

المحددات البيوميكانيكية لمراحل أداء حركة الرجل الراكلة لمهارة تي تشجي في رياضة التايكوندو

د. محمد محمد عبد العزيز أحمد
أستاذ مشارك بقسم الميكانيكا الحيوية
كلية علوم الرياضة والنشاط البدني
جامعة الملك سعود

أ. هاني بن زين الهاجوج
ماجستير قسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي - كلية علوم
الرياضة والنشاط البدني
جامعة الملك سعود

(قدم للنشر في 2021/5/8 م ؛ وقبل للنشر في 2021/12/10 م)

ملخص الدراسة

دراسة بعنوان المحددات البيوميكانيكية لمراحل أداء حركة الرجل الراكلة لمهارة تي تشجي في رياضة التايكوندو ، وتهدف هذه الدراسة إلى التعرف على المتغيرات الكينماتيكية للرجل الراكلة (التغير الزاوي - السرعة الزاوية - التسارع الزاوي) أثناء أداء عينة الدراسة لمهارة تي تشجي وكذلك التعرف على المتغيرات الكينماتيكية للرجل الراكلة (القوة) أثناء أداء عينة الدراسة لمهارة تي تشجي.

استخدم الباحثان المنهج الوصفي بنمط الدراسات التحليلية لمناسبتها لطبيعة هذه الدراسة. تم اختيار عينة الدراسة بالطريقة العمدية وذلك على أساس أقدمية اللاعبين وعددهم 8 لاعبين وهم لاعبي المنتخب السعودي الأول بحيث أدى كل لاعب (3) محاولات لمهارة (تي تشجي)، للتعرف على المتغيرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية - الكينماتيكية) لمهارة (تي تشجي)

استخدم الباحثان برنامج التحليل الحركي Vicon لاستخراج المتغيرات التالية
التغير الزاوي - السرعة الزاوية - التسارع الزاوي للرجل الراكلة لكل من (القدم - الركبة - الحوض). وذلك على

المحاور x,y- القوة لركبة الرجل الراكلة وذلك على المحاور x,y وكانت أهم النتائج أن مقدار التغير الزاوي ومعدل السرعة الزاوية والتسارع الزاوي يساهم في مرحلة الدوران يساهم في إنجاز الدوران، وتزداد السرعة الزاوية لمفصل الركبة الراكلة على المحور الرأسي في الوضع الثاني من المرحلة التمهيدية وذلك لنتابع رفع القدم عن الأرض من أجل إنجاز مرحلة الساق من الأمام إلى الخلف والأعلى، وفي المرحلة الرئيسية أي أثناء أداء الواجب الحركي يكون مفصل الركبة للرجل الراكلة في مد شبه كامل وذلك يفسر تناقص معدل السرعة الزاوية في هذا الوضع وزيادة مد الركبة أثناء أداء الواجب الحركي يزيد من القدرة على الركل، كما تزداد السرعة الزاوية لمفصل الحوض لجهة الرجل الراكلة وذلك من أجل مضاعفة السرعة أثناء الركل لنقل كمية الحركة من الجذع إلى الرجل الراكلة.

The biomechanical determinants of the performance stages of the kicking leg movement for the skill of tai chi in the sport of taekwondo

Dr. Mohamed Mohamed Abdel Aziz Ahmed

Associate Professor, Department of Biomechanics
College of Sports Sciences and Physical Activity
King Saud University

Mr. Hani Bin Zain Al-Hajuj

Master of Biomechanics and Motor Behavior Department
Faculty of Sports Sciences and Physical Activity
King Saud University

(Received 8/5/2021; Accepted for publication 10/12/2021)

Abstract: The study aimed to identify the kinematic variables of the kicking man (angular change - angular velocity - angular acceleration) during the study sample's performance of the kicking skill, and the kinematic variables of the kicking man (force) during the study sample's performance of the kicking skill.

The researchers used the descriptive approach in the style of analytical studies due to its suitability to the nature of this study. The sample of the study was chosen by the intentional method, based on the seniority of the 8 players, who are the players of the first Saudi national team, so that each player performed 3 attempts for the skill (T Cheji), to identify the biomechanical variables (kinematics - kinetics) for the skill (T Cheji), the researchers used the analysis program Kinematic Vicon to output the following variables.

Angular change - angular velocity - angular acceleration of the kicker for each of (foot - knee - pelvis) on the x, y axes, force for the kicker's knee on the x, y axes.

The most important results were that the amount of angular change, the rate of angular velocity, and angular acceleration contribute to the achievement of the performance stages of the T-Chi kick in a positive way, and this is evident through changes in the rates of biomechanical characteristics during the stages of performance.

The researchers recommended the importance of taking into account the biomechanical characteristics of the skill stages, and taking into account the technical stages of the skill during training.

تكون الذراعان على الصدر لحمايته من أي ردة فعل، وبعد ذلك تأتي مرحلة المتابعة بحيث يقوم اللاعب بثني الرجل الضاربة إلى الخلف بعد الانتهاء من الركل، وتأتي المرحلة الختامية باستعادة وضع القتال أو التنحي إلى موقف قتالي آخر لأداء مهاري جديد. (Kim، 2009).



شكل رقم (1). لمهارة الركلة الخلفية (تي تشجي).

والتحليل الحركي الميكانيكي للأداء المهاري من أهم الوسائل العلمية التي يمكن من خلالها معرفة المواصفات الفنية للحركة، حيث يؤكد (ماجنيز، 2017) أن الميكانيكا الحيوية من أهم أهدافها تحسين التدريب، ويمكن من خلالها التعرف على أوجه القصور في أسلوب الأداء، ويمكن أن تساهم في تحسين التدريب الفني من خلال التعرف على التمرينات والتدريبات التي تحاكي عن قرب الجوانب الفنية المحددة للمهارة.

مشكلة الدراسة:

بعد استطلاع آراء المدربين في رياضة التايكوندو عن أكثر المهارات تحقيقاً للنقاط والتي تجد صعوبة في التدريب، كانت النتائج كالتالي:

أكثر المهارات صعوبة في التدريب كانت مهارة الركلة الخلفية (تي تشجي) ونسبة 45,8% من آراء المدربين، وعددهم 24 مدرب وطني، كما كانت من أكثر المهارات تحقيقاً للأهداف وتجد صعوبة في استخدام الأجهزة الحديثة في التدريب، حصلت نفس المهارة على نسبة 37,5% من آراء المدربين، حيث أن هذه المهارة تحسب بمقدار (4) نقاط عند الركل على واقي الصدر.

المقدمة:

لاقت رياضة التايكوندو انتشاراً واسعاً في الآونة الأخيرة على مستوى العالم بشكل عام وفي المملكة العربية السعودية بشكل خاص، حيث بلغ في إحصائية جديدة عدد المنتسبين لرياضة التايكوندو خمسين ألف لاعباً ولاعبة داخل المملكة، وذلك لما تتميز به هذه الرياضة من مهارات مثيرة. (اللجنة الفنية للاتحاد السعودي للتايكوندو، 2019م).

وتتعدد المهارات في رياضة التايكوندو من الناحية الفنية حيث تقسم إلى أربعة أقسام وهي: القتال (الكرجي) – البومسي (القتال الوهمي) – الدفاع عن النفس – العروض والتكسير. (Taylor، 2010).

وقد قال Kil (2006) بأن رياضة التايكوندو "تعتمد في هيكلها البنائي وبشكل أساسي على الركلات، وتمثل أهمية كبيرة لديها"، وتتنوع الركلات في رياضة التايكوندو من ركلات تركل في الاتجاه الأمامي، وركلات خلفية تعتمد على الدوران. والركلات الأساسية في رياضة التايكوندو خمس ركلات هي الركلة الأمامية المستقيمة (أب تشجي).- الركلة الجانبية (بوب تشجي).- الركلة الأمامية الدائرية (دوليو تشجي).- الركلة العمودية (نارا تشجي).- الركلة الخلفية المستقيمة (تي تشجي).

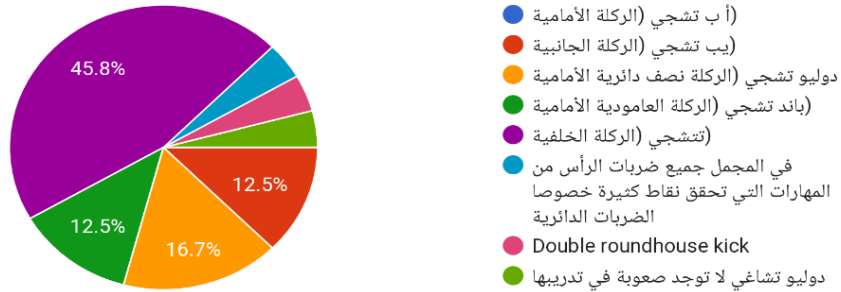
وتتميز مهارة الركلة الخلفية (تي تشجي) بأنها أقوى مهارات القدمين الدورانية وذلك لاشتراك أكبر عدد من العضلات أثناء أدائها، ويمكن أن تؤدي هذه المهارة من الثبات ومن القفز وفي حالة الهجوم الخاطف والهجوم المضاد.

وتعتبر مهارة الركلة الخلفية (تي تشجي) من المهارات وحيدة الحركة والتي تتكون من ثلاث مراحل رئيسية (تمهيدية - رئيسية - ختامية)، حيث تأتي المرحلة التمهيدية من وضع الوقوف (أب سوجي) الرجل الضاربة خلف الرجل الساندة، مع انثناء بسيط للركبتين والذراعين أمام الصدر.

وتأتي المرحلة الرئيسية من خلال لف الجسم ليصبح الظهر مواجهاً للخصم مع لف الرأس والنظر من فوق الكتف إلى الهدف المراد إصابته، ومن ثم ثني الركبة مع رفع الفخذ بحيث يوازي ركبة الرجل الساندة، ومن ثم يقوم اللاعب بمد الركبة وإصابة الهدف بباطن القدم، بحيث

ما هي أكثر المهارات تحقيقاً للنقاط وتجد صعوبة في التدريب؟

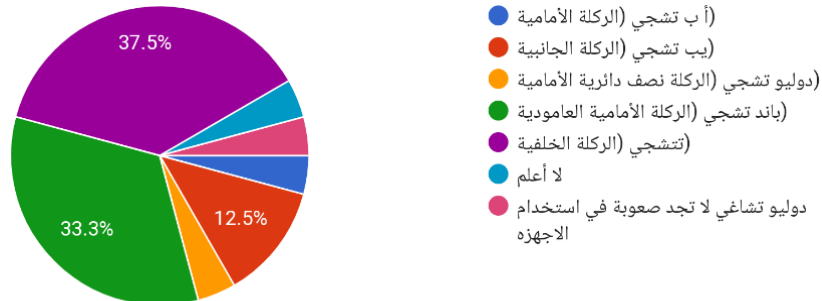
ردود 24



شكل بياني رقم (2). نسب آراء المدربين.

ما هي أكثر المهارات تحقيقاً للأهداف وتجد صعوبة في استخدام الأجهزة الحديثة في التدريب؟

24 responses



شكل بياني رقم (3). نسب آراء المدربين.

الحركي والمقادير الكمية للمتغيرات الميكانيكية التي تحكم شكل الأداء والتي تحدد الهدف من المهارة وكذلك الإيقاع الحركي للمهارة والذي يتضح من تحديد مقادير التغير الزاوي والسرعة الزاوية والتسارع الزاوي والقوة للرجل الراكلة خلال مراحل أداء المهارة

الدراسات السابقة:

دراسة أجراها Estevan I. et.al (2013)، بعنوان التحليل الميكانيكي للركلة الدائرية في التايكوندو على حسب الارتفاع والمسافة، وقد كان هدف الدراسة تحليل المتغيرات البيوميكانيكية (قوة التأثير - ووقت رد الفعل - ووقت التنفيذ) وفقا للارتفاع ومسافة التنفيذ، وكانت العينة مجموعتين من الذكور المحترفين (12) والمبتدئين (21)، وكانت أهم النتائج

ومن خلال الاطلاع على الدراسات السابقة الخاصة برياضة التايكوندو وعلى حد علم الباحثان لم يوجد أي دراسة قامت بتناول المهارة قيد البحث (تي تشجي) من حيث دراسة المتغيرات البيوميكانيكية للرجل الراكلة. من خلال ما سبق ظهرت فكرة الدراسة والتي تهدف إلى دراسة مهارة (تي تشجي) من حيث تحديد أهم الخصائص البيوميكانيكية للرجل الراكلة والمحددة للشكل الخاصصي للأداء الحركي.

أهمية البحث:

التعرف على الشكل الخاصصي للرجل الراكلة في مهارة تي تشجي من حيث المتغيرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية - الكيناتيكية) التي تتضح من خلالها النقل

(16) لاعب (8) محترفين و(8) غير محترفين، وقام الباحثون بدراسة المتغيرات البيوميكانيكية التالية: وقت الأداء – مركز ثقل الجسم – التغير الزاوي للطرف السفلي، وكانت أهم النتائج أن هناك تأثيرات صغيرة وغير متسقة على كل مفصل، وأظهر أن من خصائص الومي الموسمي الموازنة بين القدمين عند ضرب الركلة الجانبية وذلك عند 170 درجة بسرعة وذلك للحفاظ على مركز ثقل الجسم بالقرب من قاعدة الارتكاز، وهذا يساهم في استقرار الجسم بالكامل. وقد استفاد الباحث من هذه الدراسة أن معرفة الخصائص البيوميكانيكية للمهارات الرياضية تساهم في تحسين التدريب من أجل تطوير هذه المهارات.

وأجرى Heo, et.al (2020) دراسة بعنوان التحليل الحركي للدوران العكسي لركلة (دولجي شاغي) في التايكوندو، وكان الهدف من الدراسة هو توفير البيانات الأساسية للأداء الفني من خلال تحليل وعرض الاختلافات في العوامل الحركية الرئيسية في مرحلة الإقلاع والطيران ومرحلة الضرب، وقد كانت العينة (12) لاعب (6) من المنتخب الوطني و(6) من غير المنتخب الوطني تزيد خبرتهم عن ثلاث سنوات، وقد قام الباحثون بدراسة المتغيرات التالية: وقت الأداء – الإزاحة لمركز ثقل الجسم – التغير الزاوي للطرف السفلي، وقد أظهرت أهم النتائج أن التوقيت والزخم ضروريان لإكمال الدوران العكسي ل(دولجي تشاغي)، وأن أقصى اتجاه لمركز الثقل عامودياً، كما لا بد من موازنة مركز ثقل الجسم يمينا ويسارا، وأماما وخلفا، كما أن هناك حاجة إلى قوة مفصل الكاحل، ومفصل الركبة، وأقصى قدر من الانحناء على مفصل الورك وذلك لإكمال دوران عكسي مثالي. وقد استفاد الباحث من هذه الدراسة أن التحليل الحركي للمهارات الرياضية يعطي المدرب تصورا كاملا للخصائص الفنية للمهارة المدروسة وهذا يساعد في وضع التمارين المناسبة لتطوير المهارة.

دراسة بعنوان المقارنة بين ديناميكيات بعض الركلات في التايكوندو، لـ Pedzich, et.al (2006)، كان هدفها معرفة الفروق عند الركل بالقدم المسيطرة والقدم الأخرى في مهارتي الركلة الجانبية (مسار خطي) والركلة الخلفية (مسار زاوية دوراني)، واستخراج القوة، واشتملت العينة على (5) لاعبين أما أهم النتائج للدراسة فكانت كالتالي: أكبر قوة نتجت من خلال الركلة الجانبية للقدم اليمنى (المسيطرة) بحيث كانت قيمة قوة الركل تعتمد على حجم ونوع الركل وليس زمن حصوله. هناك فروق دالة إحصائية بين سرعة الركل وزيادة القوة للقيم العالية التي أنتجت قوة بالركلة الجانبية. وقد استفاد الباحث من هذه الدراسة إلى أن التحليل البيوميكانيكي يعطي قيما حقيقية للفروق بين المهارات مما يساهم في وضع تدريبات لتطويرها.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى:

أن المبتدئين استغرقوا رد فعل ووقت أطول عند الركل على الرأس عن الركل على الصدر، أما المحترفين فلقد كان الأداء مماثل. وقد استفاد الباحث من هذه الدراسة أن التحليل البيوميكانيكي يساهم في وضع التكنيك المناسب للأداء أثناء المنافسات.

وأجرى Ghieda (2014)، دراسة بعنوان الخصائص البيوميكانيكية للركلة الأمامية الدائرية في القدم اليمنى واليسرى للاعبين التايكوندو، وقد قام الباحث بدراسة المتغيرات البيوميكانيكية التالية: الإزاحة – السرعة – الدفع للقدم اليمنى واليسرى والجذع والرأس والتغير الزاوي للكاحل والركبة وورك الرجل الركلة، وأظهرت النتائج أن القدم اليمنى أفضل من القدم اليسرى من حيث الوقت الإجمالي للأداء ومن حيث السرعة والمسافة العمودية. وقد استفاد الباحث من هذه الدراسة أن دراسة المتغيرات البيوميكانيكية تساهم في توصيف الأداء وتحديد المسارات الزمنية والهندسية له ويساعد ذلك في عمل المقارنات بين أداء الأطراف المختلفة.

وقام الحاوي وآخرون، (2015) بدراسة بعنوان المساهمة الكينماتيكية للركلة الأمامية الدائرية المزدوجة في رياضة التايكوندو، واشتملت عينة الدراسة على 3 لاعبين من المنتخب المصري، وقام الباحثون بدراسة المتغيرات البيوميكانيكية: الإزاحة – السرعة – التغير الزاوي – السرعة الزاوية، وكانت أهم النتائج التي توصل لها الباحثون أن مجموعة من المؤشرات الكينماتيكية الخطية والزاوية خلال لحظتي الركل الأول والثاني ساهمت بأكبر نسب في أداء الركلة بجانب مجموعة من معادلات التنبؤ الرياضية للتنبؤ بمستوى أداء المهارة. وقد استفاد الباحث من هذه الدراسة إلى أن التحليل البيوميكانيكي يساهم في تحديد مراحل الأداء وأيضاً يعطي مؤشراً عن مستوى الأداء.

كما قام محمود وغالب، (2016) بدراسة بعنوان دراسة تحليلية كينماتيكية لأداء ركلة دوليو تشاغي في رياضة التايكوندو كأساس لوضع تمارينات نوعية، واشتملت عينة الدراسة على لاعب واحد، كما قام الباحثان بدراسة المتغيرات الميكانيكية التالية: الإزاحة الأفقية والرأسية – محصلة الإزاحة – السرعة الأفقية والرأسية – محصلة السرعة – العجلة الأفقية والرأسية – محصلة العجلة – الزوايا – السرعة الزاوية – العجلة الزاوية. وقد كانت أهم النتائج توصل اليها الباحثان إلى سبع مراحل فنية لمهارة دوليو تشاغي، كما توصل الباحثان إلى تسعة تمارينات نوعية مقترحة لتحسين أداء دوليو تشاغي في ضوء الخصائص الكينماتيكية. وقد استفاد الباحث من هذه الدراسة أن دراسة الخصائص البيوميكانيكية تساهم في تحديد المراحل الفنية للمهارة الرياضية كما تساهم في وضع تمارينات نوعية تساهم في تحسين أداء المهارة.

دراسة بعنوان التحليل البيوميكانيكي للركلة الجانبية العالية (بب تشجي) في التايكوندو، لـ Heo Bo-seob, et.al (2019)، حيث كان هدف الدراسة هو تحليل حركات مفاصل الأطراف السفلية أثناء ركلة التايكوندو الجانبية، واشتملت العينة على

المنهج المستخدم:

استخدم الباحثان المنهج الوصفي بنمط الدراسات التحليلية لمناسبتها لطبيعة هذه الدراسة.

مجتمع الدراسة:

اشتمل مجتمع الدراسة على لاعبي الدرجة الأولى للمنتخب السعودي للتايكوندو والبالغ عددهم (16 لاعبا).

عينة الدراسة:

تم اختيار عينة الدراسة بالطريقة العمدية وذلك على أساس أقدمية اللاعبين وعددهم 8 لاعبين وهم لاعبي المنتخب السعودي الأول بحيث أدى كل لاعب (3) محاولات لمهارة (تي تشجي)، للتعرف على المتغيرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية - الكيناتيكية) لمهارة (تي تشجي)

1- التعرف على المتغيرات الكينماتيكية للرجل الراكلة (التغير الزاوي - السرعة الزاوية - التسارع الزاوي) أثناء أداء عينة الدراسة لمهارة تي تشجي

2- التعرف على المتغيرات الكينماتيكية للرجل الراكلة (القوة) أثناء أداء عينة الدراسة لمهارة تي تشجي.

تساؤلات الدراسة

1- ما المتغيرات الكينماتيكية للرجل الراكلة (التغير الزاوي - السرعة الزاوية - التسارع الزاوي) أثناء أداء عينة الدراسة لمهارة تي تشجي

2- ما المتغيرات الكينماتيكية للرجل الراكلة (القوة) أثناء أداء عينة الدراسة لمهارة تي تشجي

إجراءات الدراسة:**جدول (1). البيانات الأساسية لعينة الدراسة**

العدد	العمر (سنة)	الطول (سم)	الكتلة (كجم)
اللاعب الأول	26	180	66
اللاعب الثاني	21	179	63
اللاعب الثالث	24	177	64
اللاعب الرابع	24	180	62
اللاعب الخامس	23	180	60
اللاعب السادس	33	182	80
اللاعب السابع	25	181	66
اللاعب الثامن	21	177	55
المتوسط الحسابي	24.63	179.5	64.5
الانحراف المعياري	3.81	1.77	7.21

يتضح من جدول رقم (1) والذي يبين المواصفات الجسمية (العمر - الطول - الوزن) لعينة الدراسة كانت متقاربة إلى حد ما، حيث بلغ متوسط العمر (24.63 سنة) وبانحراف معياري قدره (3.81)، كما بلغ متوسط الطول (179.5 سم) وبانحراف معياري قدره (1.77)، وبلغ متوسط الكتلة (64.5 كجم) وبانحراف معياري قدره (7.21).

أدوات جمع البيانات:**أولاً: منظومة Vicon:**

تقوم منظومة vicon بقياس المتغيرات البيوميكانيكية الخاصة بحركة الجسم.

1- تحديد المتغيرات البيوميكانيكية:

حدد الباحث بعض المتغيرات الميكانيكية لدراسة المسار الحركي لمهارة الركلة الخلفية (تي تشجي) الأكثر ارتباطاً وذلك من خلال تحليل الدراسات السابقة كدراسة Lee, et.al (2005) ودراسة Roosen & Pain (2007) ودراسة الحاوي وآخرون (2015)، ولطبيعة حركة المهارة الدورانية ومعرفة المتغيرات التي يتم دراستها في مهارات الركل، ووفق مستويات التحليل الحركي، حيث قام الباحثان باختيار المستوى الأول للتحليل لدراسة المسارات الحركية للمهارة من حيث مجموعة الخصائص الميكانيكية التي تميزها، وذلك لاستنتاج المتغيرات المميزة للمسارات الحركية الخاصة بالأداء المهاري وتحديد أهم هذه الخصائص، وهذه المتغيرات هي:

مجالات الدراسة:

المجال البشري: 8 لاعبين من المنتخب السعودي الأول للتايكوندو.

المجال المكاني: مختبرات الميكانيكا الحيوية بقسم الميكانيكا الحيوية والسلوك الحركي بكلية علوم الرياضة والنشاط البدني بجامعة الملك سعود.

المجال الزمني: تم تصوير عينة الدراسة وأخذ القياسات اللازمة في تاريخ 1442/4/16 هـ -

1442/4/21 هـ، كما تم عمل تجربة استطلاعية 1442/4/13 هـ.

البيوميكانيكي للرجل الراكلة لمهارة الركلة الخلفية (تي تشجي) وهي:

- التهيؤ لتدوير مفصل الحوض الأيمن للخلف وبداية دوران مفصل الحوض الأيمن للخلف.
- الدوران الكامل للجذع وجعل الظهر مواجهًا للأمام وبداية رفع قدم الرجل الراكلة عن الأرض مع ثني مفصل الركبة للرجل الراكلة مع مرجحة خفيفة.
- مد مفصل الركبة لأداء الركلة ثم خفض الرجل الراكلة بعد أداء الضربة.

- التغير الزاوي للرجل الراكلة لكل من (القدم- الركبة- الحوض). وذلك على المحاور x, y .
 - السرعة الزاوية للرجل الراكلة لكل من (القدم- الركبة- الحوض). وذلك على المحاور x, y .
 - التسارع الزاوي للرجل الراكلة لكل من (القدم- الركبة- الحوض). وذلك على المحاور x, y .
 - القوة لركبة الرجل الراكلة وذلك على المحاور x, y .
- 2- ومن خلال تحليل المحتوى للدراسات السابقة حدد الباحثان الأوضاع التالية لدراسة المسار الحركي

جدول (2). أوضاع دراسة مراحل مسار الأداء الحركي والتوزيع الزمني لمهارة الركلة الخلفية (تي تشجي).

الزمن	مراحل الأداء	شكل الأداء الفني لحركة الرجل الراكلة في مهارة تي تشجي
0 - 0,8 ث	مرحلة الدوران	
0,9 - 1,5 ث	مرحلة الركل	

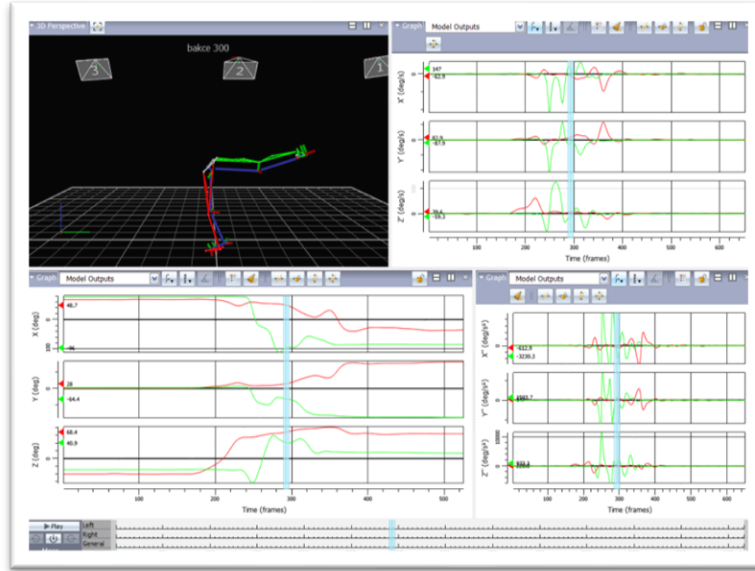
1,6 – 2 ث			مرحلة المتابعة
-----------	--	---	----------------

تم اجراء دراسة استطلاعية على أحد اللاعبين من خارج عينة الدراسة وذلك للتأكد من عمل كاميرات التصوير وإدخال البيانات في البرنامج واستخراج المتغيرات البيوميكانيكية – وتحديد زمن التصوير والتجربة لكل محاولة.

ثانيا القياسات الانثروبومترية:
تم أخذ القياسات الانثروبومترية للاعبين والتي تمثلت في:

- قياس طول اللاعب (سنتيمتر).
- قياس كتلة اللاعب (كيلو جرام).

ثالثا الدراسة الاستطلاعية :



شكل (4) الدراسة الاستطلاعية لعينة خارج عينة الدراسة لأداء مهارة تي تشجي.

- إجراء القياسات الانثروبومترية – تجهيز اللاعبين لأجراء التجربة الخاصة بمهارة (تي تشجي) بواقع ثلاث محاولات لكل لاعب
- وضع اللاقطات
- تجهيز المحاولة على الكمبيوتر لكل لاعب.
- تم استخراج بيانات المتغيرات البيوميكانيكية (الكينماتيكية – الكيناتيكية)

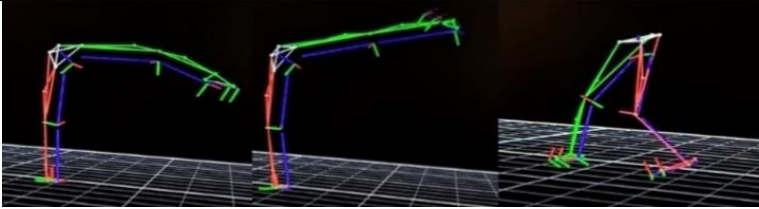
عرض ومناقشة النتائج:

الإجراءات التنفيذية للدراسة:

- الموافقات على إجراء الدراسة من القسم.
- الموافقة على إجراء الدراسة من اللاعبين المشاركين.
- وضع البرنامج الزمني لتنفيذ الدراسة.
- تحديد المساعدين وشرح الإجراءات التنفيذية للقياسات.

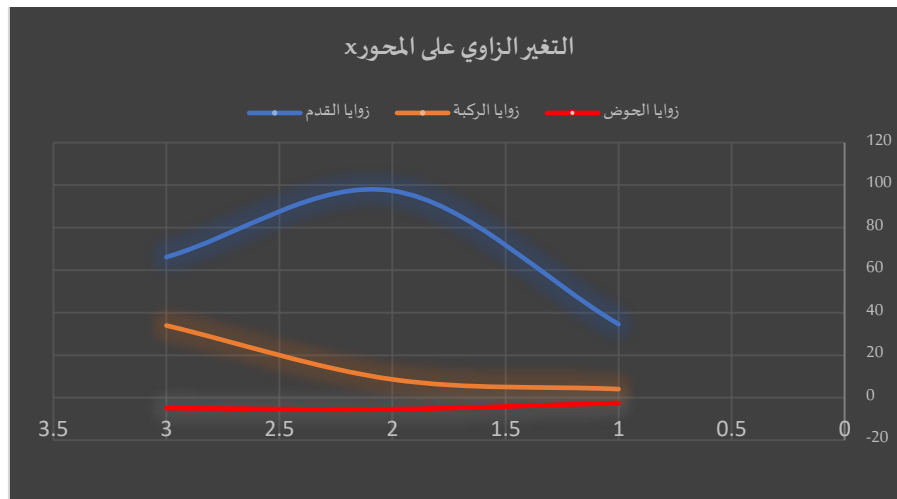
جدول (3). التسلسل الحركي لمراحل أداء مهارة تي تشجي وفق برنامج فايكون لعينة الأداء المثل

اللاعب	الأداء
اللاعب الأول	
اللاعب الثاني	
اللاعب الثالث	
اللاعب الرابع	
اللاعب الخامس	
اللاعب السادس	
اللاعب السابع	

	الاداء		اللاعب
			الملاعب الثامن

جدول (4). المتغيرات الكمية للتغير الزاوي (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور x لعينة الأداء المثالي

مراحل الأداء	قدم الرجل الراكلة محور x				ركبة الرجل الراكلة محور x				حوض الرجل الراكلة محور x			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة
المرحلة 1 (الدوران)	34.58	174.11	261.1	112.5	4.05	39.73	44.2	55.5	2.5	19.17	17.8	33.2
المرحلة 2 (الركل)	97.35	190.91	274.4	241.9	8.6	29.42	45	26.2	5.4	51.34	62.5	68.2
المرحلة 3 (المتابعة)	66.16	186.30	263.5	225.9	33.97	51.76	85.7	39.4	4.9	42.56	49.2	48.8



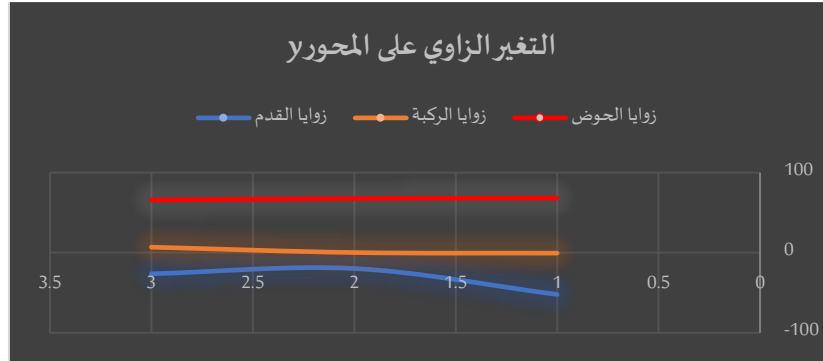
شكل (5). منحنيات التغير الزاوي (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور x لعينة الأداء المثالي.

يتضح من خلال جدول (4) وشكل (5) المتوسطات الحسابية لدرجات التغير الزاوي في مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور الأفقي x، حيث بلغت في مرحلة الدوران (34,58°) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (261,1°)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (4,05°) وكانت أعلى قيمة لها (44,2°)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (2,5°) وكانت أعلى قيمة لها (17,8°)، وفي مرحلة الركل بلغت (97,35°) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (274,4°)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (8,6°) وكانت أعلى قيمة لها (45°)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (5,4°) وكانت أعلى قيمة لها (62,5°)، وفي مرحلة المتابعة بلغت (66,16°) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (263,5°)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (33,97°) وكانت أعلى قيمة لها (85,7°)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (4,9°) وكانت أعلى قيمة لها (49,2°).

جدول (5). المتغيرات الكمية للتغير الزاوي (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور y لعينة الأداء المثالي.

مراحل الاداء	قدم الرجل الراكلة محور y				ركبة الرجل الراكلة محور y				حوض الرجل الراكلة محور y			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة
المرحلة 1 (الدوران)	52.1	89.13	92.9	157.3	0.53	11.98	12.7	23	68.1	81.36	168.9	10.6
المرحلة 2	19.76	263.17	485.1	232.6	0.18	15.24	19.5	31.6	67.55	109.64	197.6	71.8

(الركل)	26.3-	251.80	477.6	276.6-	6.91	16.99	28.6	28.6-	65.85	111.89	206.4	34.7-
المرحلة 3 (المتابعة)												



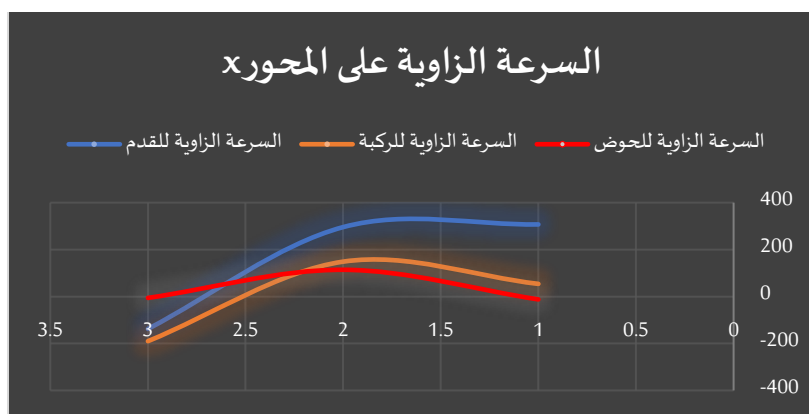
شكل (6). منحنيات التغير الزاوي (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور y لعينة الأداء المثالي.

معدل المتوسط الحسابي (0,18) وكانت أعلى قيمة لها (19,5)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (67,55) وكانت أعلى قيمة لها (197,6)، وفي مرحلة المتابعة بلغت (-26,3) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (477,6)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (6,91) وكانت أعلى قيمة لها (28,6)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (65,85) وكانت أعلى قيمة لها (206,4).

يتضح من خلال جدول (5) وشكل (6) المتوسطات الحسابية لدرجات التغير الزاوي في مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور الرأسي y، حيث بلغت في مرحلة الدوران (-52,1) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (92,9)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (-0,53) وكانت أعلى قيمة لها (12,7)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (68,1) وكانت أعلى قيمة لها (168,9)، وفي مرحلة الركل بلغت (-19,76) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (477,6)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ

جدول (6). المتغيرات الكمية للسرعة الزاوية (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور x لعينة الأداء المثالي.

مراحل الأداء	قدم الرجل الراكلة محور x				ركبة الرجل الراكلة محور x				حوض الرجل الراكلة محور x			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة
المرحلة 1 (الدوران)	307.06	359.11	1040.7	62.2-	53.91	186.99	390.6	229.3	12.25-	92.58	182.5	121.4
المرحلة 2 (الركل)	295.7	548.46	1036.2	648.2	148.58	335.55	806	376-	113.9	348.36	983.4	164.4
المرحلة 3 (المتابعة)	138.0-	213.3	179.1	564.9	190.2-	276.86	57.4	818.3	5.9-	126.44	159.9	171.7



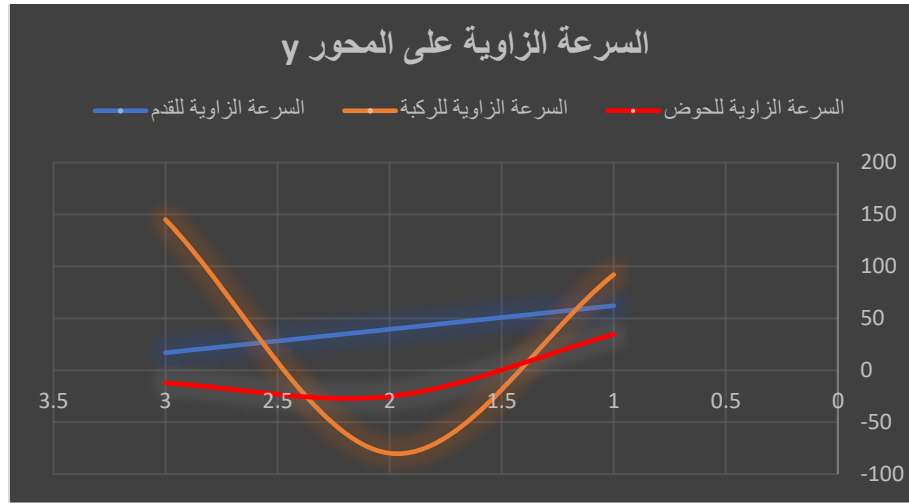
شكل (7) منحنيات السرعة الزاوية (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور x لعينة الأداء المثالي

المتوسط الحسابي (148,58°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (806°/ث)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (113,9°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (983,4°/ث)، وفي مرحلة المتابعة بلغت (-138°/ث) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (179,1°/ث)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (-190,2°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (57,4°/ث)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (-5,9°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (159,9°/ث).

يتضح من خلال جدول (6) وشكل (7) المتوسطات الحسابية لمعدلات السرعة الزاوية في مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور الأفقي x، حيث بلغت في مرحلة الدوران (307,6°/ث) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (1040,7°/ث)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (53,91°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (390,6°/ث)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (-12,25°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (182,5°/ث)، وفي مرحلة الركل بلغت (295,7°/ث) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (1036,2°/ث)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل

جدول (7). المتغيرات الكمية السرعة الزاوية (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور y لعينة الأداء المثالي.

مراحل الأداء	قدم الرجل الراكلة محور y				ركبة الرجل الراكلة محور y				حوض الرجل الراكلة محور y			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة
المرحلة 1 (الدوران)	62.15	126.75	249.9	134.5-	92.17	83.8	238.2	4.5-	34.57	130.8	380.3	25.2-
المرحلة 2 (الركل)	39.48	284.5	753.8	244.8-	79.9-	90.29	16.2	220.2-	25.12-	43.06	34.9	99.4-
المرحلة 3 (المتابعة)	16.9	178.002	194.3	398.4-	145.05	162.99	407.4	0.3	12.28-	50.87	64.4	129.8-



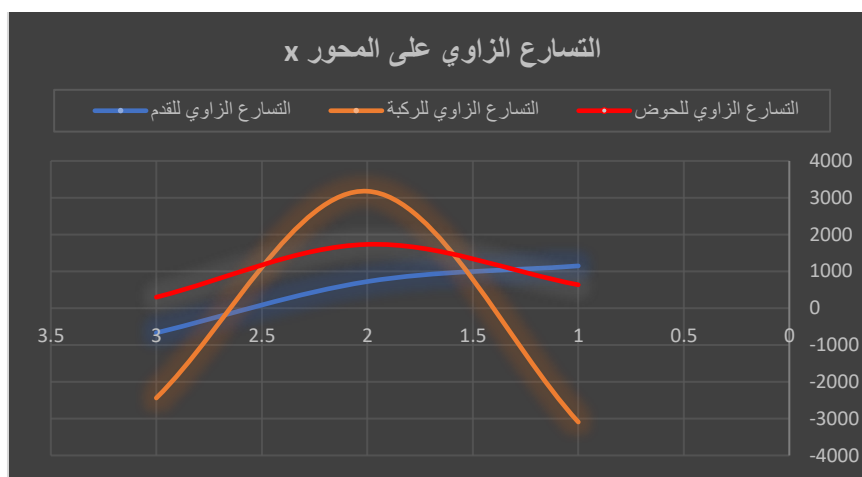
شكل (8). منحنيات السرعة الزاوية (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور y لعينة الأداء المثالي.

معدل المتوسط الحسابي (-79,9°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (16,2°/ث)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (-25,12°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (34,9°/ث)، وفي مرحلة المتابعة بلغت (16,9°/ث) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (194,3°/ث)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (145,05°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (407,4°/ث)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (-12,28°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (64,4°/ث).

يتضح من خلال جدول (7) والشكل (8) المتوسطات الحسابية لمعدلات السرعة الزاوية في مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور الرأسي y، حيث بلغت في مرحلة الدوران (62,15°/ث) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (249,9°/ث)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (92,17°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (238,2°/ث)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (34,57°/ث) وكانت أعلى قيمة لها (380,3°/ث)، وفي مرحلة الركل بلغت (39,48°/ث) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (753,8°/ث)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ

جدول (8). المتغيرات الكمية للتسارع الزاوي (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور x .

مراحل الأداء	قدم الرجل الراكلة محور x				ركبة الرجل الراكلة محور x				حوض الرجل الراكلة محور x			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة
المرحلة 1 (الدوران)	1149,7	2229,5	4140,7	2725,2-	3092,79-	1681,6	644,8-	5422,2-	635,4	1530,6	4209,5	906,1-
المرحلة 2 (الركل)	723,7	1626,4	2493,8	2037,2-	3177,4	4438,4	9013,2	157,2	1733,65	3638,56	10421,4	1066,2-
المرحلة 3 (المتابعة)	669,8-	2018,5	1881,4	3771,4-	2439,5-	2401,8	210,2	6816,1-	266,7	1801,3	4294,8	1734,4-



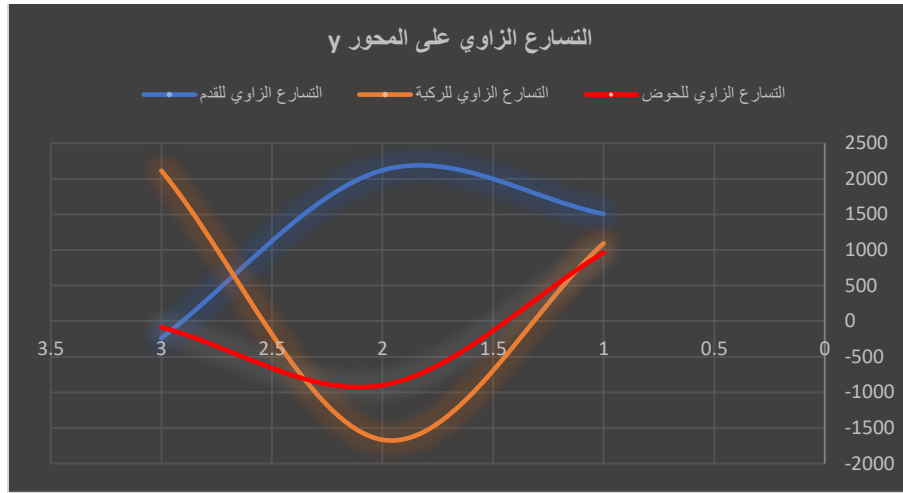
شكل (9). منحنيات التسارع الزاوي (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور x.

المتوسط الحسابي (3177,4/ث²) وكانت أعلى قيمة لها (9013,2/ث²)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (1733,65/ث²) وكانت أعلى قيمة لها (1421,4/ث²)، وفي مرحلة المتابعة بلغت (-669,8/ث²) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (1881,4/ث²)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (-2439,5/ث²) وكانت أعلى قيمة لها (210,2/ث²)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (299,7/ث²) وكانت أعلى قيمة لها (4294,8/ث²).

يتضح من خلال جدول (8) وشكل (9) المتوسطات الحسابية لمعدلات التسارع الزاوي في مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور الأفقي x، حيث بلغت في مرحلة الدوران (1149,7/ث²) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (4140,7/ث²)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي (-3092,79/ث²) وكانت أعلى قيمة لها (-633,8/ث²)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها (635,4/ث²) وكانت أعلى قيمة لها (4209,5/ث²)، وفي مرحلة الركل بلغت (723,7/ث²) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها (2493,8/ث²)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل

جدول (9). المتغيرات الكمية للتسارع الزاوي (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور y.

مراحل الأداء	قدم الرجل الراكلة محور y				ركبة الرجل الراكلة محور y				حوض الرجل الراكلة محور y			
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	أعلى قيمة	أقل قيمة
1- الدوران	1507	2424.5	5797	1791.7-	1093.3	337.1	1802.6	814.6	963.1	1492.1	4290.8	63.2
2- الركل	2119.7	1780.6	5118.6	218.4	1667.7-	2299.5	876.3	-6003.2	900.9-	1077.3	160.9	2906.7-
3- المتابعة	237.5-	3314.2	3986.9	6761.2-	2114.1	814.5	3006.7	1031.1	86.3-	799.8	1248.6	1529-



شكل (10). منحنيات التسارع الزاوي (للقدم - الركبة - الحوض) للرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور y.

المتوسط الحسابي ($-1667,7^\circ/\text{ث}^2$) وكانت أعلى قيمة لها ($876,3^\circ/\text{ث}^2$)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها ($-900,9^\circ/\text{ث}^2$) وكانت أعلى قيمة لها ($160,9^\circ/\text{ث}^2$)، وفي مرحلة المتابعة بلغت ($-237,5^\circ/\text{ث}^2$) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها ($3986,9^\circ/\text{ث}^2$)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي ($2114,1^\circ/\text{ث}^2$) وكانت أعلى قيمة لها ($3006,7^\circ/\text{ث}^2$)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها ($86,3^\circ/\text{ث}^2$) وكانت أعلى قيمة لها ($1248,6^\circ/\text{ث}^2$).

يتضح من خلال جدول (9) وشكل (10) المتوسطات الحسابية لمعدلات التسارع الزاوي في مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور الرأسي y، حيث بلغت في مرحلة الدوران ($1507^\circ/\text{ث}^2$) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها ($5797^\circ/\text{ث}^2$)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل المتوسط الحسابي ($1093,3^\circ/\text{ث}^2$) وكانت أعلى قيمة لها ($1802,6^\circ/\text{ث}^2$)، أما مفصل الحوض فقد بلغ المتوسط الحسابي لها ($963,1^\circ/\text{ث}^2$) وكانت أعلى قيمة لها ($4290,8^\circ/\text{ث}^2$)، وفي مرحلة الركل بلغت ($2119,7^\circ/\text{ث}^2$) بالنسبة لمفصل القدم وكانت أعلى قيمة لها ($5118,6^\circ/\text{ث}^2$)، وبالنسبة لمفصل الركبة فقد بلغ معدل

جدول (10). المتغيرات الكمية للقوة لركبة الرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور x لعينة الأداء المثالي.

ركبة الرجل الراكلة محور x				مراحل الأداء
أقل قيمة	أعلى قيمة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	
3.8-	0.5	1.42	0.80-	المرحلة 1 (الدوران)
0.8-	0.3	0.41	0.15-	المرحلة 2 (الركل)
1.5-	0.3	0.57	0.29-	المرحلة 3 (المتابعة)

بلغ مقدار المتوسط الحسابي ($-0,15$ نيوتن) وكانت أعلى قيمة ($0,3$ نيوتن)، وفي مرحلة المتابعة بلغ مقدار المتوسط الحسابي ($-0,29$ نيوتن) وكانت أعلى قيمة ($0,3$ نيوتن).

يتضح من خلال جدول (10) المتوسطات الحسابية لمقدار القوة الميكانيكية للركبة على المحور الأفقي x، حيث بلغ المقدار المتوسط الحسابي في مرحلة الدوران ($-0,80$ نيوتن) وكانت أعلى قيمة ($0,5$ نيوتن)، وفي مرحلة الركل

جدول (11). المتغيرات الكمية للقوة لركبة الرجل الراكلة خلال مراحل أداء مهارة تي تشجي على المحور y لعينة الأداء المثالي.

ركبة الرجل الراكلة محور y				مراحل الأداء
أقل قيمة	أعلى قيمة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	
0.26-	0.9	0.339	0.129	المرحلة 1 (الدوران)
0.034-	1.1	0.36	0.369	المرحلة 2 (الركل)
1-	0.126	0.42	0.227-	المرحلة 3 (المتابعة)

($0,129$ نيوتن) وكانت أعلى قيمة ($0,9$ نيوتن)، وفي مرحلة الركل بلغ مقدار المتوسط الحسابي ($0,369$ نيوتن) وكانت أعلى قيمة ($1,1$ نيوتن)، وفي مرحلة المتابعة بلغ مقدار

يتضح من خلال جدول (11) المتوسطات الحسابية لمقدار القوة الميكانيكية للركبة على المحور الرأسي y، حيث بلغ المقدار المتوسط الحسابي في مرحلة الدوران

المتوسط الحسابي (-0,227 نيوتن) وكانت أعلى قيمة

(0,126 نيوتن).

جدول (12). بروفایل الأداء للرجل الراكلة في مهارة تي تشجي على محور (x) لمتغيرات (الزاوية – السرعة الزاوية – التسارع الزاوي – القوة) للقدم – الركبة – الحوض.

مراحل الأداء		مرحلة الدوران 0 - 0,8 ث		مرحلة الركل 0,9 - 1,5 ث		مرحلة المتابعة 1,6 - 2 ث
المتغيرات البيوميكانيكية	أجزاء الجسم					
التغير الزاوي	قدم	261.1		274.4		263.5
	ركبة	44.2		45		85.7
	حوض	17.8		62.5		49.2
السرعة الزاوية	قدم	1040.7		1036.2		179.1
	ركبة	390.6		806		57.4
	حوض	182.5		983.4		159.9
التسارع الزاوي	قدم	4140.7		2493.8		1881.4
	ركبة	644.8-		9013.2		210.2
	حوض	4209.5		10421.4		4294.8
متغير القوة	ركبة	0.9		1.1		0.126

الزاوي – القوة الميكانيكية للركبة) للقدم والركبة والحوض:

ويوضح الجدول (12) بروفایل لأداء الرجل الراكلة في مهارة تي تشجي أثناء مراحل الأداء على المحور الأفقي x لمتغيرات (الزاوي – السرعة الزاوية – التسارع

جدول (13). بروفایل الأداء للرجل الراكلة في مهارة تي تشجي على محور (y) لمتغيرات (الزاوية – السرعة الزاوية – التسارع الزاوي – القوة) للقدم – الركبة – الحوض.

مراحل الأداء		مرحلة الدوران 0 - 0,8 ث		مرحلة الركل 0,9 - 1,5 ث		مرحلة المتابعة 1,6 - 2 ث
المتغيرات البيوميكانيكية	أجزاء الجسم					
التغير الزاوي	قدم	92.9		485.1		477.6
	ركبة	12.7		19.5		28.6
	حوض	168.9		197.6		206.4
السرعة الزاوية	قدم	249.9		753.8		194.3
	ركبة	238.2		16.2		407.4
	حوض	380.3		34.9		64.4
التسارع الزاوي	قدم	5797		5118.6		3986.9
	ركبة	1802.6		876.3		3006.7
	حوض	4290.8		160.9		1248.6
متغير القوة	ركبة	0.5		0.3		0.3

يعتبر هذا الوضع هو بداية (المرحلة التمهيدية) لأداء المهارة، حيث حدث قبض لمفصل قدم الرجل الراكلة على

مناقشة النتائج
أولا الوضع الأول (مرحلة الدوران)

كبيرة، وقد أنتجت قوة ميكانيكية سالبة أقل من معدل السرعة الزاوية على ذات المحور، وأما على المحور الرأسي (y) فقد قل مقدار التغير الزاوي، مع زيادة في معدل السرعة الزاوية في عكس اتجاهها وكذلك في معدل التسارع الزاوي، كما أنتجت قوة ميكانيكية موجبة على ذات المحور.

أما بنسبة لمفصل الحوض للرجل الراكلة (الحوض اليمين) فلقد قل مقدار التغير الزاوي على المحور الأفقي (x) بينما زادت السرعة الزاوية في عكس اتجاهها وقد وصلت إلى أعلى معدل من بين مراحل الأداء في هذه المرحلة على ذات المحور وكذلك زاد معدل التسارع الزاوي. أما على المحور الرأسي (y) فقد زاد التغير الزاوي بمقدار درجة واحدة عن المرحلة السابقة، وأنتجت سرعة زاوية قليلة في عكس اتجاهها ووافقها في ذلك معدل التسارع الزاوي.

الوضع الثالث (المتابعة)

يعتبر هذا الوضع هو (المرحلة الختامية) بعد أداء الواجب الحركي للمهارة، ويعتمد وضع اللاعب على حسب موقفه القتالي من حيث البدء بمهارة جديدة أو تغيير الوضع القتالي، وقد قل مقدار القبض لقدم الرجل الراكلة عن المرحلة السابقة، كما أنتجت سرعة زاوية بالسالب عند خفض القدم وذلك على المحور الأفقي (x) وكذلك انخفض معدل التسارع الزاوي، كما حصل ثني لمفصل الركبة اليمنى مع وجود سرعة زاوية بالإشارة السالبة وهذا ما أكدته دراسة (Ghieda، 2014) أن ثني مفصل الركبة بعد أداء المهارة يساهم في عودة اللاعب إلى وضعه الطبيعي، بينما زاد مقدار التغير الزاوي على المحور الرأسي (y) للأسفل، وقل معدل السرعة الزاوية والتسارع الزاوي وكانت موجبة أيضا كان معدل السرعة الزاوية والتسارع الزاوي للركبة اليمنى على ذات المحور موجب بينما قل مقدار التغير الزاوي لها ويدل ذلك على محافظة الجسم على التوازن بعد أداء الركلة وسحب القدم على المحور الرأسي.

أما بالنسبة لمفصل الحوض للرجل الراكلة فقد قل قليلا مقدار التغير الزاوي على المحور الأفقي (x) مع وجود سرعة زاوية سالبة بمعدل (-5.91°/ث) وانخفاض في معدل التسارع الزاوي، أما على المحور الرأسي (y) فقد قل التغير الزاوي، كما أوجدت سرعة زاوية وتسارع زاوي بالإشارة السالبة، ويدل ذلك أيضا على متابعة الجسم للمحافظة على التوازن.

وقد قام الباحثان ببناء بروفایل للمحددات لأداء مهارة تي تشجي للرجل الراكلة وذلك على المحورين (y,x) وذلك للمتغيرات (التغير الزاوي - السرعة الزاوية - التسارع الزاوي - القوة الميكانيكية للركبة).

الاستنتاجات

المحور الأفقي (x)، ويرى الباحثان أن هذا القبض بزاوية حادة للقدم يساهم في إنجاز الدوران وهذا ما تأكدته السرعة الزاوية والتسارع الزاوي للقدم حيث بلغت (40,25°/ث) كما يساهم ذلك في نقل مركز ثقل الجسم أثناء الدوران إلى جهة الرجل الراكلة، وينتج عن زيادة السرعة الزاوية لقدم الرجل الراكلة زيادة في السرعة الخطية، حيث يذكر حسام الدين (1993) أنه "كلما زاد مقدار السرعة الزاوية أو نصف قطر الدوران أو كلاهما زادت السرعة الخطية وتتمثل العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية من خلال المعادلة $v = r(\omega)$ "، كما يشير إلى أن زيادة السرعة الخطية للنقطة تتأثر إلى حد كبير بزيادة السرعة الزاوية أكثر منها تأثيرا بنصف قطر الدوران، وهذا ما تأكدته قيم التغير الزاوي والسرعة الزاوية لمفصل الركبة للرجل الراكلة (الركبة اليمنى)، فقد كان هناك شبه مد لمفصل الركبة على المحور الأفقي (x) أثناء بدء الدوران، وبدأت السرعة الزاوية لمفصل الركبة اليمنى بالتزايد حيث بلغت في هذا الوضع (0.53°/ث) كما بدأ معدل التسارع الزاوي بالزيادة، وأنتجت قوة أفقية بإشارة سالبة بلغت (-0.14 نيوتن)، وبالنسبة لمفصل حوض الرجل الراكلة (الحوض الأيمن) على المحور الأفقي (x) فقد بدأ المفصل بالدوران للخارج مع وجود سرعة زاوية وتسارع زاوي في نفس اتجاه الدوران متزايدة، ويعزو الباحث ذلك لإكساب الحوض سرعة أثناء الدوران للخلف، بينما زاد مقدار التغير الزاوي لمفصل الحوض الأيمن لجهة الرجل الراكلة على المحور الرأسي (y) للأعلى مع وجود سرعة زاوية وتسارع زاوي متزايدان للأعلى وهذا بسبب انتقال دوران الحوض الأيمن من الأمام إلى الخلف لنقل مركز ثقل الجسم من بين القدمين إلى القدم الراكلة وهذا ما أكدته دراسة (محمود، 2016)، ويدل ذلك على ارتفاع مفصل الحوض الأيمن على المحور الرأسي (y) أثناء الدوران مع انخفاض مفصل الحوض الأيسر بنفس المقدار.

الوضع الثاني (الركل)

تعتبر هذه المرحلة هي (الجزء الرئيسي) لإنجاز الواجب الحركي، حيث زاد مقدار القبض لقدم الرجل الراكلة (القدم اليمنى) عند قذف الرجل إلى الأمام على المحور الأفقي (x)، وأنتج ذلك سرعة زاوية عالية في عكس اتجاهها ولكنها أقل من السرعة الزاوية في المرحلة السابقة ووافقها في ذلك معدل التغير في التسارع الزاوي، وفي هذه المرحلة تعتبر القدم بعيدة عن محور الدوران ولذا فهي تنتج سرعة خطية كبيرة لأنها تتحرك في مسافة أكبر (ماكجينيوز، 2017). أما على المحور الرأسي (y) فلقد قل مقدار التغير الزاوي، بينما زادت السرعة الزاوية في عكس اتجاهها.

وبالنسبة لمفصل الركبة للرجل الراكلة (الركبة اليمنى) فقد زاد مقدار المد للركبة، مع زيادة في مقدار السرعة الزاوية والتسارع الزاوي، وذلك للإبعاد الحاصل عن محور الدوران وبذلك أيضا ستننتج سرعة خطية

- حسام الدين، طلحة. (1993). الميكانيكا الحيوية الأسس النظرية والتطبيقية. دار الفكر العربي. القاهرة. (ص85).
- علاء الدين، جمال محمد. (1979). دراسة بعض المؤشرات الكينماتيكية للركلة في كرة القدم "على مثال ركل الكرة الثابتة بالجزء الأوسط من وجه القدم". مجلد دراسات وبحوث. جامعة حلوان.
- 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. (ص5-431).
- محمود، طارق فاروق عبد الصمد. غالب، جمال أحمد. (2016). دراسة تحليلية كينماتيكية لأداء ركلة دوليو تشاجي (ابتوليو تشاجي) في رياضة التايكوندو كأساس لوضع تمرينات نوعية. المؤتمر العلمي الدولي: الرياضة جزء منظم من نمط الحياة. (ص 841 - 888).

ثانيا: المراجع الأجنبية

- Estevan I, Falco C. Mechanical Analysis of the Roundhouse Kick According to Height and Distance in Taekwondo. (2013). Biology of Sport vol 30 N4. p275-279.
- Ghied, Mohamed Y. (2014). Biomechanical Characteristics of Left and Right Foot Kicking During Circular Front Kikin Taekwondo: Comparative Study, European Journal of Sports Science Technology, International Academy of Sports Technology.
- Heo, Boseob. Lee, Jeongki. Lee, Hyo – taek. Kinematic Analysis of Reverse Rotation Dolgae Chagi in Taekwondo. (2020). International Journal of Martial Arts. (5)2. p81-88.
- Heo, B – Seob. Lee, Hyo – taek. Lee, Jeong – Ki. Biomechanical Analysis of Taekwondo 'Geodup Yeop chagi' Kick. (2019). International Journal of Martial Arts. (4)2. p40-45.
- Kim, Sang H. Complete Kicking. (2009). A Turtle Press Book. United states of America. p 114.
- Kil, Yong Sup. Competitive Taekwondo. (2006). Human Kinetics. United States of America. p30
- Pedzich, W., Mastalerz, A., Urbanik. (2006). The Comparison of The Dynamics of Selected Leg Strokes in Taekwondo WTF, Acta of Bioengineering and Biomechanics, Vol.8, No. 1.
- Taylor, Wallace. Tucker Taekwondo Student Handbook. (2010). P 9-10.

في ضوء أهداف البحث وتساؤلاته، وفي حدود المنهج المستخدم وعينة البحث وأدوات جمع البيانات، ومن خلال النتائج التي أسفر عنها البحث أمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

- مقدار التغير الزاوي ومعدل السرعة الزاوية والتسارع الزاوي يساهم في مرحلة الدوران يساهم في إنجاز الدوران.
- تزداد السرعة الزاوية لمفصل الركبة الراكلة على المحور الرأسي في الوضع الثاني من المرحلة التمهيدية وذلك لتتابع رفع القدم عن الأرض من أجل إنجاز مرحلة الساق من الأمام إلى الخلف والأعلى.
- في المرحلة الرئيسية أي أثناء أداء الواجب الحركي يكون مفصل الركبة للرجل الراكلة في مد شبه كامل وذلك يفسر تناقص معدل السرعة الزاوية في هذا الوضع.
- زيادة مد الركبة أثناء أداء الواجب الحركي يزيد من القدرة على الركل.
- تزداد السرعة الزاوية لمفصل الحوض لجهة الرجل الراكلة وذلك من أجل مضاعفة السرعة أثناء الركل لنقل كمية الحركة من الجذع إلى الرجل الراكلة.

التوصيات

- يوصي الباحثان ب:
- الأخذ بالاعتبار للخصائص البيوميكانيكية لمهارة تي تشجي أثناء التدريب.
- على المدربين مراعاة المراحل الفنية للمهارة وخصائص كل مرحلة أثناء التدريب على المهارة.
- أهمية وضع تمارين بدنية ومهاري مرتبطة بشكل الأداء المهاري وتتناسب مع سرعة الأداء الحركي الفعلي والقوة المستخدمة خلال مراحل أداء المهارات في رياضة التايكوندو.
- دعم البحوث العلمية الخاصة بتحليل الخصائص البيوميكانيكية لمهارات رياضة التايكوندو للتعرف على الخصائص البيوميكانيكية خلال مراحل الأداء الحركي للمهارات المختلفة.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- إحصاءات اللجنة الفنية للاتحاد السعودي للتايكوندو. (2019).
- الحاوي، يحيى السيد إسماعيل. حسن، محمد عبد الحميد. اللبودي، محمود طاهر. (2015). المساهمة الكينماتيكية للركلة الأمامية الدائرية المزدوجة في رياضة التايكوندو، مجلة بحوث التربية الرياضية، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الزقازيق.

