تحليل حركي ثلاثي الابعاد للقوس المشدود لجانبي الجسم وعلاقته بمركبات ومحصلة السرعة اللحظية للضرب الساحق القطري للاعبات نادي سنحاريب بالكرة الطائرة

هكار برقي عبدالقهار
جامعة دهوك – كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

أ.د. حسين مردان عمر
جامعة القادسية – كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
hussein.omer@qu.edu.iq

أ.م.د. سرى جميل حنا
جامعة دهوك – كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

استلام البحث : ٢٠٢٤/١/٨ قبول البحث : ٢٠٢٤/١/٢٨

ملخص البحث

تعد مرحلة القوس المشدود من المراحل المهمة في الضرب الساحق بالكرة الطائرة وهو من المواضيع المهمة في مجال البايوميكانيك اذ انها تمثل ما يمكن جمعه من مقادير القوة في نقطة معينة في الجسم كطاقة كامنة ومن ثم تحريرها كقوة محولة الى الكرة ، ويعتمد شكل القوس المشدود على اقل ما يمكن من الفروق في الازاحة بين الكتفين والوركين الطاقة الكامنة ، تؤدي لاعبات الكرة الطائرة في هذه المرحلة مهارة مهمة وهي الضرب الساحق القطري وهي مهارة هجومية تتحلل من خلالها سرعة الكرة اللحظية الى ثلاث مركبات مهمة عند تحليل الحركة في ابعادها الثلاثة ، اذ يكون احد الابعاد عمودية على الأرض والبعدين الاخرين عموديان على بعضهما ، احدهما على اتجاه الحركة نحو الامام والأخر نحو الجانب ، تم اختيار (٥) لاعبات من نادي سنحاريب الرياضي في محافظة دهوك (إقليم كردستان العراق) وهن من افضل لاعبات هذا النادي وتم تحليل (١٠) محاولات لكل لاعبة لتصبح عدد المشاهدات (٥٠) مشاهدة تم تصوير المهارة باستخدام الات تصوير عدد اثنين من نفس النوع ذات سرعة (٦٠صورة/ثانية) ومن موقعين مختلفين خضعت الفيديوات الى برنامج التحليل الحركي ثلاثي الابعاد (APAS) ، وتم تشخيص اقل زاوية ممكنة بين الكتف الايمن- والورك الأيمن والكتف الايسر-والورك الايسر من خلال البرنامج ، أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود ترابط مهم بين القوس المشدود لجهة اليمين مع السرعة اللحظية المحصلة والمركبة من الابعاد الثلاث حيث كانت اللاعبات يستخدمن الذراع اليمين لضرب الكرة ، وهذا يعني أنه كلما قلت الزاوية بين الكتفين والوركين كلما زادت سرعة الكرة عند لحظة ضربها ، ويرجع ذلك إلى تحول الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية عند لحظة التماس، مما يؤدي إلى ضرب ساحق أسرع وأقوى ، اما زاوية الركبة على جهة اليسار فقد ارتبطت بالسرعة العمودية وهذه السرعة هي التي تعطي الاتجاه نحو الأعلى او الاسفل عند ضرب الكرة ، لنتائج هذه أهمية في تدريب لاعبات الكرة الطائرة ويجب على المدربين التركيز على تطوير مرونة وقوة الجذع في هذه المرحلة (مرحلة القوس المشدود) للاعبات من أجل تحسين سرعة وقوة ضرباتهن الساحقة.

الكلمات المفتاحية (الضرب الساحق القطري ، البايوميكانيك ، ثلاثي الابعاد ، القوس المشدود)

Three-dimensional kinematic analysis of the stretched bow of the sides of the body and its relationship to the components and resultant of the instantaneous velocity of the diagonal Spiking of Women volleyball team at Sanhareeb sports club

Hakar Barqi Abdulqahar
University of Duhok

Dr. Sura Jamil Hanna
University of Duhok

Dr. Hussein Mardan Omer
University of Al-Qadisiyah

Abstract

The stretched bow phase is one of the important stages in the Spike in volleyball, and it is one of the important topics in the field of biomechanics, as it represents what can be collected from the amounts of force at a certain point in the body as potential energy, and then released as a force transferred to the ball. The shape of the stretched bow depends on the least possible differences in the angle hips.

Volleyball players perform an important skill in this phase, which is the diagonal Spiking, which is an offensive skill through which the instantaneous velocity of the ball is decomposed into three important components when analyzing the movement in its three dimensions. One of the dimensions is perpendicular to the ground, and the other two dimensions are perpendicular to each other, one of them is in the direction of movement towards the front and the other towards the side.

Five Female players from the Sanhareeb's Sports Club in Duhok Governorate (Kurdistan Region of Iraq) were tested, and they are among the best players of this club. Ten attempts were analyzed for each player to become 50 views. The skill was filmed using two cameras of the same type with a speed of (60 fps) from two different locations. The videos were subjected to the three-dimensional kinematic analysis program (APAS). The least possible displacement between the right shoulder-right hip and the left shoulder-left hip was diagnosed through the program.

This study showed the existence of an important correlation between the stretched bow on the right side with the resultant and compound instantaneous velocity of the three dimensions, where the players used the right arm to hit the ball. This means that the less the angle hips, the greater the speed of the ball at the moment of hitting it. This is due to the conversion of potential energy into kinetic energy at the moment of contact, which leads to a faster and stronger smash.
Keywords *(diagonal Spiking, biomechanics, three dimensions, stretched bow)*

١- المقدمة:

تعد تحول الطاقة الكامنة الى طاقة حركية من المواضيع المهمة في مجال البايوميكانيك اذ انها تمثل ما يمكن جمعه من مقادير القوة في نقطة سكون متمثلا بالقوس المشدود ، فاثناء صعود الجسم يتم سحب مرفق الذراع الضاربة للخلف وللاسفل الى ارتفاع الكتف تقريبا بينما يفتح في الوقت نفسه الكتفين وهذا الوضع يشبه وضعية رمي القوس والسهم أي يكون الكوع فوق الكتف (Kinda.S ,2006,53) ، وللطاقة في مجال البايوميكانيك شكلين مهمين هما الشكل المتحرك ويسمى بالطاقة الحركية وهي العلاقة بين سرعة الجسم وكتلته والنوع الاخر هي الطاقة الكامنة ، وينطبق نوعي الطاقة اثناء أداء المهارات الهجومية والدفاعية للاعبي الكرة الطائرة ، ويمكننا ملاحظة شكل القوس المشدود في الارسال الساحق والضرب الساحق حيث ان الجسم يتحول من الطاقة الحركية الى الكامنة ومن ثم الى طاقة حركية أخرى ، ومن الناحية البايوميكانيكية فان طاقة الوضع مهمة جدا لانها تتمثل لاحقا بالسرعة لحظية لضرب الكرة ، وتختلف هذه الطاقة باختلاف وضعه اثناء الحركة فعندما يكون الجسم في حالة حركة فانه يمتلك طاقة تدعى بالطاقة الحركية ويختلف مقدار هذه الطاقة تبعا لاختلاف كتلة الجسم المتحرك وسرعته اثناء الأداء (حسين مردان ، ٢٠٢٣ ، ١٤٥)

في التحليل الحركي الثلاثي الابعاد يمكن ان تتحلل السرعة الى اكثر من مركبتين ، ومن خلال هذا التحلل يمكننا رصد مقدار ما قام به اللاعب او اللاعبة من تسليط السرعة الى المكان او الاتجاه المناسب ومن هنا تتجلى أهمية البحث ، والضرب الساحق القطري هو نوع من أنواع أخرى من المهارات الهجومية الغرض منها هو اخذ نقطة على الفريق المنافس.

في الضرب الساحق القطري تغطي اليد السطح العلوي للكرة لتكون في حركة دورا نية وهو من أكثر الأنواع تكراراً في الملعب ، ويؤدى هذا النوع من الضرب الساحق من مركـزي (٤ و ٢) وباتجاه الخطوط الجانبية لملعب الفريق المنافس . يجب إن تكون الذراع الضاربة خلف الرأس وهنا لابد من تنفيذ الضربة الساحقة بتغطية اليد للكرة وتضرب بشدة

أن مهارة الضرب الساحق تعتمد على مواصفات جسمية مهمة منها طول اللاعب وقوة الارتقاء والسرعة والرشاقة والتوافق الحركي العصبي والقوة الانفجارية العالية في الوثب والضرب والدقة في الأداء الحركي (مروان عبد المجيد ، ٢٠٠١ ، ٨٣)

لقد اظهر التحليل البايوميكانيكي في الكرة الطائرة وسيلة موضوعية لمعرفة قوانين تنفيذ التمارين الرياضية وظروف تحقيقها في اللعبة من خلال العلاقة مع العمل في مجال الرياضة والتدريب. فهو عمل تطبيقي ذو علاقة مباشرة بمهارات الكرة الطائرة من خلال تجزئة المهارة وحركتها الكلية الى أجزاء ودراستها وتحليلها (لؤي غانم الصميدعي، وآخرون ، ٢٠١١ ،٣٥٤)

ورغم إن هذه المهارة من اكثر المهارات ظهوراً في لعبة الكرة الطائرة والتي تجلب انتباه المشاهدين وتشعرهم بالمتعة ولكن في نفس الوقت أنها مهارة يصعب إتقانها، وهي مهارة مركب من التوقيت والتوازن والقوة العضلية وسرعة الحركة (Sandor, 1996, 88)

توجد العديد من برامج التحليل الحركي وهذه البرامج قد تكون مرفقة مع الأجهزة وقد تكون تعمل بوجود أفلام الفيدوات ، وهي على نوعين أولهما برامج تحليل حركي ثنائي الابعاد والأخر برامج تحليل حركي ثلاثي الابعاد ، وهذه البرامج لديها القابلية على إيجاد العديد من المتغيرات مثل برنامج التحليل الحركي ثلاثي الابعاد (APAS) (حسين مردان ، ٢٠٢٣ ، ١٧٧)

ان مشكلة البحث تتلخص في ان الدراسات في مجال البايوميكانيك تفتقر الى تطبيقات حية لمواضيع كثيرة ومنها موضوع القوس المشدود المرتبط بالشكل الختامي للمهارة وتزداد الحاجة الى اتقانها لانه من مواصفات اللاعب الماهر والذي يستطيع الاستفادة من قوة ارتقائه وتحويلها الى طاقة كامنة مناسبة يستطيع تسخيرها في الاتجاه المناسب ، ولم تطرق الدراسات السابقة الى القوس المشدود على جانبي الجسم. يفترض الباحثون بوجود علاقة معنوية بين السرعة في الابعاد الثلاثة والمحصلة مع القوس المشدود لجانبي الجسم.

٢- الغرض من البحث :

تحليل حركي ثلاثي الابعاد للسرعة اللحظية للكرة في مهارة الضرب الساحق القطري بالكرة الطائرة

- حساب القوس المشدود من خلال زاوية الورك لجانبي الجسم في مهارة الضرب الساحق القطري بالكرة الطائرة
- إيجاد العلاقة بين كل من القوس المشدود لجانبي الجسم والمتمثل بزاوية الورك مع المركبات الثلاث للسرعة الحظية وحصلتها.

٣- إجراءات البحث

٣-١- منهج البحث

استخدم الباحثون المنهج الوصفي بأسلوب الدراسات الارتباطية

٣-٢- مجتمع وعينة البحث

تكونت عينة البحث من لاعبات نادي سنحاريب الرياضي وعددهن (٥) لاعبات يمثلن ٧٠% من المجتمع وممن يجدن الضرب الساحق القطري ، منحت كل لاعبة اكثر من (١٠) محاولات وتم تحليل افضل (١٠) محاولات من حيث السرعة اللحظية للكرة والذي تم تحليلها قبل اعتماد المحاولة عن طريق برنامج التحليل الحركي المعتمد ، وبذلك أصبحت عينة التحليل (٥٠) مشاهدة ، والجدول (١) يوضح مواصفات عينة البحث.

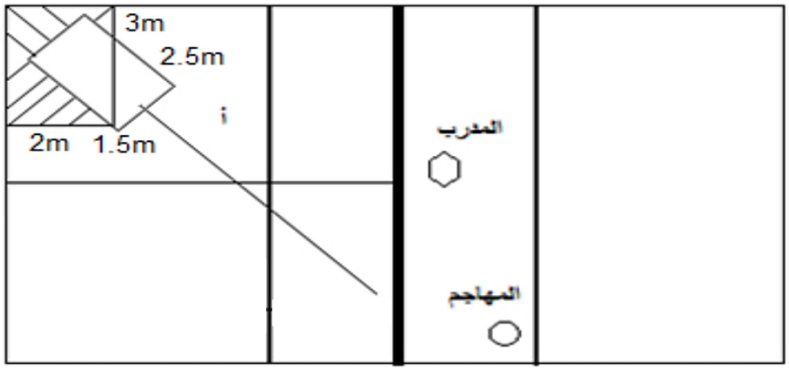
جدول (١) يبين مواصفات عينة البحث

المتغيرات	اقل قيمة	اكبر قيمة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف
الطول	164.00	177.00	170.60	5.25	3.079
الكتلة	46.00	69.00	61.00	8.69	14.245

٣-٣- إجراءات التجربة الميدانية

أجريت التجربة الرئيسية بتاريخ (٢٠٢٢/١١/٢٦) وشملت تصوير عينة البحث باستخدام التين تصوير بتردد (٦٠صور/ثانية) وضعت احداها امام اللاعبة والأخرى على الجانب وعلى ابعاد مختلفة لان البرنامج له القابلية على إعادة جمع البيانات من كاميرات متعددة. اعتمد الباحثون على اختبار دقة الضرب الساحق القطري بالكرة الطائرة (شهاب غالب شهاب ٢٠١٤،٤٣) وعلى المنطقة الخلفية لملعب المنافس واستخدم الباحثون هذا الاختبار لغرض توحيد ظروف الأداء لجميع اللاعبات ، ولم يعتمدوا على قياس الدقة فيها.

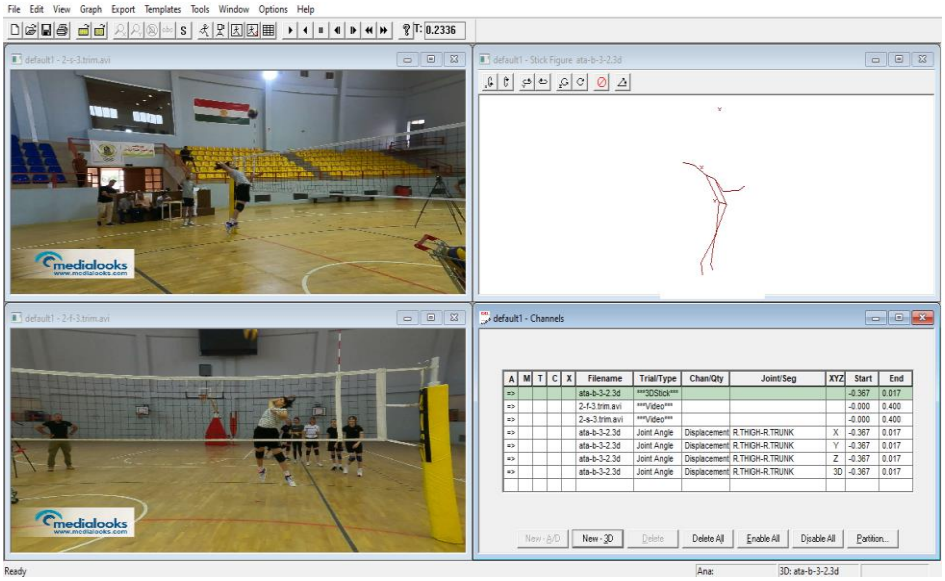
شكل (١) يوضح تصميم ميدان التجربة



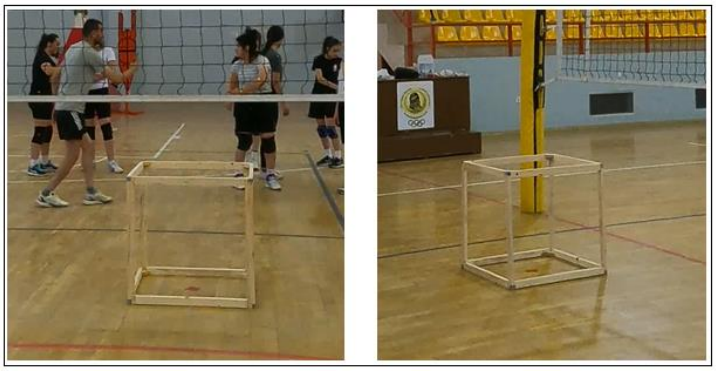
شكل (٢) يوضح اختبار الضرب الساحق القطري

٣-٤- الأدوات والوسائل والبرامج المستخدمة

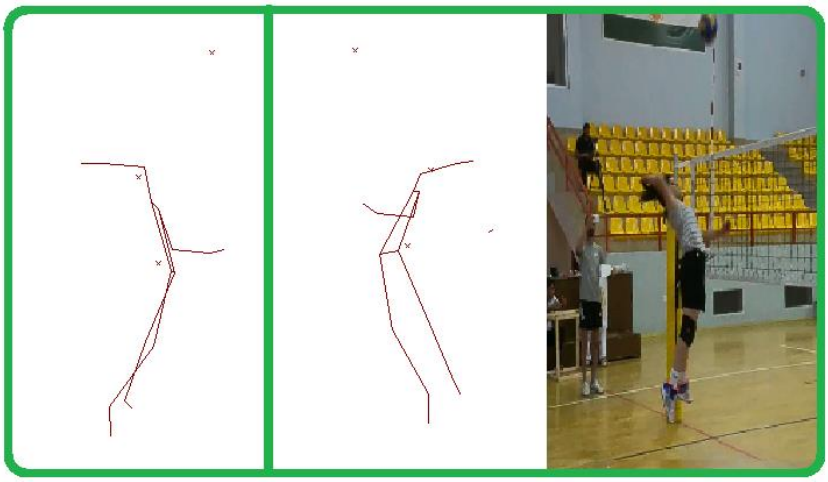
- الات تصوير عدد (٢) نوع (Gopro) ذات تردد (٦٠ صورة/ثانية) ، حامل ثلاثي عدد (٢) ، ميزان الكتروني ، شريط قياس ، مقياس رسم ثلاثي الابعاد طول اضلاعه (٧٥سم) ، برنامج التحليل الحركي (APAS)



شكل (٣) يوضح احدى افراد عينة البحث من الامام والجانب
من واجهة برنامج التحليل الحركي (APAS)



شكل (٤) يوضح مقياس الرسم ثلاثي الابعاد على موقع التجربة



شكل (٥) يوضح زاوية الورك من الجهتين اليمين واليسار
وهما السرعة الى الامام والسرعة الى الجانب ومركبة عمودية الى الأسفل او الاعلى

٣-٤- المتغيرات المعتمدة

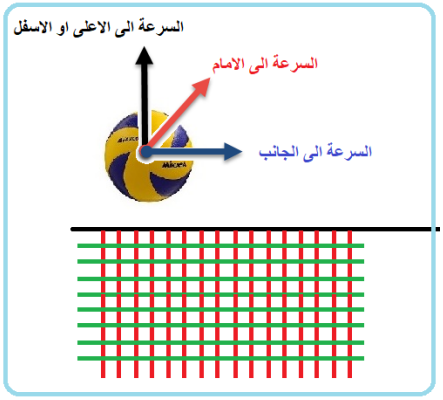
حدد الباحثون المتغيرات من خلال البرنامج وكما موضح بالشكل (٦)

شكل (٦) يوضح تحديد متغيرات زاوية الورك للجهتين اليمين واليسار

- زاوية الورك : لايجاد القوس المشدود وهو اقصى انثناء للزاوية المحصورة بين الجذع متمثلا بخط بين نقطتي الورك والكتف وبين الفخذ متمثلا بخط بين نقطتي الورك والركبة (أسامة و يعرب ، ٢٠٢١، ٧٨) ، وتم إيجاد الزاوية للجهتين ومن خلال البرنامج من الابعاد الثلاثة.

- السرعة اللحظية : وتم ايجادها من خلال البرنامج في الابعاد الثلاثة وهذه الابعاد هي السرعة الى الجانب (افقية) والسرعة الى الامام (افقية) والسرعة الى الأسفل او الأعلى (عمودية) كما تم إيجاد السرعة المحصلة.

شكل (٧) يوضح زاوية الورك لجانبي الجسم اليمين واليسار



شكل (٨) يوضح تحلل السرعة الى مركبتين افقيتين

٤- عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

جدول(٢) يبين المواصفات الإحصائية ومعامل الارتباط للمتغيرات المعتمدة في البحث

المتغيرات		اقل قيمة	اكبر قيمة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الالتواء
زاوية الورك	اليمين	122.49	147.28	136.49	5.46	-0.092
	اليسار	127.55	164.16	147.75	9.64	-0.517
السرعة اللحظية	سرعة x (السرعة باتجاه الجانب)	266.04	1425.58	926.24	288.66	-0.330
	سرعة y	-326.81	289.85	26.98	141.22	-0.482
	سرعة z (السرعة باتجاه الامام)	-1882.49	-641.38	-1382.09	249.06	-0.014
	سرعة محصلة	1240.86	2219.18	1709.03	212.28	0.003

جدول(٣) يبين مصفوفة الارتباطات بين متغيرات البحث

الجهات والمتغيرات		قوة الارتباط ودلالته	زاوية الورك		السرعة اللحظية			
			اليمين	اليسار	سرعة x	سرعة y	سرعة z	سرعة محصلة
زاوية الورك	اليمين	قوة العلاقة	-	-0.054	-0.021	0.128	0.270	**-0.301**
		مستوى الدلالة		0.708	0.886	0.376	0.058	**0.033**
	اليسار	قوة العلاقة		-	-0.260	**0.298**	0.042	-0.200
		مستوى الدلالة			0.068	**0.035**	0.774	0.164
السرعة اللحظية	سرعة x	قوة العلاقة			-	**-0.412**	**0.314**	**0.396**
		مستوى الدلالة				**0.003**	**0.026**	**0.004**
	سرعة y	قوة العلاقة				-	-0.037	**-0.293**
		مستوى الدلالة					0.799	**0.039**
	سرعة z	قوة العلاقة					-	**-0.734**
		مستوى الدلالة						**0.000**

ان القيم السالبة التي وردت في الجدول (٢) تدل على اتجاه السرعة فمثلا ان اقل سرعة ملاحظة في السرعة العمودية هي (-٣٢٦.٨١) وهذا يعني ان اتجاه السرعة نحو الأسفل بالمقارنة مع موقع الكرة في الصورة قبل الضرب ، اما علامة السالب في السرعة في محور (Z) فتعني ان السرعة متجهة على الجزء السالب من المحور

ويلاحظ من الجدول ان هناك ارتباط دال عكسي بين كل من زاوية الورك بجانب اليمين مع السرعة المحصلة مما يعني انه كلما قلت هذه الزاوية زادت السرعة ، وهذه السرعة تكون مركبة من السرعات الثلاث ، ولو لاحظنا بان الزاوية لم ترتبط بشكل منفرد باوجه السرعة الثلاثة مما يعني ان تكامل السرعة المتجهة الى المركز (٥) لملعب المنافس هي المسيطرة لانها ستكون المحصلة لان السرعة المحصلة تتعامل مع مربع المحاور الثلاث تحت الجذر التربيعي ، استطاعت اللاعبة ان تستفاد من طاقتها الكامنة اذ ، ان القسم الكبير من الطاقة سيكون مخزونا في الجسم في نهاية الحركة (Duane,2007,151) ، من قانون حفظ الطاقة والذي ينص ان الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكنها تتحول والسرعة هي احد أوجه الطاقة الحركية والتي ظهرت متمثلة بالقوس المشدود في هذه المرحلة ، ان اختلاف الطاقة الحركية (والذي نقصده هنا هي سرعة الكرة) تكون تبعا لاختلاف كتلة وسرعة الجسم وبما ان كتل الأجزاء والكرة كانت ثابته فان متغير السرعة يكون هو العامل الحاسم (مصطفى عبد ، ٢٠٠٤ ، ١٢).

ان اللاعبات كن يستخدمن الذراع اليمين في أداء الضرب الساحق ، وهذا بدوره يعزز ارتباط السرعة المحصلة بالقوس المشدود على الجانب اليمين ، اما زاوية الركبة بجانب اليسار فقط ارتبطت بشكل دال مع السرعة العمودية فقط وهذا الجانب من الجسم هو الجانب المعاكس لجانب الأداء مما يعني ان هذا الجانب سيكون دوره تعزيزي لغرض توجيه الكرة نحو الأسفل ومن الملاحظ ان علامة السالب هي الغالبة على السرعة مما يعني ان الكرة متجهة نحو الأسفل وهذا شيء جيد اثناء أداء الضرب الساحق القطري ، ان حركة الذراع للخلف اثناء مرجحتها تعد جزء مهم من اتخاذ القوس المشدود وان استعادة الطاقة الحركية من القوس المشدود تحقق سرعة جيدة (أسامة عبدالحسين و يعرب عبدالباقي،٢٠٢١، ٧٩).

٥- الاستنتاجات والتوصيات

٥-١- الاستنتاجات الباحثون الاتي:

- ان السرعة اللحظية للكرة تعتمد على القوس المشدود وباختلاف جانبي الجسم.
- اختلاف جانبي الجسم في ارتباطهما بالسرعة اللحظية تعني ان لها واجب اخر مثل توجيه الكرة المسرعة.

٥-٢- التوصيات

- يجب على المدربين التركيز على تطوير قوة ومرونة الفقرات الظهرية للاعبات من أجل تحسين سرعة وقوة ضرباتهن الساحقة
- يمكن تحسين الأداء بتقريب اكبر للرجلين خلف الجذع في مرحلة القوس المشدود.

المصادر العربية والأجنبية

١. أسامة عبدالحسين علي ، يعرب عبدالباقي دايخ (٢٠٢١):دراسة تحليلية للانموذج الحركي لافضل لاعبي المنتخب الوطني للضرب الساحق من مركز (٤) بالكرة الطائرة وفقا للمتغيرات البايوميكانيكية لنواتج مخرجات الأوضاع الكامنة في بعض مراحل الأداء، مجلة دراسات وبحوث التربية الرياضية ، العدد ٦٦

٢. حسين مردان عمر (٢٠٢٣) : البايوميكانيك والرياضة ، مطبعة جامعة ديالى ، العراق

٣. شهاب غالب شهاب (٢٠١٤): تأثير تمرينات المنافسة وفق زمن الاداء الفعلي والتخصص في تطوير بعض المتغيرات الوظيفية والبدنية والحركية والمهارية للاعبين المتقدمين بالكرة الطائرة، اطروحة دكتوراه، جامعة البصرة، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة.

٤. لؤي غانم الصميدعي ، بسام محمود الامام ، سعدالله عباس رشيد (٢٠١١) : الفيزياء والبايوميكانيك في الرياضة ، أربيل ، مطبعة جامعة صلاح الدين.

٥. مروان عبد المجيد (٢٠٠١) : الموسوعة العلمية لكرة الطائرة ، عمان ، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع.

٦. مصطفى عبد محيي شبيب (٢٠٠٤) : تقويم بعض المتغيرات البيوميكانيكية في أداء الارسال الساحق بالكرة الطائرة كمؤشر لمرحلة الثبات ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة – جامعة البصرة.

7. Duane Knudson (2007) : Fundamentals of Biomechanics , Second Edition , Springer Science+Business Media, LLC.
8. Kinda. S. Lenberg (2006): Volleyball Skills & drills, by American volleyball association.
9. Sandor, C; (1996): Hitting volleyball, volume 7, Number 6, Colorado: A com publishing Jun.
10. Susan J .Hull (1995) : Basic biomechanics, 2nd edition U.S.A McCrae- Hill companies.