(٣) علاقة زاوية تصادم الكرة بالمضرب ببعض المتغيرات الكينماتيكية الخاصة بمهارة الارسال (المستقيم، القاطع الواطئ، القاطع العالي) بالتنس الارضي

الباحثون

أ.د حسناء ستار جبار(•)

أ.د محمد كاظم خلف•

أ.م.د علي مكي•

المستخلص باللغة العربية

هدف البحث في التعرف على علاقة زاوية تصادم الكرة مع المضرب ببعض المتغيرات الكينماتيكية لأداء مهارة الارسال (المستقيم والقاطع الواطئ والقاطع العالي) واهم الفروض، هناك علاقة ذات دلالة احصائية بين زاوية التصادم المضرب بالكرة و بعض المتغيرات الكينماتيكية مهارة الارسال (المستقيم والقاطع الواطئ والقاطع العالي) وشملت عينة البحث على (٤) لاعبين يمثلون منتخب جامعة بغداد وتم استخراج قيم اهم المتغيرات الكيمناتيكية لأداء الارسال بأنواعه الثلاث واستنتج الباحثون–ان لزاوية التصادم للكرة مع المضرب اهمية كبيرة في تحديد نوع الارسال وزيادة امكانية الاعب في استخدام الارسال للحصول على نقطة من خلال التنويع في اماكن وزوايا سقوط الكرة وارتفاعها .

The Relationship Of Some Kinematic Variables Between Ball Impact Angle with the Racket In Lawn Tennis Serving (High And Low)

Research submitted By

Prof. Dr. Hasnaa Settar, Asst. Prof. Dr. Mohammed Khadem, Asst. Prof. Dr. Ali Meki

The aim of the research is to identify the angle of ball impact with the racket in some Kinematic variables of lawn tennis serves. The researchers hypothesized statistical difference between ball and racket impact angle in some kinematic variables in lawn tennis serving. The subjects were (4) players from the University of Baghdad League. The most important kinematical variables were identified. The researchers concluded that the angle of impact is very important in defining the type of serves and in increasing the player's potential in using the serve for points by varying the places and angles of ball fall and height.

• جامعة بغداد– كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

• جامعة بغداد– كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

• جامعة بغداد– كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

١ –المقدمة:

شهدت السنوات الاخيرة من القرن الماضي والوقت الحاضر تطور مشهود و كبيراً في المجال الرياضي، اذ تطورت الالعاب الجماعية والفردية تطوراً متصاعداً في كافة الجوانب والاساليب التدريبية والتعليمية، مما ادى الى تحقيق افضل المستويات والنتائج في المسابقات الرياضية العالمية والاولمبية.

تطورت لعبة التنس الارضي من خلال الجهود القيمة التي بذلها المختصون مستعينين بالعلوم الرياضية التي كانت على قدر عال من المساندة العلمية لمدربي اللعبة، شملت المتغيرات البايوميكانيكية بشقيها الكينماتيكية والكينتيكية (المسافة والزمن والسرعة الخطية والزاوية والتعجيل والقوة والزخم وزوايا الجسم المختلفة...)، واخذ القيم الامثل منها وتطبيقها ميدانياً على مهارات اللعبة المختلفة للإفادة منها في تحقيق اداء مناسب من حيث القوة والسرعة والدقة.

الارسال في التنس من المهارات الهجومية المهمة التي يمكن من خلاله الحصول على نقطة مباشرة بدون بذل مجهود كبير وبالتالي الفوز بالشوط، فصاحب الارسالات التي تتميز بالقوة والسرعة والدقة تكون فرص الفوز بالمباراة لديه كبيرة. وان تقدم مستوى اي لاعب ومدى نجاحه يعتمد الى حد كبير على درجة اتقان المهارات ويمكن تحقيق ذلك من خلال التطبيق الصحيح للشروط الميكانيكية للأداء.

ومن هنا تبرز اهمية البحث كون اللاعب الذي يقوم باتخاذ الاوضاع والزوايا الملائمة في اداء الارسال ومن ثم بذل القوة والسرعة المطلوبتان في اللحظة الزمنية المناسبة على الكرة لتوجيهها الى المكان المناسب والاصعب على الخصم، ومن ثم الحصول على فرصة للتفوق من خلال حصوله على النقطة او وضعه في موقف اللاعب المهاجم.

اما مشكلة البحث: تكمن مشكلة البحث بالإجابة عن الاسئلة التالية:

- هل ان لزاوية التصادم المضرب مع الكرة علاقة بالمتغيرات الكينماتيكية لجسم اللاعب.
- هل ان زاوية التصادم مع المضرب علاقة مع ارتفاعها بعد الارتداد .
- هل ان لزاوية التصادم المضرب مع الكرة علاقة بزاوية سقوط او تصادم الكرة مع الارض
- هل ان التعرف على القيمة البيوميكانيكية يعطي معلومة عن مدى تطبيق اللاعب للأداء الصحيح.

فيما اهداف البحث:

- التعرف على قيم بعض المتغيرات البيوميكانيكية لأداء مهارة الارسال (المستقيم والقاطع الواطئ والقاطع العالي)
- التعرف على علاقة زاوية تصادم الكرة مع المضرب ببعض المتغيرات الكينماتيكية لأداء مهارة الارسال (المستقيم والقاطع الواطئ والقاطع العالي)

فرض البحث :

-هناك علاقة ذات دلالة احصائية بين زاوية التصادم المضرب بالكرة و بعض المتغيرات الكينماتيكية مهارة الارسال (المستقيم والقاطع الواطئ والقاطع العالي)

مجالات البحث:

المجال البشري: لاعبوا منتخب جامعة بغداد للعام ٢٠١٤-٢٠١٥.

المجال الزماني: ٢٠١٥/٢/٢٢-٢٠١٥/٣/١٥.

المجال المكاني: ملاعب التنس المفتوحة/ جامعة بغداد/ كلية التربية البدنية وعلوم الرياضية.

٢. منهج البحث وإجراءاته الميدانية:

٢-١ منهج البحث: استخدم الباحثون المنهج الوصفي الدراسة التحليلية لكونه انسب المناهج التي تحققت اهداف البحث.

٢-٢ عينة البحث: اشتملت عينة البحث على لاعبين منتخب جامعة بغداد للتنس والذين خاضوا البطولة الاخيرة المقامة في جامعة بغداد/كلية التربية الرياضية للعام (٢٠١٥)، والبالغ عددهم (٤) لاعبين

جدول (١)

يوضح وصف العينة

اسم اللاعب	الطول/سم	الكتلة/كغم	العمر/سنة	العمر التدريبي/سنة
بهاء الدين علي	١٨٥	٨١,٥٠٠	٢٥	٤
معاذ عبد الكريم	١٧٦	٧٣	٢٣	٧
علي طارق	١٨٢	٧٩	٢٥	٩
حسنين عبيد دخيل	١٧٩	٧١	٢٣	٣

٢-٣ وسائل جمع المعلومات: (المصادر العربية والاجنبية، المقابلات الشخصية، شبكة الانترنت، استمارة الاستبيان المعلومات).

٢-٤ ادوات البحث:

- كاميرات تصوير فديوي عدد (٣) نوع (Casio) صنع الصين.
- حامل كاميرات عدد (٣).
- مقياس الرسم.
- مضارب عدد (٤) والنوع حسب استخدام اللاعب.
- كرات تنس عدد (٤) سيت.

٣-٥ المتغيرات قيد الدراسة: (زاوية تصادم الكرة بالمضرب، زاوية الرسغ، زاوية الكتف، زاوية ميل الجذع، زاوية المرفق، زاوية الركبة، ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة الضرب، المسافة بين القدمين، ارتفاع نقطة الانطلاق، زاوية الانطلاق، سرعة الانطلاق، زاوية التصادم للكرة مع الارض، الزخم الخطي للكرة، زاوية ارتداد الكرة، اعلى ارتفاع للكرة بعد ارتدادها من الارض).

٣-٦ **طريقة استخراج المتغيرات:** اذ قام الباحثون باستخراج المتغيرات الكينماتيكية الخاصة بجسم اللاعب والمضرب من خلال استخدام برنامج التحليل (كينوفا) بعد ان صورت العينة بالكاميرات السريعة فقد تمت معالجة الافلام المصورة فيها عن طريق تطبيق (Kinovea) وهو تطبيق خاص بالتحليل الحركي مجاني التحميل وفيه امكانيات عالية تساعد المستخدم من استخراج الزمن والمسافة والزوايا بشكل سهل فضلاً عن متغير السرعة الخطية او المحيطية عن طريق تقنية (Track Path)، وقام الباحثون باستخراج المتغيرات الخاصة بالكرة من برنامج (Kinovea) عن طريق المقاطع الفيديوية المسجلة بواسطة الكاميرات السريعة، إذ تم الاستعانة بكامرات تصوير سريعة عدد (3) وضعت الكامرة الاولى عامودية على مكان الاداء وعلى بعد (٤,١١) متر وعلى ارتفاع (٢,٣ متر) لاستخراج المتغيرات الخاصة بجسم اللاعب والكرة والمضرب، اما الكامرة الثانية فقد وضعت على امتداد عامود حامل الشبكة وعلى بعد (٣ متر) لتتبع مسار الكرة، اما الكامرة الثالثة فقد وضعت عمودية على منطقة خط الارسال في الجهة المقابلة لمكان الاداء وعلى بعد (٥٩ سم) وبارتفاع (٤٣ سم) لاستخراج المتغيرات الخاصة بالكرة قبل وبعد التصادم والارتداد.

٢-٧ **التجربة الاستطلاعية:** لقد قام الباحثون بأجراء التجربة الاستطلاعية يوم الخميس المصادف ٢٠١٥/٢/٢٢ لغرض معرفة عدد الكاميرات المستخدمة وسرعة الكامرة المستخدمة وكفاية فريق العمل المساعد والوقت اللازم لأجراء التجربة الميدانية .

٢-٨ **التجربة الميدانية:** لغرض استخراج متغيرات البحث الكينماتيكية قام الباحثون بتصوير عينة البحث يوم الخميس المصادف ٢٠١٥/٣/٤ في تمام الساعة التاسعة والنصف صباحاً وعلى ملاعب التنس المفتوحة لكلية التربية الرياضية إذ تم اجراء بطولة مصغرة بين اللاعبين للوصول الى الاداء الحقيقي والافضل من اللاعب، بغية التوصل الى النتائج تحليل المتغيرات البيوميكانيكية بشكل دقيق وتحويل الافلام من صور حركية الى قيم رقمية للمتغيرات عن طريق التحليل الحركي تم التصوير بكاميرات تتميز بمواصفات عالية السرعة (٢٤٠ ص/ثا)، تم تحويل الافلام المصورة الى حاسبة وثم التحليل البايوميكانيكي باستخدام برنامج (كينوفا) .

١-زاوية تصادم الكرة بالمضرب: هي الزاوية المحصورة ما بين خط المضرب (مع الفريم) مع الخط العمودي النازل والمار بمركز ثقل المضرب .

٢-زاوية مفصل الرسغ: هي الزاوية المحصورة بين خط راحة اليد وعظم الساعد.

٣-زاوية مفصل الكتف: هي الزاوية المحصورة بين خط الكتف وخط الجذع.

٤-زاوية ميل الجذع: وهي زاوية المحصورة بين الخط التنازل من مركز ثقل الجسم الى الكتف.

٥-زاوية مفصل المرفق: هي الزاوية المحصورة بين عظم العضد والساعد.

٦-زاوية مفصل الركبة: هي الزاوية المحصورة بين عضم الفخذ والساق.

٧-ارتفاع مركز الثقل للجسم: وهي المسافة المحصورة بين مركز ثقل الجسم الى الارض .

٨-ارتفاع نقطة الانطلاق: وهي المسافة العمودية المحصورة بين الارض ونقطة اتصال الضرب مع الكرة لحظة الضرب .

٩-زاوية انطلاق الكرة : هي الزاوية المحصورة بين الخط الافقي ومسار مركز الثقل لحظة الضرب

١٠-سرعة انطلاق الكرة : هي النسبة بين المسافة التي تقطعها الكرة الى زمن المستغرق .

١١-الزخم الخطي للكرة بعد التصادم مع المضرب: هي حاصل ضرب كتلة الكرة في سرعتها بعد الضرب، (كتلة الكرة = غم ٥٩,٤).

١٢-زاوية التصادم مع الارض: هي الزاوية المحصورة ما بين خط مركز الكرة الى لحظة التصادم مع الارض مع الخط الافقي.

١٣-زاوية ارتداد الكرة بعد تصادمها من ارض: هي الزاوية المحصورة بين خط الافقي وخط مسار مركز ثقل الكرة بعد التصادم .

١٤-اعلى ارتفاع تصله الكرة بعد ارتدادها من الارض: وهي المسافة المحصورة ما بين اعلى ارتفاع للكرة الى الارض .

٣-٨ الوسائل الاحصائية: استخدام الباحثون برنامج (spss) الاحصائي لمعالجة البيان توقد استخراج من البرنامج المعالجات التالية: (الوسط الحسابي، الانحراف المعياري، معامل الارتباط).

٣-١ عرض وتحليل النتائج ومناقشتها:

٣-١-١ عرض نتائج الوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة معامل الارتباط (ر) لبعض المتغيرات الكينماتيكية لأداء مهارة الارسال:

جدول (٢)

يوضح قيم الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (ر) للمتغيرات الكينماتيكية قيد الدراسة الخاصة بأداء مهارة الارسال (المستقيم والقاطع الواطئ والقاطع العالي)

ت	المتغيرات الكينماتيكية	المستقيم		القاطع الواطئ		القاطع العالي	
		سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع
١	زاوية المضرب/د	٩٠	١,٠٢	٦٧	١,٥٧	٥٣	٠,٩٧
٢	زاوية الرسغ /د	١٣٦	١,٨٨	١١٠	١,٣٤	١٥٦	٢,٣٩
٣	زاوية الكتف /د	١٦٧	٠,٧٨	١٢٢	٣,٧١	١٨٣	٣,٥٤
٤	زاوية ميل الجذع/د	٣٢	٠,٩٩	٣٥	٠,٦٧	٣١	٠,٦٧
٥	زاوية المرفق /د	١٧٣	١١,٠٣	١٧٧	١١,٥٦	١٧١	١٠,٨٧
٦	زاوية الركبة /د	١٧٨	٤,٠٩	١٦٨	٢,٤٢	١٧٧	٠,٧٨
٧	ارتفاع مركز ثقل الجسم /سم	١٢٩	٤,٩٠	١١٠	٠,٠٩	١٢٠	١,٦٧
٨	ارتفاع نقطة الانطلاق /سم	٢٥٦	١٦,٠٩	٢٢٩	١٢,١٠	٢٤٣	١١,٠٥
٩	زاوية انطلاق الكرة /د	-١	٠,٠٢	-٤	٠,١٩	-٢	٠,١١
١٠	سرعة انطلاق الكرة م/ثا	١٣	٠,٧٠	١١	٠,٠٩	١٢	٠,٠١
١١	الزخم الخطي للكرة بعد الضرب غم /م/ثا	٧٦٧	١١,٨٩	٦٤٩	١٢,٨٧	٧٠٨	١٠,٠٩
١٢	زاوية التصادم مع الارض /د	١٨	٠,٠٢	٢٠	٠,٠٧	١٩	٠,٠٩
١٣	زاوية ارتداد الكرة بعد تصادمها ./د	٢٢	٠,١٨	٢٤	٠,٠١	٢٠	٠,٠١
١٤	اعلى ارتفاع تصله الكرة بعد ارتدادها	١٥٢	٠,١٢	١٠٢	١,٠٩	١٢١	٠,١٧

(د/درجة، ثا/ثانية، م/متر)، المتغير من ١ الى ٧ تم قيسها لحظة الضرب .

يوضح الجدول (٢) قيمة الوسط الحسابي للمتغيرات قيد الدراسة وعلى التوالي لمهارة الارسال المستقيم كما في الجدول (٩٠، ١٣٦، ١٦٧، ٣٢، ١٧٣، ١، ٧٨، ١٢٩، ٢٦، ٢٥٦، -١، ١٣، ٧٦٧، ١٨، ٢٢، ١٥٢) وكانت قيمة الانحراف المعياري (١,٠٢، ١,٨٨، ٠,٧٨، ١٠، ٠,٩٩، ١١,٣٣، ٤,٠٩، ٤,٩٠، ٠,١٩، ١٦,٠٩، ٠,٠٢).

ويوضح الجدول (٢) قيمة الوسط الحسابي للمتغيرات قيد الدراسة وعلى التوالي لمهارة الارسال القاطع الواطئ كما في الجدول (٩٠، ١٣٦، ١٦٧، ٣٢، ١٧٣، ١، ٧٨، ١٢٩، ٢٦، ٢٥٦، -١، ١٣، ٧٦٧، ١٨، ٢٢، ١٥٢) وكانت قيمة الانحراف المعياري (١,٠٢، ١,٨٨، ٠,٧٨، ١٠، ٠,٩٩، ١١,٣٣، ٤,٠٩، ٤,٩٠، ٠,١٩، ١٦,٠٩، ٠,٠٢).

ويوضح الجدول (٢) قيمة الوسط الحسابي للمتغيرات قيد الدراسة وعلى التوالي لمهارة الارسال القاطع العالي كما في الجدول (٩٠، ١٣٦، ١٦٧، ٣٢، ١٧٣، ١، ٧٨، ١٢٩، ٢٦، ٢٥٦،-١، ١٣، ٧٦٧ , ١٨، ٢٢، ١٥٢) وكانت قيمة الانحراف المعياري (١,٠٢، ١,٨٨، ٠,٧٨، ١٠، ٠,٩٩، ١١,٣٣، ٤,٠٩، ٤,٩٠، ٠,١٩، ١٦,٠٩، ٠,٠٢)

٤-١-٢ عرض نتائج قيمة معامل الارتباط (ر) المحتسبة لزاوية التصادم مع المضرب وبعض المتغيرات البايوكينماتيكية:

جدول (٣)

يوضح قيمة معامل الارتباط (ر) بين زاوية تصادم المضرب بالكرة و بعض المتغيرات الكينماتكية

ت	المتغيرات الكينماتيكية	المستقيم		القاطع الواطئ		القاطع العالي	
		قيمة (r)	Sig	قيمة (r)	sig	قيمة (r)	Sig
١	زاوية الرسغ /د	٠,٩٩٥	٠,٠٠	٠,٩٧٠	٠,٠٠	٠,٨٧١	٠,٠١
٢	زاوية الكتف /د	٠,٩٣٦	٠,٠٠	٠,٨٧٢	٠,٠٣	٠,٨٧٦	٠,٠٢
٣	زاوية ميل الجذع/د	٠,٩٨٩	٠,٠٠	٠,٨٩٠	٠,٠٠	٠,٨٩٠	٠,٠١
٤	زاوية المرفق /د	٠,٨٧٧	٠,٠١	٠,٩٢١	٠,٠١	٠,٨٧٦	٠,٠٣
٥	زاوية الركبة /د	٠,٦١٢	٠,٢٠	٠,٥٠١	٠,١٢	٠,٨٨٨	٠,٠١
٦	ارتفاع مركز ثقل الجسم لحضة الضرب/م	٠,٩٨٨	٠,٠٠	٠,٨٩٦	٠,٠٠	٠,٨٧٤	٠,٠٢
٧	ارتفاع نقطة الانطلاق /م	٠,٩١٠	٠,٠٢	٠,٩٩١	٠,٠٠	٠,٨٧٩	٠,٠١
٨	زاوية انطلاق الكرة /د	٠,٨٩٩	٠,٠٢	٠,٨١١	٠,٠٦	٠,٩٩٦	٠,٠٠
٩	سرعة انطلاق الكرة م/ثا	٠,٩٢١	٠,٠٠	٠,٨٧٧	٠,٠٢	٠,٩١٢	٠,٠٠
١٠	الزخم الخطي للكرة بعد الضرب غم/م/ثا	٠,٩٠١	٠,٠٠	٠,٩٨٧	٠,٠٠	٠,٩٧٧	٠,٠٠
١١	زاوية التصادم مع الارض /د	٠,٩٣٣	٠,٠٠	٠,٩٠١	٠,٠٠	٠,٨١٧	٠,٠٣
١٢	زاوية ارتداد الكرة بعد تصادمها ./د	٠,٨٧٩	٠,٠٤	٠,٧١١	٠,٢٨	٠,٦٠١	٠,١٢
١٣	اعلى ارتفاع تصله الكرة بعد ارتدادها	٠,٧٣٢	٠,٠٦	٠,٦٥٠	٠,٢٦	٠,٨٥٥	٠,٠١

يوضح الجدول اعلاه قيم معامل الارتباط (ر) بين المتغيرات البايوكينماتيكية من جهة ومتغير زاوية التصادم الكرة مع المضرب من جهة اخرى، إذ سجلت قيم معامل ارتباط بين المتغيرات كما في الجدول وعلى التوالي (٠,٩٩٥, ٠,٩٣٦, ٠,٨٧١, ٠,٩٨٩, ٠,٨٩٩, ٠,٨٧٤, ٠,٩١٠, ٠,٨٧٩) وهي معنوية تحت مستوى خطأ (٠,٠٥)، اما العلاقة بين متغير زاوية التصادم ومتغير (زاوية الركبة ومتغير اعلى ارتفاع للكرة بعد ارتدادها) فقد كانت قيمة (r) اعلى من (٠,٠٥) مما يدل على ان العلاقة غير معنوية، كما سجلت قيم معامل ارتباط بين زاوية التصادم وبقية المتغيرات لمهارة الارسال القاطع الواطئ كما في الجدول وعلى التوالي (٠,٩٧٠، ٠,٨٧٢، ٨٩٠، ٠,٨٩٦، ٠,٩٩١، ٠,٨١١، ٠,٨٧٧، ٠,٩٠١) وهي

معنوية تحت مستوى خطأ (٠,٠٥)، كما سجلت قيم معامل ارتباط بين متغير زاوية الركبة ومتغير اعلى ارتفاع للكرة بعد ارتدادها ومتغير زاوية الارتداد) وهي غير معنوية تحت مستوى خطأ (٠,٠٥) اما خطأ (٠,٠٥)، كما سجلت قيم معامل ارتباط بين متغير زاوية التصادم مع بقية المتغيرات لمهارة الارسال القاطع العالي كما في الجدول وعلى التوالي (٠,٨٧١، ٠,٨٧٦، ٠,٨٩٠، ٠,٨٧٠، ٠,٨٨٨، ٠,٨٧٤، ٠,٨٧٩، ٠,٨٩٧، ٠,٩٩٦، ٠,٩١٢، ٠,٩٧٧، ٠,٨١٧، ٨,٥٥) وهي معنوية تحت مستوى خطأ (٠,٠٥) اما العلاقة بين زاوية التصادم ومتغير اعلى ارتفاع للكرة بعد ارتدادها كانت (٠,٧١١) غير معنوية تحت مستوى خطأ (٠,٠٥)

٤-٢ مناقشة نتائج البحث .

اظهرت نتائج البحث معنوية الارتباط بين زاوية التصادم الكرة مع المضرب ببعض المتغيرات الكينماتيكية لأداء مهارة كل من ضربة الارسال (المستقيم والقاطع الواطئ والقاطع العالي) لعينة البحث، ويعزو الباحثون علاقات الارتباط المعنوية بين المتغيرات البيوكينماتيكية وزاوية التصادم التي تعد من شروط الاداء الصحيح والذي يؤدي باللاعب الى الحصول على النقطة وبالتالي الفوز بالمباراة .

إذ اظهرت نتائج الجدول (٣) علاقات ارتباط عديدة منها مع زاوية الرسغ حيث يعد من العلاقات اللارتباطية المهمة لان حركة المضرب النهاية تكون نتيجة لحركة رسغ اللاعب ففي الارسال المستقيم يوضح الجول (٢) ان قيمة الزاوية كانت كبيرة في الارسال المستقيم وذلك لان تكنيك الارسال لا يتطلب دوران المضرب باتجاه عقارب الساعة كما هو الحال عند اداء تكنيك الارسال القاطع الواطئ والارسال القاطع العالي اذ يتطلب دوران في مفصل الرسغ وتقلقل زاوية الرسغ لحظة الضرب لما تتطلبة الحركة من دوران للمضرب عند ملاقاة الكرة (١١: ٩٥-٨٩).

وتعد مهارة الارسال من المهارات التي تؤدى بسلسلة واحدة بانتقال القوة المنتجة من تسليط وزن جسم اللاعب على الارض وثني الركبتين ومدهما وكنتيجة رد فعل من الارض إذ ان لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار ومعاكس له بالاتجاه يق سلسلة المفاصل المتمثلة بزاوية الكبة وزاوية الميل وزاوية المرفق وزاوية الكتف وكذلك مد المفاصل لحظة الضرب اعطى قيمة عالة لمتغير السرعة من خلال زيادة قيمة نصف القطر، فضلا عن زيادة القوة المنتقلة من اجزاء الجسم الى الكرة بعد التصادم نتيجة ما تمتلكه اجزاء الجسم من كمية حركة (زخم = س x ك) وما اكتسبه الجسم من قوة ناتجة من دفع الارض وحسب قانون نيوتن الثالث لكل فعل مساوي له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه .(٦: ١١٥)

ان الكرة بكونها جسم مقذوف قد تأثرت بعدة عوامل منها زاوية الانطلاق وكون الارسال من المهارات التي تكون زاوية الانطلاق اعلى من زاوية الهبوط لذلك يتطلب زاوية انطلاق قليلة وكما مبينة في الجدول وقد كانت تحت الخط الافقي الموازي للأرض لضمان ان تكون محاولة الارسال ناجحة ومؤثرة " ان الافضل في مسار كرة التنس هو كلما قل ارتفاعها "(٢٤: ١٧٥)، فضلا عن سرعة الانطلاق كانت عالية في الارسالات الثلاثة حيث ان لكل مهارة هدف ميكانيكي وهدف الارسال تحقيق

اعلى سرعة للكرة وبدقة وكذلك الحال بالنسبة لزخم الكرة مع ثبات كتلتها كلما زادت سرعة الكرة زادت كمية الحركة التي تمتلكها الكرة او الزخم الخطي لها(١٤: ١٧٦).

كما ان التوقيت الجيد بين حركة مفاصل الجسم لزيادة وتحسين مستوى اداء المهارة وذلك لان اجزاء الجسم تعمل كسلسلة تترابط اجزائها مع بعضها البعض وان القوة المتولدة من احد اجزاء السلسلة الى الجزء الاخر يعتمد الى حد كبير على التوقيت الجيد والسليم لأجزاء الجسم الاخرى(١٠: ١٤٢)، ما متغير زاوية الانطلاق فهي " الزاوية المحصورة بين الخط الافق الموازي للأرض والخط الذي يرسمه مسار الكرة " (٤: ١٤٤)، فسقوط الكرة في ساحة الخصم بشكل منخفض عن الارض بعد ارتدادها مما يصعب على المنافس صدها، فكلما كانت الكرة منخفضة بعد الارتداد كلما صعب على المنافس ارجاعها (١: ٣٦)، فاذا تطلبت المهارة ضرورة وصول الجسم المقذوف (الكرة) الى الهدف بسرعة عالية فان اللاعب يقلل المركبة الراسية لسرعة المقذوف وبالتالي تقليل زاوية انطلاق الكرة فتزداد المركبة الافقية بشكل ملحوظ لتصل الكرة الى هدفها بسرعة (١١ : ٢٠)، إذ ان استغلال المتغيرات الميكانيكية بتوافق وانسيابية عالية يؤثر على زاوية وسرعة انطلاق الجسم المقذوف (٥: ٣٠٩)، ونتيجة للسرعة العالية لكرة في الارسال المستقيم وكما موضح بالجدول (٢) كانت زاوية التصادم مع الارض قليلة ويرى الباحثون ان هذه الزاوية حققت علاقة ارتباط عالية مع زاوية تصادم الكرة بالمضرب إذ ان دوران الكرة حول نفسها يعتمد على زاوية التقائها بالمضرب فكلما قلت الزاوية اي كان الشكل المضرب لحضه الضرب مائل مع الخط الافقي الموازي للأرض مما يعطي للكرة دوران زاوي عالي وهذا ما يميز الانواع الثلاثة من الارسالات (١٣: ٤٩٠)، واخيرا يرى الباحثون ان المتغيرات البايوكينماتيكية مترابطة تمثل اداء مهارة الضربة الخلفية بشكل جيد تمكن اللاعب من الحصول على النقطة وبالتالي الفوز بالمباراة لذلك كانت اغلب العلاقات معنوية بين المتغيرات قيد الدراسة .

٥- الاستنتاجات والتوصيات

٥-١ الاستنتاجات .

-ان التعرف على قيم المتغيرات البيوميكانيكية للمهارات يعطي صورة واضحة عن مستوى اللاعب ونقاط القوة والضعف في اداءه .

-ان لزاوية التصادم للكرة مع المضرب اهمية كبيرة في تحديد نوع الارسال وزيادة امكانية الاعب في استخدام الارسال للحصول على نقطة من خلال التنويع في اماكن وزوايا سقوط الكرة وارتفاعها .

-ان الربط الصحيح للسلة الحركية بانتقال القوة بين اجزاء الجسم اهمية في زيادة سرعة الارسال وتوجيهه من خلال زاوية التصادم .

٥-٢ التوصيات .

-ضرورة تعريف اللاعبين بالشروط الميكانيكية لكل نوع من انواع الارسال .

-ضرورة التأكيد على المدربين في تحديد زاوية التقاء المضرب بالكرة لأنه يؤثر ويتأثر ببقية المتغيرات الخاصة بجسم اللاعب والكرة .

-ضرورة العمل على استخدام الاجهزة الحديثة لعمل بحوث مشابهة

-ضرورة اجراء دراسات مشابهة على انواع المهارات الاخرى .

المصادر العربية والاجنبية

١-ايلين وديع فرج التنس؛ (تعليم -تدريب تقييم -تحكيم)، ط٢، الاسكندرية، دار المعارف، سنة ٢٠٠٧ .

٢-حلمي حسين؛ اللياقة البدنية، قطر دار المتنبي للنشر والتوزيع، ١٩٨٥ .

٣-سمير مسلط؛ البايوميكانيك الرياضي، ط١، دار الجامعية للطباعة، جامعة بغداد، ١٩٨٨ .

٤-صريح عبد الكريم ووهبي علوان؛ البيوميكانيك الحيوي الرياضي. ط١. الغدير للنشر، لبنان، ٢٠١٢.

٥-طلحة حسام الدين؛ الميكانيكا الحيوية، الاسس النظرية والتطبيقية، ط١، القاهرة، دار الفكر العربي، ١٩٩٣ .

٦-قاسم حسن حسين؛ موسوعة الميدان والمضمار، جري، موانع، حواجز، قفز، وثب،ط١، عمان، دار الفكر العربي، ١٩٩٨.

٧-علي سلوم جواد الحكيم؛ البايوميكانيك الاسس النظرية والتطبيقية في مجال الرياضي، ط١، دار الجامعية للطباعة، بغداد،٢٠٠٧.

٨-وجيه محجوب واخرون؛ نظريات التعلم والتطور الحركي، بغداد، مطبعة وزارة التربية، ٢٠٠٠ .

٩-محمد صبحي حسانين؛ التقويم والقياس في التربية الرياضية، ط١، القاهرة، دار الفكر العربي، ١٩٧٩.

10-American sport education program .Coaching Tennis – technical and tactical skills 2009 ,

11-Joey Rive.Sccott c.Williams: Tennis .Skilis & Drilis Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.2011.

12-Joseph Dixon,Swimming coaching,First published,British Library, 1996.

١3-Opavsky and other.Tennis advanci . London .E.And Fnspon .press . 1988.

١٤-Susan . Hall. Basic Biomechanics.second edition.Louis,1989,