علاقة مؤشرات التحليل الدينموغرافي لحركة الرجلين ببعض المتغيرات الكينماتيكية ثلاثية الابعاد لاداء الارسال المستقيم بوضع القدمين المواجه للاعبي اقليم كوردستان المتقدمين في التنس

أ.د. أحمد توفيق الجنابي
كلية التربية الرياضية
جامعة صلاح الدين/ اربيل

م.م. جنان شاكر عامر
معهد التربية الرياضية/ اربيل

الملخص العربي:

ان علم البيوميكانيك ساعد الباحثين في اكتشاف كثير من الاداءات الفنية الحديثة ودراستها، وفي الوقت الحاضر أصبح هذا العلم من أهم العلوم في التربية البدنية والرياضية لأستعمالاته الواسعة في مختلف المجالات بل اصبح العلم الجوهري لكل العمليات التعليمية والتدريبية ولا يمكن الاستغناء عنه وعلى اساسه يجري تفسير مجريات تلك العمليات كافة.كما ان تطور التحليل الحركي و ذلك لتطور الاجهزة التقنية الحديثة قد لعب دور كبير في تغيير شكل الاداء الرياضي والارتقاء به الى افضل المستويات اذ ان دراسة الحركة الرياضية بشكل علمي يستوجب علينا معرفة القوانين والعوامل البايوميكانيكية ومتغيراتها المختلفة والتي تؤثر في الاداء الحركي للالعاب الرياضية بطريقة تحليلية لغرض رفع الانجاز الرياضي و تطويره نحو الافضل .

وتتلخص فكرة البحث في استخدام الأجهزة المتطورة والتي تكشف عن الأخطاء وتعطي المتغيرات قيمها بشكل أكثر دقة في تحليل الأداء الفني لمهارة الإرسال للاعبي التنس المتقدمين في إقليم كوردستان، ومعرفة قيم المتغيرات البيوميكانيكية لبعض المراحل الفنية لهم وتشخيص مناطق القوة والضعف لهم، وهذا البحث سيوفر للاعبين والمدربين قاعدة عريضة من البيانات يستطيعون من خلالها العمل على رفع مستوى الإنجاز عن طريق تصحيح الأخطاء خلال مراحل الأداء ومن ثم الوصول الى أفضل انجاز.

ويهدف البحث الى :

التعرف على علاقة الارتباط بين المتغيرات الدينموغرافية (الكينتيكية) والمتغيرات الكينماتيكية لاداء مهارة الارسال المستقيم في لعبة التنس.

Relationship analysis indicators for the movement of men Dinmograve some variables kinmetec three-dimensional transmission performance rectal put the feet of the players facing the Kurdistan Region of applicants in tennis

The science of biomechanics help researchers to discover many of the modern artistic renderings and study them and at the present time has

become the flag of the most important science in physical education and sports uses extensive experience in various fields, but has become essential knowledge for all educational processes and training and irreplaceable and the Kan is being interpreted the course of all these processes.

Also, the evolution of kinetic analysis and to the development of modern technical devices a significant role in changing the shape of the sports performance and elevate it to the best levels may play as the study of the sports movement in a scientific manner requires us to know the laws and factors biomechanics different variables which affect the performance motor sports games analytical manner for the purpose of raising the sporting achievement and development for the better.

The main idea of research in the use of advanced devices that detect errors and give the variables values more accurately in the technical performance analysis of skill transmission of tennis players applicants in the Kurdistan Region, to find out biomechanics variables to some technical stages them and diagnose the strengths ang weaknesses areas have valuss , and this research will provide the players and coaches a broad data base through which they can work to raise the level of achievement by correcting errors during the performance stages and then access to better achievement.

The research aims at:

To identify the relationship between demographic variables (Kinetics) and Kinematics variables to perform the skill transmission in a game of tennis.

١- التعريف بالبحث :

١-١ المقدمة و أهمية البحث :

إن تطور **التحليل الحركي** وذلك لتطور الاجهزة التقنية الحديثة قد لعب دوراً كبيراً في تغيير شكل الاداء الرياضي والارتقاء به الى أفضل المستويات إذ إن دراسة الحركة الرياضية بشكل علمي يستوجب علينا معرفة القوانين والأسس البيوميكانيكية و متغيراتها المختلفة و التي تؤثر في الاداء الحركي للالعاب الرياضية بطريقة تحليلية لغرض رفع الانجاز الرياضي وتطويره نحو الافضل " اذ يعد التحليل الحركي من أكثر الموازين صدقاً في التقويم والتوجيه، كونه من المرتكزات الأساسية لتقويم مستوى الأداء "[١].

يعد جهاز **ماسح القدم (Foot Scan)** من احدث الاجهزة المستخدمة حالياً في التحليل الحركي ويتم من خلاله الحصول على قيم ذات دقة عالية للمتغيرات الكينتيكية إذ انه يقوم بأجراء مسح كامل للقدم ويقسمها الى (١٠) مناطق ويعطي قيم القوة والضغط والزمن لكل منطقة من هذه المناطق، اما **منظومة التحليل ثلاثية**

---

[١] وجيه محجوب و نزار الطالب ؛ التحليل الحركي: (بغداد ، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٨١) ص١٠.

الابعاد فتعد من احدث تقنيات التحليل المتوفرة حالياً حيث يمكن من خلالها ان نرى الحركة من اي زاوية نريد وفيها يتم توضيح حركة الجسم الحقيقية ثلاثية الابعاد بشكل واضح ومثالي ومن خلالها نستطيع الحصول على قيم عالية الدقة للمتغيرات الكينماتيكية وبصورة مباشرة بعد الأداء.

وتعد **مهارة الإرسال المستقيم** من المهارات الأساسية المعقدة في لعبة التنس وذلك لأن أداءها يتطلب قوة وسرعة عاليتين خلال فترة زمنية قصيرة جداً لتحقيق نتيجة جيدة، وهي من أهم المهارات الهجومية التي تمكن اللاعب من الحصول على أكبرعدد ممكن من النقاط. ومن هنا يكتسب البحث الحالي أهميته اذ انه اعتمد على التحليل الكينماتيكي وباستخدام احدث التقنيات المتطورة حالياً وهما (منظومة التحليل الثلاثية الابعاد) والتي تستخدم لاول مرة في العراق واقليم كوردستان والتحليل الكينتيكي باستخدام (جهاز ماسح القدم) والذي يستخدم لاول مرة في اقليم كوردستان .

١-٢ مشكلة البحث :

من خلال اطلاع الباحثان على العديد من بطولات التنس المحلية والعالمية ومتابعة احداثها وأطلاعهما على الدراسات والبحوث السابقة والتي تناولت موضوع تحليل الأداء الفني لمهارة ضربة الارسال في لعبة التنس في العراق فضلاً عن مواكبتهما للعملية التدريبية وعلى كافة المستويات لاحظا ان هنالك قصور في اداء مهارة ضربة الارسال وعلى الرغم من كل المحاولات المبذولة في تطويرها وذلك لأهميتها في حسم نتائج المباريات اذ وصلت سرعته الى مستوى كان يعد سابقاً ضرباً من الخيال الا ان هذه المهارة مازالت دون المستوى المطلوب. ومن هنا جاءت مشكلة البحث التي تكمن في قلة إهتمام بعض المدربين بربط الجوانب العلمية الخاصة بتطبيق الشروط الميكانيكية للمهارة بالأضافة إلى ماهية العلاقة بين المتغيرات الكينتكية (أي تأثير القوة التي يبذلها الجسم من خلال فعل القدمين) وأثرها في بعض المتغيرات الكينماتيكية، وعليه تبلورت فكرة البحث في استخدام الأجهزة المتطورة (جهاز ماسح القدم ومنظومة التحليل ثلاثية الابعاد) والتي تسهم في كشف الاخطاء وتعطي المتغيرات قيمها بشكل أكثر دقة من خلال تحليل الأداء الفني لمهارة الارسال في التنس للاعبين المتقدمين في إقليم كوردستان ومعرفة قيم المتغيرات البايوميكانيكية لبعض المراحل الفنية لأدائهم وتشخيص مكامن القوة والضعف فيه، إذ ان توفر الأجهزة المتطورة سيؤدي الى اكتشاف حقائق جديدة او ترسيخ وتنظيم حقائق موجودة سابقاً.

١-٣ اهداف البحث :

يهدف البحث الى التعرف على :

١. قيم بعض المتغيرات الدينموغرافية (الكينتيكية) من خلال جهاز ماسح القدم لأداء مهارة ضربة الإرسال المستقيم بوضع القدمين المواجه للاعبي التنس المتقدمين في اقليم كوردستان.
٢. قيم بعض المتغيرات الكينماتيكية من خلال منظومة التحليل ثلاثية الابعاد لاداء مهارة ضربة الإرسال المستقيم بوضع القدمين المواجه للاعبي التنس المتقدمين في اقليم كوردستان.

٣. العلاقة بين قيم بعض المتغيرات الكينتيكية والكينماتيكية لأداء مهارة ضربة الإرسال المستقيم بوضع القدمين المواجه للاعبي التنس المتقدمين في اقليم كوردستان.

١-٥ مجالات البحث:

١-٤-١ المجال البشري: لاعبو منتخب اقليم كوردستان العراق بالتنس (فئة المتقدمين).

١-٤-٢ المجال المكاني: القاعة الداخلية في كلية التربية الرياضية-جامعة صلاح الدين-اربيل.

١-٤-٣ المجال الزماني: للفترة من (٢١ / ٢ / ٢٠١٣) ولغاية (١٢ / ١ / ٢٠١٤).

٢- الدراسات النظرية:

٢-١ أهميته التحليل البيوميكانيكي في المجال الرياضي :

التحليل البيوميكانيكى هو أحد طرق البحث في مجال البيوميكانيك والذي من خلاله يمكن دراسة حركة الأنسان وأجزائها طبقاً لما تحدده أهداف الدراسة و واجباتها فهو يبحث ليس فقط العناصر المكونة للحركة بل دراسة الحركة من بدايتها الى نهايتها كأنها وحدة واحدة متكاملة. وعليه فالتحليل الحركي يساعد جميع العاملين في مجال التربية الرياضية على اختيار الحركات الصحيحة وتحديد الطريقة والاسلوب الجيد والملائم لظروف الأداء لأن التحليل يعطي حقائق ثابتة ومنطقيةوواضحة وأيضاً يساعدنا على ايجاد الاسباب والقوانين والشروط لتطوير الحركات الرياضية بالاضافة الى اكتشاف طرق جديدة للتكنيك الرياضي للوصول الى المستويات العليا لذلك يجب أن يشكل التحليل الحركي عنصراً مهماً ويتم العمل به في سياق عملية التخطيط للبرامج (التدريبيةوالتعليمية) لتكون اكثر فعالية ونجاح. ويشير **(Hall)** إلى أن " التحليل البايوميكانيكي يعد من أهم العلوم التي تهتم بدراسة حركة الكائن الحي على وفق ما تتطلبه هذه الحركة من قوانين ميكانيكية تتناسب وطبيعتها لتمكن من إعطاء تفسيرات علمية واضحة عن الأداء وطبيعته"[١].

٢-٢ جهاز ماسح القدم (Foot Scan):

وهو جهاز معد لاغراض علاجية ورياضية وعلمية والهدف منه هو لمعرفة متغيرات **(القوة والضغط)** التي تسلطها مناطق القدم على المنصة وهو يقوم بمسح مجسم للقدم وينقله الى الجهاز الخاص به على شكل صورة ثلاثية الابعاد، فمن خلال الصورة الرقمية التي نحصل عليها للقدمين يتبين لنا توزيع الوزن على كل قدم ويمكن التعرف على نقاط الضعف فيها وكذلك تحديد اي خلل موجود فيهما وبما ان "الجسم هو سلسلة حركية كبيرة ومترابط بجميع اجزائه ولان القدمين لهما تأثير كبير على جميع الحركات تقريبا لذلك فأن وجود نقاط الضعف او الخلل في القدم ممكن ان يؤثر على مناطق اخرى من الجسم مثل الركبتين والحوض والعمود الفقري فأكثر المصادر تشير الى ان القدمين هما الاساس لكامل الجسم فأذا كان الاساس متزعزعا فأن بقية

(1)Hall I, s. j; Basic Biomechanics , CB. Megraw Hill Co, 5th edition:(Boston , 1995) P.3

اجراء الجسم ستكون متزعزعة وعملها ليس بالمستوى المطلوب"[١]. فجهاز ماسح القدم هو "الطريقة التي ندرس فيها الميكانيكا الحيوية للقدمين ويوفر النظام الديناميكية اذ يقيس توزيع وزن القدم في جميع نقاط الاتصال على طول السطح السفلي للقدم فهو بالاضافة الى القياس يقوم بتحليل الطريقة التي يمشي بها الانسان ويتعرف على المشاكل التي تظهر والتي قد تؤثر على باقي اداء الجسم"[٢].

ان جهاز ماسح القدم موجود على عدة انواع هي (ماسح القدم النصف متري، ماسح القدم النصف متري المائي، ماسح القدم المتري، ماسح القدم المتري ثلاثي الابعاد، ماسح القدم بقياس مترين، ماسح القدم بقياس مترين وثلاثي الابعاد .

شكل (١) يوضح جهاز ماسح القدم (Foot Scan)

- مميزات العمل بجهاز ماسح القدم• :

١. دقة و سرعة عالية في الحصول على البيانات .
٢. ان انظمة ماسح القدم ممكن ان تسجل الى ما يصل لـ (٥٠٠ لقطة / ثا) من البيانات وهذا يسمح بتحليل عميق لتوزيع القوة و الضغط للقدمين.
٣. تستخدم انظمة ماسح القدم اجهزة استشعار صغيرة والتي تسمح بتحليل دقيق لانحرافات القدم.
٤. يوفر معلومات قيمة لتقييم الحالات المرضية و يحتوي جهاز ماسح القدم على برنامج متقدم يسمح بتقييم تلقائي لكل مناطق القدم .
٥. يمكن تخزين كافة التفاصيل والبيانات التي يتم الحصول عليها.
٦. يظهر تحليل القوة والضغط على شكل رسوم البيانية مما يسمح بالتعرف على القوة والضغط للقدمين (لكل قدم على حدة) لكل مرحلة من مراحل الاداء .

٢-٣ منظومة التحليل الثلاثية الأبعاد بالاشعة تحت الحمراء :

تعد منظومة التحليل الثلاثية الأبعاد من احدث الاجهزة المتوفرة حاليا، ان كلمة بعد (**Dimension**) لها معنى خاص في الفيزياء فهي تدل دائما على طبيعة الكميات، والمقصود بالأبعاد الثلاثة هو ان النظريات

---

(1)Bartlett, Roger; Introduction Sport Biomechanics Analysing Hunan Movement Patterns: (2nd Edition, by Routiedge

2Madison Avenue, New York, U.S.A. 2007.

(2)ww.foot scan .com

• تم الحصول على هذه المعلومات من (دليل الاستخدام) المرفق مع الجهاز ومن خلال الاتصال مع الشركة المصنع

الفيزيائية التقليدية تقوم بوصف الفضاء على انه مكون من ثلاث ابعاد يمكن الحركة خلاله بحرية في كافة الاتجاهات، فالمستقيم في ابسط الاشكال يعبر عن بعد واحد، والمستوي يعبر عن بعدين اثنين، والمكعب يعبرعن ثلاثة ابعاد وجسم الانسان يشغل حيز ثلاثي الابعاد[١]. ان منظومة التحليل ثلاثية الابعاد هي عبارة عن نظام ذو تصميم متكامل متكونة من (٣) آلات تصوير(وهناك منظومات قد تصل الات التصوير فيها الى اكثر من ١٠ كاميرات)، وهذه المنظومة تعمل كوحدة متكاملة ومن خلال هذه التقنية الحديثة نستطيع ان نرى الحركات من اي زاوية نريدها (ممكن رؤية الحركة من اليمين او اليسار والامام والخلف وحتى من القمة – الاعلى) وهنا يتم توضيح حركة الجسم الحقيقية ثلاثية الابعاد بشكل واضح ومثالي وهذا العمل يتصف بأعلى درجات الدقة.

شكل (٢) يوضح المنظومة بكاميراتها الثلاثة و اسلاكها و باقي مكوناتها

– مميزات العمل بمنظومة التحليل ثلاثية الابعاد بالاشعة تحت الحمراء* :

١. دقة البيانات التي يتم الحصول عليها وعرض الاداء من اي اتجاه للكشف عن كل تفاصيله و دراستها .
٢. سهولة الحصول على العديد من المتغيرات الخطية والزاوية ومنها التعجيل وبصورة سهلة وسريعة.
٣. يمكن قياس الزوايا الحقيقية لاي جزء من اجزاء الجسم او زوايا الاداة المرافقة لجسم الرياضي او الزوايا المشتركة.
٤. من خلال منظومة التحليل الثلاثي الابعاد يمكن ايجاد السلسلة الحركية التي تعبرعن التمثيل التخطيطي لاجزاء الجسم المختلفة .
٥. تحتاج الى توصيلات كهربائية عديدة فكل كاميرة تحتاج الى نقطتين اضافة الى الاجهزة الاخرى المرافقة والمكملة لعمل المنظومة.

٢-٤ الأرسال المستقيم (Flat serve) : يعد الرسال المستقيم نوعاً من انواع الأرسال التي تتميز بالقوة والسرعة وكثيراً ما يطلق على هذا النوع مصطلح أرسال (المدفع) نظراً لقوته، ومن المحتمل ان يكون هذا النوع خالياً من أي دوران وتكون الكرة الساقطة في ملعب المنافس وكأنها كبسة قوية في المنطقة التي يرغب المرسل

---

(١)ريموند .أ.سيرواي و أخرون الفيزياء للمعلمين و المهندسين (الميكانيكا و الديناميكا الحرارية)) ترجمة محمد محمود عمار و اخرون ، المعهد القومي للقياس و المعايرة : (جامعة المنصورة ، دار المريخ للطباعة و النشر الرياضي ، ٢٠٠٨) ٤٧w.

*تم الحصول على هذه المعلومات من (دليل الاستخدام) المرفق مع الجهاز ومن خلال الاتصال مع الشركة المصنعة .

في توجيه الكرة اليها وعلى هذا الأساس " فأن معظم اللاعبين يستخدمون هذا النوع في الضربة الاولى من الأرسال، وفي هذا النوع يمسك المضرب وكأنه مطرقة"[١].

٣- منهجية البحث وإجراءاته الميدانية:

٣-١ منهج البحث: استخدم الباحثان المنهج الوصفي بإسلوب العلاقات الارتباطية للوصول الى تحقيق اهداف الدراسة الحالية.

٣-٢ مجتمع البحث وعينته : تم اختيار مجتمع البحث بالطريقة العمدية من لاعبي التنس والذين يمثلون منتخب اقليم كوردستان (فئة المتقدمين) والمسجلين في سجلات الاتحاد المركزي والبالغ عددهم (٧ لاعبين)) ولقد تم استبعاد لاعبين اثنين لان احدهما لم يشارك في التجربة الرئيسية بسبب سفره للمشاركة في بطولة دبي المفتوحة بالتنس واللاعب الآخر استبعد لانه شارك في التجربة الاستطلاعية وبذلك اصبحت العينة (٥ لاعبين) فقط، والجدول (١) يبين مواصفات عينة البحث .

الجدول (١) يبين مواصفات عينة البحث

ت	اسم اللاعب	العمر الزمني (السنة)	العمر التدريبي (السنة)	اللاعب (سم)	كتلة اللاعب (كغم)*	المضرب (سم)**	قياس الحذاء	طول الذراع بدون المضرب(سم)	طول الذراع الضاربة مع المضرب(سم)	كتلة المضرب (غم)
1	فارس اياد	23	12	174	80	48	43	79	127	320
2	فواز اياد	20	8	172	70	49	42	77	126	285
3	ئالان زكى	26	10	172	69	52	41	73	125	300
4	بزار اكرم	28	10	174	79	48	42	82	130	285
5	علاء زكي	23	10	173	70	50	41	75	125	320

٣-٣ وسائل جمع المعلومات و الاجهزة المستخدمة :

٣-٣-١ وسائل جمع المعلومات:

١. الملاحظة العلمية التقنية.

٢. شبكة المعلومات الدولية (الانترنت).

٣. المقابلات الشخصية .

٤. فريق العمل المساعد .

٥. البرمجيات والتطبيقات المستخدمة في منظومة التحليل الحركي وماسح القدم.

٣-٣-٢ الأجهزة والادوات المستخدمة في البحث :

١. جهاز (**FOOT SCAN**) المتري وملحقاته، نوع (**RS**) بلجيكي الصنع عدد (١).

٢. منظومة التحليل الثلاثي الابعاد وملحقاته، نوع (**innovation system**) أمريكية الصنع.

---

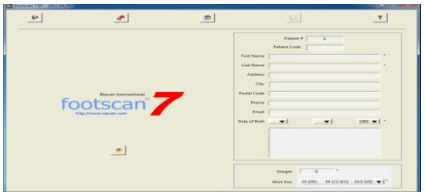
(١)احمد عبدالله شحاتة ؛ التنس الارضي ط١: (الاردن ، مكتبة المجتمع العربي للنشر و التوزيع ، ٢٠١٣) ص١٩٦.

٣. جهاز حاسوب (لاب توب) نوع (**hp**) عدد (١) المانى الصنع .
٤. الة تصوير بسرعة (٢٥ صورة/ثا) نوع (سوني) عدد (١) يابانية الصنع.
٥. ملعب التنس القانوني.
٦. مضارب تنس شخصية عدد (٥).
٧. كرات تنس نوع (**Dunlop Fort**) عدد (٤٦) كرة.
٨. تقسيم كهرباء (سيار) عدد (٦).
٩. ميزان لقياس الوزن.
١٠. فلاش ميموري عدد (٢).

٣-٤ جهاز ماسح القدم المتري البلجيكي (FOOT SCAN) [١]:

الجهاز المستخدم في تجربة هذا البحث هو ماسح القدم المتري ثلاثي الابعاد وهو بلجيكي الصنع من شركة (**RS**)، والجهاز يتكون من منصة ابعادها (**1x40x100**)سم ترتبط بصندوق التزامن وهو موصل بتيار كهربائي ومن الصندوق يخرج سلك ينتهي بجهاز اللابتوب والذي يحتوي على برنامج خاص بالمنصة من خلاله يتم التحكم بتشغيل المنصة والشكل (٣) يبين واجهة التطبيق للبرنامج.

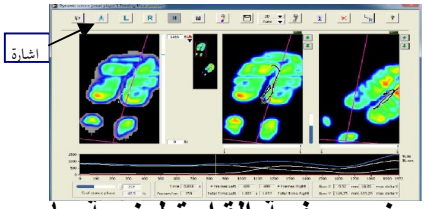
الشكل (٣) يوضح واجهة التطبيق لبرنامج ماسح القدم



ان الجهاز معد لقياس المتغيرات الكينتكية منها القوة والزمن والدفع والضغط لمرة واحدة فقط عند دفع أو ضرب المنصة لان الجهاز يتوقف عن القياس مباشرة بعد مغادرة القدم للمنصة، ومن اجل البدء بتسجيل المحاولات للمختبرين يتم تشغيل البرنامج بعدها الدخول الى صفحة التسجيل إذ يجب اولاً ادخال المعلومات الخاصة بكل واحد منهم وأهمها (الاسم الاول/الاسم الثاني/ المواليد باليوم والشهر والسنة) من خلال الضغط على مفتاح الاضافة (**Add Patient**). بعد ذلك يتم اختبار اللاعبين وحسب تسلسلهم باعطاء محاولة او محاولتين حسب نوع الاختبار أو التجربة من خلال الضغط على (**dynamic**) لتفتح نافذة صغيرة يطلب فيها ادخال كتلة اللاعب وقياس حذائه، وهذه المعلومات يطلبها البرنامج فقط في اول محاولة تسجل للاعب فبعد ذلك وعند تسجيل محاولات اخرى تفتح هذه النافذة ولكن نجد المعلومات موجودة فيها ولانحتاج الى ادخالها مرة ثانية. وفي كل مرة يعطى الموافقة على نافذة الوزن تفتح

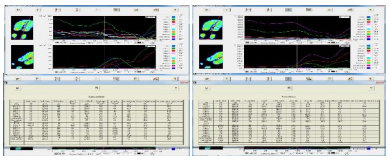
(١)اسر نجاح ؛ محاضرات موثقة لطلبة الدراسات العليا/ الماجستير (بغداد ، كليةالتربيةالرياضية ، ٢٠١١-٢٠١٢)

صفحة جديدة فيها تقسيمات المنصة وقبل اعطاء اشارة البدء للاعب بالاداء يتم الضغط على اشارة التسجيل وهي اعلى الصفحة إذ يبدأ البرنامج بالقراءة بعد خروج القدم من المنصة مباشرة ليعطي المتغيرات المسجلة لهذه المحاولة ولكل قدم بشكل منفصل (قدم يمين– قدم يسار) وكما في الشكل (٤).



الشكل (٤) يوضح صفحة القراءة لمنصة ماسح القدم

بعد ذلك يمكن الانتقال الى باقي الصفحات والتي من خلالها يمكن معرفة المتغيرات الخاصة بكل محاولة مسجلة ولكل قدم إذ تعطي هذه المنضومة تفاصيل القيم لعشرة مناطق في القدم سواء كان للقوة أو للضغط على شكل جداول ومنحنيات وكما مبين في الأشكال ادناه.



الشكل (٥) يوضح صفحات القراءة للقوة و الضغط بالارقام و المنحنيات

٣–٥ منظومة التحليل الحركي ثلاثية الابعاد•:وهي مجموعة من الأجهزة والادوات ترتبط مع بعض لتعطي ناتج واحد هدفه استخراج المتغيرات الكينماتيكية عن طريق برامجيات للحركة المراد تحليلها وهذه الاجهزة عبارة عن عدد من الكاميرات لايقل عن ثلاث كاميرات رقمية تسمى (**balzercamera**) مزودة بجهاز باعث للاشعة تحت الحمراء (**Infrared**)، وترتبط ضمن شبكة رقمية في جهاز حاسوب وعن طريق برنامج (**MaxPRO**) تجمع الافلام المصورة لتجعله فلم واحد ذات مواصفات ثلاثيةالابعاد ومنه يتم استخراج المتغيرات الكينماتيكية الخطية والزاويةعن طريق برنامج (**MaxMATE**) والمنظومة التي تم العمل فيها أمريكية الصنع من شركة (**innovation system**) .

الشكل (٦) يوضح واجهة التطبيق للبرنامجين (MaxPRO& MaxMATE)

و تتكون المنظومة من الاتي :

١. كاميرات رقمية (**balzer camera**) بسرعة ١٢٠ صورة/ثانية عدد (٣).
٢. كارت شبكة مع مجهز قدرة للكاميرا عدد (٣).
٣. باعث الأشعة تحت الحمراء (**Infrared**) عدد (٣).

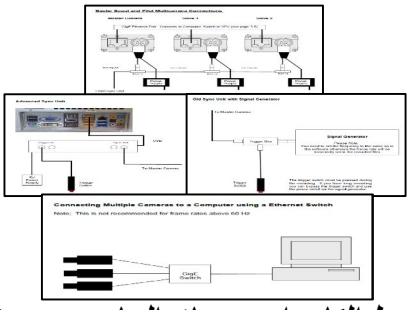
• تم الحصول على هذه المعلومات ار من خلال ترجمة تعليمات المنظومة المرفقة معها) والاتصال المباشر مع الشركة المصنعة عن طريق الانترنيت.

٤. حامل كاميرا عدد (٣).
٥. اسلاك توصيل للشبكة عدد (٣) و اسلاك توصيل لاشارة بدء التسجيل عدد (٣).
٦. جهاز حاسوب بمواصفات خاصة عدد (١) يحتوي كارت شبكة عدد (٤).
٧. برنامج (**MaxPRO**) مع مفتاح التشغيل (**dongle – ISI USB**) عدد (١).
٨. صندوق التحكم بأشارة البدء للكاميرات عدد (١) مع مقبض التشغيل عدد (١).
٩. مقياس الرسم حرف (L) مع عصا التعيير حرف (T).
١٠. كرات فسفورية لتحديد مفاصل الجسم عدد (١٠).
١١. لوحة شبكة داخلية عدد (٤).

أما طريقة العمل بالمنظومة فهي على وفق التسلسل وكما يأتي:

أولاً: ربط المنظومة:

ان عملية ربط المنظومة ليست بالسهولة أن يقوم بها اشخاص غير مختصين بذلك العمل او على غير علم بها، علم الرغم من ذلك فهي تحتاج الى وقت ليس بالقليل لربطها وتهيئتها للعمل وذلك بسبب كثرة الاسلاك المستخدمة فيها فكل كاميرة يجب ان يصل لها (٤) اسلاك (٢) منها لتجهيزها بالطاقة الكهربائية والثالث لاعطاء إشارة التشغيل وهو يربط بين كاميرة واخرى لتصل بالنهاية الى صندوق التحكم بالاشارة والذي بدوره يصل الى الحاسوب، أما السلك الرابع والاخير فهو يربط بلوحة الشبكة) والتي ترتبط من الكاميرات الثلاث بلوحة الشبكة الموجودة بجهاز الحاسوب والشكل (٧) يبين خريطة ربط المنظومة.



الشكل (٧) أنموذج لخريطة ربط الكاميرات بجهاز الحاسوب وصندوق التحكم بإشارة البدء

ثانياً: تعيير مقياس الرسم (Calibrate System):

بعد الإنتهاء من الربط تأتي مرحلة ضبط وتعيير المقياس وهي أهم مرحلة في عمل المنظومة فبدونها لا نستطيع الإنتقال إلى المرحلة الآخرى وهي تسجيل محاولات الأداء المهاري، وتعود أهمية هذه المرحلة إلى علاقتها بضبط الأداء في الموقع الافتراضي ثلاثي الأبعاد الذي منه نستطيع الحصول على المتغيرات الكينماتيكية بشكل دقيق وصحيح. وهذه العملية تتم من خلال وضع مقياس الرسم (L) في موقع أداء أداة التعيير وضبط الكاميرات ثلاثة على هذا المقياس.ومن ثم يبدأ بتعيير موقع الأداء من خلال الحركة المستمرة والدائرية لأداة التعيير (T) لملء الحيز الخاص بموقع أداء المهارة ويتم هذا بعد الدخول إلى برنامج

(MaxPRO) والضغط على مفتاح مقياس الرسم) ثم الضغط على مفتاح تسجيل التعيير **(Calibrate)**. وبعد الإنتهاء من عملية التعيير ستظهر النقاط في حيز مجال الأداء وعلى وفق رؤية كل كاميرا من الكاميرات ثلاث وفي حالة نجاح هذه العملية سيعطي البرنامج بالموافقة والقبول على هذا التعيير.

ثالثاً : التسجيل الرقمي للمهارة المطلوبة:

بعد أن يتم تعيير مقياس الرسم وتثبيت أبعاده لموقع التصوير يبدأ التصوير وتسجيل المحاولات من خلال الضغط على مفتاح تسجيل الأفلام **(Record Motion)** الموجود على يسار صفحة التطبيق، ومن ثم الضغط على مفتاح التسجيل **(Record)** الموجود أسفل الصفحة. ويتم التسجيل لأول فرد من أفراد العينة وعلى وفق تسلسلهم المعروف مسبقاً، على أن يكون جاهزاً بوضع الكرات الفسفورية على مفاصل جسمه ليبدأ بالأداء المهاري بعد إستلام إشارة البدء بعد الضغط على مقبض التشغيل المرتبط بصندوق التحكم لإعطاء إشارة البدء لالات التصوير الثلاث بإيعاز موحد والذي يحفظ بصيغة **(moc)** ليتم بعد ذلك تسمية النقاط على وفق اسم المفصل وتوصيلها على وفق شكل الجسم ويعاد حفظ الفلم بصيغة آخرى وهي **(c3d)**. وهكذا هو الحال لبقية المحاولات واللاعبين.

رابعاً : استخراج المتغيرات:

بعد التصوير بمنظومة التحليل الحركي ثلاثية الأبعاد، يتم إستخراج المتغيرات من خلال برنامج **(MAXmate)** الذي يتعامل مع صيغة **(c3d)** ويستخرج هذا البرنامج المتغيرات الكينماتيكية الخطية والزاوية لكل نقطة من النقاط المثبتة على الجسم ولكل إنتقال صوري للفلم المسجل، ومن خلال الضغط على مفتاح التحليل **(Analyze)** تبدأ الأرقام والرسم البياني بالظهور على وفق المتغير الذي تم اختياره.

٣-٦ التجربة الاستطلاعية:

تم اجراء التجربة الاستطلاعية في القاعة الداخلية في كلية التربية الرياضية/ جامعة صلاح الدين، في يوم الخميس الموافق (٢٠١٣/٢/٢١) وكان الغرض من التجربة هو:

١. التأكد من صلاحية عمل جهاز **(FOOT SCAN)** و المنظومة ثلاثية الابعاد وتحديد الموقع المناسب لهما.
٢. تعريف فريق العمل المساعد بمهامهم وتحديد الوقت اللازم لاجراء التجربة الرئيسة.
٣. التعرف على مدى ملائمة الملعب وصلاحية الادوات لاجراءات البحث الميدانية.

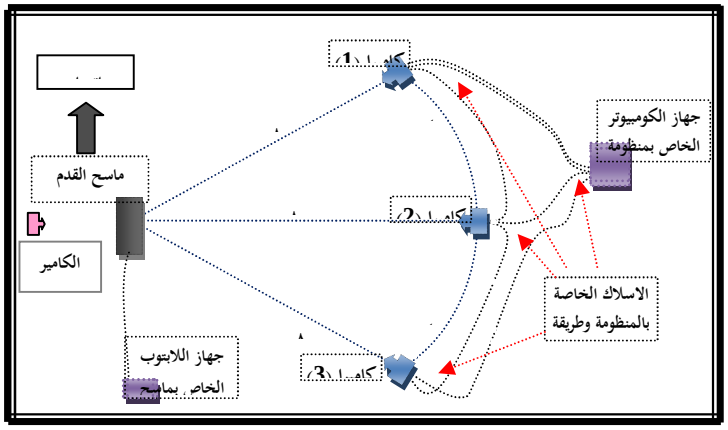
٣-٧ التجربة الرئيسة:

تم اجراء التجربة الرئيسة في يوم الجمعة الموافق (٢٠١٣/٢/٢٢) الساعة الرابعة عصراً في القاعة الداخلية في كلية التربية الرياضية/ جامعة صلاح الدين، حيث تم حضور افراد عينة البحث بعد ان تم تهيئة كل المستلزمات الخاصة ببدأ التصوير بمنظومة التحليل ثلاثية الابعاد وجهاز **(FOOT SCAN)**.

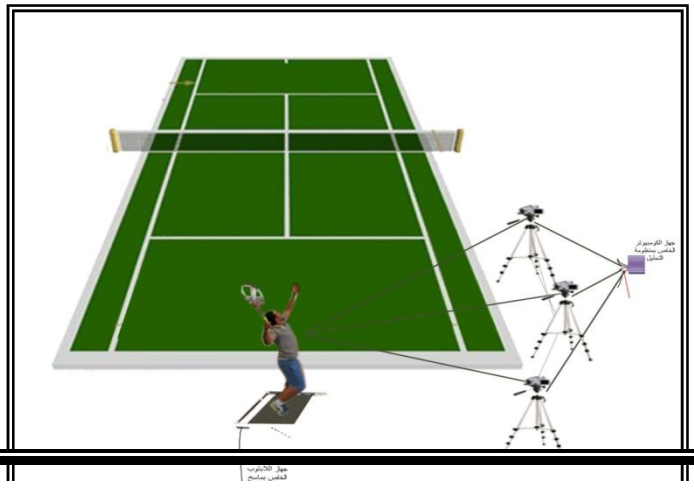
العينة الاحماء الكافي (عام وخاص) وقام كل لاعب بعدة محاولات لاداء الارسال قبل البدء بالتجربة. وفيما يلي تفاصيل اجراء تجربة البحث النهائية:

- التصوير بمنظومة التحليل الحركي وماسح القدم:

لغرض البدء بالتصوير نعمل على نصب المنظومة والتي يستغرق عملية نصبها بحدود ساعة كاملة وذلك من خلال وضع الكاميرات الثلاث على شكل قوس مركزه موقع اداء الاختبار إذ كانت ابعادها عن موقع الاداء (٨م) وهو يمثل (نق) لكل كاميرا فوضعت كاميرا (٢) متعامدة على مجال الاداء من الجانب الايمن للاعب (جهة الذراع الضاربة) وعلى أساس ذلك ثبتت الكاميرا (١) الى يمين الكاميرا (٢) وشكلت معها (٤٥ د) أما الكاميرا (٣) فقد وضعت الى يسار الكاميرا (٢) وشكلت معها أيضا زاوية (٤٥ د)، أي ان الزاوية بين الكاميرا الاولى والثالثة هي (٩٠د)، وقد كان ارتفاع الكاميرات الثلاث (١.٥م).أما جهاز ماسح القدم فقد وضع في موقع أداء اللاعب لنتمكن من خلاله قياس المتغيرات الكيناتيكية، والشكل (٨) يبين لنا مخطط لمواقع الاجهزة.و الشكل (٩) يبين مواقع كامرات المنظومة وجهاز ماسح القدم و مكان وقوف اللاعب عند اداء تجربة البحث .



شكل (٨) يبين مواقع كاميرات المنظومة وجهاز ماسح القدم عند اجراء تجربة البحث



الشكل (٩) يبين مواقع كامرات المنظومةوجهاز ماسح القدم ومكان وقوف اللاعب عند اداء تجربة البحث

بعد ذلك تم اجراء ضبط مقياس الرسم (**calibration**) من خلال وضع المقياس (L) في موقع التصوير وبعد ان تم ضبط الكاميرات عليها بداء التسجيل من خلال تحريك الاداة حرف (T) بشكل يغطي كل مجال الاداء للاعب لضمان ظهور العلامات الفسفورية للاعب عند ادائه الارسال، وبعد ان تم ضبط عملية مقياس الرسم (**calibration**) بدأ العمل على تهيئة اللاعبين حسب تسلسلهم من خلال وضع العلامات الخاصة على الاماكن المحددة لجسم اللاعب (مفاصل الجسم) وبشكل محكم لمنعها من السقوط وعددها ٩ علامات من ضمنها رأس المضرب (الحافة العليا للمضرب) والملحق (١) يبين حركة اللاعب من خلال منظومة التحليل ثلاثية الابعاد. ان عمل المنظومة و جهاز (**FOOTSCAN**) كان متزامنا، حيث اعطيت لكل لاعب (١٠) محاولات لتصويرها في المنظومة وكذلك هو الحال بالنسبة لجهاز (**FOOTSCAN**)، وقد تم اختيار أفضل محاولة على اساس أعلى قراءة سجلت على جهاز ماسح القدم لمحاولات الارسال الناجحة من المحاولات الخمس الاولى التي تم تصويرها، والملحق (٢) يبين انموذج قراءة جهاز ماسح القدم لاداء احد اللاعبين.

٣-٨ المتغيرات البيوميكانيكية:

٣-٨-١ متغيرات جهاز ماسح القدم :

١. أقصى قوة مسجلة عند الدفع لكل قدم (الامامية والخلفية).
٢. زمن أقصى قوة لكل قدم (الامامية والخلفية).
٣. كمية الضغط المسلط من كل قدم (الامامية والخلفية).

٣-٨-٢ المتغيرات الكينماتيكية لمنظومة التحليل الحركي ثلاثية الابعاد:

إن هذه المنظومة تعطي عدد كبير من المتغيرات لذا تم تحديد المتغيرات المطلوبة عن طريق رقم الصورة في الأداء لمهارة الإرسال المستقيم وقد تم دراسة المرحلة الرئيسة فقط في هذا البحث.

- **المرحلة الرئيسة:** وتبدأ من نهاية المرحلة التحضيرية، وتنتهي بعد وصول المضرب الى مستوى الرأس وقدم الرجل الامامية مواجهة اماماً، **والمتغيرات هي:**

١. زوايا مفاصل الجسم (الركبة للقدمين الأماميةوالخلفية ،الكتف والمرفق للذراع الضاربة) بداية المرحلة.

٢. السرعة الزاوية للذراع الضاربة.

٣. التعجيل الزاوي للذراع الضاربة.

٤. السرعة المحيطية للذراع الضاربة.

٥. التعجيل العمودي للذراع الضاربة.

٦. الزخم الزاوي للذراع الضاربة.

٧. زوايا مفاصل الجسم (الركبة للقدمين الأماميةوالخلفية،الكتف والمرفق للذراع الضاربة) نهاية المرحلة.

٨. زمن المرحلة الرئيسة.

٣-٩ الوسائل الإحصائية :

١. الوسط الحسابي.

٢. الانحراف المعياري .

٣. معامل الارتباط البسيط (بيرسون).

ولقد عولجت البيابات بجهاز الحاسوب على وفق البرنامج الأحصائي (**SPSS.V14**).

٤- عرض النتائج ومناقشتها :

٤-١ عرض نتائج المتغيرات الدينموغرافية (الكينتيكية) لأداء ضربة الإرسال المستقيم:

الجدول (٢)

يبين قيم الوسط الحسابي والانحراف المعياري وأقل قيمة وأعلى قيمة لمتغيرات ماسح القدم

ت	المتغيرات	وحدة القياس	اقل قيمة	أعلى قيمة	الوسط الحسابي	± الانحراف المعياري
1	أقصى قوة للقدم الأمامية	نت	1104	1186	1138	32.893
2	أقصى قوة للقدم الخلفية	نت	838	1004	919.2	73.479
3	زمن أقصى قوة للقدم الأمامية	ثا	0.18	0.25	0.21	0.02739
4	زمن أقصى قوة للقدم الخلفية	ثا	0.24	0.37	0.27	0.0519
5	الضغط للقدم الأمامية	نت/م^{٢}	25.26	28.66	27.278	1.3541
6	الضغط للقدم الخلفية	نت/م^{٢}	12.27	23.9	22.74	0.451

٤-٢ عرض نتائج المتغيرات الكينماتيكية للمرحلة الرئيسة لأداء ضربة الإرسال المستقيم:

الجدول (٣)

المرحلة	المتغيرات	وحدة	أقل	أعلى قيمة	الوسط	± الانحراف

		القياس	قيمة		الحسابي	المعياري
بداية المرحلة الرئيسة	زاوية مفصل المرفق للذراع الضاربة	درجة	27	68	42.40	17.952
	زاوية مفصل الكتف للذراع الضاربة	درجة	91	111	101.40	7.402
	زاوية مفصل الركبة الأمامية	درجة	152	164	158.00	7.300
	زاوية مفصل الركبة الخلفية	درجة	135	150	143.00	6.204
	السرعة المحيطية للذراع الضاربة	م/ثا	3.76	4.82	4.336	0.452
	زمن المرحلة التحضيرية	ثا	1.04	1.19	1.116	0.051
وسط المرحلة الرئيسة	السرعة المحيطية للذراع الضاربة	م/ثا	18.31	21.50	19.638	1.2349
	الزخم الزاوي للذراع الضاربة	كغم.م/ثا	5.07	6.88	6.128	0.69783
	التعجيل العمودي للذراع الضاربة	م/ثا^2	9.68	12.89	11.272	1.29984
	السرعة الزاوية للذراع الضاربة	درجة/ثا	916	1201	1069.6	107.876
	التعجيل الزاوي للذراع الضاربة	درجة/ ثا^2	4561	7030	5991.80	1088.248
نهاية المرحلة الرئيسة	زاوية مفصل المرفق للذراع الضاربة	درجة	159	170	166.00	4.358
	زاوية مفصل الكتف للذراع الضاربة	درجة	133	150	140.00	6.284
	زاوية مفصل الركبة الأمامية	درجة	160	170	166.20	7.820
	زاوية مفصل الركبة الخلفية	درجة	132	167	151.40	12.837
	زمن المرحلة الرئيسة	ثا	0.25	0.41	0.32	0.043

يبين قيم الوسط الحسابي والانحراف المعياري وأقل قيمة وأعلى قيمة للمتغيرات الكينماتيكية في المرحلة الرئيسة لأداء ضربة الإرسال المستقيم

٤-٣عرض ومناقشة علاقة الارتباط بين المتغيرات الكينتيكية (ماسح القدم) والمتغيرات الكينماتيكية (المنظومة ثلاثية الابعاد) لأداء ضربةالإرسال المستقيم:

الجدول (٤)

يبين علاقة الارتباط بين بعض المتغيرات الكينتيكية (ماسح القدم) والمتغيرات الكينماتيكية (المنظومة ثلاثية الابعاد)

المتغيرات	أقصى قوة القدم	أقصى قوة القدم	زمن أقصى قوة	زمن أقصى قوة	الضغط للقدم	الضغط للقدم

			الأمامية نت	الخلفية نت	القدم الأمامية ثا	القدم الخلفية ثا	الأمامية نت/م^2	الخلفية نت/م^2
بداية المرحلة الرئيسة	زاوية مفصل المرفق للذراع الضاربة (درجة)	الارتباط	-0.097	0.100	0.117	0.289	-0.113	-0.385
		المعنوية	0.877	0.872	0.851	0.637	0.856	0.522
		الدلالة	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
	زاوية مفصل الكتف للذراع الضارب (درجة)	الارتباط	-0.727	0.978**	0.740	0.780	-0.721	0.891*
		المعنوية	0.164	0.004	0.153	0.120	0.169	0.043
		الدلالة	غير معنوي	معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	معنوي
	زاوية مفصل الركبة الأمامية (درجة)	الارتباط	-0.915*	-0.967**	0.378	0.817	0.762	-0.038
		المعنوية	0.029	0.007	0.530	0.092	0.134	0.951
		الدلالة	معنوي	معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
	زاوية مفصل الركبة الخلفية (درجة)	الارتباط	-0.923*	-0.904*	0.618	0.651	-0.631	-0.789
		المعنوية	0.018	0.034	0.267	0.234	0.254	0.113
		الدلالة	معنوي	معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
	السرعة المحيطية للذراع الضاربة م/ثا	الارتباط	0.876	-0.979**	0.870	-0.975**	0.595	0.992**
		المعنوية	0.052	0.004	0.055	0.005	0.290	0.001
		الدلالة	غير معنوي	معنوي	غير معنوي	معنوي	غير معنوي	معنوي
وسط المرحلة الرئيسة	السرعة المحيطية للذراع الضاربة	الارتباط	0.992**	0.933*	-0.932*	-0.772	0.913*	0.911*
		المعنوية	0.001	0.021	0.021	0.126	0.031	0.031
		الدلالة	معنوي	معنوي	معنوي	غير معنوي	معنوي	معنوي
	الزخم الزاوي للذراع الضاربة	الارتباط	0.912*	0.918*	-0.997**	-0.947*	0.997**	0.974**
		المعنوية	0.031	0.028	0.000	0.014	0.000	0.005
		الدلالة	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي
	التعجيل العمودي للذراع الضاربة	الارتباط	0.979**	0.789	-0.876	-0.769	0.914*	0.798
		المعنوية	0.004	0.112	0.052	0.128	0.030	0.106
		الدلالة	معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	معنوي	غير معنوي
	السرعة الزاوية للذراع الضاربة	الارتباط	0.919*	0.884*	-0.975**	-0.901*	0.981*	0.971**
		المعنوية	0.027	0.047	0.005	0.037	0.003	0.006
		الدلالة	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي	معنوي
	التعجيل الزاوي للذراع الضاربة	الارتباط	0.323	0.209	-0.453	-0.664	0.453	0.674
		المعنوية	0.596	0.736	0.443	0.221	0.444	0.212
		الدلالة	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي

نهاية المرحلة الرئيسة	زاوية مفصل المرفق للذراع الضاربة (درجة)	الارتباط	-0.652	-0.439	0.545	0.475	-0.534	-0.699
		المعنوية	0.233	0.460	0.343	0.419	0.354	0.189
		الدلالة	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
	زاوية مفصل الكتف للذراع الضاربة (درجة)	الارتباط	-0.307	-0.398	0.566	0.811	-0.560	-0.632
		المعنوية	0.615	0.506	0.319	0.095	0.326	0.253
		الدلالة	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي

	زاوية مفصل الركبة الأمامية (درجة)	الارتباط	0.748	0.083	0.090	0.247	0.829	0.084
		المعنوية	0.146	0.894	0.885	0.689	0.082	0.893
		الدلالة	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
	زاوية مفصل الركبة الخلفية (درجة)	الارتباط	0.772	0.699	-0.633	-0.337	0.644	0.533
		المعنوية	0.126	0.189	0.252	0.579	0.241	0.355
		الدلالة	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
	زمن المرحلة الرئيسة	الارتباط	-0.887*	-0.918*	0.934*	0.783	-0.948*	-0.827
		المعنوية	0.045	0.028	0.020	0.117	0.014	0.084
		الدلالة	معنوي	معنوي	معنوي	غير معنوي	معنوي	غير معنوي

بعد الاطلاع على الجدول (٤) يتبين لنا ظهور علاقة ارتباط معنوية بين المتغيرات التالية :

- **زاوية مفصل الكتف للذراع الضاربة** مع المتغيران (اقصى قوة للقدم الخلفية و الضغط للقدم الخلفية) في بداية المرحلة الرئيسة، ويرى الباحثان ان هذه النتيجة منطقية و ذلك لان اللاعب في هذه المرحلة يبدأ باداء المرجحة الخلفية وفيها يتم نقل ثقل الجسم من القدم الامامية (اليسرى) الى القدم الخلفية (اليمنى) بالتدريج وهذه الحركة تكون بالتزامن مع حركة سحب الذراع الضاربة من اعلى الى الاسفل من خلف ظهر اللاعب وهنا يحدث تقوس في الجذع (ميلان الجذع الى الخلف) وعليه فكلما قام اللاعب بفتح زاوية الكتف للذراع الضاربة يزداد التقوس عنده ليصل الى مرحلة القوس المشدود وهو من متطلبات الاداء في هذه المرحلة. لذا يجب أن تكون القوة التي يسلطها اللاعب كافية من أجل الحصول على قوة رد فعل ايجابية تساعده في الأداء (قانون الفعل ورد الفعل)، ويعد هذا القانون الاساس لكل ضربة من ضربات التنس تقريباً إذ إن " قوة رد فعل الارض يحتاج اليها لاعب التنس للتغلب على القصور الذاتي لبدء الحركة فعندما تكون في وضع استعداد وتدفع الارض للتحرك فإن الارض ترد الفعل بقوة دافعة مضادة ومساوية للقوة التي دفعت بها الارض"[١].

زاوية مفصل الركبة للرجل الأمامية وزاوية مفصل الركبة للرجل الخلفيةو المتغيرين (أقصى قوة للقدم الأمامية وأقصى قوة للقدم الخلفية) في بداية المرحلة الرئيسة، ، ويعزو الباحثان سبب ذلك الى أن اللاعب يقف في هذه المرحلة يأخذ وضع يسمى وضع أقصى ثني وأن هذا يساعده على خفض مركز ثقل كتلة جسم اللاعب من أجل الحصول على توازن جيد في بداية القسم الرئيس للوصول الى وضع القوس المشدود وكذلك يسهل من عملية نقل الوزن على القدم الخلفية في بداية المرجحة الخلفية. اذ ان عملية تسليط أقصى قوة من القدمين هي عملية ميكانيكية الهدف منها هو تحقيق قوة عمودية لتوليد قوة رد فعل الارض في لحظة الارتكاز لكي يستطيع اللاعب الأرتداد عن الأرض مع أكبر قدر ممكن من التعجيل والطاقة الحركية، ففي مهارة الإرسال يحتاج اللاعب الى قوة دفع كبيرة تساعده في عملية مد الجسم للحصول على أفضل سرعة عمودية وبأقل زمن ممكن

(١)ايلين وديع فرج ؛ الجديد في التنس الطريق الى البطولة: (جامعة الاسكندرية، منشأة المعارف ، ٢٠٠٧) ص٤٣.

إذ أشار (**Jack**) الى أن " اللاعب يحصل على أكبر قوة دفع من الأرض خلال الثني والمد الكامل والجيد لمفصل الركبة والحوض فتنتقل قوة الدفع هذه الى الذراع الضاربة ومن ثم الى الكرة عند لحظة الضرب "[١].

– **متغير السرعة المحيطية للذراع الضاربة** والمتغيرات (اقصى قوة للقدم الخلفية وزمن اقصى قوة للقدم الخلفية والضغط للقدم الخلفية) في بداية المرحلة الرئيسة، يعزو الباحثان سبب ذلك الى علاقة متغير السرعة المحيطية بالسرعة الزاوية من جهة اذ ان السرعة تعتمد اعتماداً كلياً على القوة فوجهة النظر الكيناتيكية تقول ان السرعة هي حركة ناتجة عن القوة مع ارتباطها بعامل الزمن من جهه وكذلك ارتباطها بعامل كتلة الجسم من جهة اخرى وعليه فكلما زادت القوة زادت السرعة لوجود علاقة طردية بينهما، وبما ان اللاعب في هذه المرحلة يقوم باداء المرجحة الخلفية فان ثقل جسمه يكون بالاخص على القدم الخلفية (اليمنى) فتحتاج هذه القدم الى ان تسلط اكبر مقدار من القوة و الضغط وباقل زمن وذلك للاستفادة من قوة رد فعل الارض وبالتالي حصول عملية النقل الحركي عبر مفاصل الجسم وصولاً الى الذراع الضاربة فالمضرب للعمل على زيادة السرعة المحيطية للمضرب ، اذ يرى (بوش وجيرد) أن " السرعة المحيطية تعتمد بالأساس على الفرق الزاوي للجسم فضلاً عن نصف قطرالدوران "[٢].

– **متغير السرعة المحيطية للذراع الضاربة** في وسط المرحلة الرئيسة مع المتغيرات (اقصى قوة للقدم الامامية واقصى قوة للقدم الخلفية وزمن اقصى قوة للقدم الامامية والضغط للقدمين الامامية و الخلفية)، يعزو الباحثان سبب ذلك الى العلاقة الطردية بين السرعة الزاوية والسرعة المحيطية من ناحية ومن ناحية أخرى فقد أشار لذلك (**Lattyens and catherin**) إذ إن " زيادة طول العتلات المصاحب لزيادة السرعة المحيطية ينتج عنها زيادة عاليةمن السرعة الانتقالية في نهاية العتلات ولذلك فإن مضرب التنس المرتبط بزيادة مد الجسم كعتلة واحدة سيؤهل المضرب لتسليط سرعة محيطية كبيرة جداً على الكرة "[٣].وأن المرجحة التي يقوم بها اللاعب عند أداء الإرسال لا تزيد فقط من المسافة التي يمكن بها توليد سرعة المضرب ولكنه يضيف جزءاً آخر (وجود دوران الجذع) الى مجمل الحركة اذا ما توافقت مع حركة الطرف العلوي يمكن أن يساعد في بناء سرعة المضرب[١]. ويرى الباحثان بأن تأثير عمل القدمين والأستفادة من قوة رد فعل الارض المتولدة ظهر واضحاً على متغير السرعة المحيطية للذراع الضاربة إذ إنه في هذه المرحلة يتم رفع الجسم الى الأعلى في حركة الإرسال مما يؤدي الى زيادة طول الجسم الذي ينتج عنه كبر في طريق التعجيل لحركة المضرب عند

---

(1)Jack, L. Grapple; Tennis Professional Guide United Professional Tennis association inc, Harper & Row publishing ,1984.p.23-33

(٢).فريدريك بوش وأ.دافيد جيرد؛اساسيات الفيزياء **ترجمة**سعيد الجزيري وآخرون،ط:(القاهرة،الدار الدولية للاستثمارات الثقافية،٢٠٠١) :(١٥.

(3)Lattyens Catry, and catherin L.well;Kinesiology Scintifc Bases.F human motion:U.S.A.sanders college pubishing,1982.

(١)lliot Bruce and Others. A ; Biomechanics of advanced Tennis: (ITF,1td. London. 2003).P3

الضرب وعليه سيؤهل هذا الكبر في زيادة السرعة المحيطية، أي أن السرعة المحيطية للمضرب تزداد بزيادة المسافة العمودية للجسم من نقطة الأرتكاز (معتمداً في ذلك على كبر طريق التعجيل لحركة المضرب).

– **متغير الزخم الزاوي للذراع الضاربة و المتغيرات** (اقصى قوة للقدم الامامية واقصى قوة للقدم الخلفية وزمن اقصى قوة للقدم الامامية وزمن اقصى قوة للقدم الخلفية والضغط للقدم الامامية والضغط للقدم الخلفية) في وسط المرحلة الرئيسة، يعزو الباحثان سبب ذلك الى ان اللاعبين استفادوا من القوة المسلطة من القدمين على الارض والضغط كذلك فاثر ذلك ايجابياً على الزخم الزاوي للذراع الضاربة ، وبما ان السرعة والقوة كلاهما يتناسبان عكسياً مع الزمن لذلك وجب ان يتم هذا باقل زمن ممكن لكي تكون الحركة بالقوة والسرعة المطلوبة ونتيجة للعلاقة الطردية بين السرعة والزخم فانه عند الحصول على السرعة المطلوبة ينجم عن ذلك توليد زخم اي كمية حركة مناسبة لانجاح الارسال، اذ اشار (طلحة حسام الدين) الى إنه " تحدث زيادة في كمية الحركة عندما تشارك القوة في الاتجاه الاصلي للحركة أما تناقصها فيعني أن القوة شاركت في اتجاه عكس الحركة "[٢]

– **متغير التعجيل العمودي للذراع الضاربة ومتغيري** (اقصى قوة للقدم الامامية والضغط للقدم الامامية) في وسط المرحلة الرئيسة،عند قيام اللاعب بالانتقال من اداء المرجحة الخلفية الى اداء المرجحة الامامية فانه يبدأ بنقل ثقل جسمه بصورة تدريجية من القدم الخلفية الى القدم الامامية واذا ما علمنا ان زيادة السرعة المحيطية للذراع الضاربة تعمل على زيادة التعجيل العمودي للذراع الضاربة على محيط الدائرة من خلال العلاقة الطردية بينهما وبما ان قانون نيوتن الثاني ينص على ان اي زيادة في القوة المسلطة سيقابلها زيادة في التعجيل عليه فأن القوة المسلطة من القدم الامامية ساعد في زيادة تعجيل المضرب وهذا ينطبق على الضغط للقدم الامامية ايضا لوجود علاقة طردية بين القوة والضغط. فعندما يقوم اللاعب بأداء نوع معين من الضربات (كالإرسال) فإن قوة الضربة تعتمد على التعجيل الذي يستخدمه اللاعب والذي يتولد من حركة جسمه، وعلى هذا الاساس فإن مقدار القوة سوف يتناسب طردياً مع التعجيل أي انه كلما ازدادت مقدار القوة ازداد مقدار التعجيل[٣].

متغير السرعة الزاوية للذراع الضاربة والمتغيرات (اقصى قوة للقدم الامامية واقصى قوة للقدم الخلفية وزمن اقصى قوة للقدم الامامية وزمن اقصى قوة للقدم الخلفيةوالضغط للقدم الاماميةوالضغط للقدم الخلفية)، عند اداء الارسال فأن اللاعب اولا سوف سيطبق قانون السرعة الزاوية (السرعة=السرعة المحيطية/نق) وذلك لانه من اهداف هذه المرحلة هو الحصول على سرعة زاوية عالية للمضرب وبما ان السرعة الزاوية تتناسب عكسيا مع نصف القطر فأن تقصير نصف القطر للذراع يكون هو الاساس في زيارة السرعة الزاوية ويظهر ذلك من خلال الانثناء الذي يحصل في مفصل المرفق اثناء المرجحة الخلفية، كما هو معروف فإن الحصول على أقصى قوة يكون في أقل زمن لذلك نلاحظ ظهور العلاقة المعنوية بين السرعة الزاوية للذراع الضاربة وزمن أقصى قوة للقدمين الأمامية و الخلفية وذلك من خلال العلاقة العكسية بين القوة والزمن. وبالنسبة للعلاقة

---

(٢)طلحة حسام الدين ؛ علم الحركة التطبيقي . ١ : (القاهرة، مركز الكتاب للنشر، ٢٠٠٦) ص٢٠٣.

(٣)ظافر هاشم الكاظمي؛ الاعداد الفني والخططي بالتنس، ط٢: (جامعة بغداد، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة، ٢٠٠٠).

المعنوية بين متغير السرعة الزاوية للذراع الضاربة و متغيري (الضغط للقدمين الأماميةوالخلفية)، بما انه ظهرت علاقة معنوية بين متغير السرع الزاوية للذراع الضاربة ومتغير أقصى قوة للقدمين الأمامية والخلفية، فظهرت كذلك علاقة معنوية بين السرعة الزاوية للذراع الضاربة والضغط لكلا القدمين (وجود علاقة طردية بين القوة والضغط).

متغير زمن المرحلة الرئيسة مع المتغيرات (اقصى قوة للقدم الامامية واقصى قوة للقدم الخلفية وزمن اقصى قوة للقدم الامامية والضغط للقدم الامامية)،ان اداء مهارة الارسال تتم بايقاع حركي معين اذ تشترك في اداءه مجاميع مختلفة من اجزاء الجسم تعمل معاً بانسيابية تامة لاحداث الحركة الكلية وعليه فان الاداء في المرحلة الرئيسة يجب ان يتسم بالسرعة وباقل زمن ممكن وذلك للابتعاد عن اي توقف والذي سيؤثر فيما بعد بصورة سلبية على النتيجة النهائية المطلوبة من الارسال ولوجود العلاقة العكسية بين السرعة والزمن من جهه و القوة والزمن من جهه اخرى فان اللاعب يحتاج هنا الى الاعتماد والاستفادة من القوة والضغط المتولدان من القدمين على الارض وباقل زمن وهذا بدوره سوف يحقق تعجيلاً وزخماً عالياً للمضرب مما يقلل من زمن الاداء من ناحية ويؤدي الى زيادة سرعة رأس المضرب من ناحية اخرى وبما ان اللاعب في نهاية المرجحة الامامية يعمد الى نقل ثقل جسمه الى القدم الامامية فان القوة والضغط للقدم الامامية سيكون مؤثراً اكثر في الاداء في هذه المرحلة منه للقوة والضغط للقدم الخلفية (تبعاً للعلاقة الطردية بين الضغط والقوة).

من خلال الجدول(٤) يتبين لنا ظهور علاقات ارتباط غير المعنوية بين بعض المتغيرات في البحث ويعزو الباحثان سبب ذلك الى الفروق الفردية بين اللاعبين والتباين في اداء العينة اذ ان لكل لاعب تكنيك خاص به يتبعه في التمرين وفي المنافسة.

٥- الاستنتاجات و التوصيات:

٥-١ الاستنتاجات :

١. تم الحصول على نتائج رقمية دقيقة من خلال استخدام جهاز ماسح القدم فقد اعطانا قيم دقيقة لأهم المتغيرات الدينموغرافية واستخدام منظومة التحليل ثلاثية الابعاد التي أعطتنا قيم دقيقة لبعض المتغيرات الكينماتيكية خلال مراحل أداء مهارة الإرسال المستقيم للاعبي التنس المتقدمين في إقليم كوردستان.
٢. ان اطالة اجزاء الجسم واطالة الذراع الضاربة اثناء ضربة الإرسال له اهمية كبيرة جداً عند عملية الضرب.
٣. ان القوة المتولدة من القدمين ساعدت على ان يكون التعجيل المطلوب لحركة الذراع الضاربة متناسقاً وبتوقيت سليم وعليه حصلت الضربة على قوة ودقة متناسبين والأداء.
٤. في اكثر الفروق كان متغير (اقصى قوة) هو اهم متغير في اداء الارسال في بداية المرحلة الرئيسة و وسطها.

٥-٢ التوصيات والمقترحات:

١. الأهتمام بالأسس البايوميكانيكية والتحليلية الصحيحة لمراحل أداء ضربة الإرسال وتطوير الجانب المعرفي للمدربين المحليين.
٢. التأكيد على استخدام منظومة التحليل الحركي ثلاثي الأبعاد والمزودة بجهاز باعث للأشعة تحت الحمراء لدقة المتحسسات الموجودة والتي تمكن المحلل من استخراج قيم المتغيرات الكينماتيكية بصورة ادق وأسرع.
٣. أعتماد جهاز ماسح القدم لاستخراج المتغيرات الكينتيكية .
٤. إجراء بحوث مشابهة على جميع المهارات الأخرى في لعبة التنس.

- **المصادر :**

١. وجيه محجوب و نزار الطالب؛ التحليل الحركي: (بغداد ، مطبعة جامعة بغداد ، ١٩٨١) ص١٠.
٢. ريموند.أ.سيرواي وأخرون الفيزياء للمعلمين والمهندسين (الميكانيكا والديناميكا الحرارية)، ترجمة محمد محمود عمارواخرون، المعهد القومي للقياسو المعايرة:(جامعة المنصورة،دار المريخ للطباعة والنشر الرياضي، ٢٠٠٨) ص٤٧.
٣. أحمد عبدالله شحاتة ؛ التنس الارضي ط١:(الاردن،مكتبة المجتمع العربي للنشروالتوزيع،٢٠١٣) ص١٩٦.
٤. ياسر نجاح؛محاضرات موثقة لطلبة الدراسات العليا/ الماجستير (بغداد،كليةالتربيةالرياضية،٢٠١١-٢٠١٢)
٥. ايلين وديع فرج؛الجديد في التنس الطريق الى البطولة:(جامعة الاسكندرية،منشأة المعارف،٢٠٠٧) ص٤٣.
٦. ج.فريدريك بوش وأ.دافيد جيرد؛اساسيات الفيزياء ترجمة،سعيد الجزيري وآخرون،ط:(القاهرة،الدار الدولية للاستثمارات الثقافية،٢٠٠١) :(١٥.
٧. طلحة حسام الدين؛ علم الحركة التطبيقي ،ج١: (القاهرة، مركز الكتاب للنشر، ٢٠٠٦) ص٢٠٣.
٨. ظافر هاشم الكاظمي ؛الاعداد الفني والخططي بالتنس، ط٢: (جامعة بغداد،الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة، ٢٠٠٠).

9. Hall,S.j; Basic Biomechanics,CB. Megraw Hill Co, 5th edition:(Boston,1995).P.3.

10. Bartlett, Roger; Introduction Sport Biomechanics Analysing Hunan Movement Patterns: (2nd Edition, by Routiedge 2Madison Avenue, New York, U.S.A. 2007.

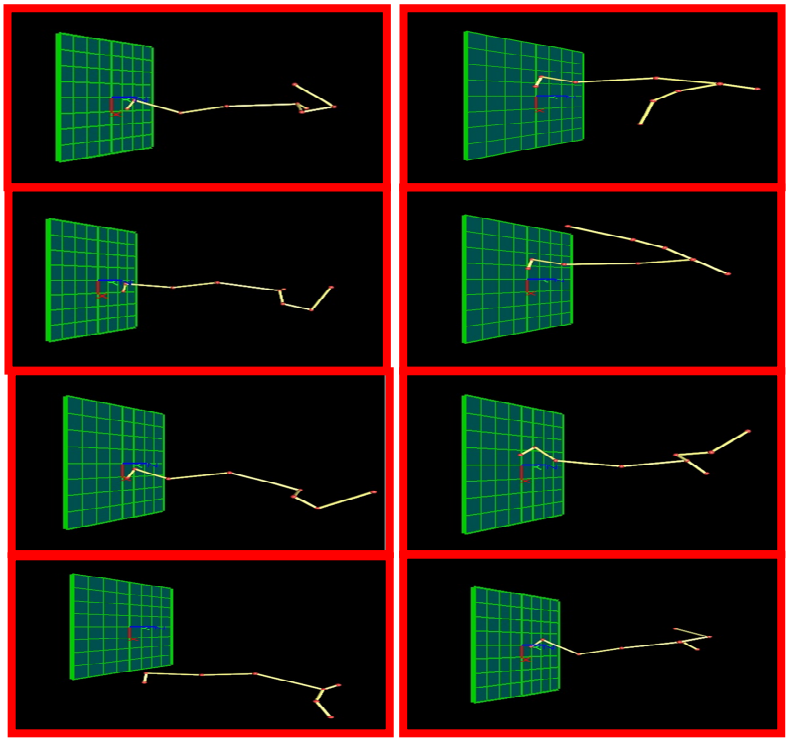
11. www.foot scan .com

12. Jack, L. Grapple; Tennis Professional Guide United Professional Tennis association inc, Harper & Row publishing ,1984.p.23-33.

13. Lattyens Catry, and catherin L.well;Kinesiology Scintifc Bases.F human motion: U.S.A.sanders college pubishing,1982.

14. Elliot Bruce and Others. A ; Biomechanics of advanced Tennis: (ITF,1td. London. 2003).P39.

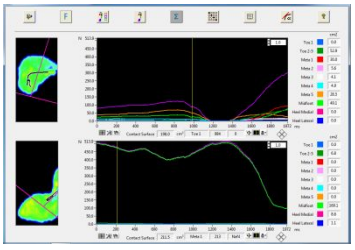
الملحق (١) يوضح حركة اللاعب من خلال منظومة التحليل ثلاثية الابعاد

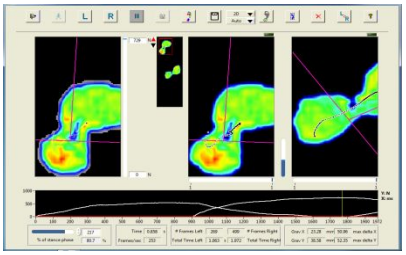


ململحق (٢)

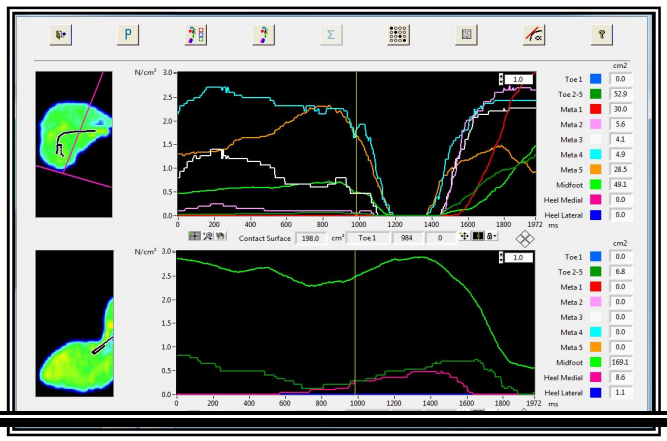
يبين أنموذج قراءة جهاز ماسح القدم لأداء احد اللاعبين

القراءة بعد الأداء





منحنيات القوة



نحنيات الضغط