تحديد الخصائص البيوميكانيكية الأكثر تأثيرا في أداء مهارة الارسال بالوثب في الكرة الطائرة

إعـــــداد

د/ محاسن محمد حسنين علوان
مدرس بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة
كلية التربية الرياضية – جامعة الاسكندرية

المقدمة ومشكلة البحث

لقد شهدت السنوات الأخيرة زيادة فى شعبية الرياضة التنافسية، وأيضا ارتفاع المستوى الرياضى والانجاز. وقد أدى تصارع الدول المتقدمة لتحقيق الانجازات الرياضية العالمية، الى اهتمامها بالبحث العلمى وتوظيف التكنولوجيا فى هذا الميدان. وأصبحت الدراسات البيوميكانيكية للحركات الرياضية من الوسائل الموضوعية لتقييم الأداء المهارى والعمل على تطويره أو تعديله لما تتضمنه من أساليب موضوعيه فى التقييم من قياس للمسافات والأزمنة والقوى المؤثرة على تلك الحركات فى شكل رقمى.

وعلم البيوميكانيك من العلوم التى تهدف الى تفهم التكنيك الرياضى بمختلف النظم والإجراءات العلمية لتطويره وتحسينه وترشيد عملية التدريب، للوصول بالرياضى الى أعلى مستوى من الأداء الحركى والمهارى، كما أنه العلم الذى يطبق فيه كافة المعارف والمعلومات ومنرق البحث المرتبطة بالتكوين البنائى والوظيفى لجهاز الحركة فى الانسان. (٩: ٨، ١١)، (١٦: ٥)، (٣١: ٣)

ويساعد علم البيوميكانيك المدرب فى التعرف على تفاصيل الأداء المهارى ووضع الأسس التدريبية لنوعية النشاط الممارس، كما أنه يفيد أيضا المدرب فى وضع الأسس التعليمية والتدريبية والتعرف على منابع الأخطاء والعمل على تلافيها وعلاجها مما يسهم فى تطوير الأداء وابتكار الطرق المناسبة لتحقيق أفضل النتائج. (٤٦: ٢٣٢)، (٢٥: ١٧)، (٢٨: ١٦)، (١٢: ٦)

وقد اتفق كلا من جمال علاء (١٩٨٦) وجنسمر Gensemer (١٩٩١) سوزان Susan (١٩٩٥) وجيرد هوخموث (١٩٩٩) على أن البيوميكانيك هو علم تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكية تحت شروط بيولوجية معينة بغرض ضمان ترشيد التدريب فى المجال الرياضى ومن ثم إرساء الأساس العلمى لنظام إعداد الرياضيين ذوى المستوى العالى.(٥: ١١)، (٣٣: ٩٣)، (٤٤: ٣)، (٦: ٣١٥)

ويشير عادل عبد البصير (١٩٩٨) الى أن علم البيوميكانيك فى الميدان الرياضى يسعى الى دراسة المنحنى الخصائصى لمسار الحركة الرياضية، سعيا وراء تحسين التكنيك الرياضى بهدف تصحيحه وتطويره وفقا لأحدث النظريات العلمية للتدريب الرياضى. (١٥ : ١٣٣).

ويرى جوتيزكى وميلنير Gowitzke & Milner (١٩٨٠) فيرديوس Verduci (١٩٨٠) أن الحركة الرياضية قد تدرس من الناحية الوصفية وذلك بوصف متغيرات الحركة أو من ناحية القوى المسببة لها. (٣٤: ٨)، (٤٦: ٢٣١)

وتعتبر الكرة الطائرة من الألعاب الجماعية التى تحتل مكانا متميزا بين الألعاب الجماعية الأخرى، وهى ذات متطلبات عالية فى المهارات الأساسية والخطط والقدرات البدنية والنفسية. كما أنها من الألعاب المرتدة الضربات والتى تتميز بالسرعة، سواء من حيث مسار الكرة أو من حيث سرعة التحرك والانتقال للتغيير فى اللعب من الهجوم للدفاع والعكس. (٢: ١٩، ٥٢)، (١: ٦٧) ، كما تتطلب أيضا الكرة الطائرة أن يكون كل عضو فى الفريق متقنا لمهاراتها المختلفة، وذلك لأنها تتكون من عدة مهارات حركية بعضها يستخدم فى العمليات الهجومية، والبعض الآخر يستخدم فى العمليات الدفاعية. (٢٣: ٢٧)، (٧: ١١)

ويعد الارسال بالوثب إحدى هذه المهارات الهجومية الخاصة بالكرة الطائرة ولقد استخدم هذا النوع من الارسال بداية على المستوى العالمى فى دورة مونتريال الأولمبية عام ١٩٧٦ فى الفرق المختلفة للرجال، وشاع استخدامه فى الدورات الأولمبية عام ١٩٨٤. (٢٨: ٤١٧)

وفى ذلك المجال يذكر سكاتس Scates (١٩٩٥) أن الفريق البرازيلى الحاصل على الميدالية البرونزية فى دورة لوس أنجلوس للألعاب الأوليمبية عام ١٩٨٤ استخدم الارسال بالوثب، كما استخدمه أيضا الفريق الأمريكى الحاصل على الميدالية الذهبية فى دورة سول ١٩٨٨ والبرونزية فى برشلونة ١٩٩٢. (٤٣)

ولقد أشارت أمل محمد أحمد (١٩٩٨) الى أن الارسال بالوثب أكثر أنواع الارسال تأثيرا وفعالية فى بطولة العالم باليابان ١٩٩٥ وكذلك البطولة الأفريقية للأندية أبطال الكؤوس وتؤكد دراسة محمود متولى بندارى (١٩٩٢) أن نسبة تأثير وفعالية الارسال بالوثب بلغت ١٢,١٤ % .

ومن خلال متابعة الباحثة لدورة سيدنى عام ٢٠٠٠ لاحظت أن الفرق الثلاثة الأولى (يوغوسلافيا – إيطاليا – البرازيل) كانوا أكثر الفرق أستخداما لمهارة الارسال بالوثب وقد ساهم هذا الارسال فى تحقيق نقط مباشرة للفرق وتحقيق المراكز المتقدمة فى الكرة الطائرة، كما لاحظت أن لاعبى منتخب مصر كانوا أقل الفرق استخداما للارسال بالوثب وأسفرت بعض التعديلات الحديثة من خلال دورة سيدنى الى ظهور اللاعب المدافع الحر (الليبرو) مما أدى الى تحسين مستوى أداء اللاعبين فى المهارات الدفاعية وأزدياد الحاجة الى إتقان الارسال وخاصة الارسال بالوثب.

ويتضح من الدراسات السابقة التى تناولت تحليل مهارة الارسال بالوثب أن هذه المهارة قد أثرت فى الفوز بالشوط والمباريات بصورة إيجابية. وترى الباحثة أن ذلك قد يكون مرجعه الى السرعة والقوة التى يتميز بها هذا الارسال.

وهنا يؤكد محمد سلامة يونس (١٩٩٧) أن فترة عبور الكرة من يد اللاعب المرسل فوق الشبكة وحتى وصولها الى الفريق المستقبل قصيرة جدا حيث بلغت سرعة الكرة أثناء أداء هذا النوع من الارسال (٣١,٦ متر / ث) مما يؤدى الى قلة الوقت اللازم لإستعداد الفريق لعملية الاستقبال ويؤثر تأثيرا مباشرا فى تشكيلات الاستقبال للفريق مما يزيد من إحراز النقاط أى قيام الفريق الآخر بهجوم غير مؤثر .

وبالرغم من صعوبة هذا النوع من الارسال لما يتطلبه من تزامن بين الاقتراب والارتقاء وضرب الكرة إلا أن المرسل يستطيع أن يضرب الكرة من خلف الخط النهائى للملعب ضربة ساحقة بقوة وبسرعة عالية ووقت أقصر للطيران، مما يسبب سقوط سريع وحاد للكرة فى ملعب المنافس، يكون من نتائجه إما نقطة سريعة مباشرة أو تصعيب عملية الدفاع على المنافس (٣٨: ٢٣)، (٢٩: ١٣٦).

ومن هنا تتضح أهمية الارسال بالوثب كسلاح هجومى قوى وسريع ذو نتائج ممتازة إذا أتقن أدائه (٤٣: ١٢) وتؤكد أمل جعيصه (١٩٩٨) على أن الارسال الساحق (بالوثب) هو الأكثر تأثيرا وإيجابية فى إحراز النقاط بالنسبة لفرق كأس العالم. (٤: ١١٨)

وقد قامت الباحثة بعمل دراسة استطلاعية وتوصلت الى إفتقار معظم اللاعبين بالفريق القومى المصرى الى اتقان هذه المهارة، وذلك من خلال مشاهدة العديد من المباريات. ويعمل حصر لنسبه استخدام الارسال بالوثب ومدى تحقيقه للهدف منه وجدت الباحثة أن نسبة استخدامه بلغت ٤٠% من باقى أنواع الارسال ونسبة نجاحه فى تحقيق نقطة مباشرة بلغ ٨٥% وهذا ما دعى الباحثة الى إجراء هذه الدراسة لتكون عونا لمدربى الكرة الطائرة للتعرف على القيم الكمية للخصائص البيوميكانيكية الأكثر تأثيرا فى كل وضع من أوضاع الأداء الحركى للمهارة بغرض تحسين الانجاز الحركى الناتج.

الدراسات السابقة:

وقد تم إجراء العديد من الدراسات العربية والاجنبية فى مجال البيوميكانيك فى لعبة الكرة الطائرة للتعرف على خصائص أداء مهاراتها. وكذلك مهارة الارسال بالوثب، مثل دراسة:

- **محمد أحمد الحفناوى (١٩٨٦)** بهدف دراسة الخصائص الميكانيكية للإرسال الساحق فى الكرة الطائرة ومن أهم نتائجها أنه كلما زادت أى من سرعات (الرأس والعضد والساعد واليد) قلت زاوية الانطلاق والعكس صحيح.
- **كامل عبد المجيد قنصوة وسمير لطفى السيد (١٩٩٣)** والتى تهدف الى التعرف على التغيرات الكمية للخصائص البيوميكانيكية خلال مرحلة الارتقاء لمهارتى

الارسال الساحق والضرب الساحق فى الكرة الطائرة ومن أهم النتائج أنه رغم تشابه المسارات الهندسية وشكل الأداء بين مهارتى الدراسة إلا أن المقادير الكمية للخصائص البيوميكانيكية تختلف تماما عن بعضها البعض بما يتناسب وتحقيق الواجب الحركى المطلوب من الأداء.

- **تانتى س. ل، وجرين ب .Tant C. L & Green B** (١٩٩٣) بغرض بحث التشابه والاختلاف فى الخصائص الكينماتيكية للضرب الساحق والارسال مع الوثب وقد توصلا الى أنه لا يوجد اختلاف فى زاوية الكتف والمرفق والرسغ والازاحة الرأسية والوقت النسبى للمتابعة، ويوجد اختلاف فى مركز ثقل الجسم بسبب المسافة الأفقية الأكبرفى الارسال الساحق.
- **مصطفى بيومى مصطفى** (١٩٩٦) والتى تهدف الى التعرف على الخصائص الميكانيكية للإرسال التموجى من أعلى فى الكرة الطائرة ومن أهم النتائج أنه كلما زاد ارتفاع نقطة انطلاق الكرة كلما أمكن تقليل زاوية انطلاقها.
- **دعاء حسن محمد الشلقانى** (٢٠٠٣) التى تهدف الى التعرف على أهم الخصائص البيوميكانيكية التى تحكم أداء مهارة الارسال التموجى من أعلى ووضع مجموعات تدريبات نوعية للمهارة فى ضوء نتائج التحليل ومن أهم النتائج التوصل الى الخصائص البيوميكانيكية التى تحكم أداء المهارة وكذلك المراحل الفنية للأداء.

التعليق على الدراسات السابقة:

وقد لاحظت الباحثة أن جميع هذه الدراسات قد استخدمت المنهج الوصفى باستخدام التصوير والتحليل الكينماتوجرافى للوصول الى تحديد أهم الخصائص البيوميكانيكية المميزة للأداء، محاولة لتطويره والوصول به الى الأداء الأمثل لتحقيق الهدف من المهارة، كما تم اختيار هذه الدراسات للعينة بالطريقة العمدية وقد تشابهت هذه الخصائص رغم تعدد الدراسات التى أمكن للباحثة الحصول عليها الأمر الذى يشير الى أهمية إجراء المزيد من الدراسات، وقد استفادت الباحثة من هذه الدراسات فى اختيار المنهج والعينة واختيار أنسب الطرق للتصوير والتحليل وكذلك تحديد نوعية الخصائص البيوميكانيكية المأخوذة فى الدراسة.

كما أن هذه الدراسات لم تتناول كافة الخصائص البيوميكانيكية التى سوف تتناولها الباحثة بالدراسة وكذلك نسبة مساهمة هذه الخصائص فى كل وضع من أوضاع مراحل الأداء، وهنا تكمن أهمية هذه الدراسة فى تحديد أهم الخصائص البيوميكانيكية التى تعمل على المساعدة فى تنفيذ عمليتى التعليم والتدريب على أساس علمى سليم دون إضاعه الوقت والجهد وترشيد عملية التدريب بما يضمن الوصول الى المستويات العالية وتحقيق أفضل النتائج.

هدف البحث

١. التعرف على المقادير الكمية للخصائص البيوميكانيكية لمهارة الارسال بالوثب فى الكرة الطائرة.
٢. التعرف على الخصائص البيوميكانيكية الأكثر تأثيرا فى كل وضع من أوضـــاع الأداء الحركى لمهارة الارسال بالوثب فى الكرة الطائرة.

تساؤلات البحث

وتتحدد مشكلة هذه الدراسة فى الاجابة على التساؤلين الآتيين:

١. ما هو التقدير الكمى للخصائص البيوميكانيكية الخاصة بمهارة الارسال بالوثـــب فى الكرة الطائرة؟
٢. ما هى الخصائص البيوميكانيكية الأكثر تأثيرا فى كل وضع من أوضـــاع الأداء الحركى لمهارة الارسال بالوثب فى الكرة الطائرة ؟

المصطلحات المستخدمة

- **البيوميكانيك:** هو العلم الذى يهتم بدراسة وتحليل حركات الانسان تحليلا كميا ونوعيـــا بغرض زيادة كفاءة الحركة الانسانية. (٩: ١٢)
- **الازاحة:** تعتبر كمية قياسية ذات اتجاه محدد، لذا فإنه يطلق عليها الكمية المتجهة، وهى محصلة المسافة التى يتحركها الجسم عن نقطة البداية. (١٤: ١١٩)، (١٧: ٢١٨)
- **السرعة المحصلة:** هى سرعة الطيران وتصنع مع المركبة الأفقية زاوية طيران. (٢٥: ٦٧)
- **الدفع:** تعتبر مرحلة الارتقاء فى الارسال بالوثب هى مرحلة الدفع بالرجلين ويكتســب فيها اللاعب سرعة انطلاق V_o وهى تمثل محصلة كلا من مركبتى السرعة الأفقيـــة V_x الناتجة من الاقتراب والسرعة الرأسية V_y الناتجة من الارتقاء.

حيث $V_o = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

وتشير سوسن عبد المنعم الى أن التغير فى كمية الحركة يساوى الدفع حيث:

$I = m\Delta v$ $\quad I = m(V_1 - V_o)$ (١٠: ١١٩)

- **زاوية انطلاق الكرة :** هى الزاوية التى يصنعها المقذوف مع المركبة الأفقية عند انطلاقه، وتعتبر من اهم الخصائص الكينماتيكية المؤثرة على منحنـــى طيـــران الكرة، فعلى أساسها تتحدد مركبات سرعة الانطلاق وبالتالى فترة استمرار الكرة فى الهواء. ويمكن الحصول عليها من المعادلة:

$$\cos\theta = \frac{V_x}{V_o}$$

(٣٥: ٤٢٢)، (٣٩: ٤٨٧)

إجراءات البحث

المنهج المستخدم:

استخدمت الباحثة المنهج المسحى الوصفى The Discriptive Method باستخدام التحليل الحركى عن طريق التصوير والتحليل الكينماتوجرافى، وذلك لملائمته لأهداف البحث وتساؤلاته.

عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من لاعبى الفريق القومى للكرة الطائرة بجمهورية مصر العربية، وذلك لارتفاع مستوى الأداء المهارى بما يعطى الدلالة الكافية لنتائج هذه الدراسة. وقد روعى فى اختيار العينة أن يكون اللاعب أيمن الأداء لتلافى نقل الكاميرات أثناء التصوير بما يضمن دقة التصوير وثبات زاويته.

وقد بلغت عينة البحث أربعة لاعبين يجيدون أداء مهارة الارسال بالوثب، وهم مقيدون فى سجلات الاتحاد المصرى للكرة الطائرة (ممتاز) للموسم الرياضى ٢٠٠١/٢٠٠٢، كما بلغت نسبة هذه العينة من المجتمع الأصلى حوالى ٣٣,٣ % .

مجالات البحث

المجال المكانى: تم التصوير فى نادى اسكندرية الرياضى (اسبورتنج) بصالة الألعاب المجمعة.

المجال الزمنى: تم التصوير يوم الثلاثاء الموافق ٢٠٠٢/٤/٩.

أدوات ووسائل جمع البيانات

أدوات وأجهزة التصوير:

- عدد ٢ كاميرا فيديو بناسونيك Panasonic ٣٠٠٠ توضع واحدة خلف اللاعب والأخرى على جانبه وهى ذات تردد ٢٥ كادر / ث مثبتة على حامل ثلاثى، تعمل بالتيار الكهربى.
- عدد ٢ شريط فيديو ماركة Panasonic.
- عدد ٢ تليفزيون وذلك للتأكد من أن المهارة بالكامل فى مجال التصوير.
- علامات ارشادية لاصقة فسفورية اللون، على شكل نصف كرة قطرها ٥ سم توضع على مفاصل جسم اللاعب للجانب المواجه للكاميرات أثناء الأداء.
- عارضة قياس طولها ١ م مقسمة ١٠ سم أبيض و ١٠ سم أسود وذلك لدقة تحديد مقياس الرسم عند التحليل.
- اللوحات الارشادية على شكل مربع طول ضلعه ٤٢ سم مقسم لأربع مربعات صغيرة ٢١ سم أبيض ، ٢١ سم أسود وهى لوحات رجوعية للمساعدة فى عملية التحليل وذلك بتحديد خلفية الصور.
- ميزان مائى لضبط الوضع الأفقى للكاميرا.
- ١٠ كور طائرة قانونية.
- شريط قياس صلب لتحديد أبعاد التصوير ومثلث كبير لرسم الخطوط المتعامدة.

الدراسة الاستطلاعية

أهداف الدراسة

قامت الباحثة بإجراء هذه الدراسة بغرض:

- تحديد أنسب مكان توضع فيه الكاميرات لتصوير الحركة كاملة وبوضوح.
- مكان وضع اللوحات الارشادية ومقياس الرسم.

نتائج الدراسة

أسفرت الدراسة عن أن أنسب مكان هو بالنسبة للكاميرا الجانبية على بعد ٥,٢٥م من خط الجانب وعمودية عليه وقد ثبتت على حامل ثلاثى لكى تكون فى مواجهة الذراع اليمنى للاعب المؤدى للارسال بالوثب. وكان أرتفاع الكاميرا ١,٣٠ م كما تم تحديد أنسب مكان لوضع اللوحات الارشادية ومقياس الرسم.

الدراسة الأساسية

فى ضوء ما أظهرته كل من الدراسة النظرية والدراسة الاستطلاعية تم تنفيذ:

١. الدراسة الأساسية الخاصة بالتصوير السينمائى.

- استعانت الباحثة بمجموعة من المساعدين وهم ممن لهن خبرة كافية فى إجراءات التصوير.
- قام بالتصوير (٢) أخصائى تصوير فيديو من كلية التربية الرياضية للبنات بالإسكندرية.
- قامت الباحثة والمساعدين بتجهيز اللاعبين وتثبيت العلامات الارشادية على مراكز مفاصل اللاعبين من الناحية اليمنى المواجهة للكاميرا.
- قام اللاعبين بعمل الاحماء الخاص بهم.
- قام كل لاعب بأداء محاولتين للتجريب.
- تم تصوير اللاعبين على أن يؤدى كل لاعب (٥) محاولات وقد تم التصوير للكاميراتين فى نفس اللحظة بعمل إشارة متفق عليها للكاميراتين. على أن يتم التشغيل قبل بدء الأداء بلحظات.
- تم إعداد استمارة لتسجيل أسم كل لاعب ووزنه وطوله وكذلك عدد المحاولات التى تم أداؤها وتحديد المحاولة الناجحة والفاشلة، وتحديد أماكن نزول الكرة. مرفق رقم (١) وتم التأكيد على اللاعبين وتوجيه الكرة على مركز (٥) فى الملعب لثبات زوايا التصوير.

الإجراءات الخاصة بالتحليل

- تم عرض الفيلم للتأكد من وضوح الصور واستبعاد المحاولات الفاشلة.
- تم اختيار أفضل محاولة لكل لاعب فى ضوء مكان نزول الكرة وأقصى ارتفاع للاعب.
- تم عمل مونتاج للفيلم ونقل المحاولة الناجحة للكاميراتين على شريط واحد: الكاميرا الجانبية يليها الكاميرا الخلفية.

- تم تقسيم المهارة قيد البحث الى الأوضاع الهامة فى الأداء بغرض التحليل مرفق رقم (٢) وذلك أسترشادا برأى بعض خبراء الكرة الطائرة مرفق رقم (٣) والمراجع العلمية. (١٤: ١٠١)، (٤١، ١٠)

وهذه الأوضاع كما يلى:

- **الوضع الأول (أعمق ثنى للركبتين)**: وذلك من الكادر الذى تم فيه وضع كعب القدم الممرجحة اليسرى على الأرض وحتى الوصول الى أعمق ثنى.
- **الوضع الثانى (الارتقاء)**: من كادر أعمق ثنى وحتى كادر الدفع وترك الأرض.
- **الوضع الثالث (أقصى مرجحة للذراع الضاربة خلفا)**: من الكادر ترك الأرض وحتى كادر وصول الذراع الضاربة لأقصى مرجحة للخلف وذلك بأقصى قبض لمفصل الكتف والمرفق.
- **الوضع الرابع (أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم)**: هو الكادر الذى يصل فيه اللاعب لأقصى ارتفاع له عن الأرض.
- **الوضع الخامس (ضرب الكرة)**: من كادر أقصى مرجحة للذراع الضاربة للخلف حتى كادر ملامسة الكرة وضربها.

تم اتفاق الخبراء على أهمية الأوضاع (١) أعمق ثنى الركبتين (٢) الارتقاء (٣) أقصى مرجحة للذراع الضاربة خلفا (٤) أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم (٥) ضربة الكرة وذلك بنسبة ٨٠%، بينما بلغ نسبة اتقان الخبراء على أوضاع: (١) الاقتراب و(٥) الهبوط بنسبة ٢٠% وهى نسبة ضعيفة. مما دعا الباحثة الى اختيار الأوضاع الخامسة السابقة واستبعاد وضعى الاقتراب والهبوط.

تم ارسال الشريط المصور الى جهاز الحاسب الآلى الذى يعمل به برنامج التحليل Win Analysis الموجود بمعمل كلية التربية الرياضية ببورسعيد. ويشمل على CPU (80486DX) (السرعة 66MHZ) مبرمج صورى (كارت شاشة على الأقل ٢٥٦ لون دقة ٨٠٠× ٦٠٠ بكسل Pixel) وقد تم تحليل كل كادر من كادرات المهارة وفقا لتقسيمها للنقاط التالى شرحها.

- حللت نقاط الجسم الثابتة الخمسة عشر نقطة وفقا لنموذج برنشتاين Barnschtein لتحديد مركز ثقل كتله الجسم CM عن عادل عبد البصير ١٩٩٨ (١٥: ١٥١)

خصائص بيوميكانيكية خطية لكل من مركز ثقل الجسم والذراع الضاربة:

- زمن الأداء T .
- الأزاحات الأفقية والرأسية D.
- السرعة الأفقية V_x.
- السرعة الرأسية V_y.
- محصلة السرعة V_R
- العجلة الأفقية a_x.
- العجلة الرأسية a_y.
- محصلة العجلة a_R .
- مقادير محصلة الدفع $I_R = F \times T$
- مقادير محصلة القوة $F_R = m \times a$

خصائص بيوميكانيكية زاوية خاصة بمفاصل الجسم العاملة وهى الكتف والمرفق والفخذ والركبة ذلك من خلال أداء الأوضاع الخاصة بمهارة الارسال بالوثب قيد البحث وشملت:

- الازاحة الزاوية θ
- السرعة الزاوية ω
- العجلة الزاوية α

زاوية انطلاق الكرة αe

المعالجة الاحصائية

تمت المعالجات الاحصائية باستخدام الحاسب الالى واستخدمت الباحثة المعالجات الاحصائية تبعا لتحقيق الأهداف الخاصة بالدراسة وذلك كما يلى:

- تم حساب المتوسط الحسابى (س$^-$) والانحراف المعيارى (± ع) لكل متغير من الخصائص قيد الدراسة.
- تم تحديد الخصائص البيوميكانيكية لأوضاع الأداء قيد الدراسة باستخدام التحليل العاملى بطريقة المكونات الأساسية لثرستون ووفقا لمعيار كايزر فى قبول العامل مع الاحتفاظ بالتشعيبات التى تساوى ± ٠,٣ أو أكثر، والعوامل التى تتشبع عليها ٥ خصائص فأكثر.
- كما تم تمثيل النتائج المستخلصة بيانيا.

عرض ومناقشة النتائج

قامت الباحثة بإيجاد المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى للخصائص البيوميكانيكية لنقط الجسم المختارة خلال الأوضاع قيد الدراسة لمهارة الارسال بالوثب ويوضحها الجدول رقم (١) والأشكال من (١-٢٢) وتتمثل الخصائص البيوميكانيكية فى الزمن ومحصلة السرعة وعجلتها والدفع والقوة وكذلك الازاحة الزاوية للمفاصل والسرعة الزاوية وزاوية انطلاق الكرة.

جدول رقم (١)

المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للخصائص البيوميكانيكية لنقط الجسم المختارة خلال الأوضاع قيد الدراسة

م	المتغيرات البيوميكانيكية / الأوضاع	أعمق ثنى للركبتين		الارتقاء		أقصى مرجحة للذراع الضاربة خلفا		أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم		ضرب الكرة	
		س-	±ع	س-	±ع	س-	±ع	س-	±ع	س-	±ع
١.	الزمن (T). ث	١,١٢	٠,١٦	١,٣٣	٠,١٤	١,٤٦	٠,٢٠	١,٦٣	٠,١٣	١,٦٦	٠,١٥
٢.	الإزاحة الأفقية لمركز ثقل الجسم. سم	٢٤,٢٨	٤٣,٣٢	٧٥,٣٤	٥٧,٨١	١٠٦,٣٠	٨٤,٦٨	١٤٦,٨٢	٩٠,٦٠	١٥٦,٢٧	١٠٥,٥٤
٣.	الإزاحة الرأسية لمركز ثقل الجسم. سم	٢٦,٢٩	٢٦,٢٦	٤٩,٤٤	٤٣,٥٠	٧١,٩١	٦٠,٣٠	٨٤,٠٥	٦٧,٢٥	٨٢,٩٧	٦٦,٦٥
٤.	السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم.سم/ث	٢٥,٣٩	١٦٢,٢٧	٢٢٨,٦٨	١٤٣,٤٠	٢٣١,٣٥	١٤٤,٩٨	٢٢٨,٤٢	١٤٣,٩٤	٢٢٣,٧١	١٤٠,٧٧
٥.	السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم. سم/ث	٨,٥٦	٦٣,٩٨	٢١٢,٤٧	١٥٠,١٣	١١٧,٠٠	١٢٩,٥٣	٠,٤٤	٦,٨٨	٢١,٦٤	٤٤,٣٠
٦.	محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم. سم/ث	٧١,٩٩	١٧٤,٢٣	٣٠٩,٦٢	١٩٢,٨٦	٢٥٧,٦٥	١٧٣,٠٩	١٨٩,٧٤	٢١٢,٧٢	١٧٩,٩٧	١١٣,٤١
٧.	العجلة الأفقية لمركز ثقل الجسم.سم/ث٢	٦٨,٩٤	٨٠,٠٥	١٢٥,٥٣	٢٣٨,١٥	٣٩,٩٥	٢٨٨,٦٨	٣٦,٩٠	١٧٩,٥٩	٨١,٤٠	١٤٦,٧٤
٨.	العجلة الرأسية لمركز ثقل الجسم. سم/ث٢	٦٨٨,٩٨	٥٦٩,٥٢	٣٢٤,٦٠	٤١٦,٦٩	٦٩٧,١٦	٦٦٩,٤٧	٧٣٨,٠٣	٥٨٤,٤٧	٨٤١,١٧	٦٢٣,٦١
٩.	محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم. سم/ث٢	١٦٤٨,١٧	١٤٠٤,٠٠	١٠٤,٠٦	٢٣٤,٢٥	٣٧٤,١٤	٤٢٤,٦٨	-٣٩٦,٨٤	٣٦٤,١٤	٣٦٨,٦٤	٣٧٢,٥٧
١٠.	الدفع الأفقى للجسم. نيوتن / ث	١٩٦,٥٢	١٢٢,٧٣	١٧٥,٧٣	١٠٩,٦٥	١٧٧,٤٧	١٠٩,٨٧	١٧٥,٧٠	١١٠,٩١	١٧٢,١٧	١٠٨,٧٩
١١.	الدفع الراسى للجسم. نيوتن / ث	٧,٥٩	٥٠,٤١	١٦٢,٧٤	١١٦,١٥	٨٨,٨٥	٩٧,٠٧	٠,٣٤	٠٥,٤٦	١٦,٢٤	٣٣,٢٧
١٢.	محصلة الدفع للجسم. نيوتن / ث	٢٠٠,٤٢	١٢٤,٩٦	٢٤٣,٤٢	١٥١,٦٦	٢٠٦,١٤	١٣١,٧٥	١٧٥,٨٨	١١٠,٦٨	١٧٤,٧٧	١٠٩,٧٠
١٣.	القوة الأفقية للجسم. نيوتن	٥٣,٧٣	٦٢,٧٧	٩٦,٠٤	١٧٩,١٩	٣١,٤٨	٢١٧,٤٢	٨٥,٣٠	٩٧,٤٨	٦١,٧٩	١٠٩,٦٥
١٤.	القوة الراسية للجسم. نيوتن	٥٢٨,٤٧	٤٤٣,٨٦	٢٤٣,٦٣	٣١٢,٦٩	٤٠٧,٩٢	٦٥٥,٩٧	٥٦٣,٤٣	٤٤٥,٠٥	٦٤٠,٧٩	٤٧١,٨٣
١٥.	محصلة القوة للجسم. نيوتن	٥٦٤,٧٨	٣٨٩,٧١	٣١٥,٩٣	٢٩٧,٠٦	٦٠١,٧٥	٤٦٨,٠١	٥٩٢,٦٢	٤١٥,٣٧	٦٦٨,٦٠	٤٣٧,٢٤
١٦.	الإزاحة الزاوية لمفصل الكتف الأيمن. درجة	١١٤,٥٢	١٥٠,٩٣	١٢١,٩٢	١٣,٢٠	١٨٤,٤٨	٤٦,٧٢	١٦٨,٦٠	٣٣,٣٣	١٤٧,٨٨	١٥,٥٨
١٧.	السرعة الزاوية لمفصل المرفق الأيمن. درجة/ث	١٤٩٢,٣٧	٤٧٦,٠٣	٣٩٩,٤٨	١٤٨,٤٩	٢٢٨,٥٨	١٥٨,٧٨	٤٦٩,٢٠	٢٠٥,١٥	٤٨٧,٩٤	٢٠٣,٢٥
١٨.	الإزاحة الزاوية لمفصل المرفق الأيمن. درجة	١٥٤,٠٠	٢٧,٧٥	١٥٨,٥٢	١٣,٣٢	٢٣١,٤٤	٦٥,٧٩	١٤٦,٦٢	٣٥,٧٧	١٣٠,٣٤	٢٣,٨٣

تابع: جدول رقم (١)

المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى للمتغيرات الميكانيكية لنقط الجسم المختا ة خلال الأوضاع قيد الدراسة

م	المتغيرات البيوميكانيكية / الأوضاع	أعمق ثنى للركبتين		الارتقاء		أقصى مرجحة للذراع الضاربة ا لها		أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم		ضرب الكرة	
		س−	±ع	س−	±ع	س−	±ع	س−	±ع	س−	±ع
١٩.	السرعة الزاوية لمفصل المرفق الأيمن. درجة/ث	١٤٩,٨٧	١٨٩,٨٩	٣٣٠,٨٣	١٩٦,٧٠	١٧٥,١٧	٤٤٧,٧	٩١,٨٣	٩٧٢,٠٧	٣٨٨,١٧	٣٦٩,١٥
٢٠.	الإزاحة الزاوية لمفصل الفخذ الأيمن. درجة	١٣١,٠١	١٣,٨٨	٢١٩,٢٤	٩,١٨	٢٠٥,٤٢	١٦,٦٤	١٩٤,٥٦	٧,٩٥	١٩٧,٧٤	٧,٧٢
٢١.	السرعة الزاوية لمفصل الفخذ الأيمن. درجة/ث	١٧٣,١٣	٩٤,٧٤	١١٥,٧٧	٨٧,٣٦	٢٦,١٠	٤١,٦٣	١٠٤,٠٣	١٤٢,٥٧	١٣٤,٢٣	٣٩,٣٣
٢٢.	الإزاحة الأفقية لمركز ثقل الذراع الضاربة. سم	٤٢,٣٦	٥٥,١٠	١٠٢,٦٤	٨١,١٨	١٠٨,٣٥	٧٨,٠٩	١٤٤,٦٨	٧٨,١٤	١٦٩,٣٥	١٠٧,٦٠
٢٣.	الإزاحة الرأسية لمركز ثقل الذراع الضاربة. سم	١٥,١٢	١٨,٢٦	١٢٠,٠٣	٤٩,٢٩	١٣٤,٨٠	١٠٤,٥	٤٨,٣٥	٢١٠,٢٧	٤٩,٨٥	٢١١,٨٢
٢٤.	السرعة الأفقية لمركز ثقل الذراع الضاربة.سم/ث	٥٤٤,٩٣	٤٠١,٥٢	٦٩,٤٩	١,٤٢	١٢,٩٠	٩٥,٢٩	٤٩٢,٨٧	٤٨٦,٩٦	٧١٢,٠٠	٤٤٢,٦٠
٢٥.	السرعة الرأسية لمركز ثقل الذراع الضاربة.سم/ث	١٦٣,٦٥	٣٤٤,٧١	٣٤٨,٩٨	٢٥١,٤٥	٧٧,٣٩	١٠٦,٥	١٣٣,٢١	١١٠,٢٥	٣٦,٣٦	٢٠٤,٣١
٢٦.	محصلة السرعة لمركز ثقل الذراع الضاربة.سم/ث	٣١٢,٩٠	٥٢٦,٧٥	٣٠٣,٩٤	٢٠٧,٧٢	٥٧,٩٢	١٠٣,٣١	٢٤٠,٩٨	٢٤٣,٨٦	٤٦٤,٣٠	٣٥٥,٥٩
٢٧.	العجلة الأفقية لمركز ثقل الذراع الضاربة.سم/ث	١٦١٣,٨٥	٢٩٩٥,٦٤	٥٣٨,٧٧	١٨١٠,٢٨	٣٨٣,٦٧	٦٣٠,٩	٢٢٠٤,٢٢	٣٤٠٨,٤٨	٥٣٦,٥٨	١١٨٠,٤١
٢٨.	العجلة الرأسية لمركز ثقل الذراع الضاربة.سم/ث	٤٨٤٤,٦٤	٣٤٧١,٢٠	٣٩٣٣,٧٩	٢٩٢٨,٧٤	١١٣٦,٠٨	٢٥٩٢,٢	٣٨٢٣,٢٧	٥٣٧٢,١٠	٥١٧٣,١٩	٤٢١٤,٧٠
٢٩.	العجلة المحصلة لمركز ثقل الذراع الضاربة.سم/ث	٢٨٧٥,٤٤	٣٥٨٠,٨٣	١١٤٣,٤٠	٤٠٤١,٨١	٨٥٠,٧٢	٢١٣٨,٤	١٥٨٣,٨١	٥٥٨١,٥١	١٦٢,٦٢	٤٧٢٤,٨٠
٣٠.	الدفع الأفقى للذراع الضاربة. نيوتن / ث	٢,٩٠	٢,٠٨٢	٠,٣٨	٠,٥٨	٠,٠٨	٠,٥٢	٢,٥٥	٢,٥٠	٣,٧٠	٢,٢٨
٣١.	الدفع الرأسى للذراع الضاربة. نيوتن / ث	٠,٩١	١,٩٢	١,٨٧	١,٣٥	٠,٤١	٠,٥٦	٠,٢٤	٠,٨٥	٠,١٣	١,٠٥
٣٢.	محصلة الدفع للذراع الضاربة. نيوتن / ث	٣,٤٥	٢,١٣	١,٩٩	١,٣١	٠,٦٧	٠,٤٦	٢,٦٥	٢,٥٣	٣,٧٩	٢,٣٤
٣٣.	القوة الأفقية للذراع الضاربة. نيوتن	٨,٩٥	١٦,٤٠	٢,٧٩	٩,٥٤	٢,١٤	٣,٤٧	١٤,٤٠	١٨,٨٤	٥,٦٤	١١,٧٩
٣٤.	القوة الرأسية للذراع الضاربة. نيوتن	٢٥,٩٧	١٨,٨١	٢٠,٩٧	١٥,٥١	٥,٨٠	١٣,٨٦	١٨,٣٩	٢٧,٦٩	٢٥,٤٨	٢٢,٢٠
٣٥.	محصلة القوة للذراع الضاربة. نيوتن	٣٠,٥٣	١٩,٦٣	٢٢,٩٥	١٥,٠٤	١١,٧٦	٨,٤٢	٣٢,٢٢	٢١,٥٦	٢٨,٢٩	٢١,٧٣
٣٦.	زاوية انطلاق الكرة. درجة	—	—	—	—	—	—	—	—	١٦٩,٠٤	٤,٤٤

يوضح جدول رقم (١) المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى للخصائص البيوميكانيكية لنقط الجسم المختارة وفيها يظهر التباين فى الخصائص البيوميانيكية الناتجة من التحليل خلال الأوضاع قيد الدراسة وهى عدد كبير لا يمكن دراستها من قبل المدرب واستخدامها ولذا فقد عمدت الباحثة الى اختصار هذه الخصائص من خلال التحليل العاملى لها مع الاحتفاظ بالأوضاع قيد الدراسة وتوضح الجداول من رقم (٢) الى رقم (٦) هذه النتائج مرفق رقم (٤). وكذلك الأشكال من ١-٢٢ الخاصة بالمسارات الهندسية للخصائص البيوميكانيكية قيد الدراسة مرفق رقم (٥) .

وتستخلص الباحثة من جدول (١) أن متوسط محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم بلغ أكبر قيمة له فى وضع الوثب والطيران ٣٠٩,٦٢ سم / ث بـ ±ع ١٩٢,٨٦ بينما بلغت أقل قيمة له فى وضع أعمق ثنى للركبتين ٧١,٩٩ سم/ ث، بـ ±ع ١٧٤,٢٣ وبلغت أكبر قيمة لمتوسط محصلة الدفع للجسم فى وضع الوثب ٢٤٣,٤٢ نيوتن/ث بـ ±ع ١٥١,٦٦، بينما بلغت أقل قيمة له فى وضع ضرب الكرة ١٧٤,٧٧، بـ ±ع ٢٠٩,٧٠.

وبلغ متوسط محصلة القوة للجسم أكبر قيمة له فى وضع ضرب الكرة ٦٨٨,٦٠ نيوتن بـ±ع ٤٣٧,٢٤. وأقل قيمة له فى وضع الوثب والطيران ٣١٥,٩٣ ب±ع ٢٩٧,٠٦.

وبلغت أكبر قيمة لمتوسط السرعة الزاوية لمفصل الكتف الأيمن فى وضع أعمق ثنى للركبتين ١٤٩٢,٣٧ د/ ث بـ ±ع ٤٧٦,٠٣ وأقل قيمة له فى وضع أقصى مرجحة خلفا للذراع الضاربة ٢٢٨,٥٨ د/ ث بـ ±ع ١٥٨,٧٨ ، كما بلغت أكبر قيمة لمتوسط السرعة الزاوية لمفصل المرفق فى وضع ضرب الكرة ٣٨٨,١٧ د/ ث بـ ±ع ٣٦٩,١٥ وأقل قيمة له ٩١,٨٣ د/ ث بـ ±ع ٩٧٢,٠٧ فى وضع أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم .

وبلغت أكبر قيمة لمتوسط السرعة الزاوية لمفصل الفخذ الأيمن فى وضع أعمق ثنى للركبتين ١٧٣,١٣ د/ ث، بـ ±ع ٩٤,٧٤ وبلغت أقل قيمة له فى وضع أقصى مرجحة خلفا للذراع الضاربة ٢٦,١٠ د/ ث بـ ±ع ٤١,٦٣.

وبلغت أكبر قيمة لمتوسط محصلة السرعة لمركز ثقل الذراع الضاربة فى وضع ضرب الكرة ٤٦٤,٣٠ سم / ث بـ ±ع ٣٥٥,٥٩ وأقل قيمة له فى وضع أقصى مرجحة خلفا للذراع الضاربة ٥٧,٩٢ سم/ ث بـ ±ع ١٠٣,٣٢.

كما بلغت أكبر قيمة لمتوسط محصلة العجلة لمركز ثقل الذراع الضاربة فى وضع أعمق ثنى للركبتين ٢٨٧٥,٤٤ سم /ث^{٢} بـ ±ع ٣٥٨٠,٨٣ وأقل قيمة له فى وضع ضرب الكرة ١٦٢,٦٢ سم/ ث^{٢} بـ ±ع ٤٧٢٤,٨٠ وبلغت أكبر قيمة لمتوسط محصلة الدفع للذراع الضاربة فى وضع ضرب الكرة ٣,٧٩ نيوتن /ث بـ ±ع ٢,٣٤ وأقل قيمة له فى وضع أقصى مرجحة خلفا للذراع الضاربة ٠,٦٧ نيوتن / ث وبـ ±ع ٠,٤٦.

وكانت أكبر قيمة لمتوسط محصلة القوة للذراع الضاربة فى وضع أقصى ارتفاع ٣٢,٢٢ نيوتن بـ±ع ٢١,٥٦ وأقل قيمة له فى وضع أقصى مرجحة خلفا للذراع الضاربة ١١,٧٦ بـ±ع ٨,٤٢ ونلاحظ أن قيمة المتوسط الحسابى لزاوية انطلاق الكرة بلغ ٥١٠,٩٦ بـ±ع ٤,٤٤.

وبذلك يتم الاجابة على التساؤل الأول وهو التعرف على قيم الخصائص البيوميكانيكية الخاصة بمهارة الارسال بالوثب فى الكرة الطائرة.

جدول رقم (٧)

أعلى تشبعات على العوامل المستخلصة بعد التدوير المتعامد للعوامل الثلاثة للأوضاع قيد الدراسة

م	الأوضاع قيد الدراسة (أوضاع الأداء الحركى)	العامل الأول		العامل الثانى		العامل الثالث	
		المتغير	التشبع	المتغير	التشبع	المتغير	التشبع
١	الوصول لأعمق ثنى للركبتين	الإزاحة الرأسية لمركز ثقل الجسم	٠,٩٩٩	الإزاحة الأفقية لمركز ثقل الجسم	٠,٩٥٩	الزمن	٠,٩٥٨
٢	الارتقاء	محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم	٠,٩٩٩	القوة الأفقية للذراع الضاربة	٠,٩٦٥	السرعة الزاوية لمفصل المرفق	٠,٩٤٢
٣	أقصى مرجحة للذراع الضاربة خلفا	الدفع الأفقى للجسم	٠,٩٩٩	السرعة الأفقية لمركز ثقل الذراع الضاربة	٠,٩٨٣	الدفع الرأسى للذراع الضاربة	٠,٩١٠
٤	أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم	السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم	٠,٩٩٤	السرعة الزاوية لمفصل الفخذ	٠,٩٩٧	الدفع الرأسى للذراع الضاربة	٠,٩٧٥
٥	ضرب الكرة	الدفع الأفقى للذراع الضاربة	٠,٩٩٩	السرعة الرأسية لمركز ثقل الذراع الضاربة	٠,٩٨٢	العجلة المحصلة لمركز ثقل الذراع الضاربة	٠,٩٩٧

كما يوضح جدول رقم (٧) أعلى تشبعات على العوامل المستخلصة بعد التدوير المتعامد للعوامل الثلاثة للأوضاع قيد الدراسة حيث يمثل هذا الجدول الخصائص البيوميكانيكية للأوضاع قيد الدراسة وفقا للمتغيرات البيوميكانيكية التى حققت أعلى تشبعات على العوامل المقبولة بعد التدوير المتعامد كما أن هذه العوامل تمثل الاختبارات البيوميكانيكية أو المتغيرات التى يجب الاهتمام بتقييمها لكل وضع من أوضاع أداء الارسال بالوثب قيد الدراسة وتمثل التشبعات درجة الصدق العاملى فى الاختبار.

وسوف يتم مناقشة نتائج هذا الجدول من خلال الأوضاع الخمسة قيد البحث:

- الوضع الأول أعمق ثنى للركبتين:

تم استخلاص ثلاث خصائص مميزة لهذا الوضع وهى الزمن والازاحة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الجسم ويرجع ذلك الى أن زمن أعمق ثنى للركبتين من الجوانب الهامة لنجاح الدفع، حيث يؤكد يوسف الشيخ (١٩٨٦) على اهمية الزمن بالنسبة لهذا الوضع فيرى أنه ينبغى ثنى الركبتين قليلا أولا ثم الوثب لأعلى وهذا يستغرق زمن قليل كى تتواجد قوة عضلية أكبر من قوة الجاذبية الأرضية، وهى قوة ايجابية تعرف بقوة البداية لكى نصل الى المقدار المنشود ويسمى هذا بدفع الفرملة. (٢٥: ٢٥٨، ٢٦٧)

ويرى محمد عبد السلام (١٩٧٨) أنه كلما قل زمن الانقباض العضلى زاد الدفع أى أن الزمن محدد لمقدار الدفع. (٢٤: ٧٣)

$$I = F\,T$$

حيث الدفع I الزمن T القوة F

ويشير كلا من جمال سلاء (١٩٨٦) وعلى سبرسن سلم (١٩٨٦) الى أن الزمن لا يؤثر فى تشكيل الصورة الكينماتيكية الخارجية للتمرين البدنى فحسب، بل يتدخل أيضا الى حد كبير فى تحديد النتائج الرياضية النهائية للأداء، ويعتبر الزمن عامل أساسى يمكن أن تحسب كافة الخصائص فى ضوئه. (٥: ٢١)، (١٧: ٢١٨)

وتوضح المعادلات الآتية أن السرعة والعجلة يرتبطان بمقدار الزمن:

$$V = \frac{\triangle s}{\triangle t}$$

$$a = \frac{\triangle v}{\triangle t}$$

وترى الباحثة فى ضوء ما سبق أن الوصول لأنسب ثنى للركبتين يتم نتيجة الانقباض السريع للعضلات العاملة على المفاصل المسببة أساسا للحركة، وأنه كلما قل زمن هذا الانقباض قل الاجهاد العضلى، ويوضح ذلك بيانات جدول رقم (١) إذ بلغ متوسط الزمن لهذا الوضع (١,١٢ ث).

ونرى أيضا أن الازاحة الرأسية والأفقية، لمركز ثقل الجسم من الخصائص الحاسمة لوضع أقصى ثنى للركبتين وذلك للإعداد للارتقاء والسيطرة على حركة مركز ثقل الجسم بما يتيح للاعب الدفع بالرجلين لانتاج قوة انفجارية عالية، حيث أن انحراف مسار هذه القوة يؤثر سلبا على الطيران الناتج، ولذا فإن السيطرة على حركة مركز ثقل الجسم لتطبيق القوة الدافعة فى المسار المناسب من الجوانب الهامة لنجاح أداء هذا الوضع والمهارة ككل.

واستنتجت الباحثة مما سبق أن الزمن والإزاحة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الجسم تعد بطارية اختبار لتقييم هذا الوضع. -١٥-

- الوضع الثانى (الارتقاء):

فقد أمكن استخلاص ثلاث خصائص بيوميكانيكية هامة وهى:

محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم والقوة الأفقية للذراع الضاربة والسرعة الزاوية لمفصل المرفق، وترجع الباحثة اهمية محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم لهذا الوضع فى أنها يتوقف عليها مدى ارتفاع الوثبة وتشير سوسن عبد المنعم وآخرون (١٩٧٧) الى أن ازدياد سرعة الأجزاء المختلفة للجسم المشتركة فى الحركة يؤدى الى زيادة السرعة النهائية لحركة الجسم مما يؤدى الى الارتفاع لأعلى (٩: ٢٢٧)

حيث أن $VR = \sqrt{V^2_Y + V^2_X}$ وبالتالى لها تأثير على الارتفاع حيث $1 = \frac{V^2_Y}{2g}$

وتؤكد ذلك نتائج دراسة دعاء حسنى (٢٠٠٣) إذ ترى أن مسار مركز ثقل الجسم يزداد خلال الدفع ليصل لأقصى قيمة له لحظة الضرب. (٨: ٨٣)

فالأداء الجيد للارتقاء ودفع الأرض يتوقف على مقدار الاستفادة من الطاقة المرنة Elastic E المختزنة فى العضلات لحظة انقباضها أثناء الدفع (١٤: ١٢٨). وترى الباحثة أن مفصلى الفخذين من النقاط الهامة جدا أثناء تحديد الخصائص البيوميكانيكية لتحليل مهارة بها دفع، لأن النقل الحركى يتم فيها من أسفل الى أعلى على التوالى لإنجاز الواجب الحركى كما فى المهارة قيد البحث.

كما تتضح أهمية كلا من القوة الأفقية للذراع الضاربة والسرعة الزاوية لمفصل المرفق بالنسبة لهذا الوضع الى أن اللاعب يقوم بمرجحة ذراعيه من أسفل خلفا الى الأماما ولأعلى بأقصى قوة وسرعة للمساعدة فى زيادة ارتفاع الوثبه، وهذا ما يؤكده يوسف الشيخ (١٩٨٦) حيث يشير الى أن الذراعان تتمرجحان بقوة للأمام ولأعلى للمساعدة فى رفع الجسم أثناء الوثب، بالإضافة الى وصول سرعة مركز ثقل الذراعين فى حركة الصعود العمودية لأعلى الى أقصى درجة وهذا ما يسمى بدفع العجلة مما يزيد من شدة الحركة لانجاز الأداء المطلوب. (٢٥: ٢٧١)

وبذلك نجد أن هناك ارتباط ودمج متناغم بين القوة والسرعة إذ أن

$$F = ma$$

$$F = m(v - u)t \quad \text{(القوة)}$$

$$F.T = m(v - u) \quad \text{(الدفع)}$$

m = الكتلة $\quad$ a = العجلة

u = السرعة الابتدائية $\quad$ v = السرعة النهائية

(٤٤ : ٦٢)(٣٥ : ٢٢)

واستنادا الى قوانين نيوتن نجد أن الارتقاء والدفع أكثر المراحل تأثيرا على فاعلية المهارة ونجاحها ففى هذا الوضع يقوم اللاعب بتجميع قوى العضلات لأخذ أكبر كمية من الطاقة لتؤدى المهارة فى زمن قليل بقوة كبيرة وهذه القوة تنتقل للكرة عند الضرب ومن هذا نجد أن هذه الخصائص المميزة لهذا الوضع أيضا هى محك وبطارية يمكن عن طريقها التقييم وكذا وضع أساس للتدريب لضمان نجاح العملية التدريبية والوصول لأعلى المستويات الرياضية فى المهارة قيد الدراسة.

- **الوضع الثالث (أقصى مرجحة للذراع الضاربة خلفا):**

تم استخلاص الخصائص البيوميكانيكية الهامة والمميزة لهذا الوضع وهى الدفع الأفقى للجسم والدفع الرأسى للذراع الضاربة والسرعة الأفقية لمركز ثقل الذراع الضاربة. وترجع الباحثة ذلك الى أن الدفع الأفقى للجسم يتضح من ميل الجذع خلفا فى شكل تقوس باتجاه الذراع الضاربة الممرجحة خلفا بما يتيح انقباض فى أعلى عضلات الظهر، هذا الانقباض تنتج عنه قوة دفع تنتقل الى الذراع الضاربة، كما أن الميل للخلف عكس اتجاه [illegible] على انتقال القوة الدافعة من الجذع للذراع الضاربة عند بدء عملية الضرب ثم الى الكرة عند الضرب وذلك وفقا لقانون نيوتن الخاص بالفعل ورد الفعل.

وبالنسبة للدفع الرأسى للذراع الضاربة والسرعة الأفقية لمركز ثقلها، نجد أن الذراع عندما تمرجح للخلف فإنها تقطع مسافة على المركبة الرأسية بالإضافة الى المسافة المقطوعة على المركبة الأفقية للخلف هذه المسافة تقطع بسرعة وقوة ينتج عنها دفع يساوى حاصل ضرب القوة × زمن تأثيرها، وحيث أن المرجحة هى حاصل ضرب السرعة المتوسطة للذراع الضاربة × الزمن فإنه كلما زاد الزمن زادت الفرصة المتوفرة للاعب لتحقيق الواجب الحركى وذلك لأنه كلما كانت المسافة تحت منحنى القوة مع الزمن أكبر كلما كان مقدار كمية الدفع أكبر. (٣٠: ٩١)

ومن هنا تجد الباحثة أنه لابد من المرجحة الخلفية للذراع الضاربة لأقصى مدى حتى يمكن توليد أكبر كمية حركة تستغل أثناء وضع الضرب وذلك أيضا وفقا لقانون نيوتن الفعل ورد الفعل . حيث F = m a وهذا ما يؤكده كريس فيلد Cris Field (١٩٩٥)، زارت مان Zart Man (١٩٩٧) البرنامج الأمريكى (٢٠٠١) و وايز Wise (١٩٩٩) من أن مرجحة الذراع الضاربة تكون من الأمام والأعلى بحيث تصل خلف الرأس ويكون المرفق فى مستوى محور الكتف واليد قريبة من الأذن والمرفق لأعلى وذلك لكى تكتسب أكبر مسافة ممكنة للدفع أثناء وضع ضرب الكرة. (٣٢: ٢٣)، (٤٢ : ٩٥)، (٤٨: ٤)، (٢٩ : ١٣٧).

- **الوضع الرابع (أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم):**

يتضح من نتائج جدول (٧) أن الخصائص البيوميكانيكية المميزة لهذا الوضع هى السرعة الزاوية لمفصل الفخذ والسرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم والدفع الرأسى للذراع الضاربة. وترجع الباحثة أهمية السرعة الزاوية لمفصل الفخذ لهذا الوضع إلى أنه يتطلب امتدادا كامل لمفاصل الفخذين بسرعة وقوة للوصول الى أقصى دفع مما يؤثر على

مسافة ارتفاع الوثب بالتزايد وفقا للأسس الميكانيكية للأداء، فالارتفاع الكامل للجسم هام جدا لنجاح لاعب الكرة الطائرة عامة والارسال بالوثب خاصة. (٢: ١٢٠)

وهذا يتفق وما يشير إليه طلحه وآخرون (١٩٩٧) وعادل عبد البصير (١٩٩٨) إلى أن معرفة مقادير واتجاه السرعة والعجلة الزاوية فى لحظة انتهاء الدفع لحركة الوثب ذات قيمة كبيرة فى مرحلة الطيران، كما أن ازدياد الزاوية تؤدى فى النهاية الى زيادة السرعة الخطية وبذلك تزداد مسافة الارتقاء. (١٢: ١٩)، (١٥: ٥٨)

أما بالنسبة للدفع الرأسى للذراع الضاربة فإنه تتضح أهميته من تحرك الذراع من الخلف للأمام ولأعلى لمقابلة الكرة فى أعلى نقطة، وبالتالى الامتداد الكامل للذراع لأعلى يسمح بانتقال كمية حركة للكرة فى وضع الضرب. ونظرا لأن الدفع مرتبط بالسرعة فإن السرعة الزاوية تزيد من دوران مفصل الكتف مما يسمح بتحقيق الواجب الحركى من هذه المرجحة وهو انتقال القوة للكرة عند الضرب بأقصى سرعة.(٢٨: ٤١٦)، (٣: ١٦٩)

وبالنسبة للسرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم ترى الباحثة أنه يتم فى هذا الوضع انتقال سريع لكمية الحركة فى الهواء للذراع الضاربة وبذلك تعمل سرعة مركز ثقل الجسم على المحافظة على اتزان الجسم فى الهواء.

- **الوضع الخامس (ضرب الكرة):**

يتضح من جدول (٧) أن أهم الخصائص البيوميكانيكية المميزة لهذا الوضع هى الدفع الأفقى للذراع الضاربة والسرعة الرأسية والعجلة المحصلة لمركز ثقل الذراع الضاربة. ومن الملاحظ أن الثلاث خصائص مرتبطة بالذراع الضاربة وهذا منطقى وفقا للأداء الحركى للمهارة إذا يتم فى هذا الوضع ضرب الكرة وذلك بمرجحة الذراع من الخلف للأمام بقطع مسافة فى زمن معين لمقابلة الكرة وتتزايد السرعة والعجلة للذراع ثم تقل هذه القوة المميزة بالسرعة بعد الضرب لتجنب ارتطام الكرة بالشبكة (٤١: ٤٧٥)

ويشير محمد جابر بريقع وخيرية السكرى (٢٠٠٢) الى أن القوة المؤثرة فى الجسم تتناسب مع معدل تغير السرعة (العجلة) تناسب طرديا . (٢١: ١٨٨) وترى الباحثة ارتباط ذلك بالدفع الأفقى للذراع الضاربة حيث أن الدفع الأفقى للذراع هو ناتج ضرب القوة فى الزمن، ويعنى المد الكامل للذراع طول نصف القطر وبالتالى زيادة السرعة اللحظية لنقطة الضرب.

كما تتضح أهمية السرعة الرأسية لمركز ثقل الذراع الضاربة من امتدادها لأعلى لمقابلة الكرة فى أعلى نقطة ويعضد ذلك قيمة زاوية مفصل الكتف حيث بلغت قيمتها لحظة الضرب ١٧٠,٢١° وذلك لكى يتحقق الواجب الحركى من الأداء.

ويؤكد محمد صبحى حسانين وحمدى عبد المنعم (١٩٩٧) أن العامل الحاسم فى مهارة الارسال بالوثب هو القوة المميزة بالسرعة للذراعين والرجلين (٢٣ : ١١٦). إذ

أن الارسال القوى السريع المؤثر هو الذى يؤدى الى كسب نقطة مباشرة أو تصعيب الدفاع على المنافس وعدم تمكنه من بناء هجمة جديدة. (٣٦: ٣٦)

ويرى كالوكا Kluka (١٩٩٥) وكاندسون وآخرون Knudson (٢٠٠٢) أن ملامسة الكرة باليد وتسديد الضربة بالكف والأصابع مفتوحة يكسب الكرة قوة وسرعة فى الأداء مع دقة فى التوجيه داخل ملعب المنافس فى نقطة محددة لتعزيز فاعلية الأداء. (٣٩: ٩٥)، (٤٠: ١٨٢)

وتشير سوسن عبد المنعم وآخرون (١٩٧٧) الى أنه كلما زادت سرعة أداة الضرب وهى الذراع الضاربة، كلما زادت سرعة الكرة عند لحظة الاتصال وكذلك القوة (٩ : ٣٦١). ويتفق ذلك مع ما أسفرت عنه نتائج محاسن علوان (١٩٩٢) من أنه هناك علاقة بين محصلة سرعة اليد والقوة الديناميكية للذراع الضاربة. (١٩ : ١٦٧)

وقد اسفرت نتائج جدول (١) عن أن متوسط زاويه انطلاق الكرة بلغت ١٦٩,٠٤° أى ١٠,٩٦ درجة ستينية بـ ±ع ٤,٤٤ ويؤكد كريجبوم وبارتلز Kreighbaum & Barthels (١٩٨٥) وكار Carr (١٩٩٧) وطلحه (١٩٩٨) على أن زاوية انطلاق الكرة تعتبر من أهم الخصائص الكينماتيكية المؤثرة على منحنى طيران الكرة وفترة استمرارها فى الهواء حيث أنها تخضع عند ضربها لقوانين المقذوفات. (٤١ :٤٨٧) (٣١ : ٢٦) (١٣: ١٧٣)

كما يشير مصطفى بيومى (١٩٩٦) فى نتائج دراسته الى أنه كلما قلت زاوية انطلاق الكرة كلما دل ذلك على ارتفاع نقطة انطلاقها عن الأرض. فاللاعب يؤدى التكنيك السليم بطريقة خاصة تجعله يتكيف ويتزامن مع الكرة لتحقيق أفضل أداء. وبذلك نجد أن ما أسفرت عنه نتائج هذه الدراسة من خصائص بيوميكانيكية لكل وضع من الأوضاع قيد الدراسة تعتبر قيم كمية مؤشرات للأداء يمكن أن تستخدم للمساعدة فى التدريب وزيادة كفاءة الأداء المهارى وفاعليته وتلافى المعوقات وكذلك تستخدم فى التقييم الموضوعى للأداء.

وبذلك تتفق نتائج الدراسة وما يؤكده ويلز Wells (١٩٨٦) وطلحه حسين (١٩٩٣) من أن الدراسة المتأنية للخصائص البيوميكانيكية وما يترتب عليها من حكم موضوعى على مستوى إتقان أدائها يسمح بالإسهام الصحيح فى تحسين الأداء الرياضى عن طريق تصحيحه وتطويره وفقا لأحدث النظريات العلمية للتدريب الرياضى، وتساعد على تحديد الإجراءات الحركية المطلوبة لإنجاز هذا الأداء بأعلى كفاءة. (٤٧: ٢٥)، (١١: ٣٩٣)

وبذلك يتم الاجابة على التساؤل الثانى وهو التعرف على الخصائص البيوميكانيكية الأكثر تأثيرا فى كل وضع من أوضاع الأداء الحركى لمهارة الارسال بالوثب فى الكرة الطائرة.

الاستنتاجات

فى حدود عينة البحث أمكن التوصل الى النتائج الآتية:

١. بلغ المتوسط الحسابى لزاوية انطلاق الكرة ٥١٠,٩٦ وهو من أهم الخصائص البيوميكانيكية المؤثرة على منحنى طيران الكرة وفترة استمرارها فى الهواء ومكان سقوطها فى الملعب.

٢. الخصائص البيوميكانيكية المميزة لأوضاع الأداء الحركى لمهارة الارسال بالوثب:

- الوضع الأول (أعمق ثنى للركبتين) الإزاحة الرأسية والأفقية لمركز ثقل الجسم والزمن حيث أن السيطرة على حركة مركز ثقل الجسم لتطبيق القوة فى المسار المناسب من الجوانب الهامة لنجاح الأداء وكذلك الزمن حيث تتحدد النتائج النهائية للأداء فى ضوئه.
- الوضع الثانى (الارتقاء) محصلة السرعة لمركز ثقل الجسم والقوة الأفقية للذراع الضاربة والسرعة الزاوية لمفصل المرفق حيث يعتبر هذا الوضع أكثر المراحل تأثيرا فى فاعلية المهارة ونجاحها.
- الوضع الثالث (أقصى مرجحة للذراع الضاربة خلفا) وهى الدفع الأفقى للجسم والسرعة الأفقية لمركز ثقل الذراع الضاربة والدفع الرأسى للذراع الضاربة ويتضح ذلك من ضرورة عمل تقوس فى الظهر عند مرحة الذراع للخلف وزيادة مدى المرجحة لإكتساب أكبر مسافة ممكنة للدفع يستفاد منها فى ضرب الكرة.
- الوضع الرابع (أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم) هى السرعة الأفقية لمركز ثقل الجسم والسرعة الزاوية لمفصل الفخذ والدفع الرأسى للذراع الضاربة حيث يشكل الارتفاع لمركز ثقل الجسم وزيادة السرعة الزاوية لمفصل الفخذ وباقى خصائص هذا الوضع أهمية قصوى لنجاح لاعب الكرة الطائرة عامة والمرسل بالوثب بصورة خاصة.
- الوضع الخامس (ضرب الكرة) وهى الدفع الأفقى للذراع الضاربة والسرعة الرأسية لمركز ثقل الذراع الضاربة والعجلة المحصلة لمركز ثقل الذراع الضاربة وفى هذا الوضع يتحقق الهدف النهائى من الأداء وهو الضرب وارتباطه المباشر بأداة الضرب وهى الذراع الضاربة.

التوصيات

فى ضوء النتائج التى أسفرت عنها هذه الدراسة وحدود العينة تتقدم الباحثة بالتوصيات الآتية:

١. الاستفادة من التقدير الكمى للخصائص البيوميكانيكية المستخلصة عند تدريب وتقييم اللاعبين لمهارة الارسال بالوثب.

٢. ضرورة تتبع هذه الدراسة بدراسة تجريبية للكشف عن مدى إسهام هذه الخصائص البيوميكانيكية لكل وضع من أوضاع الأداء الحركى للمهارة قيد البحث فى التقدم بمستوى الأداء.

٣. استخدام المسارات الهندسية والصور المتتابعة للمهارة كوسائل تعليمية وتدريبية مساعدة.

المراجـــــع

أولا: المراجع العربية

١. أكرم ذكى خطابية(١٩٩٦): موسوعة الكرة الطائرة الحديثة، ط١، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.

٢. ألين وديع فرج (١٩٩٠): الكرة الطائرة دليل المعلم والمدرب واللاعب، الاسكندرية، منشأة المعارف.

٣. ـــــــــ (٢٠٠٤): أسس تدريب الكـــرة الطائـــرة للناشئيـــن منشـــأة المعـــارف، الاسكندرية.

٤. أمل محمد أحمد جعيصة (١٩٩٨): فاعلية أداء الارسال فى الكـــرة الطـــائرة طبقـــا للتعديل الحديث، رسالـــة ماجستير غير منشورة، كليـــة التربيـــة الرياضية، جامعة طنطا.

٥. جمال محمد علاء الدين (١٩٨٦): دراسات معمليـــة فـــى بيوميكانيكـــا الحركـــات الرياضية، الطبعة الثانية، الاسكندرية، دار المعارف.

٦. جيرد هوفموث(١٩٩٩): الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمى للحركات الرياضية، ترجمة كمال عبد الحميد، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.

٧. حمدى عبد المنعم أحمد (١٩٩١): سلسلة المناهج الرياضية للكرة الطائرة، المجلـــس الأعلى للشباب والرياضة، قطاع إعداد القادة.

٨. دعاء حسنى محمد الشلقانى (٢٠٠٣): دراسة تشخيصية لبعض العوامل البيوميكانيكية للارسال التموجى من أعلى بالوثب فى الكـــرة الطـــائرة، رســـالة ماجستيـــر غير منشورة، كلية التربية الرياضية بمدينة الســـادات، جامعة المنوفية.

٩. سوسن عبد المنعم وآخرون (١٩٧٧): البيوميكانيك فى المجال الرياضـــى، الجـــزء الأول، البيوديناميك، القاهرة، دار المعارف.

١٠. سوسن عبد المنعم (١٩٧٩): الصدق التجريبى للحساب الرياضـــى للـــدفع فـــى الأنشطة الرياضية، بحث منشور فى مجلة دراسات وبحوث، العدد الثانى، جامعة حلوان.

١١. طلحة حسين حسام الدين (١٩٩٣): الميكانيكا الحيويـــة الأسس النظرية والتطبيقية، دار الفكر العربى.

١٢. طلحة حسين حسام الدين ومصطفى كامل محمد وســـعيد عبـــد الرشـــيد (١٩٩٧): مذكرة فى مبادئ الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة التطبيقى، مركز الكتاب للنشر، الطبعة الأولى.

١٣. طلحة حسام الدين وسعيد عبد الرشيد ومصطفى كامل محمد ووفاء صـــلاح الـــدين (١٩٩٨): علم الحركة التطبيقى، الجـــزء الأول، مركـــز الكتـــاب للنشر.

١٤. عادل عبد البصير: الميكانيكيا الحيوية التقويم والقياس التحليلى فى الأداء البـــدنى، الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليميـــة، طبعة ١٩٨٣، ١٩٨٤.

١٥. عادل عبد البصير (١٩٩٨): الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق فى المجال الرياضى، الطبعة الثانية، دار الكتاب للنشر، القاهرة.

١٦. عصام حلمى (١٩٧٧): دراسات عملية فى البيوميكانيك، الاسكندرية، دار المعارف.

١٧. على محمد عبد الرحمن وطلحة حسين حسام الدين (١٩٨٦): كينسيولوجيا الرياضة وأسس التحليل الحركى، القاهرة، دار الفكر العربى.

١٨. كامل عبد المجيد قنصوة، سمير لطفى السيد (١٩٩٣): التغيرات الكمية للخصائص البيوميكانيكية خلال مرحلة الارتقاء لمهارات الارسال الساحق والضرب الساحق فى الكرة الطائرة، مجلة أسيوط لعلوم وفنون التربية الرياضية، العدد الثالث.

١٩. محاسن محمد حسنين علوان (١٩٩٢): تحليل بيوميكانيكى لمهارة الضربة الساحقة المستقيمة وعلاقته ببعض متغيرات القدرات البدنية والمقاييس الأنثروبومترية لدى لاعبى الفريق القومى للكرة الطائرة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنات، جامعة الإسكندرية.

٢٠. محمد أحمد الحفناوى (١٩٨٦): الخصائص الكينماتيكية للارسال الساحق فى الكرة الطائرة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الزقازيق.

٢١. محمد جابر بريقع، خيرية إبراهيم السكرى (٢٠٠٢): المبادئ الأساسية للميكانيكا الحيوية فى المجال الرياضى، منشأة المعارف الاسكندرية، الجزء الأول.

٢٢. محمد سلامة يونس (١٩٩٧): تأثير منطقة أداء الارسال فى الكرة الطائرة طبقا للتعديل الحديث، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان.

٢٣. محمد صبحى حسانين، حمدى عبد المنعم أحمد (١٩٩٧): الأسس العلمية للكرة الطائرة وطرق القياس للتقويم (بدنى، مهارى، معرفى، نفسى، تحليلى، مركز الكتاب للنشر.

٢٤. محمد عبد السلام راغب (١٩٧٨): تحليل ميكانيكى لبعض النواحى التكنيكية للدورة الهوائية الخلفية باستخدام التصوير السينمائى والنموذج الرياضى، بحث ماجستير غير منشور، كلية التربية الرياضية بنين بالإسكندرية، جامعة حلوان.

٢٥. محمد يوسف الشيخ (١٩٨٦): الميكانيكا الحيوية وتطبيقاتها، القاهرة، دار المعارف.

٢٦. محمود متولى بندارى (١٩٩٢): دراسة تحليلية لبعض المهارات الهجومية وعلاقتها بإحراز النقاط للاعبى الكرة الطائرة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان.

٢٧. مصطفى بيومى مصطفى (١٩٩٦): الخصائص الميكانيكية للارسال التموجى من أعلى فى الكرة الطائرة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين بالهرم، جامعة حلوان.

ثانيا: المراجع الجنبية:

28. Adrian, M., J. Cooper, J., M. (1995),: Biomechanics of Human Movement, 2nd Ed., wc B., U.S.A. .
29. American Sport Education Program, (2001): Coaching youth Volleyball, Third Ed., Human kinetics.
30. Bartlett Roger, (1997): Introduction to sports Biomechanics, Great Britain by alden press, oxford.
31. Carr Gerry (1997): Mechanics of sport Human Kinetics, Gerald A. Carr U.S.A..
32. Crisfield W., Deborah (1995): Winning Volleyball for Girls, Mountain lion, Inc, New yourk.
33. Gensmer, R. E., (1991): Physical Education, perspectives, 2nd, ed, U.S.A., Wm. C. Brown Publisher.
34. Gowitzke, B. A. & Milner, M. E., (1980): Understanding the scientific Bases of Human Movement, 2nd ed., London, williams and wilkins.
35. Hebert, Miko, Phd (1991): Insights and strategies for Volleyball, winning volleyball, Human Kinetics (Uk) Ltd..
36. Jain, Deepak (2001): Volleyball Teaching & coaching K. K. printers New Delki.
37. Khurmi, R. S. (1977): Applied Mechanics, New Delhi, Chand Rom nagar.
38. Kilkenny Bernard (1997): Volleyball, Rules, Bath Press, London Wc 2 Robb.
39. Kluka, A. D., Dunn, J., P., (1996): Volley Ball, 3th Ed., Brown, Ben Chmark, U. S. A..
40. Knudson, D. V. Duan V. & Morrison, C., S. (2002): Qualitative analysis of Human Movement, 2nd Ed., CD. ROM, Human Kinetics.
41. Kreighbaum, E. & Barthels, K. M., (1985): Biomechanics, A Qualitative Approach for studying Human Movement, 2nd Ed., N. Y., London, Macmillan Publishing comp..
42. Zartman Sbarkie, S. W.P Witb Pat Zartman (1997): Youth Volleyball, The Guide for Coaches & Parents, F & W publications, Ohio.
43. Scates A. E. (1995): Winning Volleyball, 4th Ed, Brown & Bench – Mark.
44. Susan J. Hall, (1995): Basic Biomechanics, 2nd Ed., Mosby, U.S.A..

45. Tant C. L. & Green B (1993): Three dimensional Kinematics Comparison of the Volleyball Spike Iowa state university Xith international symposium of international society of biomechanics annual meeting university of Massachusetts Amherst, Massachusetts, June 23-26.
46. Verduci, F. M. (1980): Measurement concepts in physical education, C. V. Mosby company, Saint Louis.
47. Welles, K. F. J. (1986): Scientific Basis of Human motion Philadelphia W. b., Saunders Co..
48. Wise, M. (1999): Volleyball Drills for Champions Human Kinetics, U.S.A..