التحليل البيوميكانيكي لمركز ثقل الجسم والتركيب الزمني للضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس

دكتور / إسلام فكري إسماعيل ربيع
مدرس دكتور بقسم تدريب الألعاب الرياضية – كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة الإسكندرية

مقدمة ومشكلة البحث

ان الضربات الخلفية في لعبة التنس الأرضي تعتبر من الضربات المهمة والضرورية حيث يجب على اللاعب أن يقوم ببذل جهد كبير في اتقان ممارستها ولعبها؛ حتى لا يتم اعطاء فرصة للاعب الخصم لاستغلال ضعفه فيها؛ وذلك لصعوبة أدائها، حيث يوجد نوعين من الضربات الخلفية الأرضية في التنس الأرضي وهي الضربة الخلفية بيد واحدة ومن أمهر اللاعبين الذين أتقنوها على مستوى العالم وليس الحصر Roger Federer. Amélie Mauresmo, أما النوع الثاني هي الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة **(موضوع البحث)** ويعتبر Jimmy Connors, Maria Sharapova هم أيقونات التنس الذين نجحوا في إستخدام هذه الضربة.

ويشهد المجال الرياضي تطوراً كبيراً في مجال البحث العلمي وطرق القياس باستخدام وسائل وأجهزة تكنولوجية حديثة لاستخراج النتائج بشكل أدق، حيث اعتمد علم التدريب الرياضي في هذا التقدم على تحليل المهارات وفهم الجانب التشريحي للحركة وتطبيق القوانين الميكانيكية لرفع المستوي وتحسين الأداء الرياضي للاعب. (١: ١٠١٣)

ويعد التحليل الميكانيكي من أهم الوسائل التي تعمل على ايجاد أنسب الحلول التي تحقق واحسن الأداء الحركي والمهاري، وذلك لأن هناك قيم للمتغيرات البيوميكانيكية تؤثر في الأداء الحركي نتيجة التركيب الميكانيكي لجسم اللاعب عند أداء الواجب الحركي، وكما هو معروف أن جسم الانسان يتكون من وصلات عظمية مرتبة كنظام رافع تتصل فيما بينها ويتم من خلال هذه الفواصل أداء المهارات الحركية بشكل نظامي ينقصها فقط التوجيه السليم لعملية التدريب. (١٠: ٢٦٠-٢٦٢)

وفي العقدين الماضيين كان تحليل الحركات الرياضية نوعاً بطبيعته ومع ذلك أصبح التعرف على الحركة وتحليلها بالكمبيوتر للرياضيين أكثر دقة مع التقدم الحديث للتكنولوجيا المرتبطة بالكاميرات عالية السرعة والبرامج الحديثة في التحليل الحركي، حيث أصبح التصوير والتحليل ثلاثي الأبعاد وسيلة أساسية للتحليل الكمي للأداءات المهارية الذي يعطي نتائج رقمية دقيقة لتوصيف جميع أجزاء الحركة. (١٩: ١٧٧٣-١٧٩٦) (٣٢: ٤٣)

وتعد رياضة التنس أحد الأنشطة التي تلقى أهمية كبيرة في العديد من دول العالم لمناسبتها لجميع الأعمار وكذلك لكلا الجنسين، وهذه الرياضة يمكن أن توصف بأنها تمتلك البراعة في المهارات الحركية والاستراتيجيات والأساليب الخططية التي يستخدمها الأبطال فتأخذ بالقلوب وتمتع كل من يمارسها أو يشاهدها، ويعد اتقان الناشئ للضربات الأساسية في رياضة التنس من العوامل الجوهرية في ممارستها للوصول للمستويات المتقدمة. (١٢: ١)

أما عن الارتباط البيوميكانيكي برياضة التنس فشكل التحليل البيوميكانيكي المقدمات الأولية المتعلقة بوضع الأساس العلمي لترشيد وقيادة عملية التدريب والتعليم في التنس، حيث انه كلما قام اللاعب باتباع الأساسيات والمبادئ البيوميكانيكية للحركة المثالية كلما كان أداه للمهارات جيداً، فهذه القوانين والمبادئ هي الأساس في التحليل البيوميكانيكي للأداء والتي تمثل الأساس للتطبيق الصحيح لمهارات لاعب. (٢٤: ٢)

ويعتبر التحليل البيوميكانيكي لمهارات التنس هو وسيلة لمعرفة الطريقة الصحيحة عند قيام اللاعب بالحركات المختلفة سعياً وراء تحسين تكنيك المهارات، ولكي يصل اللاعب إلى نتائج يتم وصفها بالإحترافية يجب عليه وعلى المدربين الإستناد علي علم البيوميكانيك. (٢١: ٤)

وتعتبر مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة هي الأكثر استخداماً مع اللاعبين الناشئين حيث تكسب قوة للكرة أكبر من الضربة الخلفية بيد واحدة، كما أن هناك لاعبين دوليين يميلون الي استخدام هذه القبضة حتي أصبحت من الضربات الأكثر انتشاراً في الآونة الأخيرة ومن اللاعبين الذين أتقنوا هذه الطريقة في الوقت الحالي هم وليس الحصر Rafael Nadal, Novak Djokovic, Carlos Alcaraz, (٥: ١١٧) (٣٣: ١٣٨).

ولكن لاتقان مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة يجب على اللاعب أن يبذل جهد كبير لاتقانها حتي تساعده على حسم النقاط، حيث ان مستوي اللاعب يعتمد الي حد كبير على مقدار كفائته ودرجة اتقانه لهذه المهارة لأنها أصبحت من المهارات الحتمية الأساسية في اللعب وحسم نقاط المباراة وأيضاً تحافظ على بقاء اللاعب في النقطة أطول وقت ممكن والتحضير للضربات الأرضية الفائزة. (٤٣)

ومن ناحية الارتباط البيوميكانيكي بمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة فيعتبر التنس من رياضات المضرب التي يعتمد أداء المهارات فيها على التكامل الفعال لأجزاء الجسم بالكامل والذي يؤدي الي نقل قوة رد فعل الأرض الي المضرب عبر الجذع والأطراف العلوية، علاوة على ذلك تتطلب مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة الي سلسلة حركية سليمة لتوليد الطاقة ونقل القوة عبر المفاصل وذلك من خلال معرفة ميكانيكية حركة المفاصل للأطراف العلوية والتي تساعد في تحسين كفاءة بروتوكول التدريب. (٣٤: ٣٠١)

والهدف الميكانيكي من مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة هو انطلاق الكرة بأعلي مستوي من (قوة وسرعة) نظراً لاستخدام كلتا اليدين في هذه المهارة والذي يتم التوصل اليه من خلال ترابط الجانب العضلي مع الجانب الميكانيكي الذي يعني التكنيك لأداء المهارات. (١٨: ٣٧١٧-٣٧١٨)

وتعتبر معرفة المدربين بميكانيكية عمل أجزاء الجسم المختلفة في مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة من وصلات عظمية وعضلات ومفاصل تساعدهم على اختيار التمرينات التي تتشابه فيها المسار الزمني للقوة خلال أداء المهارة مع المسار الزمني للقوة خلال التمرين وكذلك المجموعات العضلية العاملة أثناء الأداء، فالتدريب على التمرينات المشابهة يعمل على سرعة التكيف وزيادة سرعة الأداء. (٤٢: ٢)

وتشير الدراسات أن هناك (٩ لاعبين) من أفضل (١٠ لاعبين) في رابطة اتحاد التنس للمحترفين (ATP World Tour) يستخدمون الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة أي (٩٠%) وذلك حسب تحليل أداء اللاعبين خلال المباريات سواء على الجانب الرسمي أو حتى خلال المباريات الودية. (٢٦: ٦٧٠)

وبعد دراسة مسار مركز ثقل الجسم والتركيب الزمني لمهارات التنس وغيرها من رياضات المضرب من المواضيع التي تشكل أساساً مهماً في التعلم الحركي والميكانيكا الحيوية وفهم المسارات الحركية للمهارات المختلفة فهو يعمل على زيادة معدل تسارع الجسم خلال المسار الحركي، لذا يجب ألا يكون هناك توقف بين حركة جزء وآخر ، بل يجب أن تكون الحركة متسلسلة أي أن الحركة الثانية لا تبدأ من الصفر بل تبدأ من حيث انتهت الحركة الأولي وهكذا، فأجزاء الجسم لا تتحرك في وقت واحد أو بسرعة واحدة، فالجسم يحتوي علي العديد من المفاصل التي تعمل علي تحريكه في إتجاهات وأشكال مختلفة. (٤٠: ٦٨-٦٩).

مشكلة البحث

من خلال ما سبق عرضه يتضح أن مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة من المهارات التي تتطلب مدة كافية للتدريب عليها واتقانها وضرورة الالمام بجميع حركات الجسم ووصلاته المختلفة، كما تعتمد في أدائها على نقل القوة وكمية الحركة من الأرض الى الرجلين والجذع ثم الى الأطراف ومنها الى المضرب ثم الكرة، وبذلك تمثلت المشكلة في الحصول على نظام للتصور المتكامل للحركة بالكشف عن مسار حركة مركز ثقل الجسم للاعب وانتقال كمية الحركة الموجهة لتحقيق الهدف الأساسي لأداء الضربة، ولا تقتصر الضرورة على دراسة مسار حركة مركز الثقل فحسب ولكن تستدعي أيضاً دراسة التركيب الزمني وتعيينها بالنسبة لجميع المراحل لأداء للمهارة.

وكذلك من خلال عمل الباحث في مجال تدريب وتعليم التنس ومتابعة العديد من البطولات المتنوعة محلياً ودولياً فقد لاحظ الباحث أنه بالرغم من الأهمية البالغة لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة كمتغير مهاري وخططي لحسم الكثير من النقاط الا أن تعليم وتدريب المهارة قيد الدراسة ما زال يعتمد محلياً في محمله على الخبرة الذاتية والتقليد أكثر منه استناداً على نظريات وأساليب علمية سليمة للخصائص الميكانيكية للمهارة والتنفيذ السليم للأداءات الفنية المثلي، الأمر الذي قد يترتب عليه ظهور العديد من المشكلات الحركية المرتبطة بالأداء بالنسبة للناشئين.

ومن خلال تحليل الباحث لنهائي مباريات احدى بطولات التنس الكبرى وهي بطولة ويمبلدون والتي أقيمت في لندن بتاريخ ٢٠٢٣/٧/١٦ بين اللاعب Carlos Alcaraz واللاعب Novak Diokovic كلاهما يستخدمان الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة **مرفق (١)** وجد أن القيمة الاحتمالية للضربات الأرضية التي أداها اللاعب الفائز بالمباراة (٦٥٣ ضربة) وبلغت الضربات الأمامية (٣٤٩ ضربة) بنسبة (٥٣%) من احمالي الضربات الأرضية، في حين بلغت الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة (٣٠٤ ضربة) بنسبة (٤٧%) من احمالي الضربات الأرضية، وبلغت النقاط التي أحرزها اللاعب عن طريق الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة (٦٦ نقطة) بنسبة (٢٢%) من احمالي الضربات الخلفية للاعب، وتعتبر هذه النسبة كبيرة بشكل ملحوظ بالنسبة لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة التي تتميز بصعوبة أدائها بخلاف الضربة الأمامية، ويعد هذا أحد أسباب خسارة اللاعب المنافس Novak Diokovic وهذا ما دفع الباحث الى تحليل مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة نظراً لأهميتها الكبيرة خلال المباريات وكذلك يستخدمها معظم لاعبي العالم المحترفين في الوقت الحالي أكثر مما مضي والتوصل الى التكنيك السليم والمسار الصحيح لمركز ثقل الجسم أثناء أداء المهارة حيث أنه يجب التدريب على الضربات الأرضية والتي من ضمنها الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة والتي لا تقل أهمية عن الضربة الأمامية أو ضربة الإرسال.

وكذلك على الرغم من أهمية الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة الا أنه في حدود علم الباحث من خلال الاطلاع على بعض الدراسات العربية والأجنبية التي تناولت التحليل الميكانيكي للضربات الخلفية مثل دراسة **Feng Lin (2011) (٢٦)، Ermana K.A.. (2013) (٢٥)، Kuo Chang Lo (2016) (٣٤)، Suhair Talaat & Eman Mustafa (2018) (٤١)، ودراسة بلال خيري (٢٠٢٠) (٧)، Nicholas Busutti.. (2022) (٣٧)، Nicholas A.. et. al (2022) (٣٦)** اتضح أن معظم الدراسات تناولت الضربة الخلفية بيد واحدة وهناك ندرة في الدراسات التي تناولت تحليل مسار مركز ثقل الجسم والتركيب الزمني لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة، وهذا ما أشار اليه مقال **Cvril Genevoise(٢٠١٥) (٢٠)** أنه على الرغم من أن الضربة الخلفية من الضربات الأساسية الهامة الا أنه لا يوجد وفرة في الدراسات العلمية التي تصف أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة على نطاق واسع.

وهذا ما دفع الباحث الى: دراسة الخصائص الميكانيكية والتنفيذ الصحيح لمركز ثقل الجسم والتركيب الزمني لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة للاعبي المستوي العالي لمحاولة الخروج بنقاط القوة

والخصائص الفنية المميزة لأداء المهارة لتتم وضع البرامج التدريبية المناسبة لاتقان هذه المهارة مما يتيح للمدربين امكانية الحصول على تصور واضح لمسار مركز ثقل الجسم والتركيب الزمني خلال مراحل أداء هذه المهارة حيث يشكل لهم مصدراً للمعلومات والتي يمكن بمقتضاها المساهمة في وضع الأسس الخاصة بطرق تدريب.

هدف البحث

المساهمة في تحسين وتطوير طرق تعليم وتدريب وصقل الأداء الفني للضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس الأرضي وذلك من خلال:

– التعرف على الخصائص الميكانيكية لمركز ثقل الجسم والتركيب الزمني لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة للمستويات العالية في التنس.

تساؤلات البحث

١– ما هي المؤشرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم الخاصة بالأداء المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس؟

٢– هل يوجد علاقة بين المؤشرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم والأداء المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس؟

٣– ما هي نسب مساهمة المؤشرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم في الأداء المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس؟

٤– ما هي المعادلات التنبؤية لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة بدلالة المؤشرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم والتركيب الزمني للمهارة؟

إجراءات البحث:

منهج البحث

قام الباحث بإستخدام المنهج الوصفي القائم على التحليل البيوميكانيكي ثلاثي الأبعاد لملائمته لطبيعة الدراسة.

مجالات البحث

المجال البشرى: تم إختيار عينة البحث بالطريقة العمدية وعددهم (٣) لاعبين مستوى عالى من أندية (سموحة دورى ممتاز ب – نادى ريو) ومقيدين بالإتحاد المصرى للتنس وبمتوسط أعمار (١٨) سنة، وذلك لأداء مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لإجراء التحليل البيوميكانيكى لمسار مركز الثقل والتركيب الزمنى للمهارة، وبعد قيام اللاعبين بالإحماء أدى كل لاعب ثلاث محاولات تجريبية قبل التسجيل، ثم قام كل لاعب بأداء ثلاث محاولات أساسية فيكون المجموع الكلي للمحاولات التي أجري التحليل عليها (٩) محاولات.

جدول (١) توصيف عينة البحث

Level	الإسم	الطول	السن	الوزن	العمر التدريبي
High level players	اللاعب الأول	١٧٦ سم	١٨ سنة	٦٨ كجم	١٢ سنة
	اللاعب الثاني	١٧٧ سم	١٧ سنة	٦٣ كجم	١٢ سنة
	اللاعب الثالث	١٧٣ سم	١٨ سنة	٦٤ كجم	١١ سنة

جدول (٢) التوصيف الإحصائي للمتغيرات الأساسية لعينة البحث ن = ٩

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	الوسط الحسابي	الوسيط	الإنحراف المعياري	معامل الإلتواء
السن	سنة	١٧.٠٠٠	١٨.٠٠٠	١٧.٦٦٧	١٨.٠٠٠	٠.٥٧٧	١.٧٣٢-
الطول	سم	١٧٢.٠٠٠	١٧٧.٠٠٠	١٧٥.٠٠٠	١٧٦.٠٠٠	٢.٦٤٦	١.٤٥٨-
الوزن	كجم	٦٣.٠٠٠	٦٨.٠٠٠	٦٥.٠٠٠	٦٤.٠٠٠	٢.٦٤٦	١.٤٥٨
العمر التدريبي	سنة	١١.٠٠٠	١٢.٠٠٠	١١.٦٦٧	١٢.٠٠٠	٠.٥٧٧	١.٧٣٢-

المجال المكاني: تم اجراء الدراسة الأساسية على ملعب التنس بنادي الأسطول البحري بأبي قير ومعمل الميكانيكا الحيوية بكلية التربية الرياضية للبنين بجامعة الإسكندرية.

المجال الزمني:

جدول (٣) الترتيب الزمني لإجراء الدراسة

التطبيق	التاريخ	
	من	إلي
إجراء الدراسة الإستطلاعية	٢٠٢٤/١/١	٢٠٢٤/١/٣
إجراء القياسات الانثروبومترية	٢٠٢٤/١/٤	
إجراء التصوير بالفيديو للمهارة قيد البحث	٢٠٢٤/١/٦	
إجراء التحليل البيوميكانيكي للمهارة قيد البحث	٢٠٢٤/١/٧	٢٠٢٤/١/٢٠
إجراء التحليل الإحصائي وتبويب البيانات	٢٠٢٤/١/٢١	٢٠٢٤/١/٣٠

أدوات البحث:

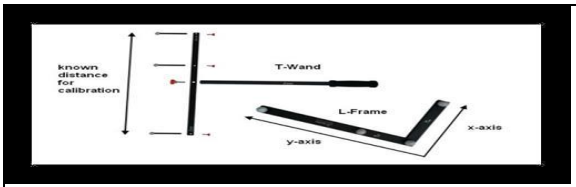
الأدوات والأجهزة الخاصة بالقياسات الجسمية:

– ميزان طبي لقياس الوزن. – جهاز لقياس الطول.

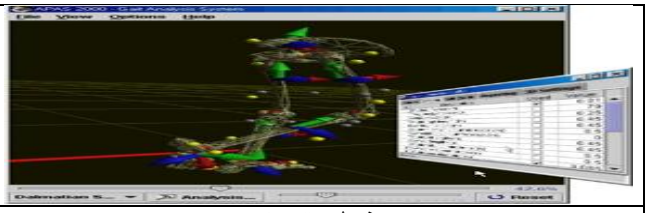
الأدوات الخاصة بالتصوير والتحليل ثلاثي الأبعاد:

– عدد (٢) كاميرا رقمية (Gopro8) تردد (١٢٠ كادر/الثانية). **شكل (١)** – شريط قياس بالمتر.
– عدد (٢) حامل كاميرا. **شكل (٥)** – برنامج تحليل حركي ثلاثي الأبعاد Apas v14.3.0.7. **شكل (٣)**
– 18علامة عاكسة لمفاصل الجسم. – مقياس رسم رباعي أبعاده ١*١ متر. **شكل (٤)**
– ريموت (Gopro8) لتزامن الكاميرات. – أسلاك كهربائية لتوصيل مصدر التيار الكهربي.
– معايرة ديناميكية بإستخدام L–Fram Calibration و Calibration (60cm) Wand. **شكل (٢)**

شكل (١) Camera (Gopro8) Frequency (120 frames/second)



شكل (٢) L-Fram Calibration and Wand (60cm) Calibration



شكل (٣) D kinematic analysis software Apas v14.3.0.7٣

شكل (٥) حامل كاميرا

شكل (٤) مقياس رسم رباعي أبعاده ١*١ متر

الأدوات الخاصة بالجزء المهاري: ملعب تنس قانوني. - كرات تنس. - عدد (٣) مضارب تنس.

متغيرات البحث:

- **المتغيرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم.**
- **التركيب الزمني للمهارة** (زمن المرحلة التمهيدية (من إرتداد الكرة حتى أقصى مرجحة للمضرب) –زمن المرحلة الأساسية (من أقصى مرجحة حتى ضرب الكرة) – زمن مرحلة المتابعة (من ضرب الكرة حتى التوازن) – زمن المهارة الكلى (ارتداد الكرة حتى التوازن)).
- **إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة. مرفق (٢)**

الدراسة الإستطلاعية: تم بإجراء هذه الدراسة الإستطلاعية فى الفترة من ٢٠٢٤/١/١ إلى ٢٠٢٤/١/٣

هدف الدراسة: –تحليل المباراة النهائية فى بطولة ويمبلدون (Wimbledon Championships) والتى أقيمت فى لندن بتاريخ ٢٠٢٣/٧/١٦ بين اللاعب الإسباني Carlos Alcaraz واللاعب الصربي Novak Djokovic.

إجراءات الدراسة: – قام الباحث فى هذه الدراسة **مرفق (١)** بتحليل نهائى إحدى مباريات بطولات التنس الكبرى وهى بطولة ويمبلدون والتى أقيمت فى لندن بتاريخ ٢٠٢٣/٧/١٦ بين اللاعب الإسبانى Carlos Alcaraz واللاعب الصربى Novak Djokovic وكلاهما يستخدمان طريقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة، **والعناصر التالية هى التى تطرق إليها الباحث أثناء تحليل المباراة:**

١. عدد الأشواط فى كل مجموعة وتحديد اللاعب الفائز.
٢. إجمالى الضربات الأرضية التى أداها اللاعبان.
٣. إجمالى عدد مرات أداء مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لكلا اللاعبان.
٤. إجمالى عدد مرات أداء مهارة الضربة الأمامية لكلا اللاعبان.
٥. نسبة مساهمة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة من عدد النقاط التى فاز بها اللاعب الفائز بالمباراة.

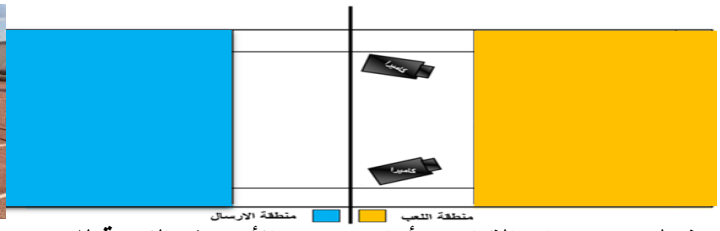
نتائج الدراسة: – أسفرت النتائج على التميز الملحوظ فى الضربات الخلفية بالقبضة المزدوجة للاعب (الفائز بالبطولة) حيث بلغت النقاط التى أحرزها اللاعب عن طريق الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة (٦٦ نقطة) بنسبة (٢٢%) من إجمالى الضربات الخلفية للاعب، وتعتبر هذه النسبة كبيرة بشكل ملحوظ بالنسبة لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة التي تتميز بصعوبة أدائها بخلاف الضربة الأمامية.

الدراسة الأساسية: قام الباحث بإجراء الجزء الأول من الدراسة الأساسية وهو القياسات الأنثروبومترية فى يوم ٢٠٢٤/١/٤، وتم إجراء الجزء الثانى من الدراسة الأساسية ألا وهو إجراء التصوير بالفيديو لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة فى يوم ٢٠٢٤/١/٦ وتم إجراء التحليل البيوميكانيكى من يوم ٢٠٢٤/١/٧ إلى يوم ٢٠٢٤/١/٢٠، وتم إجراء التحليل الإحصائى وتبويب البيانات فى الفترة من يوم الأحد الموافق ٢٠٢٤/١/٢١ إلى يوم الثلاثاء ٢٠٢٤/١/٣٠ وذلك من خلال بعض الخطوات وهي كالتالي:

أولاً: مرحلة التجهيز

❖ تم تحديد النقاط التشريحية المراد تحليلها بناءاً على حركة المفاصل المشاركة فى أداء مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة ثم وضع العلامات العاكسة عليها، ثم تم تجهيز الملعب لأداء المهارة من حيث وضع الكاميرات فى مكانهما وضبطهما على تردد (١٢٠ كادر/الثانية) ليقوما بالتسجيل فى تزامن واحد عن طريق الريموت ثم تم التأكد من جودة الإشارة أثناء التسجيل، وتم ضبط الكاميرات بحيث يكون مجال التصوير شامل لمجال الحركة أثناء الأداء حيث تم وضع الكاميرات على بعد (٥) متر من اللاعب وعلى بعد (٥) متر بينهما بزاوية (٤٥) درجة وعلى إرتفاع (١.٧٠) متر وتم عمل معايرة ديناميكية بإستخدام L-Fram Calibration and Wand (60cm) Calibration، **كما يتضح من الشكل رقم (٦)،(٧).**

شكل (٧) تحديد النقاط التشريحية للتحليل



شكل (٦) ميدان القياس وأماكن وضع الأجهزة بالنسبة للاعب

ثانياً: مرحلة التجريب

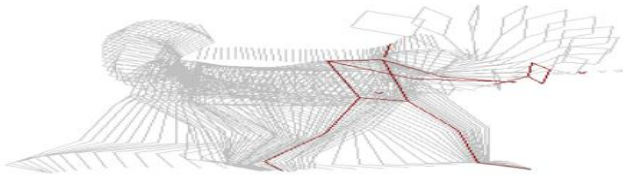
❖ قام اللاعبين بإجراء الإحماء لمدة ١٥ دقيقة قبل إجراء القياسات ثم قام كل لاعب بأداء ثلاث محاولات تجريبية لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة قبل التسجيل وذلك بهدف إجراء التسخين المهارى بالنسبة للاعبين من ناحية، ومن ناحية أخري التأكد من صلاحية وجاهزية أجهزة التصوير وإمكانية القياس بدون حوث أخطاء.

ثالثاً: مرحلة القياس

❖ بعد قيام اللاعبين بالإحماء وأدى كل لاعب ثلاث محاولات تجريبية قبل التسجيل، قام كل لاعب على حدة بالوقوف فى منتصف خط القاعدة وخلفه خارج حدود الملعب ثم القيام بأداء ثلاث محاولات أساسية لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة من خلال جودة الإشارة مع جودة الصورة فى التحليل الميكانيكى فيكون المجموع النهائى للمحاولات التى أجرى عليهم التحليل ثلاثى الأبعاد (٩) محاولات لإجراء عملية التحليل البيوميكانيكي، وعند فشل أحد المحاولات يتم حذفها وتسجيل المحاولة مرة ثانية.

رابعاً: مرحلة التحليل

❖ تم تحليل المحاولات بإستخدام برنامج التحليل الحركى ثلاثى الأبعاد Apas v14.3.0.7 وإستخراج المتغيرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم وتحليل التركيب الزمني ولحظات أداء المهارة بالكامل.

اللحظة	الشكل	اللحظة	الشكل
(1) إرتداد الكرة		(2) أقصى مرجحة	
(3) أقصى سرعة للمضرب		(4) ضرب الكرة	
(5) إنطلاق الكرة		(6) المتابعة	
(7) الشكل العصوي الكامل للمهارة			

خامساً: مرحلة التحليل الإحصائي

❖ بعد إستخراج البيانات الخام الخاصة بمتغيرات البحث أجريت المعالجات الإحصائية التي تتناسب مع طبيعة هذا البحث بإستخدام برنامج **SPSS V25** حيث تم تطبيق الطرق الإحصائية بإستخدام:

١. أقل قيمة **Minimum**.
٢. أكبر قيمة **Maximum** .
٣. الوسط الحسابي. **Mean**
٤. الوسيط **Medium**
٥. الإنحراف المعياري. **Stander Deviation**
٦. معامل الإلتواء. **skewness**
٧. معامل الانحدار " الكلي، الجزئي " **enter: stepwise** " **Linear Regression**
٨. معامل إرتباط (بيرسون) **Pearson correlation**

عرض ومناقشة نتائج الدراسة:

أولاً: إجابة التساؤل الأول والذى ينص على " ما هى المؤشرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم الخاصة بالأداء المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس؟"

جدول (٤) المؤشرات البيوميكانيكية "للمرحلة التمهيدية" لمستوي أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ن = ٩

المتغيرات / الدلالات الإحصائية	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	الوسط الحسابي	الوسيط	الإنحراف المعياري	معامل الإلتواء
محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	متر	٠.٣٧٠	٠.٥٢٠	٠.٤٣٧	٠.٤٢٠	٠.٠٦٦	٠.٤٦٣
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	م/ث	٠.٧٩٠	١.١٥٠	٠.٩٨٠	١.٠٠٠	٠.١٥٧	-٠.٢٤٣
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	كجم*م/ث	٥٢.٩٧٠	٧٦.٨١٠	٦٥.٦٦٣	٦٧.٢١٠	١٠.٣٨٨	-٠.٢٨٢
متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	م/ث²	١٢.٣٩٠	١٤.٠٤٠	١٣.١٧٣	١٣.٠٩٠	٠.٧١٧	٠.٢٢٢
متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	نيوتن	٨٤٢.٦٩٠	٩٥٤.٤٥٠	٨٩٥.٦٦٣	٨٨٩.٨٥٠	٤٨.٥٩٠	٠.٢٢٨
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة	متر	٠.٩٥٠	٠.٩٨٠	٠.٩٦٠	٠.٩٥٠	٠.٠١٥	٠.٨٥٧
محصلة الإزاحة للمضرب للمرحلة التمهيدية	متر	٠.٣٥٠	٠.٩٥٠	٠.٦٩٠	٠.٧٧٠	٠.٢٦٧	-٠.٥٤٠
محصلة السرعة للمضرب للمرحلة التمهيدية	م/ث	١.٧٥٠	٢.١١٠	١.٩٠٧	١.٨٦٠	٠.١٦٠	٠.٥٢٧
متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية	م/ث²	٦٣.٩٨٠	١٠٥.٦١٠	٨٥.٢٥٧	٨٦.١٨٠	١٨.٠٤٠	-٠.٠٩٩
إرتفاع المضرب لحظة أقصى مرجحة	متر	١.٤٢٠	١.٦٤٠	١.٥١٠	١.٤٧٠	٠.١٠٠	٠.٦٧٩
زمن المرحلة التمهيدية (من إرتداد الكرة حتى أقصى مرجحة للمضرب)	ثانية	٠.٤٢٠	٠.٤٧٠	٠.٤٤٧	٠.٤٥٠	٠.٠٢٢	-٠.٢٩٠

جدول (٥) المؤشرات البيوميكانيكية "للمرحلة الاساسية "الضرب" لمستوي أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ن = ٩

المتغيرات / الدلالات الإحصائية	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	الوسط الحسابي	الوسيط	الإنحراف المعياري	معامل الإلتواء
محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	متر	٠.٥٢٠	٠.٧٠٠	٠.٥٩٧	٠.٥٧٠	٠.٠٨٠	٠.٥٨٦
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	م/ث	٣.١٠٠	٥.٢٢٠	٣.٨١٣	٣.١٢٠	١.٠٥٥	٠.٨٥٧
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	كجم*م/ث	٢٠١.٠٤٠	٣٤٩.٨٣٠	٢٥٢.٩١٣	٢٠٧.٨٧٠	٧٢.٧٤٨	٠.٨٥١
متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	م/ث²	١٢.٦٥٠	٢١.٩٥٠	١٦.٤٨٣	١٤.٨٥٠	٤.٢٠٩	٠.٦٦٤
متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	نيوتن	٨٦٠.١٧٠	١٤٩٢.٨٧٠	١١٢٠.٩٦٣	١٠٠٩.٨٥٠	٢٨٦.٣٦١	٠.٦٦٤
محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	متر	٠.٠٠٠	٠.٠٥٠	٠.٠٢٠	٠.٠١٠	٠.٠٢٣	٠.٧٢١
إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	متر	٠.٧٣٠	١.١٠٠	٠.٨٨٣	٠.٨٢٠	٠.١٦٧	٠.٦٥٢
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	م/ث	٠.٧٣٠	١.٠٤٠	٠.٨٩٠	٠.٩٠٠	٠.١٣٤	-٠.١٤٣
محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	كجم*م/ث	٤٩.٧١٠	٧٠.٥٨٠	٦٠.٥٨٧	٦١.٤٧٠	٩.٠٦١	-٠.١٨٧
محصلة العجلة ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	م/ث²	١٢.٣٧٠	٣٦.١١٠	٢٢.١١٠	١٧.٨٥٠	١٠.٧٦٥	٠.٦٧٤
محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	نيوتن	١٤١.٤٣٠	٢١٥٥.٤١٠	١١٧٠.٢٨٠	١٢١٤.٠٠٠	٨٧٢.٦٩٥	-٠.٠٩٦
محصلة الإزاحة للمضرب للمرحلة الأساسية	متر	٠.١٠٠	٠.٦١٠	٠.٣٢٠	٠.٢٥٠	٠.٢٢٧	٠.٥٥٢
محصلة السرعة للمضرب للمرحلة الأساسية	م/ث	١.٧٧٠	٣.٣٤٠	٢.٣٣٣	١.٨٩٠	٠.٧٥٧	٠.٨٣٩
متوسط العجلة للمضرب للمرحلة الأساسية	م/ث²	٢٣٠.٩٠٠	٢٨٦.١١٠	٢٦١.١٤٣	٢٦٦.٤٢٠	٢٤.٢٣٢	-٠.٤٠٥
إرتفاع المضرب لحظة ضرب الكرة	متر	١.٠٠٠	١.٠٧٠	١.٠٤٠	١.٠٥٠	٠.٠٣١	-٠.٥٧٠
محصلة السرعة للمضرب لحظة ضرب الكرة	م/ث	١٨.٦٨٠	٢٧.٢٨٠	٢٣.٥٢٣	٢٤.٦١٠	٣.٨١٢	-٠.٥١٦
محصلة العجلة للمضرب لحظة ضرب الكرة	م/ث²	٢٩٠.٨٤٠	٣٩٣.٥٧٠	٣٥١.٨٥٧	٣٧١.١٦٠	٤٦.٧٨٠	-٠.٦٩٤
زمن المرحلة الأساسية (من أقصى مرجحة حتى ضرب الكرة)	ثانية	٠.١٣٠	٠.١٨٠	٠.١٤٧	٠.١٣٠	٠.٠٢٥	٠.٨٥٧

جدول (٦) المؤشرات البيوميكانيكية "لمرحلة المتابعة " لمستوي أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

ن = ٩

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	الوسط الحسابي	الوسيط	الإنحراف المعياري	معامل الإلتواء
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	م/ث	٠.٠٣٠	٠.٤٠٠	٠.١٨٣	٠.١٢٠	٠.١٦٧	٠.٦٥٢
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	كجم*م/ث	٨.٠٤٠	٢٦.٩٨٠	١٦.٠١٠	١٣.٠١٠	٨.٥٠٤	٠.٦١٧
متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	م/ث²	١٠.٦١٠	٣٣.٥٣٠	٢٠.١٢٣	١٦.٢٣٠	١٠.٣٤٥	٠.٦٤٩
متوسط القوة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	نيوتن	٧٢١.٢٣٠	٢٢٨٠.١١٠	١٣٦٨.٢٨٠	١١٠٣.٥٠٠	٧٠٣.٦٢٠	٠.٦٤٩
محصلة الإزاحة للمضرب لمرحلة التابعة	متر	٠.٤٤٠	٠.٧٢٠	٠.٥٧٧	٠.٥٧٠	٠.١٢١	٠.١٠٦
محصلة السرعة للمضرب لمرحلة المتابعة	م/ث	١.١٧٠	٧.١٦٠	٤.٦٦٠	٥.٦٥٠	٢.٦٩٨	٠.٦٣٦-
متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة	م/ث²	٢٦٩.٤٣٠	٣٥٨.٢٧٠	٣٢٤.٦٣٠	٣٤٦.١٩٠	٤١.٧٢٩	٠.٧٩٧-
زمن مرحلة المتابعة (من ضرب الكرة حتى التوازن)	ثانية	٠.١٠٠	٠.١٢٠	٠.١٠٧	٠.١٠٠	٠.٠١٠	٠.٨٥٧

جدول (٧) المؤشرات البيوميكانيكية للكرة وإختبار أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

ن = ٩

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	الوسط الحسابي	الوسيط	الإنحراف المعياري	معامل الإلتواء
إرتفاع الكرة	متر	١.٠٣٠	١.٠٨٠	١.٠٦٣	١.٠٨٠	٠.٠٢٥	٠.٨٥٧-
زاوية إنطلاق الكرة	درجة	٤.٤٠٠	٦.٤٥٠	٥.١٩٧	٤.٧٤٠	٠.٩٥١	٠.٧٦٦
سرعة الكرة	م/ث	٢٤.٠٧٠	٢٨.٠٧٠	٢٦.٦٩٣	٢٧.٩٤٠	١.٩٦٨	٠.٨٥٤-
إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة	درجة	١٣.٠٠٠	١٥.٠٠٠	١٣.٦٦٧	١٤.٠٠٠	٠.٧٠٧	٠.٦٠٦

جدول (٨) المؤشرات البيوميكانيكية " للمهارة كاملة " لمستوي أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

ن = ٩

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	الوسط الحسابي	الوسيط	الإنحراف المعياري	معامل الإلتواء
محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	متر	٠.٦١٠	٠.٧٠٠	٠.٦٤٠	٠.٦١٠	٠.٠٤٥	٠.٨٥٧
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	م/ث	٠.٧٩٠	١.٠٣٠	٠.٩١٧	٠.٩٣٠	٠.١٠٤	٠.٢٤٣-
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	كجم*م/ث	٥٣.٢١٠	٦٨.٨٢٠	٦١.٥٣٠	٦٢.٥٦٠	٦.٨٠٣	٠.٢٨٧-
متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	م/ث²	١١.٩٨٠	٢٥.٣٥٠	١٦.٩٥٣	١٣.٥٣٠	٦.٣٣٣	٠.٨١٤
متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	نيوتن	٨١٤.٥٢٠	١١٢٤.٠٠٠	٩٥٢.٩٠٠	٩٢٠.١٨٠	١٣٦.٢٣٧	٠.٤٤٣
محصلة الإزاحة للمضرب للمهارة كاملة	متر	١.١٠٠	١.٧٧٠	١.٤٨٧	١.٥٩٠	٠.٣٠٠	٠.٦٠٥-
محصلة السرعة للمضرب للمهارة كاملة	م/ث	١.٩٣٠	٢.٥٩٠	٢.٣٢٣	٢.٤٥٠	٠.٣٠١	٠.٧٠٤-
متوسط العجلة للمضرب للمهارة كاملة	م/ث²	٢٠٤.٥١٠	٢٥١.٧٨٠	٢٣٥.٢٤٠	٢٤٩.٤٣٠	٢٣.٠٧٠	٠.٨٥٠-
أقصى سرعة للمضرب خلا ل أداء المهارة	م/ث	٢٠.٤٨٠	٢٧.٢٨٠	٢٤.١٢٣	٢٤.٦١٠	٢.٩٦٧	٠.٣١٠-
زمن المهارة الكلى (ارتداد الكرة حتى التوازن)	ثانية	٠.٦٥٠	٠.٧٧٠	٠.٧٠٠	٠.٦٨٠	٠.٠٥٤	٠.٦٤٠

- **عرض نتائج معاملات الإرتباط (ر) ونتائج تحليل الإنحدار المتعدد بالطريقة الكلية enter والمتدرجة "Step Wise " للمتغيرات البيوميكانيكية لمراحل المهارة:**

<u>إجابة التساؤل الثاني والثالث والرابع والتي تنص على</u>"

"هل يوجد علاقة بين المؤشرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم والأداء المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة فى التنس؟"

"ما هي نسب مساهمة المؤشرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم فى الأداء المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس؟"

"ما هي المعادلات التنبؤية لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة بدلالة المؤشرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم والتركيب الزمني للمهارة؟"

جدول (٩) يوضح الإرتباط بين المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة التمهيدية والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ن = ٩

المتغيرات	زمن المرحلة التمهيدية	إرتفاع الكرة	زاوية إنطلاق الكرة	سرعة الكرة	إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة
محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	-٠.٢١٧	-٠.٩٤٥*	-٠.٨٤٨*	٠.٢١٧	-٠.٢٦٧
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	-٠.٤٨٣	-٠.٨١٤*	-٠.٩٦٣*	-٠.٠٦٧	-٠.٤٧٤
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	-٠.٤٩٧	-٠.٨٠٥*	-٠.٩٦٧*	-٠.٠٨٣	-٠.٤٨٥
متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	٠.٥٢٤	-٠.٩٠٦*	-٠.٢٤٠	٠.٨٣٥*	٠.٣٤٥
متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية	٠.٥٢٢	-٠.٩٠٧*	-٠.٢٤٣	٠.٨٣٤*	٠.٣٤٣
إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة	-٠.٩١٨	٠.٥٠٠	-٠.٣٦٠	-١.٠٠٠*	-٠.٧*٠.٧
محصلة الإزاحة للمضرب للمرحلة التمهيدية	-٠.٥٩٤	-٠.٧٣١*	-٠.٩٩٠*	-٠.١٩٧	-٠.٥٥٧
محصلة السرعة للمضرب للمرحلة التمهيدية	-٠.١٨٧	-٠.٩٥٥*	-٠.٨٣١*	٠.٢٤٧	-٠.٢٤٣
متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية	-٠.٩٨٨*	-٠.٠٣٨	-٠.٨٠٢*	-٠.٨٣١*	-٠.٨١٦*
إرتفاع المضرب لحظة أقصى مرجحة	٠.٦٥٥*	٠.٦٧٦*	٠.٩٩٨*	٠.٢٧٣	٠.٦٠٢
زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة	-٠.٨٢٧*	-٠.٤٦٣	-٠.٩٨١*	-٠.٥١١	-٠.٧٢٤*

* معنوية قيمة (ر) عند مستوي ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢)

يتضح من جدول (٩) الخاص بمعاملات الإرتباط بين المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة التمهيدية والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ما يلي:

- وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **زمن المرحلة التمهيدية ومتغيرات المرحلة التمهيدية** "متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية، إرتفاع المضرب لحظة أقصى مرجحة، زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين **إرتفاع الكرة ومتغيرات المرحلة التمهيدية** "محصلة الإزاحة، محصلة السرعة، كمية الحركة، متوسط العجلة، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم –محصلة الإزاحة، محصلة السرعة للمضرب للمرحلة التمهيدية–إرتفاع المضرب لحظة أقصى مرجحة" حيث كانت "ر" المحسوبة أكبر من "ر" الجدولية عند ٠.٠٥=(٠.٦٣٢) بينما لا يوجد إرتباط معنوي في باقي المتغيرات حيث "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند ٠.٠٥.
- وجود علاقة إرتباطية معنوية ذات دلالة إحصائية بين متغير **زاوية إنطلاق الكرة ومتغيرات المرحلة التمهيدية** " محصلة الإزاحة، محصلة السرعة، كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية–محصلة الإزاحة، محصلة السرعة، متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية–إرتفاع المضرب، زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين **سرعة الكرة ومتغيرات المرحلة التمهيدية** "متوسط العجلة، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمرحلة التمهيدية–إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة–متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.

– **ويرجع الباحث** وجود هذه العلاقة الإرتباطية **بين المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة التمهيدية** إلى أن المرحلة التمهيدية للضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة هي المرحلة التي يتم فيها التحضير للمهارة من خلال بعض الشروط والمتغيرات الميكانيكية التي يجب أن تتوافر لدي اللاعب للنجاح في أداء المراحل التالية للمرحلة التمهيدية ويتوقف

ذلك على مستوي خبرة اللاعب وأدائه حيث يؤثران في الجوانب الميكانيكية لأداء الضربة الخلفية **(زمن المرحلة التمهيدية–إرتفاع الكرة–زاوية إنطلاق الكرة–سرعة الكرة)** لأن دوران الجذع ليس الحركة الوحيدة لتوليد الطاقة في مرحلة المرجحة الخلفية حيث يساهم الدوران الخارجي للجزء العلوي بنسبة كبيرة في توليد القوة في الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة نتيجة للنقل الحركي الذي يحدث من الجذع إلي الكتف ثم تنتقل هذه القوة إلي الكرة في مرحلة الضرب وكل هذه العوامل تتوقف علي نجاح اللاعب في الربط ما بين إرتفاع الكرة وسرعة إنطلاقها والسرعة التي يقوم بها اللاعب في المرجحة الخلفية للتجهيز لمرحلة الضرب.

– وفي هذا الصدد توضح **إيلين وديع فرج (٢٠٠٧)** أنه كلما زادت المرحلة التمهيدية للحركة المتمثلة في المرجحة الخلفية للذراعين كلما زادت قوة الحركة إذ تؤدي أي عضلة أكبر عمل لها عندما يسبقها إنقباض مناسب في العضلات المضادة لنفس المفصل الذي تعمل عليه تلك العضلة. (٦: ٣٥–٣٦)

– كما توضح نتائج دراسة **Hsin – Chen Fanchiang (2013)** حدوث دوران أكبر للكتف عندما قام اللاعبون بأداء ضربة خلفية بقبضة مزدوجة حيث يحتاج اللاعبين عند أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة مزيداً من حركة الكتف لتوليد قوة قصوى وسرعة رأس المضرب عند ضرب الكرة مما يدل على أهمية إطالة المرحلة التمهيدية للمهارة وزيادة زمن المرجحة الخلفية ولكن مع سرعة التحضير ومتابعة زاوية إنطلاق الكرة، كما استخدم اللاعبين مزيداً من دوران الجذع عند المرجحة الخلفية وضرب الكرة وعدم الإعتماد فقط علي دوران الكتفين للخلف. (٣١)

❖ وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين **متغير إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة ومتغيرات المرحلة التمهيدية** "متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية–إرتفاع مركز ثقل الجسم، زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٠٥

– **ويعزو الباحث هذه العلاقة** إلي قدرات اللاعبين المهارية في إستخدام وصلات الجسم بطريقة إنسيابية في المرحلة التمهيدية لإحداث الفارق المهاري بالنسبة للمتغيرات الميكانيكية والتي من أهمها إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصي مرجحة للمضرب، والتي تعطي اللاعب الإتزان الأكبر والقوة الدافعة في المرحلة التالية وهي مرحلة ضرب الكرة حيث أن حركة الضرب تشتمل حركة الجسم كله موزعاً علي أجزائه لإعطاء الضرب قوة مرجحة مناسبة، وللوصول إلي أعلي متطلبات القوة تستعمل حركة الجسم عند أداء المرجحة من القدمين والحوض والجذع والكتفين والذراعين علي التوالي في شكل إنسيابي، حيث تعمل كل مجموعة عضلية عملاً أقل بسبب مساعدة الجسم لها ككل نتيجة القوة الدافعة للرجلين بالأرض، كما يعتبر مركز ثقل اللاعب في هذه المرحلة هو همزة الوصل بينها وبين المراحل التالية.

جدول (١٠) تحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى (Enter Method multiple- Regression) للمتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة التمهيدية والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

نموذج الإنحدار الخطى المتعدد	معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر بإستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة
(Constant)	٩.١٧٧	٢.٥٦٣		*٣.٥٨١	٠.٠١٢	
متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية	٠.٠٩٣-	٠.٠٠٠	٠.٨٥٢-	٠.٠٠٠٠	١.٠٠٠	١.٠٠
إرتفاع الكرة	٤٣.٨٧٥-	٠.٠٠٠	٠.٥٥٧-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
سرعة الكرة	٠.٢٣٩	٠.٠٨٥	٠.٦٦٦	*٢.٨٢٠	٠.٠٣٠	

يتضح من جدول رقم (١٠) الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية في قيمة (ت) في المتغيرات البيوميكانيكية حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٠٥)، وبلغت نسبة المساهمة الكلية لهذه المتغيرات ١٠٠ % في مستوي الأداء.

جدول (١١) تحليل الإنحدار الخطى المتعدد بالطريقة المتدرجة Step Wise للمتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة التمهيدية والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

المؤشرات	نموذج الإنحدار الخطى المتعدد		معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة
١	أ	(Constant)	١٥٢.٦١٣	١.٣٦٢		*١١٢.٠٦٥	٠.٠٠٠	٠.٩٩٩
	س١	إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة	١٣١.١٦٧-	١.٤١٨	١.٠٠٠-	*٩٢.٤٧٤-	٠.٠٠٠	
٢	أ	(Constant)	١٨٩.٣٦٠	٠.٠٠٠		٠.٠٠٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠
	س١	إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة	٢٨١.١٧٦-	٠.٠٠٠	٢.١٤٣-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	س٢	زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة	٠.٧٦٥	٠.٠٠٠	١.١٤٤	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
٣	أ	(Constant)	١٨٩.٣٦٠	٠.٠٠٠		٠.٠٠٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠
	س١	إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة	٢٨١.١٧٦-	٠.٠٠٠	٢.١٤٣-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	س٢	زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة	٠.٧٦٥	٠.٠٠٠	١.١٤٤	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	س٣	سرعة الكرة	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	

يتضح من جدول رقم (١١) والشكل البياني رقم (٨) الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بالطريقة المتدرجة (Step Wise Multiple – Regression) ونسبة مساهمة المتغيرات البيوميكانيكية وجود دلالة معنوية في قيمة (ت) في متغيرات النموذج (١)، وبلغت نسبة المساهمة لهذا النموذج (٠.٩٩٩) في تقييم الأداء المهاري. بينما لا توجد فروق معنوية في قيم متغيرات النموذج "٢، ٣" حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٠٥).

المعادلات التنبؤية		
ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١	ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١ + ب ٢س٢	ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١ + ب ٢س٢ + ب ٣س٣
أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ١٥٢.٦١٣ + ١٣١.١٦٧- إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة	أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري= ١٨٩.٣٦٠+ ٢٨١.١٧٦- إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة + ٠.٧٦٥ زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة	أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ١٨٩.٣٦٠ + ٢٨١.١٧٦- إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة + ٠.٧٦٥ زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة + ٠.٠٠٠ سرعة الكرة.

الشكل البياني رقم (٨) يوضح نسبة مساهمة المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة التمهيدية لأداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

– ومن خلال تحليل الإنحدار للمتغيرات الميكانيكية التي ساهمت في الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المرحلة التمهيدية للمهارة إتضح أن **إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى مرجحة** كان هو المتغير المعنوي الوحيد بالنسبة للمتغيرات الميكانيكية الأخرى ويرجع الباحث ذلك إلى أنه لضمان سلامة الأداء يجب أن يراعي اللاعب أن يكون مركز ثقله أقرب ما يمكن لمنتصف قاعدة الإرتكاز وأن يكون الوزن موزعاً بالتساوي على مسطح القدمين، ويجب أن تكون القدم الخلفية عمودية علي إتجاه الحركة للحصول علي أكبر قدر من الإرتكاز، إلا أن القدم الأمامية يمكن أن تنحرف قليلاً عن إتجاه القدم الخلفية وليس كثيراً، لأن هذا يعوق حركة دوران مفصل الفخذ ومن الأفضل أن تتقدم القدم الأمامية قليلاً عن الخلفية وهذا يجعل مجال المرجحة أكبر مما يعطي قوة أكبر لحظة ضرب الكرة، ودلالة ذلك أن ثبات الجسم يتناسب عكسياً مع المسافة العمودية من مركز الثقل إلي نقطة الإرتكاز، فيزداد الإتزان عندما يكون مركز الثقل منخفضاً فيزيد من ثبات الجسم.(١٤: ١٩١)

– والمرحلة التمهيدية كالمرجحة الخلفية في مهارات التنس تستخدم لتوفير ظروف أفضل لأداء المرجحة الأساسية لذلك تتم المرجحة الخلفية في الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة بسرعة لزيادة فعل العمل العضلي في إتجاه الجزء الرئيسي من المهارة حيث تؤدي إلى توليد كمية الحركة في إتجاه مضاد غالباً ما يكون للإتجاه الرئيسي للمرجحة حيث يجب أن يتم التغلب على هذه الكمية عن طريق عمل العضلات المسئولة عن المرجحة أماماً لتحقيق الهدف من الضرب. (١٥: ٨٥–٨٦)

جدول (١٢) يوضح الإرتباط بين المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ن = ٩

المتغيرات	زمن المرحلة الأساسية	إرتفاع الكرة	زاوية إنطلاق الكرة	سرعة الكرة	إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة
محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	-٠.٢٤٩	-٠.٩٦٣*	-٠.٣٩٥	٠.٧٣٤*	٠.٢٢٠
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	-٠.٥٠٧	-١.٠٠٠*	-٠.٦٣٤*	٠.٥١٨	-٠.٠٠٧
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	-٠.٤٦٤	-٠.٩٩٩*	-٠.٥٩٦	٠.٥٥٩	٠.٠٣٣
متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	٠.٩٧٤*	٠.٦٨٣*	٠.٩٩٧*	٠.٢٦٤	٠.٥٩٦
متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	٠.٩٧٤*	٠.٦٨٣*	٠.٩٩٧*	٠.٢٦٤	٠.٥٩٦
محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية	٠.٩٨٢*	٠.٦٥٥*	٠.٩٩٩*	٠.٣٠٠	٠.٦١٧
إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	-٠.٢٨٤	-٠.٩٧٢*	-٠.٤٢٩	٠.٧٠٩*	٠.١٩٠
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	٠.٠٥٦	٠.٨٩٣*	٠.٢١٠	-٠.٨٥٢*	-٠.٣٦٨
محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	٠.٠٧٣	٠.٩٠٠*	٠.٢٢٧	-٠.٨٤٣*	-٠.٣٥٥
محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	٠.٩٧٥*	٠.٦٧٩*	٠.٩٩٨*	٠.٢٦٩	٠.٦٠٠
محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	٠.٨٤٧*	٠.٨٨٤*	٠.٩١٩*	-٠.٠٦٦	٠.٣٨١
محصلة الإزاحة للمضرب للمرحلة الأساسية	٠.٩٥٨*	٠.٧٢٧*	٠.٩٩١*	٠.٢٠٣	٠.٥٦١
محصلة السرعة للمضرب للمرحلة الأساسية	٠.٩٩٨*	٠.٥٥٨	٠.٩٩٦*	٠.٤١٣	٠.٦٧٧*
متوسط العجلة للمضرب للمرحلة الأساسية	-٠.٩٣٦*	-٠.١٦٣	-٠.٨٧٠*	-٠.٧٥٤*	-٠.٨٠٦*
إرتفاع المضرب لحظة ضرب الكرة	-٠.٩٦١*	-٠.٧٢١*	-٠.٩٩٢*	-٠.٢١٢	-٠.٥٦٦
محصلة السرعة للمضرب لحظة ضرب الكرة	٠.٧٣٩	-٠.٢١٤	٠.٦٢٦	٠.٩٤٤	٠.٧٩٨
محصلة العجلة للمضرب لحظة ضرب الكرة	-٠.٩٧٨	-٠.٣٠٩	-٠.٩٣٤	-٠.٦٤٧	-٠.٧٧٦
المدى الحركي لزاوية الفخذ الأيسر للمرحلة الأساسية	-٠.٨٤٠	٠.٠٥٠	-٠.٧٤٦	-٠.٨٧٧	-٠.٨١٥
المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى للمرحلة الأساسية	-٠.٥٦٤	٠.٤٣٣	-٠.٤٣٠	-٠.٩٩٥	-٠.٧٣٦
المدى الحركي لزاوية اليد اليمنى للمرحلة الأساسية	٠.٩٨٧	٠.٣٥٥	٠.٩٥٠	٠.٦١٠	٠.٧٦٣

* معنوية قيمة (ر) عند مستوي ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢)

يتضح من جدول (١٢) الخاص بمعاملات الإرتباط بين المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ما يلي:

❖ وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **زمن المرحلة الأساسية (من أقصى مرجحة حتى ضرب الكرة) والمتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية**" متوسط العجلة، متوسط القوة، محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية–محصلة العجلة، محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة–محصلة الإزاحة للمضرب، محصلة السرعة للمضرب، متوسط العجلة للمضرب للمرحلة الأساسية–إرتفاع المضرب لحظة ضرب الكرة، محصلة السرعة للمضرب، محصلة العجلة للمضرب لحظة ضرب الكرة–المدى الحركي لزاوية الفخذ الأيسر،

المدى الحركي لزاوية اليد اليمنى للمرحلة الأساسية" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا يوجد إرتباط معنوي في باقي المتغيرات حيث كانت "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند ٠.٠٥.

- ❖ وجود علاقة إرتباطية معنوية ذات دلالة إحصائية بين متغير **إرتفاع الكرة والمتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية**" محصلة الإزاحة، محصلة السرعة، كمية الحركة (النقل الحركي)، متوسط العجلة، متوسط القوة، محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية–إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة، محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم، محصلة العجلة ثقل الجسم، محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة–محصلة الإزاحة للمضرب للمرحلة الأساسية–إرتفاع المضرب لحظة ضرب الكرة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- ❖ وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **زاوية إنطلاق الكرة ومتغيرات المرحلة الأساسية** "محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، متوسط العجلة، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم، محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية–محصلة العجلة، محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة–محصلة الإزاحة للمضرب، محصلة السرعة للمضرب، متوسط العجلة للمضرب للمرحلة الأساسية–إرتفاع المضرب، محصلة العجلة للمضرب لحظة ضرب الكرة–المدى الحركي لزاوية الفخذ الأيسر، المدى الحركي لزاوية اليد اليمنى للمرحلة الأساسية" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- ❖ وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين **متغير سرعة الكرة ومتغيرات المرحلة الأساسية** "محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمرحلة الأساسية–إرتفاع مركز ثقل الجسم، محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، محصلة كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة–متوسط العجلة للمضرب للمرحلة الأساسية–محصلة السرعة للمضرب لحظة ضرب الكرة–المدى الحركي لزاوية الفخذ الأيسر، المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى للمرحلة الأساسية" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند ٠.٠٥.
- ❖ وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين **دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة ومتغيرات المرحلة الأساسية** "محصلة السرعة للمضرب، متوسط العجلة للمضرب للمرحلة الأساسية–محصلة السرعة للمضرب، محصلة العجلة للمضرب لحظة ضرب الكرة–المدى الحركي لزاوية الفخذ الأيسر، المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى، المدى الحركي لزاوية اليد اليمنى للمرحلة الأساسية" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند ٠.٠٥.

– ويرجع الباحث وجود هذه العلاقة الإرتباطية **بين المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية** إلي أن الحركة الدورانية التي يقوم بها اللاعب أثناء أداء مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لحظة أقصي مرجحة ثم ضرب الكرة تحتاج إلي الأداء الناجح لعدة أعضاء من الجسم وعليه تكون حركة المضرب دورانية نتيجة لهذا الأداء، كما تحدث حركة إنتقالية محدودة للجسم بسبب إنتقال مركز ثقل الجسم نتيجة لنقل وزن الجسم إلي القدم الأمامية، ويعتبر نقل الوزن من على الرجل الأمامية اليسرى إلي الرجل اليمني هو أمر حاسم في أداء هذه الضربة (لحظة أقصي مرجحة) حيث أثبتت الدراسات أن توقيت نقل الوزن مرتبطاً بتوقيت التصادم مع الكرة (لحظة ضرب الكرة). وأيضاً حركة لف الجذع في المرحلة التمهيدية (المرجحة الخلفية) وفي المرحلة الأساسية (المرجحة الأمامية) مرحلة إنتاج القوة. وإذا تمت حركة إنتقال مركز ثقل الجسم قبل أو بعد التوقيت المناسب فإن الفائدة من هذا الإنتقال تفقد لأن الإنسياب المتناسق للقوة يفقد، ويؤدي هذا إلى عدم دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة بالإضافة إلى أنه إذا تم الإنتقال متأخراً فإن الجسم يكون مرتكزاً على القدم الخلفية أثناء الضرب فيؤدي ذلك إلى تقليل فترة المرجحة، وكذلك إذا استغل اللاعب القوة الدافعة من المرجحة الخلفية بشكل صحيح وتم توظيفها بمثالية لتخدم المرحلة الأساسية سوف يؤثر ذلك علي دقة وقوة ضرب الكرة بشكل كبير.

– ويجب أن تتوائم جميع حركات الجسم المتتالية وخاصة بين المرحلة التمهيدية والمرحلة الأساسية والمرحلة النهائية بحيث يتم حدوث تسارع ثابت للمضرب والمرجحة التي تتم بهذا الشكل تكون إنسيابية منتظمة، وهذا يؤدي بالتالي إلى حدوث كمية حركة كبيرة أثناء الضرب في حين إذا حدث توقف بعد أداء المرجحة الأولي (المرجحة الخلفية) أو كانت المرجحة مهزوزة فسوف يؤدي ذلك إلى فقد قيمة أداء الحركة الأولي التي تقدمها للحركة الثانية (المرحلة الأساسية) حيث تستغرق جزءاً من كمية الحركة. (١١: ١٠٢)

– كما أن السرعة والقوة العالية في الضرب تكتسب نتيجة زيادة السرعة في العضد والساعد واليد والتي تتولد نتيجة للمرجحة الخلفية من خلال نقل ثقل الجسم وتدوير الجذع حتى الوصول إلى أقصي مرجحة لتجميع القوة والسرعة والتي بدورها تنتقل في اللحظة التالية إلى الكرة وإذا أدي اللاعب ذلك بشكل جيد ومتناسق بين أجزاء الجسم تمكن اللاعب من مقابلة المضرب للكرة في المكان المناسب. (١٦: ١٣٢–١٣٣)

جدول (١٣) تحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى (Enter Method multiple- Regression) للمتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

نموذج الإنحدار الخطى المتعدد	معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة
(Constant)	٧٣.٦٠٢	٠.٠٠٠		١٤٩٠٤٥.٤٨٤*	٠.٠٠٠	١.٠٠٠
المدى الحركي لزاوية الفخذ الأيسر للمرحلة الأساسية	٠.٨٩٢-	٠.٠٠٠	٠.٨٥٢-	١٠٩٦٤٠.٢٤٦-*	٠.٠٠٠	
إرتفاع الكرة	٣٧.٩١٢-	٠.٠٠٠	٠.٤٨٢-	١٠٦٩٦٨.٥٦١-*	٠.٠٠٠	
سرعة الكرة	٠.٢٦٠	٠.٠٨٥	٠.٧٢٤	٣.٠٦٣*	٠.٠٢٢	

- **يتضح من جدول رقم (١٣)** الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية في قيمة (ت) في المتغيرات البيوميكانيكية حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٥)، وبلغت نسبة المساهمة الكلية لهذه المتغيرات ١٠٠ % في مستوي الأداء.

جدول (١٤) تحليل الإنحدار الخطى المتعدد بالطريقة المتدرجة Step Wise للمتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

المؤشرات	نموذج الإنحدار الخطى المتعدد		معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة
١	أ	(Constant)	٤٥.٧١٨	٠.٧٥٨		٦٠.٣١٢*	٠.٠٠٠	%٠.٩٨٩
	س١	المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى للمرحلة الأساسية	١.٠٠٩-	٠.٠٤٠	٠.٩٩٥-	٢٥.٢١٦-*	٠.٠٠٠	
٢	أ	(Constant)	٥٩.٦٦٨	٠.٠٠٠		٠.٠٠٠	١.٠٠٠	%١.٠٠٠
	س١	المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى للمرحلة الأساسية	١.٤٥٦-	٠.٠٠٠	١.٤٣٦-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	س٢	محصلة السرعة للمضرب لحظة ضرب الكرة	٠.٢٣٤-	٠.٠٠٠	٠.٤٥٣-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	

يتضح من جدول رقم (١٤) والشكل البياني رقم (٩) الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بالطريقة المتدرجة (Step Wise Multiple – Regression) ونسبة مساهمة المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية وجود دلالة معنوية في قيمة (ت) في متغيرات النموذج (١)، وبلغت نسبة المساهمة لهذا النموذج (٠.٩٨٩) في تقييم الأداء المهاري. بينما لا توجد فروق معنوية في قيم متغيرات النموذج "٢"حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٥).

المعادلات التنبؤية	
ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١	ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١ + ب ٢س٢
أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ٤٥.٧١٨ + ١.٠٠٩- المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى للمرحلة الأساسية	أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ٥٩.٦٦٨+ ١.٤٥٦- المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى للمرحلة الأساسية + ٠.٢٣٤- محصلة السرعة للمضرب لحظة ضرب الكرة

الشكل البياني رقم (٩) يوضح نسبة مساهمة المتغيرات البيوميكانيكية للمرحلة الأساسية لأداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

– ومن خلال تحليل الإنحدار للمتغيرات الميكانيكية التي ساهمت في الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المرحلة الأساسية للمهارة إتضح للباحث أن المتغيرات الميكانيكية **(المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى للمرحلة الأساسية– محصلة السرعة للمضرب لحظة ضرب الكرة)** زادت نسب مساهمتها في مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة ويرجع الباحث ذلك إلى أن الدوران الداخلي لمفصل الفخذ والمد القسري لركبة الرجل اليمني بالإضافة إلي الوزن الكلي للجسم وكذلك سرعة المضرب لحظة ضرب الكرة تؤدي كل قوة من هذه القوي عملاً خاصاً للحصول علي دقة المرجحة ويؤدي أي زيادة أو نقص في هذه القوى إلي حدوث خلل في المرجحة بالإضافة إلي عدم تأثير كل قوة في التوقيت المناسب يؤدي إلي عدم دقة الأداء أو تقلل من كمية الحركة أو كلاهما، وكذلك تكون سرعة المضرب لحظة ضرب الكرة في الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة مساوية تقريباً لمجموع سرعات الوصلات المشتركة في الحركة، ولتجميع أكبر قدر من السرعة فإن الحركة المتتابعة يجب أن تبدأ عندما تكون سرعة المرحلة السابقة أكبر ما يمكن، وبما أن حركة مرجحة المضرب أثناء ضرب الكرة تتضمن عمل وصلات كثيرة في وقت قليل فإن دقة التوقيت هنا تكون مؤثرة وهذا يحتاج إلى تدريب جيد. والدلالة على ذلك المبدأ الميكانيكي الخاص بالسرعة النهائية والذي ينص على أن "السرعة النهائية هي مجموع السرعات لجميع الحركات المشتركة في الأداء في نفس الإتجاه بالتتابع المناسب والترتيب المناسب". (٨: ١٥٢)

– وفي هذا الصدد يشير **H.C. Dubey (2003)** أن لف الجذع للأمام في مهارة الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة أثناء المرجحة الأمامية للمضرب إستعداداً لضرب الكرة يساعد على نقل السرعة من الجذع إلى الذراعين ثم للكرة لحظة الضرب، لذلك فإن التزامن والربط بين حركة أجزاء الجسم يساعد على ثبات الجسم وضبطه لحظة الضرب مما يسمح للاعب بمقابلة الكرة في وضع جيد. (٣٠: ٢٧)

– ويوضح **Duane Knudson (2006)** أن سرعة رأس المضرب لحظة الضرب هي مفتاح لزيادة سرعة الضربة، ولكن تؤدي الزيادة الكبيرة في سرعة رأس المضرب إلى تقليل دقة الضربة، لذلك يجب أن تبطئ من حركة المضرب عند ضرب الكرة مباشرةً وذلك نظراً لأن سرعة رأس المضرب هي ناتج لسرعة حركة الجسم. (٢٢: ١٠١)

– وتعد القوة الدافعة الخطية والقوة الدافعة الزاوية هدف أساسي في الحركة والتي تمكن اللاعب من ضرب الكرة بشكل أفضل، وتتولد القوة الدافعة الخطية عند أداء مهارة الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة مع لف الجذع أثناء المرجحة الأمامية لضرب الكرة والتي تنتقل إلى الذراعين، ثم للمضرب، ثم للكرة. (٥: ٤٤)

جدول (١٥) يوضح الإرتباط بين المتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ن = ٩

المتغيرات	زمن مرحلة المتابعة	إرتفاع الكرة	زاوية انطلاق الكرة	سرعة الكرة	إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	*٠.٩٧٢	*٠.٦٨٨	*٠.٩٩٧	٠.٢٥٧	٠.٥٩٢
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	*٠.٩٦٧	٠.٢٦٥	*٠.٩١٧	*٠.٦٨٢	*٠.٧٨٧
متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	*٠.٩٧٢	*٠.٦٩٠	*٠.٩٩٧	٠.٢٥٥	٠.٥٩١
متوسط القوة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	*٠.٩٧٢	*٠.٦٩٠	*٠.٩٩٧	٠.٢٥٥	٠.٥٩١
محصلة الإزاحة للمضرب لمرحلة التابعة	*٠.٨٤٥-	*٠.٨٨٦-	*٠.٩١٧-	٠.٠٧٠	٠.٣٧٩-
محصلة السرعة للمضرب لمرحلة المتابعة	*٠.٩٧٠-	*٠.٦٩٥-	*٠.٩٩٦-	٠.٢٤٨-	٠.٥٨٧-
متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة	*٠.٩٩٢-	*٠.٦٠٥-	*١.٠٠٠-	٠.٣٦١-	*٠.٦٥٠-

* معنوية قيمة (ر) عند مستوي ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢)

يتضح من جدول (١٥) الخاص بمعاملات الإرتباط بين المتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ما يلي:

- وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **زمن مرحلة المتابعة والمتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة** "محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم، متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة–محصلة الإزاحة للمضرب، محصلة السرعة للمضرب، متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **إرتفاع الكرة والمتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة** ""محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، متوسط العجلة، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة–محصلة الإزاحة للمضرب، محصلة السرعة للمضرب، متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة" حيث كانت "ر" المحسوبة أكبر من "ر" الجدولية عند ٠.٠٥=(٠.٦٣٢) بينما لا يوجد إرتباط معنوي في باقي المتغيرات حيث كانت "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند ٠.٠٥.
- وجود علاقة إرتباطية معنوية ذات دلالة إحصائية بين متغير **زاوية انطلاق الكرة ومتغيرات مرحلة المتابعة** "محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم، متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة–محصلة الإزاحة للمضرب، محصلة السرعة للمضرب، متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **سرعة الكرة ومتغيرات مرحلة المتابعة** "كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- وجود علاقة إرتباطية معنوية ذات دلالة إحصائية بين متغير إختبار **دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة ومتغيرات مرحلة المتابعة** " كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة، متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.

– ويرجع الباحث وجود هذا الإرتباط **بين المتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة** إلى أن متابعة الأداء لها أهمية قصوي لإتمام عملية المرجحة والضرب بقوة، كما ان المتابعة تتيح للاعب إختيار المكان الصحيح لضرب الكرة

بكامل القوة إلي نقطة الهدف، والمتابعة من أكثر الأجزاء أهمية في المرجحة الكلية لما تعطيه من وضع دقيق للكرة فأداء حركة المتابعة بشكل صحيح سوف يزيد من أداء ضربة قوية بشكل جيد، وأثناء المتابعة يتحرك الكتف الأيسر للأمام قليلاً وفي نهاية المتابعة يكون ثقل الجسم فوق الرجل الأمامية ويثبت الجسم في الوضع النهائي لضبط الجسم والتأكد من إتزانه، ومن الهام في هذه المرحلة أن يحافظ اللاعب دائماً علي مركز ثقل جسمه أن يكون في حالة إتزان حتي ينتقل اللاعب بعد الإنتهاء من أداء مرحلة المتابعة إلي أداء المهارات التالية بكل تركيز فنجاح اللاعب في أداء المتابعة الصحيحة لمهارة الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة يؤثر بطريقة إيجابية علي المهارات التي تليها.

– وتوضح نتائج دراسة كلاً من **Kuo – Chang Lo & Yang – Chun Hsieh (2016)** أن في الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة يكون توزيع القوة على اليدين مما يؤثر على النتيجة النهائية لحظة ضرب الكرة كما أن اللاعبين ذو الأداء المتوسط يكون دوران المفاصل للداخل أعلي مقارنةً باللاعبين ذو المستوي المتقدم، وتوصي النتائج بأنه يجب على اللاعبين تجنب ممارسة القوة المفرطة أثناء مرحلة المتابعة حتى يتجنبوا حدوث أي إصابة في المفاصل أثناء التدريب. (٣٤: ٣٠٦)

– والمتابعة أيضاً من النقاط الهامة والمؤثرة في تحقيق الهدف من أداء الضربات وكي يزيد من فعالية الضربات يقوم اللاعب بإنهاء الضربة بحيث يكون المضرب وقبضته بالكامل فوق الكتف الأيمن عند أداء الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة إستعداداً لتكرار المهارة نفسها في الأداء التالي أو أداء مهارة أخري، ولكن بنفس التركيز ونفس طريقة إنهاء المتابعة لمهارة الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة. (٣: ١٢٤)

جدول (١٦) تحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى (Enter Method multiple- Regression) للمتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

نموذج الإنحدار الخطى المتعدد	معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة
(Constant)	٨٦.٨٩٢	٠.٠٠٠		*٧٢٧٠١.٠٩٥	٠.٠٠٠	
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	٠.٢٠٤	٠.٠٠٠	٠.٨٨٣	*٥٢٠٨٢.٤٢٧	٠.٠٠٠	١.٠٠٠
إرتفاع الكرة	٥٩.٦٩٠-	٠.٠٠٠	٠.٧٥٨-	*٧٢٥٦١.٣٩٤-	٠.٠٠٠	
سرعة الكرة	٠.٢٦٠	٠.٠٨٥	٠.٧٢٥	*٣.٠٦٩	٠.٠٢٢	

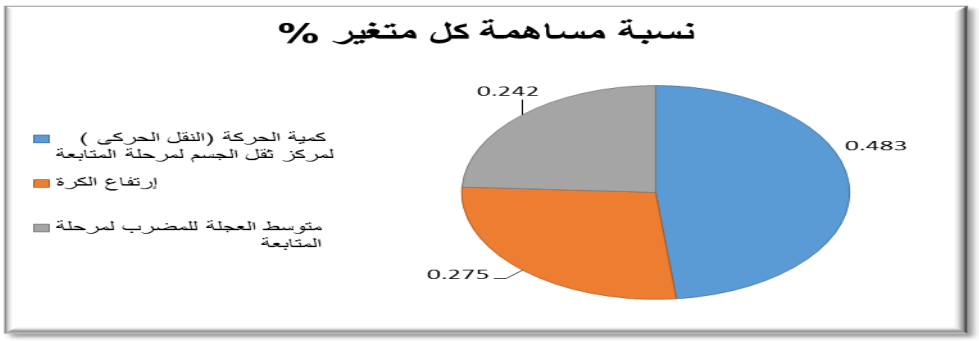
- **يتضح من جدول رقم (١٦)** الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية في قيمة (ت) في المتغيرات البيوميكانيكية حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٥)، وبلغت نسبة المساهمة الكلية لهذه المتغيرات ١٠٠% فى مستوي الأداء.

جدول (١٧) تحليل الإنحدار الخطى المتعدد بالطريقة المتدرجة Step Wise للمتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

المؤشرات	نموذج الإنحدار المتعدد / المتغيرات		معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة %
١	(Constant)	أ	٠.٢٤٨	١٠.٣٤٩		٠.٠٢٤	٠.٩٨٢	٠.٤٨٣
	كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	س١	٠.٠٦٥	٠.٠١٩	٠.٧٨٧	*٣.٣٨٠	٠.٠١٢	
٢	(Constant)	أ	٤٤.١٦٤	١٨.٤٥٧		*٢.٣٩٣	٠.٠٥٤	٠.٧٥٨
	كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	س١	٠.٠٦٥	٠.٠١٩	٠.٧٨٧	*٣.٣٨٠	٠.٠١٢	
	إرتفاع الكرة	س٢	٤١.٣٠٠-	١٥.٧٩٩	٠.٥٢٥-	*٢.٦١٤-	٠.٠٤٠	
٣	(Constant)	أ	١٤١.٠٧٩	٠.٠٠٠		٠.٠٠٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠
	كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	س١	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	إرتفاع الكرة	س٢	٩٢.١٨١-	٠.٠٠٠	١.١٧١-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة	س٣	٠.٠٥٠-	٠.٠٠٠	١.٠٦٩-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	

يتضح من جدول رقم (١٧) والشكل البياني رقم (١٠) الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بالطريقة المتدرجة (Step Wise Multiple – Regression) ونسبة مساهمة المتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة وجود دلالة معنوية في قيمة (ت) في متغيرات النموذج (١، ٢)، وبلغت نسبة المساهمة لهذا النموذج (٠.٤٨٣، ٠.٧٥٨) فى تقييم الأداء المهاري. بينما لا توجد فروق معنوية في قيم متغيرات النموذج "٣" حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٠٥).

المعادلات التنبؤية		
ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١	ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١ + ب ٢س٢	ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١ + ب ٢س٢ + ب ٣س٣
أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ٠.٢٤٨ + ٠.٠٦٥ كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة	أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ٤٤.١٦٤ + ٠.٠٦٥ كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة + - ٤١.٣٠٠ إرتفاع الكرة	أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ١٤١.٠٧٩ + ٠.٠٠٠ كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة + - ٩٢.١٨١ إرتفاع الكرة + -٠.٠٥٠ متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة



الشكل البياني رقم (١٠) يوضح نسبة مساهمة كل من المتغيرات البيوميكانيكية لمرحلة المتابعة لأداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

– ومن خلال تحليل الإنحدار للمتغيرات الميكانيكية التي ساهمت في الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في مرحلة المتابعة للمهارة إتضح أن المتغيرات الميكانيكية **(كمية الحركة لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة–إرتفاع الكرة–متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة)** زادت نسب مساهمتها في مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة ويرجع الباحث ذلك إلى أنه لتكوين أو تخزين كمية الحركة في أي حركة مرجحة لابد من تغيير نصف قطر الدوران أثناء المرجحة لأعلي (الصعود) وإطالته أثناء المرجحة لأسفل (الهبوط) ويؤدي ذلك إلي زيادة تأثير الجاذبية عندما تكون الحركة في إتجاهها وتقليل تأثيرها عند العمل علي عكس إتجاهها بمعني الإستفادة من القوة الخارجية الإيجابية وتقليل القوة السلبية. (١٣: ٢١٣)

– وفي نهاية مرحلة المتابعة يتحرك الذراعين في إتجاه الضرب ولأعلي حتى يصلا فوق الكتف الأيمن حيث يجب على اللاعب أن يجعل المضرب يتابع الكرة لمسافة طويلة قدر الإمكان مما ينتج عنه نقل للسرعة والقوة الناتجة من دوران الجذع إلى الذراعين ثم للمضرب والكرة أي ينتج عنه نقل كمية حركة كبيرة. (٢: ١٧٤) (٢٧)

– وأظهرت نتائج دراسة **Lin – Hwa Wang (2009)** أن مرحلة المتابعة تكون طويلة نوعاً ما بالنسبة للمجموعة المتقدمة عن المجموعة ذات الأداء المتوسط والتي من خلالها يحدث تباطؤ في السرعة في نهاية المتابعة لإيقاف الجسم وتبدأ كمية الحركة في الإنخفاض بعد ضرب الكرة في الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة. (٣٥: ٤٥٨)

– وتشير **حسناء ستار جبار (٢٠١٣)** أن تحقيق الطاقة الحركية للضربة الخلفية في التنس الأرضي هو ناتج عن ترابط عدة متغيرات بيوميكانيكية منها السرعة المحيطية والسرعة الزاوية وكتلة الأجزاء وما يمتلكه الجسم من طاقة حيوية، وأيضاً ترابط وصلات الجسم والمفاصل في صورة شاملة وموحدة حتى تعطي الأداء المثالي المتكامل الذي يخدم لاعب التنس خلال المباريات (٩: ٣٩٢)

جدول (١٨) يوضح الإرتباط بين المتغيرات البيوميكانيكية للمهارة كاملة والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ن = ٩

المتغيرات	زمن المهارة الكلى (إرتداد الكرة حتى التوازن)	إرتفاع الكرة	زاوية انطلاق الكرة	سرعة الكرة	إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة
محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	٠.٢٧٧-	*١.٠٠٠-	٠.٦٢٨-	٠.٥٢٥	٠.٠٠٠
محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	*٠.٧٨٤-	*٠.٨١٤-	*٠.٩٦٣-	٠.٠٦٧-	٠.٤٧٤-
كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	*٠.٧٩٥-	*٠.٨٠٤-	*٠.٩٦٨-	٠.٠٨٥-	٠.٤٨٦-
متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	*٠.٩٤٠	٠.٥٨٩	*٠.٩٩٩	٠.٣٧٩	*٠.٦٦٠
متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة	*٠.٨٣٤	*٠.٧٦٢	*٠.٩٨٣	٠.١٥٢	٠.٥٢٩
محصلة الإزاحة للمضرب للمهارة كاملة	*٠.٨٧٥-	٠.٧٠٨*-	*٠.٩٩٤-	٠.٢٣٠-	٠.٥٧٧-
محصلة السرعة للمضرب للمهارة كاملة	*٠.٩٠٣-	*٠.٦٦٤-	*٠.٩٩٩-	٠.٢٨٨-	٠.٦١٠-
متوسط العجلة للمضرب للمهارة كاملة	*٠.٩٨٠-	٠.٤٦١-	*٠.٩٨٠-	٠.٥١٣-	*٠.٧٢٤-
أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة	*٠.٩١٩	٠.١٢٣-	*٠.٦٩٥	*٠.٩٠٩	*٠.٨١٠

* معنوية قيمة (ر) عند مستوي ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢)

يتضح من جدول (١٨) الخاص بمعاملات الإرتباط بين المتغيرات البيوميكانيكية للمهارة كاملة والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث ما يلي:

❖ وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **زمن المهارة الكلى والمتغيرات البيوميكانيكية للمهارة كاملة** "محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، كمية الحركة لمركز ثقل الجسم، متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة–محصلة الإزاحة للمضرب، محصلة السرعة للمضرب، متوسط العجلة للمضرب للمهارة كاملة، أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند ٠.٠٥.

- ❖ وجود علاقة إرتباطية معنوية ذات دلالة إحصائية بين متغير **إرتفاع الكرة والمتغيرات البيوميكانيكية للمهارة كاملة** "محصلة الإزاحة لمركز ثقل الجسم، محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة–محصلة الإزاحة للمضرب، محصلة السرعة للمضرب للمهارة كاملة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- ❖ وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **زاوية إنطلاق الكرة ومتغيرات للمهارة كاملة** "محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم، كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم، متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم، متوسط القوة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة–محصلة الإزاحة للمضرب، محصلة السرعة للمضرب، متوسط العجلة للمضرب للمهارة كاملة، أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- ❖ وجود إرتباط معنوي ذات دلالة إحصائية بين متغير **سرعة الكرة ومتغيرات للمهارة كاملة**" أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.
- ❖ وجود علاقة إرتباطية معنوية ذات دلالة إحصائية بين متغير **إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة ومتغيرات للمهارة كاملة** "متوسط العجلة لمركز ثقل الجسم للمهارة كاملة، متوسط العجلة للمضرب للمهارة كاملة، أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة" حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أكبر من قيمة "ر" الجدولية عند ٠.٠٥ = (٠.٦٣٢) بينما لا توجد علاقة إرتباط معنوية في باقي المتغيرات حيث كانت قيمة "ر" المحسوبة أقل من الجدولية عند مستوي ٠.٠٥.

- تلعب المتغيرات البيوميكانيكية الخاصة بمركز ثقل الجسم والتركيب الزمني دوراً كبيراً في طريقة أداء ونتيجة مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة فمن حيث مبدأ (كمية الحركة) فيجب لإكساب المضرب سرعة عالية لضرب الكرة لابد أن تنتقل له كمية حركة كبيرة من خلال وصلات الجسم، فأداء المهارة بوصلات الذراع فقط (العضد–الساعد–اليد) تكسب الكرة كمية حركة قليلة أما إذا أشركنا وصلات الطرف السفلي والجذع يكتسب كمية حركة أكبر حيث يتم حساب كمية الحركة من محصلة ضرب السرعة لمركز ثقل الجسم أو الوصلة في كتلة اللاعب أو كتلة الوصلة، لذا تتوقف زيادة كمية الحركة التي تعبر عن النقل الحركي من خلال زيادة سرعة وصلات اللاعب أو كتلته. ويتفق ذلك مع نتائج مجموعة من الدراسات (**Girard o., Micallef j.p.(2005**، (٢٨)، (**Girard o., (2007** (٢٩)،(**Elliott s., (2006**، (٢٣)،(**Reid m. (2008**، (**Seeley m.k.،(2011**) أن الأداء الأقصى يتطلب التنشيط الأمثل لجميع الروابط في السلسلة الحركية من خلال الطاقة المتولدة في الطرف السفلي التي يمكن نقلها إلى الكتف والطرف العلوي من خلال حركات متتابعة من شرائح الجسم من خلال سلسلة حركية يكون العنصر الهام فيها مركز ثقل الجسم الذي ينقل الحركة من الطرف السفلي بشكل كبير إلى الطرف العلوي ومن ثم إلى المضرب مما يؤثر على سرعة الكرة.

– وبالنسبة لمبدأ (السرعة والإزاحة والعجلة) فإن دوران مركز ثقل الجسم بقوة وسرعة عالية أثناء أداء مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة يساهم بشكل كبير في سرعة المضرب والذي يؤثر بدوره على سرعة ضرب الكرة، فاللاعبين المتقدمين يولدون كمية حركة تتولد من الجذع إلى الذراع مما يحقق أعلي معدل في سرعة الكرة ويكون مركز ثقل جسم اللاعب هو همزة الوصل بين إنتقال القوة والسرعة من وصلات الجسم السفلي إلى الوصلات العليا ومنها إلى المضرب ثم يؤثر كل ذلك على سرعة ضرب الكرة.

– وبالنسبة لمبدأ (إنتاج القوة) فقد أشارت العديد من الدراسات أن في مرحلة الضرب أو إنتاج القوة تحدث أو تتم من خلال نقل مركز الثقل لأعلي وللأمام وفي نفس إتجاه الحركة ومع إنتهاء دوران الجذع يمكن نقل أي عزم زاوي متولد من الطرف السفلي إلى وصلات الطرف العلوي (العضد ثم الساعد ثم اليد) ويساوي العزم الزاوي قيمة

عزم القصور الزاوي مضروباً في سرعته الزاوية وبالتالي في حالة نقل بعض عزم الجذع إلى ذراع الضرب ستتمكن الذراع من الدوران بسرعة زاوية عالية ومن الثابت أن اليد لها أعلي سرعة يليها الساعد ثم العضد. (١٧)

جدول (١٩) تحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى (Enter Method multiple- Regression) للمتغيرات البيوميكانيكية للمهارة كاملة والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

نموذج الإنحدار الخطى المتعدد	معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة
(Constant)	٤٨.٠٤٥	٠.٠٠٠		*٦٩٦٥٨٢٩١.٢٤٢	٠.٠٠٠	١.٠٠٠
أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة	٠.٥٦٩	٠.٠٠٠	٠.٨٥٨	*٦٥٧٨٨٨٣.٣٣٧	٠.٠٠٠	
إرتفاع الكرة	٣٢.٩٩١-	٠.٠٠٠	٠.٤١٩-	*٥٤٨٣٣٩٠٣.٩٩٠-	٠.٠٠٠	
سرعة الكرة	٠.٢٣٩	٠.٠٨٥	٠.٦٦٦	*٢.٨٢٠	٠.٠٣٠	

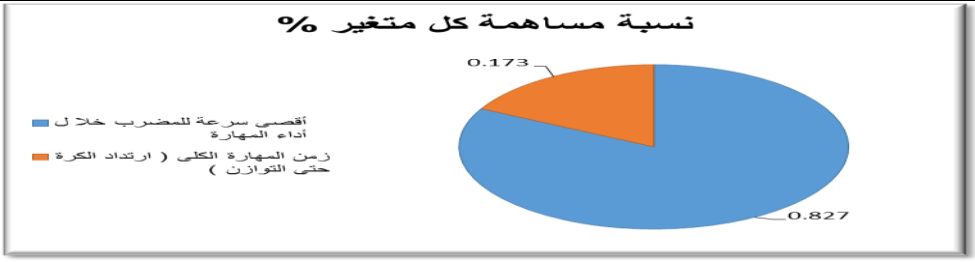
- يتضح من جدول رقم (١٩) الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية في قيمة (ت) في المتغيرات البيوميكانيكية حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٥)، وبلغت نسبة المساهمة الكلية لهذه المتغيرات ١٠٠% فى مستوي الأداء.

جدول (٢٠) تحليل الإنحدار الخطى المتعدد بالطريقة المتدرجة Step Wise للمتغيرات البيوميكانيكية للمهارة كاملة والإختبار المهاري كمؤشر لمستوى أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

المؤشرات	المتغيرات / نموذج الإنحدار الخطى المتعدد		معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة %
١	أ	(Constant)	١٢.١٣٩	٢.٥٣٢		*٤.٧٩٤	٠.٠٠٢	٠.٨٢٧
	س١	أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة	٠.٦٠٣	٠.١٠٤	٠.٩٠٩	*٥.٧٨٦	٠.٠٠١	
٢	أ	(Constant)	٢٣.٥١٦	٠.٠٠٠		٠.٠٠٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠
	س١	أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة	١.٢٤٨	٠.٠٠٠	١.٨٨١	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	س٢	زمن المهارة الكلى (إرتداد الكرة حتى التوازن)	٣٨.٤٦٧-	٠.٠٠٠	١.٠٥٧-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	

يتضح من جدول رقم (٢٠) والشكل البياني رقم (١١) الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بالطريقة المتدرجة (Step Wise Multiple – Regression) ونسبة مساهمة كل من المتغيرات البيوميكانيكية للمهارة كاملة وجود دلالة معنوية في قيمة (ت) في متغيرات النموذج (١)، وبلغت نسبة المساهمة لهذا النموذج (٠.٨٢٧) فى تقييم الأداء المهاري. بينما لا توجد فروق معنوية في قيم متغيرات النموذج "٢" حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٥).

المعادلات التنبؤية	
ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١	ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١ + ب ٢س٢
أداء الضربة الخلفية المزدوجة "التقييم المهاري = ١٢.١٣٩ + ٠.٦٠٣ أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة	أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ٢٣.٥١٦ + ١.٢٤٨ أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة + ٣٨.٤٦٧- زمن المهارة الكلى (إرتداد الكرة حتى التوازن)



الشكل البياني رقم (١١) يوضح نسبة مساهمة كل من المتغيرات البيوميكانيكية للمهارة كاملة لأداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لعينة البحث

- ومن تحليل الإنحدار للمتغيرات الميكانيكية التي ساهمت في الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة كاملة إتضح أن المتغيرات الميكانيكية **(أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة)** زادت نسب مساهمتها في مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة ويرجع الباحث ذلك إلى إستخدام اللاعب إلى أكبر كمية حركة في مرحلة أقصي مرجحة للخلف والإحتفاظ بها واستغلالها في مرحلة ضرب الكرة، حيث أن الهدف من هذه النوعية من المهارات هو إكساب المضرب سرعة عالية لضرب الكرة لذلك لابد أن تنتقل له كمية حركة كبيرة من خلال وصلات الطرف السفلي والجذع والذراع الضاربة بإنسيابية كما تعتبر السرعة النهائية للوصلات هي أكثر المؤشرات الكينماتيكية تأثيراً في إنتقال كمية الحركة، فمن المعروف أن أي حركة رياضية لا تتم بصورة صحيحة إلا إذا إشتركت جميع أجزاء الجسم في أدائها بشرط أن يكون هناك توافق وتناسق تام بين حركات أجزاء الجسم وأن تعمل جميعاً على إنجاز واجب حركي مراد تحقيقه. (٤: ١٨١-١٨٢)

جدول (٢١) تحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى (Enter Method multiple- Regression) للمتغيرات البيوميكانيكية للضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المراحل الثلاثة كمؤشر لمستوى الاداء للمهارة للعينة قيد البحث

نموذج الإنحدار الخطى المتعدد	معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة
(Constant)	٨١.٢٧٣	٠.٠٠٠		٠.٠٠٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠
متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية	٠.٠٩٣-	٠.٠٠٠	٠.٨٥٢-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٤٢٩	١.٨١٧	٠.١١٩	
سرعة الكرة	٠.٢٦٠	٠.٠٨٥	٠.٧٢٤	*٣.٠٦٣	٠.٠٢٢	

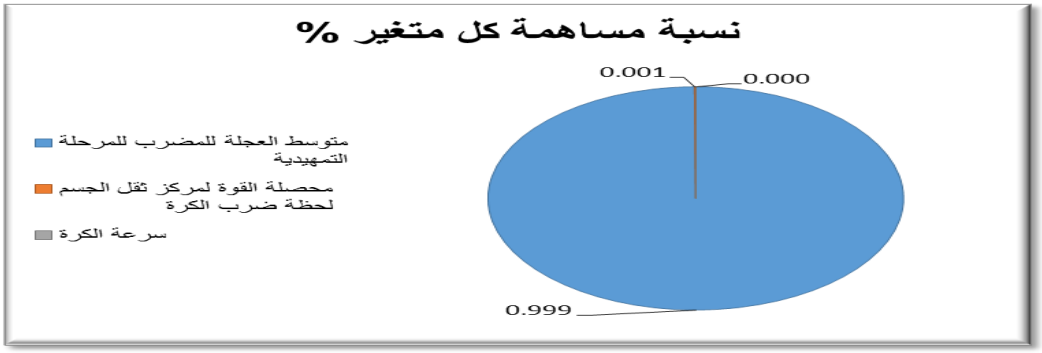
- يتضح من جدول رقم (٢١) الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بطريقة الإدخال الكلى عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية في قيمة (ت) في المتغيرات البيوميكانيكية حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٥)، وبلغت نسبة المساهمة الكلية لهذه المتغيرات ١٠٠% فى تقييم درجة الأداء.

جدول (٢٢) تحليل الإنحدار الخطى المتعدد بالطريقة المتدرجة Step Wise للمتغيرات البيوميكانيكية لأداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المراحل الثلاثة كمؤشر لمستوى الاداء للمهارة للعينة قيد البحث

المؤشرات	نموذج الإنحدار الخطى المتعدد / المتغيرات		معلمة الميل (ب)	الخطأ المعياري لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الإنحدار (ت)	مستوى الدلالة	نسبة المساهمة %
١	(Constant)	أ	١٥٢.٦١٣	١.٣٦٢		*١١٢.٠٦٥	٠.٠٠٠	٠.٩٩٩
	متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية	س١	١٣١.١٦٧-	١.٤١٨	١.٠٠٠-	*٩٢.٤٧٤-	٠.٠٠٠	
٢	(Constant)	أ	١٨٩.٣٦٠	٠.٠٠٠		٠.٠٠٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠
	متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية	س١	٢٨١.١٧٦-	٠.٠٠٠	٢.١٤٣-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	س٢	٠.٧٦٥	٠.٠٠٠	١.١٤٤	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
٣	(Constant)	أ	١٨٩.٣٦٠	٠.٠٠٠		٠.٠٠٠	١.٠٠٠	١.٠٠٠
	متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية	س١	٢٨١.١٧٦-	٠.٠٠٠	٢.١٤٣-	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة	س٢	٠.٧٦٥	٠.٠٠٠	١.١٤٤	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	
	سرعة الكرة	س٣	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	

- **يتضح من جدول رقم (٢٢) والشكل البياني رقم (١٢)** الخاص بتحليل الإنحدار المتعدد بالطريقة المتدرجة (Step Wise Multiple – Regression) ونسبة مساهمة كل من المتغيرات البيوميكانيكية للمراحل الثلاثة للمهارة وجود دلالة معنوية في قيمة (ت) في متغيرات النموذج (١)، وبلغت نسبة المساهمة لهذا النموذج (٠.٩٩٩) فى تقييم الأداء المهاري. بينما لا توجد فروق معنوية في قيم متغيرات النموذج "٢، ٣" حيث كانت قيمة مستوي الدلالة أكبر من (٠.٠٥).

المعادلات التنبؤية		
ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١	ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١ + ب ٢س٢	ص = أ " رقم ثابت " + ب ١ س١ + ب ٢س٢ + ب ٣س٣
أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ١٥٢.٦١٣ + -١٣١.١٦٧ متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية.	أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ١٨٩.٣٦٠ + -٢٨١.١٧٦ متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية + ٠.٧٦٥ محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة.	أداء الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة " التقييم المهاري = ١٨٩.٣٦٠ + -٢٨١.١٧٦ متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية + ٠.٧٦٥ زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصى مرجحة + ٠.٠٠٠ سرعة الكرة.



الشكل البياني رقم (١٢) يوضح نسبة مساهمة كل من المتغيرات البيوميكانيكية للضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المراحل الثلاثة كمؤشر لمستوى الاداء للمهارة للعينة

- ومن خلال تحليل الإنحدار للمتغيرات الميكانيكية التي ساهمت في المراحل الثلاثة لمهارة الضربة الخلفية بالقضة المزدوجة إتضح للباحث أن المتغيرات الميكانيكية **(متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية– محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة–سرعة الكرة)** زادت نسب مساهمتها في المراحل الثلاثة لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة.

- **ويؤكد الباحث على موضوع البحث** وننوه إلى أهمية دراسة مركز ثقل الجسم والتركيب الزمني لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة وضرورة وضع برامج تدريبية لكل مرحلة من مراحل المهارة على حده والوضع في الإعتبار المؤشرات الميكانيكية التي تم الوصول إليها من خلال السرد السابق للمتغيرات المؤثرة في هذه المهارة، وذلك من خلال التدريب في المرحلة التمهيدية للمهارة على التحضير المبكر وزيادة سرعة المرجحة الخلفية والوصول إلى أقصي مرجحة للمضرب للإستفادة بها في مرحلة ضرب الكرة، وفي المرحلة الأساسية التدريب على ضبط زوايا إنطلاق المضرب والكرة لحظة ضرب الكرة والعمل على زيادة سرعة المضرب أثناء إلتقاء المضرب مع الكرة في لحظة الضرب من خلال نقل ثقل الجسم وتدوير الجذع حتى الوصول إلى أقصي مرجحة لتجميع القوة والسرعة والتي بدورها تنتقل في اللحظة التالية إلى الكرة، وفي المرحلة النهائية للمهارة وهي مرحلة المتابعة يجب تدريب اللاعب على الوضع في الإعتبار أنها لا تقل أهمية عن المراحل السابقة لأن اللاعب إذا تباطئ في إنهاء المهارة أو قام بها بدون الإلتزام بالنواحي الجسمية والميكانيكية للمهارة فسوف تؤثر بالسلب على المهارات التي تليها، وعلى العكس إذا أتقن اللاعب مرحلة المتابعة وكان عاملي السرعة والإتزان هما المسيطران على اللاعب في هذه المرحلة فسوف يتمكن اللاعب من العودة إلى الوضع الإبتدائي بسرعة ودون فقد إتزانه أو خسارة المزيد من القوة نتيجة للحركات الزائدة التي يقوم بها.

الإستنتـــاجات "Conclusions": –

في حدود عينة البحث ومن واقع النتائج التي توصل لها الباحث وفي ضوء المعالجات الإحصائية لهذه النتائج وفي نطاق أهداف البحث وتساؤلاته والإجراءات التي قام بها الباحث تم إستخلاص النتائج الآتية:

١- أهم المتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في المستوي المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المرحلة التمهيدية (من إرتداد الكرة حتى أقصى مرجحة للمضرب):

- متوسط العجلة للمضرب. – سرعة الكرة.
- إرتفاع الكرة. – إرتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصي مرجحة.
- زاوية المرفق الأيمن لحظة أقصي مرجحة.

٢- أهم المتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في المستوي المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المرحلة الأساسية (من أقصى مرجحة حتى ضرب الكرة):

- المدى الحركي لزاوية الفخذ الأيسر للمرحلة الأساسية. – إرتفاع الكرة.
- سرعة الكرة. – محصلة السرعة للمضرب لحظة ضرب الكرة.
- المدى الحركي لزاوية الركبة اليمنى للمرحلة الأساسية.

٣- أهم المتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في المستوي المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في مرحلة المتابعة (من أقصى مرجحة حتى ضرب الكرة):

- كمية الحركة (النقل الحركي) لمركز ثقل الجسم لمرحلة المتابعة. – سرعة الكرة.
- متوسط العجلة للمضرب لمرحلة المتابعة. – إرتفاع الكرة.

٤- أهم المتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في المستوي المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المهارة كاملة (إرتداد الكرة حتى التوازن):

- أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة. – إرتفاع الكرة.
- سرعة الكرة. – زمن المهارة الكلى (إرتداد الكرة حتى التوازن).

٥- أهم المتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في المستوي المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المراحل الثلاثة كمؤشر لمستوى الاداء للمهارة:

- متوسط العجلة للمضرب للمرحلة التمهيدية.
- محصلة القوة لمركز ثقل الجسم لحظة ضرب الكرة. – سرعة الكرة.

التوصيـــــــات "Recommendations: –

من خلال ما توصلت إليه الدراسة من نتائج تمكن الباحث من وضع مجموعة من التوصيات ذات الطابع التطبيقي لخدمة المجال التدريبي للناشئين في التنس حيث يوصي الباحث بما يلي:

١. الإسترشاد بالعلاقات الإرتباطية لنتائج المؤشرات البيوميكانيكية لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة للمستويات المختلفة من اللاعبين التي تم إستخلاصها من البحث.
٢. توجيه نتائج هذا البحث إلى المدربين والمدرسين في جميع المراحل السنية لرياضة التنس الأرضي لإمكانية الإستفادة منها في عمليات التعليم والتدريب.
٣. توجيه الأحمال التدريبية أثناء وضع البرامج التدريبية طبقاً لنتائج هذا البحث لتطويرها في ضوء الأسس العلمية السليمة.
٤. تصميم برامج تدريبية لتقوية عضلات الجذع ومركز الثقل لما لها من أهمية في تثبيت وتقوية اللاعب أثناء أداء مهارات التنس المختلفة.
٥. مراعاة إستخدام المدربين للتسلسل الحركي والتركيب الزمني الذي تم التوصل إليه في هذه الدراسة عند تعليم مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة أو أي مهارة أخري في رياضة التنس.
٦. الإسترشاد بالمؤشرات البيوميكانيكية الناتجة من البحث ووضعها في برنامج تعليمي للمبتدئين.
٧. الإرشاد بضرورة ألا يكون المدرب عائقاً للاعب بإجباره على تنفيذ هذه المبادئ الميكانيكية كلها، بل تدريجياً ووفقاً للحاجة والضرورة.

المراجـــــــع

أولاً: المراجع باللغة العربية: -

١. **أحمد عبد الفتاح حسنين، هاجر صلاح عبده (٢٠٢٠):** النشاط الكهربي للعضلات العاملة للطرف العلوي من الجسم لمهارة الإرسال بالدوران العلوي من جهتي الإرسال في التنس (دراسة مقارنة). الملجة العلمية لعلوم وفنون الرياضة، مج٢٢، ع٢٢، كلية التربية الرياضية بنات جامعة حلوان.

٢. **أبو النجا عز الدين، حمدي محمد الجوهري (٢٠٠٢):** ألعاب المضرب (تنس–تنس المضرب الخشبي–تنس طاولة–الريشة الطائرة) دار الكتب، المنصورة.

٣. **ألفت هلال، أميرة البارودي، رشا مبروك (٢٠٠٩):** ألعاب المضرب التنس الأرضي، ط١، دار الكتب المصرية، القاهرة.

٤. **إيثار صبحي فتحي، سمر محمد بريقع (٢٠٢٠):** مقارنة بيوميكانيكية لبعض خصائص النقل الحركي لأداء الضربة اللولبية بوجه المضرب الأمامي لمستويات مختلفة للاعبي تنس الطاولة. الملجة العلمية لعلوم وفنون الرياضة، مج٩، ع٩، كلية التربية الرياضية بنات جامعة حلوان.

٥. **إيلين وديع فرج (٢٠٠٧):** الجديد في التنس (الطريق إلى البطولة)، منشأة المعارف، الإسكندرية.

٦. **إيلين وديع فرج (٢٠٠٧):** التنس (تعليم–تدريب–تقييم–تحكيم)، ط٢، منشأة المعارف، الأسكندرية.

٧. **بلال خيري محمد (٢٠٢٠):** بعض المتغيرات الكينماتيكية لمهارة الضربة الخلفية في وضع الوقفتين (الجانبي والأمامي) وعلاقتها بدقة الأداء للاعبي التنس المتقدمين. مجلة جامعة دهوك، مج٢٣، ع٢.

٨. **جمال محمد علاء الدين (٢٠٠٧):** الأسس المترولوجية لتقويم مستوي الأداء البدني والمهاري والخططي للرياضيين، منشأة المعارف، الإسكندرية.

٩. **حسناء ستار جبار (٢٠١٣):** الطاقة الحيوية والطاقة الحركية وعلاقتها ببعض المتغيرات البيوكينماتيكية الخاصة بأداء مهارة الضربة الأمامية والخلفية في التنس الأرضي. مج٢٥، ع٢ مجلة كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد.

١٠. **حيدر شمخي العيداوى (٢٠١٢):** دراسة تحليلية لبعض المتغيرات البيوميكانيكية لمهارة الضرب الساحق من مركز (٥) بنوعيه المستقيم والقطري وعلاقتها بدقة الأداء بالكرة الطائرة. مجلة دراسات وبحوث التربية الرياضية مج٣٢ ، ع ١٨١٨ – ١٥٠٣.

١١. **سمر محمد بريقع (٢٠٢٣):** التحليل البيوميكانيكي الإستنتاجي لأداء الضربة اللولبية الأمامية في تنس الطاولة وفقاً لبعض المبادئ والأسس الميكانيكية للحركة. مج٣٠، ع٣٢، المجلة العلمية لعلوم التربية الرياضية، كلية التربية الرياضية، جامعة طنطا.

١٢. **سهير طلعت إبراهيم (٢٠١٧):** التنبؤ بدقة الأداء الهجومي بالتقدم على الشبكة بدلالة بعض مهارات التوقع الحركية والعقلية لناشئ التنس. المجلة العلمية للتربية البدنية والرياضة، مج٦ ، ع ٦، كلية التربية الرياضية بنات، جامعة الإسكندرية.

١٣. **سوسن عبد المنعم، عصام محمد أمين، محمد صبري عمر، محمد عبد السلام راغب (١٩٧٧):** البيوميكانيك في المجال الرياضي، الجزء الأول، البيو ديناميك، دار المعارف المصرية.

١٤. **سوسن عبد المنعم، محمد جابر بريقع (٢٠١٩):** الكتاب المبرمج في الميكانيكا الحيوية، الجزء الثاني، البيوكيناتيكا، منشأة المعارف، الإسكندرية.

١٥. **طلحة حسام الدين (٢٠١٤):** أبجديات علوم الحركة في مجالاتها وتطبيقاتها الوظيفية والتشريحية، الطبعة الأولي، مركز الكتاب الحديث، رمسيس، القاهرة.

١٦. **مني جودة، ألفت هلال (٢٠٠٧):** ألعاب المضرب (المضرب الخشبي–التنس الأرضي). ط٣، دار الكتب المصرية، القاهرة.

ثانياً المراجع باللغة الأجنبية:

17. **Alexander, M. A. R. I. O. N., & Honish, A. D. R. I. A. N. (2009):** Table tennis. A brief overview of biomechanical aspects of the game for coaches and players. Report, faculty of kinesiology and Recreation Management University of Manitoba.

18. **Bilqis Maqbulatullah, M. Furqon Hidayatullah, Sapta Kunta Purnama, Rumi Iqbal Doewes (2021):** Different Effects of Live Demonstration and Video Demonstration Learning Models on the Performance of the Tennis Service Biomechanics Review from Eye-Hand Coordination. International Journal of Social Science and Human Research Volume 04 P No: 3717-3722.

19. **C. H. Lim, E. Vats, C. S. Chan, (2015):** Fuzzy human motion analysis', Pattern Recognition, 48(5), 1773-1796.

20. **Cyril Genevois, Machar Reid, Isabelle Rogowski, and Miguel Crespo (2015):** Performance Factors Related to The Different Tennis Backhand Groundstrokes. Review Article. Journal of Sports Science and Medicine.

21. **Delgado-García, G., Ruiz-Malagón, E. J., Molina-García, P., Soto-Hermoso, V. M. (2020):** IMU gyroscopes are a valid alternative to 3D optical motion capture system for angular kinematics analysis in tennis. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology, 235(1), 3-12.

22. **Duane Knudson (2006):** Biomechanical principles of tennis technique using science to improve your strokes, racquet tech publishing, an imprint of USRSA, Vista, California, USA.

23. **Elliott s., (2006):** Biomechanics and tennis, Brit, J. Sport med 2006 vol 40 (5) 392-396.

24. **Emilio J, Gabriel D, Maximiliano R Víctor M. (2022):** Kinematics differences between a one-handed and a two-handed tennis backhand using gyroscopes. An exploratory study. Int. j. racket sports sci. vol. 4(1), 2022, x-x. eISSN: 2695-4508.

25. **Ermana K.A, Şahana A, Küçükkaya A. (2013):** The effect of one and two-handed backhand strokes on hand-eye coordination in tennis. Procedia - Social and Behavioral Sciences 93 1800 – 1804.

26. **Feng Lin & Xiaotao Li (2011):** Biomechanical analysis of Shoulder and Hip Angle in Tennis Technique. Article. December. Dol: 10. 1109.

27. **German Tennis Association (2000):** Tennis course (Techniques & Tactics), Vol1, Hong Kong, Barron's Educational Series, INC.

28. **Girard o., Micallef j.p. millet g.p. (2005):** Lower –limb activity during the power serves in tennis effects of performance Exer Med sci, sport exert., vol 37 (6) 1021-1029.

29. **Girard o., Micallef j.p. millet g.p. (2007):** influence of restricted knee motion during the flat first serve in tennis, J. Strength Cond Res, vol 21 (3) 950-597.

30. **H. C. Dubey (2003):** DPH Sports Series Tennis. Discovery Publishing House. New Delhi.

31. **Hsin – Chen Fanchiang, Alfred Finch, and Gideon Ariel (2013):** Effects of one- and two-Handed tennis Backhands Hit with varied Power Levels on Torso Rotation. ISBS –Conference. ojs.ub.uni – Konstanz.de.

32. **J. K. Aggarwal, M. S. Ryoo (2010):** Human activity analysis: a review', ACM Computing Survey, 43(3).

33. **Joey Rive & Scott c. Williams (2012):** Tennis skills & Drills, human kinetics, United States.

34. **Kuo – Chang Lo & Yang – Chun Hsieh (2016):** Comparison of Ball– And– Racket Impact Force in Two– Handed Backhand Stroke Stances for Different– Skill– Level Tennis Players. Research Article. Journal of Sports Science and Medicine. (15)

35. **Lin – Hwa Wang, Hwai – Ting Lin, Kuo– Cheng Lo, Yung– Chun Hsieh, and Fong– Chin Su (2009):** Comparison of Segmental Linear and Angular Momentum transfers in Two – handed Backhand Stroke Stances for different Skill. Level Tennis Players. Original Paper. Journal of Science and Medicine in Sport (13). dol: 10.1016.

36. **Nicholas A, Reid M, Connolly M, Ben J. &Kane J. (2022):** A kinematic analysis of the upper limb during the topspin double-handed backhand stroke in tennis. Sports Biomechanics, Volume 21, - Issue 9.

37. **Nicholas Busutti, Molly Connolly, Alex Roberts Kane J (2022):** Grip position affects upper limb kinematic chain during tennis double-handed backhand topspin strokes: considerations for transitioning tennis grip position technique. Sports Biomechanics. doi.org /10 .1080 / 14 763 141 .2022.2090425.

38. **Reid m., Elliott b., Alderson j., (2008):** Lower-limb coordination and shoulder joint mechanics in the tennis serve. Med. Sci. Sport Exer., Vol 40 (2) 308-315.

39. **Seeley m.k., funk M. D., denning w.m., Hager r.l., Hopkins j.p., (2011):** Tennis forehand kinematics change as postimpact ball speed is altered Sport Biomech. vol 10 (4) 415-426.

40. **Sohair Ellabany, Mansour Attaallah (2015):** Kinematic Analysis of the whole-body Centre of Gravity Trajectory and Time Structure of the Tennis Serve Performance. Journal of Applied Sports Science, Volume 5, No. 4.

41. **Sohair Talaat & Eman Mustafa (2018):** Kinetic and Electromyography Characteristics Affecting the performance of the Backhand with one Hand as a basic for design Qualitative exercises in Tennis. International Sports Science Alexandria Journal. Articles, Volume 1, Issue.

42. **Touzard P, Lecomte C, Bideau B, Kulpa R, Fourel L, Fadier M, Cantin N and Martin C (2023):** There is no rush to upgrade the tennis racket in young intermediate competitive players: The effects of scaling racket on serve biomechanics and performance. Movement Science and Sport Psychology, a section of the journal, Frontiers in Psychology.

43. **Yi-Ming Huang1, Wen-Tzu Tang and Shi-Ting Wang (2016):** intermuscular coordination analysis of skilled double-handed backhand and single-forehand players. ISB XXth Congress - ASB 29th Annual Meeting July 31 - August 5, Cleveland, Ohio.

ملخص البحث

" التحليل البيوميكانيكي لمركز ثقل الجسم والتركيب الزمني للضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس

م.د. إسلام فكري إسماعيل ربيع
مدرس بقسم تدريب الألعاب الرياضية – كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة الإسكندرية –جمهورية مصر العربية.

يهدف البحث إلى التحليل البيوميكانيكي لمركز ثقل الجسم والتركيب الزمني للضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في التنس، وتم إختيار عينة البحث بالطريقة العمدية وعددهم (٣) لاعبين مستوي عالي من أندية (سموحة دوري ممتاز ب – نادي ريو) ومقيدين بالإتحاد المصري للتنس وبمتوسط أعمار (١٨) سنة، وذلك لأداء مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة لإجراء التحليل البيوميكانيكي لمسار مركز الثقل والتركيب الزمني للمهارة، وبعد قيام اللاعبين بالإحماء أدي كل لاعب ثلاث محاولات تجريبية قبل التسجيل، ثم قام كل لاعب بأداء ثلاث محاولات أساسية فيكون المجموع الكلي للمحاولات التي أجري عليها التحليل (٩) محاولات بإستخدام كاميرتين متزامنتين (Gopro8) تردد (١٢٠ كادر/الثانية)، وكانت متغيرات البحث التي تطرق إليها الباحث هي (المتغيرات البيوميكانيكية لمركز ثقل الجسم–التركيب الزمني للمهارة (زمن المرحلة التمهيدية (من إرتداد الكرة حتى أقصى مرجحة للمضرب) –زمن المرحلة الأساسية (من أقصى مرجحة حتى ضرب الكرة) – زمن مرحلة المتابعة (من ضرب الكرة حتى التوازن) – زمن المهارة الكلى (ارتداد الكرة حتى التوازن))–إختبار دقة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة)،وقد استنتج الباحث أن أهم المتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة في المستوي المهاري لمهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة في المهارة كاملة (من إرتداد الكرة حتى التوازن) هي (أقصى سرعة للمضرب خلال أداء المهارة – إرتفاع الكرة – سرعة الكرة – زمن المهارة الكلى (من إرتداد الكرة حتى التوازن))، لذلك أوصي الباحث بمراعاة إستخدام المدربين للتسلسل الحركي والتركيب الزمني الذي تم التوصل إليه في هذه الدراسة عند تعليم مهارة الضربة الخلفية بالقبضة المزدوجة أو أي مهارة أخري في رياضة التنس، والإسترشاد بالمؤشرات البيوميكانيكية الناتجة من البحث ووضعها في برنامج تعليمي للمبتدئين

الكلمات الافتتاحية: التحليل البيوميكانيكي؛ الضربة الخلفية؛ التنس

Research Summary

Biomechanical Analysis of the whole-body Centre of Gravity and Time Structure of the double backhand in tennis

Lecture: Eslam Fekri Esmail Rabea

Lecturer in department of games training– faculty of physical education – Alexandria university

The research aims to analyse the biomechanical path of the body's centre of gravity and the temporal structure of the double-fisted backhand in tennis. The research sample was chosen in an intentional manner and its number is (3) high-level players from clubs (Smouha Premier League B - Rio Club) and registered with the Egyptian Tennis Federation, with an average age of (18). (1 year), to perform the double-fist backhand skill to conduct a biomechanical analysis of the path of the centre of gravity and the temporal structure of the skill. After the players warmed up, each player performed three experimental attempts before recording. Then each player performed three basic attempts, so the total of the attempts on which the analysis was conducted was (9) Attempts using two simultaneous cameras (Gopro8) with a frequency of (120 frames/second), and the research variables that the researcher addressed were (the biomechanical variables of the body's centre of gravity - the temporal structure of the skill (the time of the preliminary stage (from the bounce of the ball until the maximum swing of the racket)) - time The basic stage (from the maximum swing until hitting the ball) - the time of the follow-up stage (from hitting the ball until balance) - the time of the total skill (bouncing the ball until balance) - testing the accuracy of the double-fist backhand). The researcher concluded that the most important biomechanical variables affecting The skill level of the double-fisted backhand stroke skill in the entire skill (from the ball's bounce to balance) is (the maximum speed of the racket during the performance of the skill - the height of the ball - the speed of the ball - the total skill time (from the ball's bounce to balance)), so I recommend that the researcher take into account the use of trainers For the motor sequence and temporal structure that was reached in this study when teaching the skill of the double fist backhand or any other skill in the sport of tennis, and to be guided by the biomechanical indicators resulting from the research and placing them in an educational program for beginners.