DOI prefix: 10.33170, 2026, Vol (19), Issue (Special): 747-765

Sciences Journal Of Physical Education

P-ISSN: 1992-0695, O-ISSN: 2312-3619

https://joupess.uobabylon.edu.iq/

Analysis of some biomechanical variables according to different distances from the competitor and their relationship to the motor response time in the front roundhouse kick in Taekwondo

Muayad Muhammad Amin

Iraq. Ministry of Education in the Kurdistan Region, Kalar Education Directorate

Prof. Dr. Sarko Muhammad Salih Faraj

Iraq. University of Sulaimani. College of Physical Education and Sports Sciences

Sarko.salih@univsul.edu.iq muayad.ameen@gmail.com

Research Received: 20/1/2026 Research Published: 28/3/2026

Abstract

Taekwondo, of Korean origin, is an individual competitive sport and an Olympic sport, having been officially introduced in the 2000 Sydney Olympic Games. This sport relies on attack, defense, and counter-attack. The competitor who scores the most points in a match or wins by knockout is the winner. Since Taekwondo is a contact sport, the distance between the competitors constantly changes according to the competition conditions. In both attack and counter-attack situations, the athlete must execute the kick with the fastest motor response and sufficient impact force to score points from varying distances from the opponent. The importance of this research lies in the kinematic analysis of certain biomechanical variables of the Dolio Chaki head roundhouse kick at different distances from the opponent (long, short) and their relationship to motor response time, in order to achieve optimal technical performance and positive results.

Keywords: Biomechanical variables, motor response, head roundhouse kick, Taekwondo

تحليل بعض المتغيرات البايوميكانيكية وفق المسافات المختلفة عن المنافس وعلاقتها بزمن الاستجابة الحركية في الركلة الدائرية الأمامية في التايكوندو

(بحث مستل)

م.م. مؤيد محمد امين/العراق. وزارة التربية في إقليم كردستان مديرية تربية كلار
أ.د. سةركؤ محمد صالح فرج/العراق. جامعة السليمانية. كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
muayad.ameen@gmail.com Sarko.salih@univsul.edu.iq

تاريخ استلام البحث 2026/1/20 تاريخ نشر البحث 2026/3/28

الملخص

ان رياضة التايكوندو ذات الأصل الكوري هي إحدى الألعاب الرياضية التنافسية الفردية، والرياضة الاولمبية، حيث دخلت رسميا عام 2000 في دورة الألعاب الأولمبية في سدني تعتمد هذه الرياضة على الهجوم والدفاع والهجوم المضاد ويفوز المتنافس الذي يسجل اكبر عدد من النقاط في المباراة او بالضربة القاضية وبما ان رياضة التايكوندو رياضة تعتمد على الالتحام المباشر مع المنافس لذلك فان المسافة بينهما تتغير باستمرار وحسب ظروف المنافسة ,ففي حالتي الهجوم والهجوم المضاد يجب على الرياضي تنفيذ الركلة بأسرع استجابة حركية مع قوة تأثير كافية لتسجيل النقاط ومن مسافات مختلفة عن المنافس.

إن أهمية البحث تكمن في التحليل الحركي لبعض المتغيرات البايوميكانيكية للركلة للدائرية الأمامية على الراس دوليو تشاكي ووفقا لمسافات مختلفة من المنافس (طويلة، قصيرة) وعلاقتها بزمن الاستجابة الحركية وذلك لتحقيق الأداء الفني الأمثل والخروج بنتائج ايجابية.

الكلمات المفتاحية: المتغيرات البايوميكانيكية، الاستجابة الحركية، الركلة الدائرية الأمامية، التايكوندو

1-المقدمة:

ان رياضة التايكوندو ذات الأصل الكوري هي إحدى الألعاب الرياضية التنافسية الفردية، والرياضة الاولمبية حيث دخلت رسميا عام 2000 في دورة الألعاب الأولمبية في سدني تعتمد هذه الرياضة على الهجوم والدفاع والهجوم المضاد ويفوز المتنافس الذي يسجل اكبر عدد من النقاط في المباراة او بالضربة القاضية وبما ان رياضة التايكوندو رياضة تعتمد على الالتحام المباشر مع المنافس لذلك فان المسافة بينهما تتغير باستمرار وحسب ظروف المنافسة ,ففي حالتي الهجوم والهجوم المضاد يجب على الرياضي تنفيذ الركلة بأسرع استجابة حركية مع قوة تأثير كافية لتسجيل النقاط ومن مسافات مختلفة عن المنافس

إن أهمية البحث تكمن في التحليل الحركي لبعض المتغيرات البايوميكانيكية للركلة للدائرية الأمامية على الراس دوليو تشاكي ووفقا لمسافات مختلفة من المنافس (طويلة، قصيرة) وعلاقتها بزمن الاستجابة الحركية وذلك لتحقيق الأداء الفني الأمثل والخروج بنتائج ايجابية.

ومن خلال خبرة الباحثان كونه لاعب تايكوندو سابق وله باع طويل في ممارسة ومتابعة البطولات المحلية والاسيوية في مجال الفنون القتالية بشكل عام وفي رياضة التايكوندو بشكل خاص فقد لاحظ الباحثان ان المسافة بين الاعب والمنافس لها دور كبير في التأثير على المتغيرات البايوميكانيكية في زيادة او تقليل زمن الاستجابة الحركية في الركلة الدائرية الامامية على الرأس.

ويهدف البحث الى:

1-التعرف على بعض المتغيرات البايوميكانيكية للركلة الدائرية الامامية في المسافة الطويلة والقصيرة بين اللاعب والمنافس في رياضة التايكوندو.

2-التعرف على العلاقة بين بعض المتغيرات البايوميكانيكية وزمن الاستجابة الحركية في الركلة الدائرية الامامية في المسافة الطويلة والقصيرة بين اللاعب والمنافس في رياضة التايكوندو.

2-إجراءات البحث:

2-1منهج البحث: استخدم الباحثان المنهج الوصفي لملائمته لطبيعة ومشكلة البحث.

2-2عينة ومجتمع البحث:

مجتمع البحث هو المنتخب الوطني العراقي للمتقدمين بالتايكوندو الخط اول والثاني والثالث والبالغ عددهم (24) لاعب، اما عينة البحث فهي تتكون من (15) لاعب.

- تجانس العينة:

جدول (1) يبين تجانس عينة البحث في العمر والقياسات الانثروبومترية

المعالم الإحصائية المتغيرات	وحدات القياس	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسيط	معامل الالتواء	التفلطح
العمر الزمني	سنة	21.400	2.028	21.00	0.256	0.816-
العمر التدريبي	سنة	10.533	2.065	10.00	0.731	0.231-
الكتلة (الوزن الظاهري)	كيلوغرام	74.400	3.641	74.00	0.376	0.795-
الطول	سنتمتر	184.200	3.609	185.00	0.649-	0.335
طول الرجل	سنتمتر	91.600	2.947	91.00	0.898	0.754

يبين الجدول (1) الوسط الحسابي والوسيط والانحراف المعياري للمتغيرات وأنَّ قيم معامل الالتواء والتفلطح هي ما بين (±1)، وبهذا تكون عينة البحث متجانسة، في المتغيرات المذكورة.

2-3 الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- كاميرا تصوير فديوية لمبايل كلاكسي نوت 9 كوري الصنع عدد (2) ذات سرعة (120) صورة/ثانية

- حامل كاميرا ثلاثي الارجل عدد (1)، وحامل خاص تم تصنيعه للكاميرا العمودية بطول 4 أمتار لغرض التصوير من الأعلى.

- جهاز (Mega Strike) لقياس قوة وزمن الاستجابة الحركية.4-كيس ملاكمة ارضي ثابت عدد (1) - برنامج للتحليل الحركي (Kinovea 0.9.5).

2-4 التجربة الاستطلاعية:

قام الباحثان بإجراء تجربته الاستطلاعية يوم الاربعاء الموافق 2025/4/16 على عينة مكونة من (3) لاعبين من المنتخب الوطني العراقي في تمام الساعة (3) مساءاً على قاعة سنتر بغداد.

2-5 التجربة الميدانية (التجربة الرئيسية):

تم أجراء التجربة الرئيسية على عينة البحث يوم الخميس المصادف 2025/4/17 في تمام الساعة (3) مساءاً في القاعة الداخلية لسنتر بغداد الرياضي، وكما يلي:

1-اللاعبين: تمت التجربة على (15) لاعب، وتم استخدام الرجل اليمين لأداء الركلة الدائرية الامامية.

2-الكاميرات:

أ-الكاميرا الجانبية: تم تثبيتها على حامل ثلاثي على ارتفاع (110سم) وتبعد بمسافة (4متر) عن موقع أداء اللاعب وبشكل عمودي عليه.

ب-الكاميرا العمودية: تم تثبيتها من الأعلى بواسطة حامل خاص تم تصميمه لهذا الغرض وكانت تبعد بمسافة (2متر) عن موقع أداء اللاعب وعلى ارتفاع (4متر) وبشكل عمودي على اداء اللاعب.

3-جهاز **Mega Strike**: تم تثبيت الجهاز على كيس الملاكمة الأرضي ذو القاعدة المائية، وتم وضع الجهاز على ارتفاع (140 سم) مقاسة من أسفل الجهاز، بحيث يكون مركز المنطقة النشطة من الجهاز على ارتفاع (175سم)، وذلك في جميع المسافات.

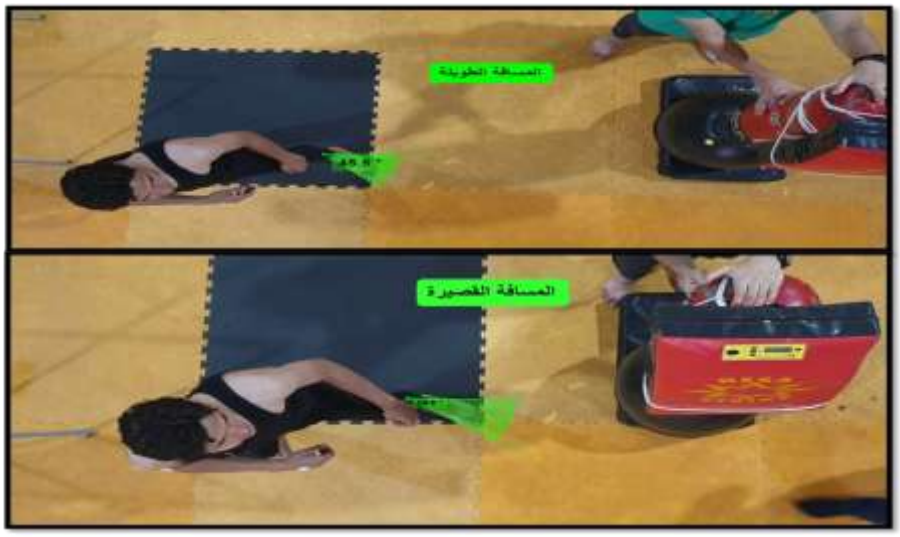
4-المسافات بين اللاعب والجهاز: من خلال خبرة الباحثان تم تحديد ثلاث مسافات بين اللاعب والجهاز وذلك بالاعتماد على طول الرجل + طول القدم، من اجل تحديد المسافة بين الجهاز واللاعب، وكما يلي:

المسافة الطويلة: طول الرجل + طول القدم، المسافة القصيرة: ثلث طول الرجل + طول القدم

5-تنفيذ الركلة: طلب من اللاعبين اداء الركلة الدائرية الامامية على الرأس (دايلو تشاكي) بالشكل الحركي الصحيح وحسب تكنيك كل لاعب وبعد الاحماء وأداء بعض الركلات تم اعطاء كل لاعب ثلاث محاولات لأداء الركلة الدائرية الامامية على الراس في كل من المسافتين (الطويلة والقصيرة)، ويتم تسجيل قراءة الجهاز لزمن سرعة الاستجابة الحركية، ثم يتم اختيار أفضل محاولة لكل لاعب في كل مسافة وحسب زمن سرعة الاستجابة الحركية أي اختيار الركلة التي يكون زمن استجابتها اقل.

2-6 المتغيرات البايوميكانيكية:

1-زاوية قدم الارتكاز في بداية الحركة: هي الزاوية المحصورة بين الخط الوهمي الموازي للحافة الداخلية لقدم الاستناد مع الخط الوهمي المستقيم الامامي في بدية الحركة.

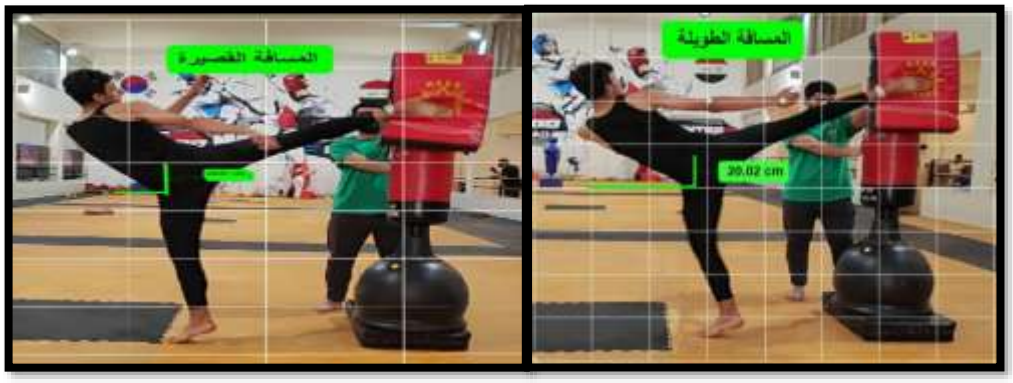


الشكل (1) يوضح زاوية حركة القدم

2- زاوية الهجوم (الفخذ): يمكن تحديد هذه الزاوية من خلال الخط الوهمي الواصل من مفصل الورك الى مفصل الركبة والخط الوهمي الأفقي لحظة رفع الركبة أمام الجسم وبداية مد مفصل الركبة.

الشكل (2) يوضح زاوية الهجوم

3-الازاحة المحورية للورك: هي الحركة الخطية على طول المحور الطولي لجزء من أجزاء الجسم او الجسم بأكمله, ويتم قياسها كحركة رأسية مثل الفرق في ارتفاع مركز كتلة اللاعب من بداية الحركة الى لحظة ضرب الجهاز.



الشكل (3) يوضح الازاحة المحورية للورك

4- السرعة الزاوية لدوران الورك: هي الحركة الدورانية للمفصل، ويتم قياس السرعة الزاوية لدوران الورك من خلال قسمة الزاوية النصف قطرية (الخط الواصل من الورك الى الركبة (الفخذ) للرجل الضاربة من بداية الحركة الى لحظة ارتفاع الركبة امام الجسم قبل المد) على الزمن من خلال العلاقة الاتية:

السرعة الزاوية = الزاوية نصف القطرية(قطاع) / الزمن (ثانية)

الشكل (4) يوضح السرعة لدوران الورك

5-العزم الدوراني للورك: هو مقدار القوة الدورانية التي تغير الحالة الزاوية للجسم (كسر سكونه او تغيير سرعته الزاوية), ويمكن قياس العزم الدوراني للورك من بداية الحركة للرجل الراكلة الى لحظة ضرب الجهاز وحسب القانون التالي: (هيل، 2014، صفحة 550)

العزم الدوراني = عزم القصور الذاتي × التسارع الزاوي (نيوتن . متر)

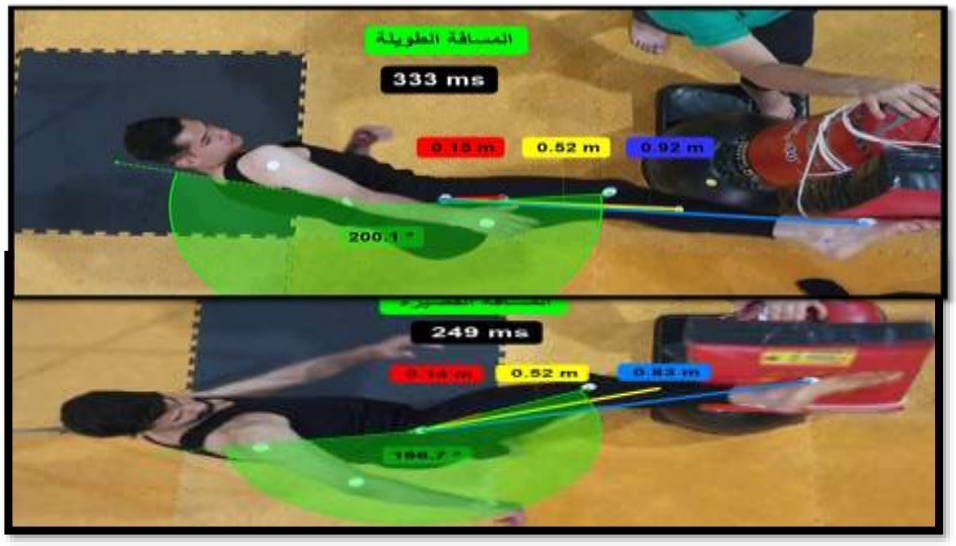
- نصف القطر يقاس من مفصل الورك الى مركز كتلة الجزء، تم قياسه بالكاميرا.

الفخذ 37.20% من طول الفخذ، الساق 37.1% من طول الساق، القدم 44.9% من طول القدم

- الكتلة تم استخراجها من النسبة المئوية لكتلة الجزء من كتلة الجسم

كتلة الفخذ 10.3%، كتلة الساق، 4.3%، كتلة القدم 1.5%

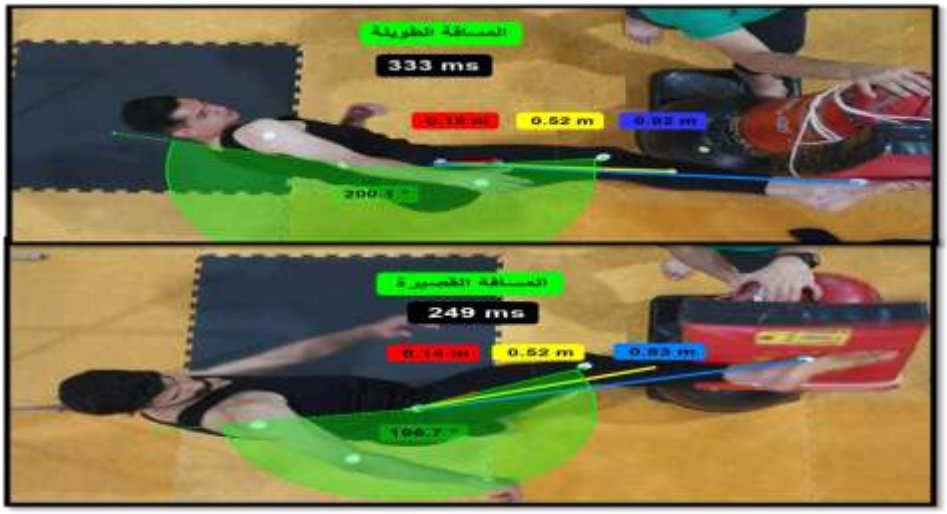
عزم القصور الذاتي=عزم القصور الذاتي الفخذ+ عزم القصور الذاتي الساق+ عزم القصور الذاتي القدم



الشكل (5) يوضح العزم الدوراني للفخذ

6- الزخم الزاوي للرجل الضاربة: وهو كمية الحركة الزاوية التي يحصل عليها الجسم ويتم استخراجه من خلال المعادلة التالية:

الزخم الزاوي = عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية



الشكل (6) يوضح الزخم الزاوي

7-سرعة الاستجابة: يتم استخراج زمن سرعة الاستجابة الحركية وقوة التأثير من خلال جهاز (Mega Strike)، حيث يتم تسجيل زمن الاستجابة بالثانية وقوة التأثير بدون وحدة.

الشكل (7) يوضح جهاز (Mega Strike)

طريقة عمل الجهاز: يقف اللاعب أمام الجهاز في وضع الاستعداد للقيام بالحركة المراد قياسها، حيث نقوم بالضغط على زر (Reaction) مرة واحدة لقياس القوة والتوقيت معا فنلاحظ ان الجهاز يصدر زمارة قصيرة، ثم نقوم بالضغط على زر إعادة الضبط (Reset) فنلاحظ ان شاشة العرض تظهر خطا متقطعاً (----) ويصدر الجهاز زمارة طويلة (وقت عشوائي بين 4-8 ثوانٍ) فيقوم اللاعب عند سماع الزمارة بضرب الجهاز في المنطقة النشطة (النجمة والكتابة) بأقصى ما يمكن من قوة وسرعة، حيث يمكن ضرب الجهاز بقبضة اليد أو الكوع أو القدم أو الركبة.

2-7 الوسائل الإحصائية: استخدم الباحثان الحقيبة الإحصائية (IBM SPSS Statistics 25)

4-1عرض نتائج معمل الارتباط للمتغيرات البايوميكانيكية مع سرعة الاستجابة للركلة الدائرية الامامية (دوليوتشاكي) للمسافة الطويلة وتحليلها ومناقشتها:

جدول (2) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ومعامل الارتباط بين المتغيرات البايوميكانيكية وزمن الاستجابة الحركية للركلة الدائرية الأمامية في المسافة الطويلة

ت	المتغيرات	الوحدة	س	ع	معامل الارتباط(r)	نسبة الدلالة	الدلالة
1	زاوية القدم	درجة	50.01	3.90	0.399	0.070	غير معنوي
2	زاوية الهجوم	درجة	32.36	2.66	0.278	0.158	غير معنوي
3	الازاحة المحورية للورك	سم	20.25	1.36	0.627	0.006	معنوي
4	السرعة الزاوية	قطاع/ثا	11.42	1.24	0.263-	0.172	غير معنوي
5	لعزم الدوراني	نيوتن.م	206.20	6.17	0.362-	0.093	غير معنوي
6	الزخم الزاوي	كغم.م^2/ ثا	18.10	1.38	0.380-	0.081	غير معنوي
7	زمن الاستجابة الحركية	ثانية	0.792	0.041			

4-2 زاوية قدم الاستناد في بداية الركلة في المسافة الطويلة :

في الجدول(2) يتبين لنا ان هناك ارتباط غير معنوية طردي بين زاوية قدم الاستناد في بداية الركلة وزمن الاستجابة الحركية ، ويعزو الباحثان ذلك الى ان اللاعبين عند أداء الركلة تكون المسافة بين القدمين اكبر في المسافة الطويلة وذلك للحصول على قوة دفع ارض اكبر ، مما يجعل الجزء الأكبر من ثقل الجسم على القدم الخلفية او قد يكون ثقل الجسم موزع بشكل متساوي على القدمين كما يحدث في الوقفة الجانبية وهذا مما يجعل زاوية قدم الاستناد اكبر من 45 درجة وبالتالي تؤثر بشكل سلبي على زمن الاستجابة الحركية للركلة وهذا ما بينه Estevan حيث قال أن الهجمات في أوضاع ذات حمل أكبر على القدم الأمامية تُنفذ بحركات أسرع من تلك التي تحمل حملًا متساويًا على كلتا القدمين.

4-2-1 زاوية الهجوم في المسافة الطويلة

في الجدول(2) يتبين لنا ان هناك ارتباط غير معنوية طردي بين زاوية الهجوم وزمن الاستجابة الحركية ويعزو الباحثان ذلك الى التكنيك المستخدم من قبل اللاعبين عند أداء الركلة الدائرية الامامية في المسافة الطويلة من خلال خروج ركبة الرجل الضاربة من الجانب أي زاوية الهجوم كبيرة حيث يستخدم هذا التكنيك في المواي تاي والكيكوشنكاي للحصول على ركلات سريعة وقوية (مؤثرة ،قاضية) لكن على حساب زمن سرعة الاستجابة الحركية حيث يتطلب هذا الأسلوب دفع كبير للأرض للحصول على القوة اللازمة وهذا يتطلب زمن تحضير أطول، ثم مسافة قوسية كبيرة لحصول الرجل الضاربة على الوقت الكافي للتسارع أي زمن تنفيذ أطول للحصول على ركلة سريعة ومؤثرة بالمنافس لكن بزمن استجابة الحركية اكبر .

4-2-2 الازاحة المحورية للورك في المسافة الطويلة

في الجدول(2) يتبين لنا ان هناك ارتباط معنوية طردي بين الازاحة المحورية للورك وزمن الاستجابة الحركية، ويعزو الباحثان ذلك ان تأثير إزاحة الورك المحورية في المسافة الطويلة يكون اكبر في مرحلة الاعداد مقارنةً بمرحلة الركل ،حيث تعمل إزاحة الورك المحورية على زيادة مدى الوصول للرجل الضاربة الى الهدف ،وهذا ما إشارة Kim وآخرون الى ان في مرحلة الاعداد (دفع الأرض) كانت مساهمة إزاحة الورك المحورية هي الأكبر في مسافة الركل تليها مرحلة الضرب ، وان هذا الامر كان الأكبر في المسافة الطويلة ، بخلاف المسافة القصيرة فكان الاعتماد على مدى الوصول بشكل اكبر من زاحة الورك المحورية

4-2-3 السرعة الزاوية في المسافة الطويلة:

في الجدول(2) يتبين لنا ان هناك ارتباط غير معنوية عكسي بين السرعة الزاوية وزمن الاستجابة الحركية ويعزو الباحثان ذلك الى أداء الركلة الدائرية الامامية من خلال فترة اعداد طويلة للحصول على قوة دفع ارضي كبيرة , وحركة قوسية كبيرة للحصول على تسارع خطي اكبر للقدم وهذا يتطلب خروج الرجل من الجانب تقريبا وليس من امام الجسم أي ثني اقل لمفصل الركبة و نصف قطر أطول وهذا يؤثر على سلباً على السرعة الزاوية للركبة ، وهذا ما توصل اليه امين (2014) " ان اللاعب الذي يؤدي الركلة الدائرية الامامية بخروج الركبة اعلى جانباً تكون زاوية الهجوم كبيرة فتحصل الرجل الضاربة على التعجيل المناسب فتزداد قوة الركلة على حساب زمنها, وهذا يدل على جهل افراد العينة لقيمة الزمن في رياضة التايكوندو فأن متطلبات هذه الرياضة هي أداء ركلات سريعة وبزمن قصير على حساب القوة. كذلك إشارة Wang

وآخرون" الى ان ثني الركبة الغير كافي يؤثر بشكل كبير على السرعة الزاوية لدوران الرجل مع مفصل الورك كمركز، وبالتالي يؤثر على انتقال عزم القصور الذاتي الى مرحلة الضرب".

4-2-4 العزم الدوراني في المسافة الطويلة:

في الجدول(2) يتبين لنا ان هناك ارتباط غير معنوية عكسي بين العزم الدوراني وزمن الاستجابة الحركية ويعزو الباحثان ذلك الى اهتمام اللاعبين على انتاج ركلة قوية ومؤثرة أكثر من كونها ركلة سريعة وبأقل زمن استجابة، لذلك يعمل اللاعبون على الحصول على رد فعل ارضي كبير خلال فترة الاعداد لكنها بطيئة للحصول على عزم زاوي كبير، وكذلك يكون خروج الركبة مائلة الى الخارج وليس الى الامام
وهذا يساعد على زيادة المسافة القوسية للركلة أي زيادة زمن الاستجابة الحركية.
أي في المسافة الطويلة يحرص اللاعبون الى نقل الطاقة وليس نقل الزخم الى الهدف" ان نقل الزخم يستخدم في الركلات السريعة ونقل الطاقة يستخدم في الركلات القوية، أي ان الركلة السريعة ستصل اولاً الى الهدف لكن الركلة الأكثر قوة ستحدث مزيد من الضرر بالهدف.

4-2-5 الزخم الزاوي في المسافة الطويلة:

في الجدول(2) يتبين لنا ان هناك ارتباط غير معنوية عكسي بين الزخم الزاوي وزمن الاستجابة الحركية, ويعزو الباحثان ذلك الى ان اللاعبين يؤدون الركلة بزاوية هجوم اكبر على الهدف مما يزيد من زاوية امالة الحوض الايسر والامالة الخلفية والدوران الايسر، حيث كلما كانت المسافة بين اللاعب والهدف اكبر زادت زاوية دوران الحوض الايسر وهذا يستلزم مسار هجوم أطول(الدوران حول المحور الرأسي) , بالإضافة الى ان زاوية الركبة الكبيرة وهما يؤثر على سرعة دوران الساق الضاربة مع مفصل الورك كمركز وبالتالي يؤثر سلباً على انتقال الزخم الزاوي الى القدم في مرحلة الضرب(الدوران حول المحور الجانبي)

جدول (3) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ومعامل الارتباط بين المتغيرات البايوميكانيكية وزمن الاستجابة الحركية للركلة الدائرية الأمامية في المسافة القصيرة

ت	المتغيرات	الوحدة	س	ع	معامل الارتباط (r)	نسبة الدلالة	الدلالة
1	زاوية القدم	درجة	28.28	3.61	0.673	0.003	معنوي
2	زاوية الهجوم	درجة	20.40	6.21	0.250	0.184	غير معنوي
3	الازاحة المحورية للورك	سم	15.01	1.93	0.767	0.000	معنوي
4	السرعة الزاوية	قطاع/ثا	14.62	1.40	0.750-	0.001	معنوي
5	لعزم الدوراني	نيوتن.م	147.33	8.15	0.726-	0.001	معنوي
6	الزخم الزاوي	كغم.م^2/ثا	21.30	1.58	0.758-	0.001	معنوي
7	زمن الاستجابة الحركية	ثانية	0.633	0.021			

3-4 زاوية قدم الاستناد في بداية الركلة في المسافة القصيرة:

في الجدول(3) يتبين لنا ان هناك ارتباط معنوية طردي بين زاوية قدم الاستناد في بداية الركلة وزمن الاستجابة الحركية، ويعزو الباحثان ذلك الى ان المسافة القصيرة بين اللاعب والجهاز تدفع اللاعب الى تقليل المسافة بين القدمين والدفع بثقل الجسم الى الرجل الامامية، حيث كلما كانت زاوية قدم الاستناد صغيرة حيث سجل الوسط الحسابي لزاوية القدم (28.286) درجة، كلما زادت سرعة التنفيذ وقل زمن الاستجابة الحركية.

4-3-1 زاوية الهجوم في المسافة القصيرة في الجدول(3) يتبين لنا ان هناك ارتباط غير معنوية طردي بين زاوية الهجوم وزمن الاستجابة الحركية، ويعزو الباحثان ذلك ان المسافة القريبة من الهدف تشكل صعوبة في خروج ركبة للرجل الضاربة من امام الجسم بزاوية هجوم صغيرة، لان ذلك يحتاج الى مرونة عالية في مفاصل الرجل وأداء حركي عالي وتدريب على أداء الركلة من مسافات قريبة، لذلك كان التفاوت في استراتيجية وتكنيك اللاعبين سبباً في عدم معنوية هذا المتغير.

4-3-2 الازاحة المحورية للورك في المسافة القصيرة:

في الجدول(3) يتبين لنا ان هناك ارتباط معنوية طردي بين الازاحة المحورية للورك وزمن الاستجابة الحركية

بالرغم من ان المسافة قصير بين اللاعب والهدف لكن الارتباط ايضاً معنوي، والسبب يعود الى ارتفاع الهدف (مستوى الرأس)، صحيح ان حركة الورك الامامية قليلة جداً لكن تبقى حركته الرأسية والدورانية مهمة جداً، فان البدء المبكر بحركة الورك الانفجارية سبباً مهماً في الوصول الى الهدف (الرأس) بأقل زمن استجابة الحركية، وهذا ما أشار اليه Ervilha وآخرون(2018)"يمكن ان يُفسر الحجم الكبير للقوة الانفجارية في مرحلة الاعداد التي حصل عليها الرياضيين النخبة بسبب تحريك الورك في وقت أبكر من الرياضيين الأقل مستوى".

4-3-3 السرعة الزاوية في المسافة القصيرة:

في الجدول(3) يتبين لنا ان هناك ارتباط معنوية عكسي بين السرعة الزاوية وزمن الاستجابة الحركية ويعزو الباحثان ذلك الى قدرة الرياضيين على استغلال المسافة القريبة من الهدف الى زيادة كفاءة ثني مفصل الركبة والورك وتقليل نصف قطر الدوران بحيث يكون قوس دوران الحوض صغير الى اقل ما يمكن لتقليل التأثير السلبي لعزم القصور الذاتي الذي يعيق الحركة الزاوية في بداية الحركة, والاستفادة من الدفع الأرضي الانفجاري المناسب مع الركل من مسافة قريبة لزيادة السرعة الزاوية للركبة وزيادة كفاءة نقل الزخم الزاوي من الجزء القريب الى الجزء البعيد ووصول الى الهدف باقل زمن استجابة الحركية.

4-3-4 العزم الدوراني في المسافة القصيرة:

في الجدول(3) يتبين لنا ان هناك ارتباط معنوية عكسي بين العزم الدوراني وزمن الاستجابة الحركية ويعزو الباحثان ذلك الى ان المسافة القصيرة لا تسمح للرياضي بمشاركة كتلة كبيرة أي الجذع بأداء الركلة لذلك يكون الاعتماد على مرحلة التحضير الانفجارية التي يحصل اللاعب من خلالها على العزم الدوراني للورك حيث تعتبر هذه المسألة من الأمور المهمة، لكن المسألة الأهم من ذلك هو كيف المحافظة على هذه القوة ونقلها من جزء الى جزء أخر من الرجل الراكلة، وذلك من خلال التسارع الزاوي الذي يعتمد على تزايد السرعة الزاوية وانخفاض عزم القصور الذاتي، حيث ان التوقيت الصحيح لثني مفصل الركبة ومفصل الورك في نفس الوقت يلعب دوراً كبيراً في تزايد السرعة الزاوية وتقليل عزم القصور الذاتي , وهذا يساعد على أداء الركلة الدائرية الامامية بنظام التسلسل القريب البعيد بتنسيق عالي .

4-3-5 الزخم الزاوي في المسافة القصيرة:

في الجدول(3) يتبين لنا ان هناك ارتباط معنوية عكسي بين الزخم الزاوي وزمن الاستجابة الحركية ويعزو الباحثان ذلك الى الدوران الداخلي للورك عالي السرعة والسرعة الزاوية لثني مفصل الركبة، حيث كلما ارتفعت درجة ثني مفصل الركبة قل عزم القصور الذاتي وزادت السرعة الزاوية وبالتالي أصبحت الركلة أسرع. كذلك اعتمد اللاعبون على أداء الركلة من المسافة القصير على نقل الزخم وليس نقل الطاقة من حيث استخدام كتلة اقل مما سمح لهم من أداء الركلة بسرعات زاوية عالية وبأقل زمن استجابة الحركية، حيث "ان تحريك جزء من كتلة الجسم وليس الجسم كله يوفر لهذه الكتلة ان تتحرك بشكل أسرع، لذلك فأن الحصول على زمن استجابة الحركية اقل يعتمد على تحريك اقل قدر ممكن من الكتلة لتسريع الأجزاء المشاركة في الحركة بأكبر قدر ممكن من السرعة".

4-الاستنتاجات والتوصيات:

4-1الاستنتاجات:

1-المسافة بين اللاعب والهدف تلعب دوراً مهماً في التأثير على المتغيرات البايوميكانيكية وزمن الاستجابة الحركية.

2-عند الهجوم يُفضل استخدام الركلة الدائرية الامامية من المسافة القصيرة بأسلوب نقل الزخم وليس نقل الطاقة بنظام التسلسل القريب-البعيد (مثل السوط) وبزوايا قدم وهجوم صغيرة ومسافة قوسية أقصر وسرعة زاوية عالية للحصول على ركلة سريعة وبزمن استجابة الحركية اقل للحصول على ثلاث نقاط.

3-عند الهجوم المضاد يُفضل استخدام الركلة الدائرية الامامية من المسافة الطويلة بأسلوب نقل الطاقة وليس نقل الزخم وبزوايا قدم وهجوم كبيرة ومسافة قوسية طويلة وسرعة محيطية عالية للحصول على ركلة سريعة وذات قوة تأثير كبيرة (ضربة قاضية).

4-2 التوصيات:

1-إجراء دراسة تجريبية لتطبيق برنامج تدريبي مبني على التمارين البايومترية والبالستية لتطوير القوة الانفجارية للأطراف السفلى وربطها بزمن الاستجابة للركلة الدائرية الامامية.

المصادر:

- سوزان هيل. (2014). اساسيات البايوميكانيك. (حسين هادي، اياد عبد الرحمن، و باسم حبيب، المترجمون) بغداد: دار الكتب والوثائق.

- محمد الخالدي، وحيدر العامري. (2010). اساسيات البايوميكانيك. جامعة الكوفة.

- مؤيد محمد امين. (2014). تحليل بعض المتغيرات البايوكينماتيكية وعلاقتها بقوة وزمن الركلة الدائرية الأمامية للاعبي المنتخب الوطني الشباب للتايكوندو. رسالة ماجستير,جامعة ديالى,كلية التربية الأساسية.

-Ervilha, U, Fernandes, F, Souza, C, & Hamill, J. (2018). Reaction Time and Muscle Activation Patterns In Elite And Novice Athletes Performing A Taekwondo Kick. *Journal of Sports Biomechanics*.

-Estevan, I, Álvarez, O., Falco, C, & Molina-García, J. (2011). Effects of target distance on selected biomechanical parameters in Taekwondo roundhouse kick. *Journal of Sports Science and Medicine.*

-Estevan, I, Jandacka, D., & Falco , C. (2013). Effect of stance position on kick performance in taekwondo. *Journal of Sports Sciences*.

-Falco, C, Molina-García, J., Álvarez, O, & Estevan, I. (2013). Effects of target distance on select biomechanical parameters in taekwondo roundhouse kick. *Catholic University of Valencia, Faculty of Physical Activity and Sport Sciences*.

-Kim, J, Kwon, M, Yenuga, S., & Kwon, Y. (2010). The effects of target distance on pivot hip, trunk, pelvis, and kicking legkinematics in Taekwondo roundhouse kicks. Journal of Sports Biomechanics, Texas Woman's University.

-Knudson, D. (2007). *Fundamentats of Biomechanics* (Vol. Fundamentats of Biomechanics).

-Liu, T, Lin, Y, Tang, W., Hamill, J., & Chang, J. (2021). Lower-limbkinematic characteristics of Taekwondo kicks at different attack angles. J. Perform. Analysis Sport.

-Merk, A, & Resnick, A. (2021). Physics of martial arts: Incorporation of angular momentum to model body motion and strikes. Plos One.

-Vieten, M, Scholz, M., Kilani, H., & Kohloeffel, M. (2007). Reaction Time in Taekwondo. XXV ISBS Symposium.