصعود مما ساهم في إنتاج قوة أقل نسبيا من المرحلة السابقة تساهم في الوصول إلى الصعود الكامل، بينما بدأت القوة بالانخفاض في مركز ثقل الجسم وازدادت في الاتجاه الأفقي وذلك تمهيدا لبذل عزوم قوة في المرحلة التالية وهي مرحلة الثبات والارتكاز، أما بالنسبة لمفصلي الركبة والكاحل فقد حافظا تقريبا على نفس زاوية الثني والقبض في الكادر رقم (18) أثناء الوصول إلى الصعود

الكامل وهذا يفسر وجود قوة للرجل في ذات الكادر بينما يبدأ مقدار القوة الأفقية بالانخفاض وكذلك عزوم القوة.

وأما بالنسبة للسرعة الزاوية فقد بدأ معدل السرعة الزاوية بالانخفاض في مرحلة الصعود لارتكاز في جميع المفاصل وذلك تمهيدا للوصول إلى الثبات والارتكاز.

وفي المرحلة الثالثة وهي مرحلة الثبات والارتكاز فيلاحظ ثبات زوايا الكتف والحوض في حالة الانبساط مع انخفاض مقدار القوة للجذع والرأس والذراع ومركز ثقل الجسم وانخفاضها أيضا في الاتجاه الأفقي، وأيضا انخفاض عزوم القوة للجذع والرأس بينما ازدادت عزوم القوة لمركز ثقل الجسم في الاتجاه الأفقي وذلك للمحافظة على توازن الجسم وثباته، أما بالنسبة لمصلي الركبة والكاحل فقد حافظا تقريبا على مقدار الثني والبسط، كما قلت القوة وعزوم القوة للرجل في مرحلة الثبات والارتكاز، ويعزو الباحثان انخفاض مقادير العزوم لوصول الجسم إلى حالة الاتزان الثابت حيث يشير (ماكجينيز، 2016) أنه يجب في مجموع القوى في حالة الاتزان الثابت صفر ويجب أن يساوي مجموع الدوران صفر أيضا.

وبالنسبة لمعدل السرعة الزاوية فقد واصل انخفاضه بالنسبة لمفصل الكتف والركبة والكاحل، وبدأ بالزيادة بالنسبة لمفصل الحوض وهذا أيضا يفسر زيادة عزوم القوة في الاتجاه الأفقي.

الاستنتاجات:

- تؤثر زوايا المفاصل في مرحلة المرجحة من الأمام إلى الخلف على مقادير القوى والعزوم الناتجة من أجل إتمام المرجحة والوصول إلى الصعود.
- أعلى مقادير للقوى والعزوم كانت في مرحلة المرجحة من الأمام للخلف وهذا يساهم في الوصول إلى مرحلة الصعود.

- ينتج مركز ثقل الجسم أقصى قوة بعد المرجحة الخلفية ليساعد في الوصول إلى الصعود والارتكاز.
- أعلى معدلات للسرعة الزاوية كانت في أثناء المرجحة من المام إلى الخلف وهذا يساعد في النقل الحركي إلى الجذع للوصول إلى المرحلة التالية.
- عند التحول من التعلق إلى الصعود تبدأ معدلات السرعة الزاوية ومقادير القوى بالانخفاض وذلك تمهيدا للثبات والارتكاز.
- تزداد عزوم القوة لمركز ثقل الجسم في الاتجاه الأفقي في مرحلة الثبات والارتكاز وذلك للمحافظة على ثبات الجسم وتوازنه.

التوصيات:

في ضوء النتائج السابقة يوصي الباحثان:

- مراعاة تتبع ديناميكية عزوم القوة أثناء أداء المهارة.
- مراعاة نتائج التحليل البيوميكانيكي للمهارة المدروسة.
- إجراء المزيد من الدراسات لتتبع ديناميكية عزوم القوة على أجهزة الجمباز عامة وجهاز الحلق بشكل خاص.

المراجع:

اولا المراجع باللغة العربية:

1-جيرد، هوخموت .(1978). الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمي للحركات الرياضية ، ترجمة كمال عبد الحميد ، دار المعارف ، القاهرة.

2-جمال، محمد علاء الدين .(1994). دراسات معملية في بيوميكابيكا الحركات الرياضية ،دار المعارف – الطبعة الثالثة الاسكندرية .

3-جيمس، هي .(2007). الميكانيكا الحيوية لأساليب الأداء الرياضي، جامعة الملك سعود ، ترجمة عبد الرحمن العنقري ،م.

4-سوسن عبد المنعم، عصام، محمد أمين، محمد، صبري عمر، محمد، عبد السلام راغب. (1977). البيوميكانيك فى المجال الرياضى، الجزء الأول البيوديناميك، دار المعارف، القاهرة.

5-طلحة، حسين حسام الدين. (1993م). الميكانيكا الحيوية الأسس النظرية والتطبيق، دار الفكر العربي، القاهرة.

6-طلحة، حسام الدين. (1994). مبادئ التشخيص العلمي للحركة ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، .

7-عادل، عبد البصير.(1998). الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق فى المجال الرياضي ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، ط2 ،.

8-عادل، عبد البصير، إيهاب، عادل عبد البصير.(2007). التحليل البيوميكانيكى والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي، المكتبة المصرية الإسكندرية.

9- ماجنييز، بيتر م. (2017).. الميكانيكا الحيوية في الرياضة والنشاط البدني. ترجمة: عبد الرحمن بن سعد العنقري، محمد بن عبد العزيز ضيف. دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض.

10-محمد، جابر بريقع ، خيرية إبراهيم السكري ،(2002). " المبادئ الأساسية للميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي " ، منشأة المعارف ، الإسكندرية.

11-محمد، يوسف الشيخ. (1986). "الميكانيكا الحيوية وتطبيقاتها" دار المعارف، الإسكندرية،.

12-مهاب، عبد الرزاق احمد. (1998).اثر تطوير الإدراك الحس – حركي على مستوى اداء دائرة الحوض الخلفية للوقوف على اليدين على جهاز العقلة للاعبي الجمباز تحت 12 سنة رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية التربية الرياضية للبنين ،جامعة الاسكندرية.

13-ياسر، السيد محمد عاشور. (2009). تأثير تنمية الاتزان على مستوى أداء الجملة الاجبارية على جهاز الحلق للناشئين فى الجمباز، المؤتمر العلمي الدولي الثالث – كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة الزقازيق 4-5 مارس م ، ص 1546 - 1568.

14-ياسر، محمد حسن سرى. (2008). ديناميكية عزوم القوى لاداء الدائرة الكبرى (الخلفية – الامامية) على جهاز الحلق في الجمباز ، مجلة اسيوط لعلوم وفنون التربية الرياضية،،ص 217 – 248.

ثانيا المراجع الأجنبية:

14-Barow ,Mj;(2000).Mechanical Kinesiology 2 nd edition C.V.molsy , comp, Saint Louis ,.

15- Duane, Knudson(2007) :Fundamentals of Biomechanics Second Edition – Spriger science – Business Media.LLc .

16-Elliot, B.H;(1992).Measurements concept in physical education human Kinetics chaping ,California,

17-Eric. J. Sprigings &et.al.(2000)." The Role of Shoulder and Hip Torques Generated During a Backward Giant Swing On Rings –Journal of Applied Biomechanics – volume 16, number 3 .

18-Fundamentals of Biomechanics Second Edition – Spriger (2007) Duane Knudson : science – Business Media.LLc.

19-International Gymnastic federation: Cod of points for gymnastics competition sat world men's artistic champion ships Olympic games intercontinental competitions events with international participants. 2009 Edition.

20- Sasa, Velickovic Edvard Kolar (2006) . The kinematic model of basket with turn to handstand on the parallel bars Physical Education and sport Vol.4,No2, 2006 , pp.137 - 152.

21-Verduci, F.M. (1980) ,measurement constrain Physical Education ,C.V.Mosby company, saint louis.