التحليل البيوميكانيكي كأساس لوضع تدريبات نوعيه لمهاره التصويب من اعلي في كرة الماء

م.د/ رامز سيد هاشم
مدرس دكتور بقسم تدريب الرياضات الفردية
كلية التربية الرياضية للبنين – جامعه حلوان
Doi: 10.21608/jsbsh.2023.221425.2487

المقدمة ومشكلة البحث:

البيوميكانيك وهو ذلك العلم الذي يهتم بحركة الفرد او بعض اجزاء الحركة بطريقه ملموسه وموضوعيه سواء علي سطح الارض او في الماء او الفضاء بهدف تحديد التكنيك المثالي للحركة وينقسم الي جانبين الاول عضو الجسم المساهم بشكل مباشر في اداء الحركة ثانيا القوانين الميكانيكية الثابتة لمحاوله الوصول للأداء النموذجي. (٢ : ١٠)

ويعد تحليل الاداء والتوصل الي الاخطاء أو النقاط الإيجابية في التكنيك المستخدم من قبل اللاعب يساعد المدربين في وضه نوع وطريقه التدريب التي تتناسب مع اللاعب لتحسين وتطوير اداءه سواء لتصليح الاخطاء سواء كان في صفه بدنيه أو في الاداء الخاص باللاعب او تعضيد نقاط القوه حيث يشار الي ابحاث ودراسات التحليل البيوميكانيكي علي انها تهدف الي الوصول الي اعلي مستوي ممكن للإنسان. (١ : ١) (٣ : ٢٩)

وكرة الماء هي واحدة من أقدم الالعاب التي تمارس حاليًا في دوره الألعاب الأولمبية وكرة الماء من الالعاب التي تتطلب قدر عالي من الكفاءة البدنية ويعد أحد أكبر العوامل المؤثرة في هذه اللعبة هو أن على اللاعبين الالتحام المباشر والمستمر مع المنافس بالإضافة إلى التحكم بالكرة وتمريرها وتسديدها أثناء التحرك في الماء وهذا يزيد من صعوبة اللعبة ولا يواجه هذه الصعوبة اللاعبين الاخرون الممارسين لألعاب تؤدي علي الارض حيث عدم وجود قاعده صلبه للوقوف عليها فبالرغم من أن حركة الذراع والكتف في تسديدة كرة الماء تشبه حركة الرمي في لعبة البيسبول أو تصويب الكرة من فوق الرأس في لعبة كرة اليد إلا ان ميكانيكيه الحركة مختلفة تماماً فاللاعبون علي الارض يدعموا انفسهم بقاعدة صلبة بينما لاعبو كرة الماء عليهم انشاء قاعدتهم الخاصة من خلال حركه أرجلهم (Egg Beater) فتسمح لهم هذه الحركة بالتوازن في الماء والتسديد مثل لاعبي البيسبول وكرة اليد وتنقسم مباراة كرة الماء الي (٤) أشواط مدتهم ٨ دقائق لعب فعلي ومتوسط زمن المباراة ٧٠ دقيقه شامله التوقفات. (١٢) (٧)

ويتم أحراز الاهداف في كرة الماء عند التصويب وعبور الكرة بكاملها خط المرمي لذا علي اللاعبين الاستمرار في التمريرات بينهم لمحاوله صنع الفرص لتنفيذ التصويب تجاه المرمي ،ومن الواضح ان مهارات اللاعبين واللعب الجماعي ضروري في هذه اللعبة. (٥)

والتصويب مهاره موجوده في كل الالعاب الرياضية مثل كرة القدم – كرة السلة – البيسبول وغيرهم من الالعاب وتصنف الابحاث التصويبات في كرة الماء (فوق الرأس – جانبيه – خلفيه – من أسفل) و قد أثبتت الدراسات أن ٩٠٪ التصويبات في كرة الماء هي من نوع فوق الرأس فهي التصويب الاكثر قوة ودقه والاكثر تنفيذا من أجل زياده فرص احراز أكبر عدد من الاهداف.

(١١ : ١٣ – ١٩) (٦ : ١٠٣ – ١٠٤)

ويعد التصويب أحد اهم المهارات للاعبين ففي بطوله اوروبا لكرة الماء المقامة في هولندا (ايندهوفن) ٢٠١٢ بمشاركه ١٢ فريق من فرق النخبة لعبت ٨٨ مباراة حتي المباراة النهائية بأجمالي عدد تصويبات ٢٤٨٨ تصويبه في البطولة ككل فالتصويب هو أكثر المهارات استخداما خلال مباريات كرة الماء. (٩)

ولتحليل التصويب يجب فهم العلاقة بين عمل الكتف والمرفق ورسغ اليد والاصابع فحركات الطرف العلوي مرتبطة ببعض كالسلسلة وتنتهي بحركة الكتف والمرفق ورسغ اليد والاصابع ولقيام لاعبي كرة الماء بأداء مهاره التصويب يجب عليهم القيام المحافظة علي حركه الرجلين (Eggbeater) للحفاظ علي اجسامهم خارج سطح الماء لضمان القدرة علي أداء التصويب ،ويتم أداء التصويب باستخدام يد واحده وفي لحظه التصويب واطلاق الكرة ينتج تكامل بين حركه الرجلين والجزع وتسارع الزراع.

(١٤ : ٣٧١ – ٤٠٦)

ونتيجة لعما الباحث في مجال كرة الماء كمدرب ولمتابعه العديد من المباريات سواء المحلية منها (دوري – كأس) او العالمية وجد أن مهاراه التصويب من أهم مفاتيح الفوز وتحقيق المكسب وكسر كل انظمه وطرق الدفاع المتبعة فالتصويب القوي والمتقن في التوقيت السليم تعني احراز هدف دون الحاجه لخطط اللعب المعقدة والكثير من التحركات فالتصويب هو الحل السحري والوحيد لأحراز الاهداف وقد أثبتت الدراسات ان ٩٠٪ من التصويبات المستخدمة في لعبه كرة الماء هي التصويب من فوق الرأس لذلك توجه الباحث الي التحليل البيوميكانيكي للتصويب من فوق الرأس لواحد من أفضل اللاعبين علي مستوي العالم وهو اللاعب الامريكي Tony Azavedo للوصول الي أفضل تكنيك لأداء التصويب وتتابع الحركات بين أجزاء الجسم المختلفة بهدف الوصول الي تدريبات نوعيه بهدف تطوير مهاراه التصويب من أعلي عند اللاعبين وبالتالي تزيد فرصه تحقيق الفوز.

هدف البحث:

يهدف البحث الي التحليل البيوميكانيكي كأساس لوضع تدريبات نوعيه لمهاره التصويب من اعلي في كرة الماء من خلال:

١- استخراج بعض المتغيرات البيوميكانيكيه التي تخص مهاراه التصويب من أعلي في كرة الماء.

٢- استخراج مؤشرات التدريب التي تسهم في وضع التدريبات النوعية (البدنية والمهارية) للتصويب

من أعلي في كرة الماء.

تساؤل البحث:

انطلاقا من أهداف البحث يضع الباحث التساؤلات الأتية:

١- ما هي المتغيرات البيوميكانيكيه لمهاراه التصويب من أعلي للعبه كرة الماء؟

٢- ما هي مؤشرات التدريب لمهاره التصويب من اعلي في كرة الماء التي يقوم عليها وضع التدريبات النوعية للمهار (بدني ومهاري)؟

الدراسات السابقة:

١- دراسة **مصطفى عبد الفتاح مصطفى** (٢٠٢١) بعنوان "تحديد الخصائص البيوميكانيكية لمهارة التصويب كأساس لوضع تدريبات نوعية للاعبي كرة الماء" يهدف البحث الى دراسة التغيرات البيوميكانيكية لمهارة التصويب في كرة الماء كأساس لوضع تدريبات نوعية وذلك من خلال التعرف على العلاقة بين دفعة القوة للرجلين والخصائص البيوميكانيكة لمهارة التصويب في كرة الماء خلال لحظتي مرجحة الذراع الرامي ولحظة التصويب داخل وخارج الماء ومعرفة نسب مساهمة بعض الخصائص البايوميكانيكية لمهارة التصويب في كرة الماء ودفع القوة للرجلين وقد أستخدم الباحث المنهج الوصفي باستخدام التحليل البيوميكانيكي بواسطه برنامج Simi Motion وذلك لملائمته لطبيعة البحث وتم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من نادي الاهلي متمثلة في خمسة لاعبين تم اختيارهم وفقا لأعلي نسبة تهديف وفقا للاختبار التصويب علي المرمي حيث أدي كل لاعب (٣) محاولات لتصبح عدد المحاولات (١٥) ثم لاختيار افضل (١٠) محاولات ناجحة علي المرمي لإجراء التحليل البيوميكانيكي، وبعد جمع البيانات والمعالجات الإحصائية والنتائج التي توصل إليها الباحث أمكن التوصل إلى الأستخلاصات والتوصيات الأتية: ١- تم التعرف على أهم الخصائص البيوميكانيكية المؤثرة في المسار الحركي لمهارة التصويب في رياضة كرة الماء خلال لحظات الاداء المختلفة، والتي ساعدت بشكل كبير في الارتقاء بمستوى اداء المهارة قيد البحث -٢- تم التوصل إلي أعلي نسب مساهمة للمؤشرات البيوميكانيكيه ودفع القوة للكره خلال مرجحه الذراع (تصوير خارج المياه). (٤)

٢- دراسة شينونج يون سو واخرون Chiung-Yun Hsu & et al بعنوان " التحليل البيوميكانيكي للتصويب في كرة الماء" الغرض من هذه الدراسة التعرف علي عوامل الإزاحة والعزل المؤثرة في تسارع وسرعه التصويب في كرة الماء وشارك في هذه الدراسة عدد (٦) لاعبين كرة ماء وقد تم استخدام جهاز وبرنامج (Kwon 3D) لتحليل حركه الذراع أثناء التصويب بما في ذلك الإزاحة والسرعة والتسارع الخاص بكلاً كم رسغ اليد والمرفق والكتف والكرة ،أشارت النتائج الي : أولاً إلى أن إزاحة حركة الذراع كانت متعددة الحدود من الدرجة الثانية بتردد ٠.٦ ثانية مع أقصى مسافة

١٣٠.٩٧ سم للكرة و١١٧.١٧ سم لرسغ اليد و١٠٧.٠٤ سم للمرفق و٩٤.٢٢ سم للكتف ،ثانياً سجلت سرعه حركه الذراع في المنحني الخاص بها بأقصى سرعه لها ٢٥.٣٦٨ م/ث للكرة و٢٠.٠٩٢ م/ث للمعصم و١٩.٧٣٢ م/ث للمرفق و٢٣.٨٤٦ م/ث للكتف ،وقد حدث ايضاً تغير في السرعة القصوى للكرة ورسغ اليد بعد ١.٥ ث بينما انخفضت سرعه الكتف والمرفق لمده ٠.٥ ث ،ثالثا قد أظهر تسارعه حركه الذراع تعدد الحدود من الرجة السادسة عند تردد ٠.٢ ث مع أقصي تسارع ٥٠٥.٠٨٢ م/ث٢ للكرة ،٥٤٥.٥٢٦ م/ث٢ لرسغ اليد ،٤٠١.٨٢ م/ث٢ للمرفق ،٥٦٨.٢٦ م/ث٢ للكتف. (٥)

٣- دراسة ميلكوري وأخرون Melchiorri & et al (٢٠١٤) بعنوان " سرعه التصويب ومعدلات الحركة (kinematics) الخاصة بكرة الماء: الاختلافات بين مستويات المنافسة للاعبي كرة الماء الرجال" يعد التصويب من أهم المهارات المستخدمة من قبل اللاعبين في كرة الماء فلا توجد معلومات علميه توضح الفارق بين التصويب عند لاعبي كرة الماء النخبة والمحليين وهدفت الدراسة الي التعرف علي الاختلاف في سرعه التصويب والمتغيرات الحركية بين لاعبي النخبة واللاعبين المحلين وقد حرص الباحثون علي أخذ القياسات في مواقف وظروف ثابته ومحدد أثناء اداء نفس الحركة أثناء التصويب من منطقه ال٥م (ضربه الجزاء) ،شارك في الدراسة ٣٤ لاعباً من بطولة الدرجة الأولى للرجال و٤٢ لاعباً يشاركون في دوري الدرجة الرابعة المحلية ،وتم تصوير الفيديو باستخدام كاميرات رقمية عالية السرعة وتم تحليل مقاطع الفيديو باستخدام Dartfish 5.0 Pro ،ووجد انه لا يوجد ارتباط بين كتله الجسم والطول وسرعة التصويب وكان للاعبين النخبة درجات أعلي في سرعه التصويب وزاويه أكبر لمفصل الكوع للاعبي ،وكان وقت التصويب أقل عند لاعبي النخبة وزاويه كتف اقل ايضاً ووجد ان ارتفاع الرأس أثناء التصويب أكبر عند لاعبي النخبة ،فقد عرض الاختلافات في الخصائص الحركية بين لاعبي النخبة واللاعبين المحليين يجب مراعاة الاختلافات في حركة الكوع والكتف في التدريب و تدريبات الوقاية من الإصابة. (٨) .

٤- دراسة أوزكول واخرون Özkol & et al (٢٠١٣) بعنوان " تحليل التصويبات الخاصة بكرة الماء علي أساس مراكز اللاعبين" هدفت هذه الدراسة الي مراجعه وتدقيق المواقف الهجومية والتصويبات من مراكز اللعب المختلفة خلال الهجمات المتكافئة العدد (٦ لاعبين هجوم – ٦ لاعبين دفاع) وتم تسجيل عدد ١٤ مباراة بواسطه كاميرا وتحليل هذه التسجيلات عن طريق جمعها وتميزها ،وتم استخدام مقياس ANOVA للتحليل الاحصائي وتم العثور علي فروق ذات دلاله إحصائية في ٤ مراكز للعب من أصل ٦ مراكز (م٣ – م٤ – م٥ – م٦) في فاعليه التصويب ،ولا يوجد فروق ذات دلاله إحصائية بين مراكز اللعب في التصويب من منطقه ال٥م

،وكانت أعلي فاعليه للتصويب لـ م٦ (٦٥.٥٪) وللتصويبه من فوق الرأس (٥٢.٥٢٪) من نسبه أحراز الأهداف ،وتوجد فروق ذات دلاله إحصائية في ٤ مراكز للعب من أصل ٦ مراكز (م١ – م٤ – م٥ – م٦) في فاعليه التصويب ،وكان م٦ صاحب اعلي فاعليه تهديف (٢٧.٦٤٪) ولاعب م٣ صاحب اكبر عدد تصويبات علي المرمي (١٤٠ تصويبه) تمثل ٣٠.٤٪ من اجمالي عدد التصويبات (٤٦١) وعدد (٤٢) هدف بنسبه ٢٨.٢٪ من اصل ١٤٩ هدف كانت مرتبطة باللاعب م٦ وانتهت الدراسة الي أهميه لاعب متوسط الهجوم (م٦) وان أكبر عدد من التصويبات كان من لاعب م٣ وأن باقي مراكز اللعب تفضل اللعب علي الزوايا ليس في منتصف المرمي. (١٠)

٥- دراسة **اليوت وارمور Elliott & Armour** (١٩٨٨) بعنوان " ضربه الجزاء في كرة الماء: تحليل سينمائي" تم استخدام التصوير السينمائي عالي السرعة ثلاثي الأبعاد لتسجيل ركلة الجزاء في كرة الماء ل ٦ لاعبين من النخبة رجال و٦ من النخبة السيدات ،وتم استخدام التحول الخطي المباشر في إعادة بناء الصور والفيديو ثلاثي الأبعاد من صور ثنائية الأبعاد تم تسجيلها عبر الكاميرات المقفلة ذات الطور الجانبي والتي تعمل عند ٢٠٠ هرتز ،قام ٥ لاعبين من ال١٢ لاعب برفع الكرة من أسفل عند تنفيذ ضربه الجزاء بينما باقي اللاعبين أستخدم الرفع من أعلي مع الدوران ،وأثناء التصويب عند وصول الكرة فوق الرأس استخدمت اللاعبات قدر ضئيل من دوران الفخذ والكتف بالمقارنة باللاعبين وعند الانتهاء من المرجحة الخلفية تم ثني رسغ اليد بزاويه متشابهة بين اللاعبين واللاعبات (١٦٢° للاعبين ،١٥٨° لاعبات) وظهر ان زاويه مفصل المرفق بها انثناء اكبر بكثير للاعبات ،واثناء المرجحة الأمامية من النقطة الخلفية الي لحظه اطلاق الكرة يثني رسغ اليد للاعبات من زاويه خلفيه ١٥٨° الي ١٤٨° عند اطلاق الكرة بينما حركه رسغ اليد عن اللاعبين كانت من ١٦٢° الي ١٤٧° وقبل اطلاق الكرة ب ١٠٠ ث امتدت الي ١٥٩° ثم الثني مرة اخري الي ١٥٦° عند الاطلاق مباشرةً ،وكانت زاويه مد المرفق اثناء المرجحة الأمامية ٤٨° لكلا المجموعتين ومع ذلك كانت زاويه الساعد عند اللاعبات أثناء اطلاق الكرة ٨٩° وعند اللاعبين ٧٨° ،وقد تم تحقيق السرعة الزاوية القصوى لرسغ اليد والمرفق اثناء اطلاق الكرة عند ٩ لاعبين من اصل ١٢ (رجال – سيدات) وذلك مما أثر علي سرعه حيث بلغ عند اللاعبات ١٤.٧ م/ث وعند اللاعبين ١٩.١ م/ث. (٦)

إجراءات البحث:

- منهج البحث:

استخدم الباحث المنهج الوصفي باستخدام التحليل البيوميكانيكي باستخدام برنامج Motion Track ولذلك لملائمته لطبيعة البحث.

- **عينه البحث:**

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية ومتمثلة في لاعب واحد للتحليل البيوميكانيكي لمهاره التصويب من اعلي واللاعب هو توني ازافيدو Tony Azavedo لاعب المنتخب الامريكي لكرة الماء وصاحب الترتيب الرابع في قائمه الهدافين في دورات الالعاب الأوليمبية بمجموع ٦١ هدف.

جدول (١)

اللاعب	الوزن	الطول
Tony Azavedo	**٩١ كجم**	**١٨٥سم**

(١٣)

- **وسائل وأدوات جمع البيانات:**

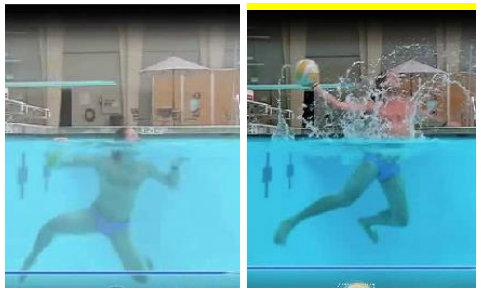
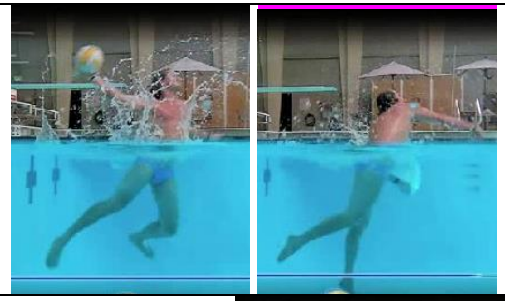
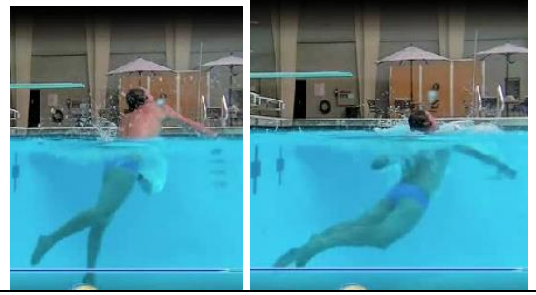
- تم استخدام برنامج Motion Track في التحليل البيوميكانيكي لمهاره التصويب من أعلي.
- جهاز حاسب آلي ماركة (IBM).
- وحدة المعايرة للبرنامج.

مخرجات البرنامج:

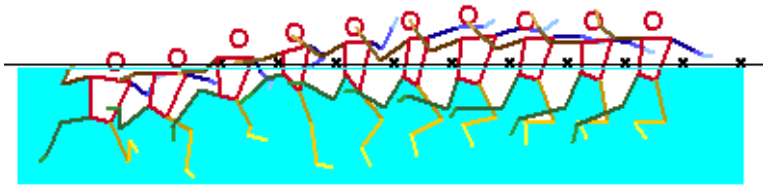
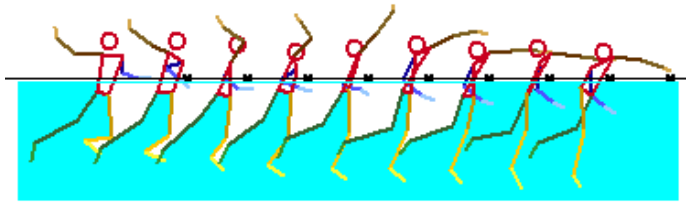
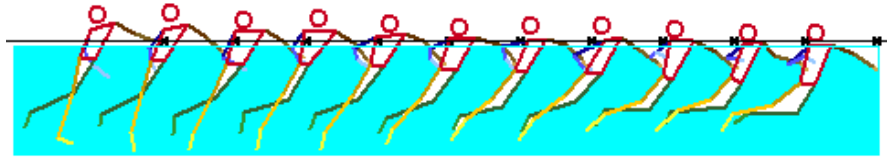
- الأشكال العصوية. Stick Figure
- تقرير البيانات الرقمي . Numerical Data Report
- الرسوم البيانية. Graph

- عرض ومناقشه النتائج:

جدول (٢) التوصيف الفني لمهارة التصويب – في كرة الماء

المرحلة	الوصف	الشكل
دفع الماء والصعود (١- ١٠)	- في هذه المرحلة يقوم اللاعب بأداء حركات جانبية بالرجلين لحفظ بقائه طافياً في الوضع العمودي. - وتكون عملية الطفو من خلال ثلاث أطراف الذراع الحرة والرجلين، أما اليد الأخرى فتكون بها الكرة. - حركة الرجلين تتم من خلال حركة الركبة الى الداخل يتبعها حركة الساق والقدم من الجهة الأنسية. - أما حركة اذراع فتكون من خلال الدفع الى أسفل بالساعد والكف معاً. - هذه الحركات تؤدى الى دفع الماء الى أسفل مما يؤدى الى صعود اللاعب الى أعلى حتى مستوى الحوض تقريباً وبالتالي يستطيع تحرير اليد الحاملة للكرة بعيداً عن الماء وكذا منطقة الجذع حتى يتمكن من التصويب ومتابعة الحركة بالجذع.	
التصويب (١١- ١٩)	- عملية التصويب تتم من خلال إرجاع اللاعب الذراع الحاملة للكرة الى أقصى مدى خلفي على امتداد الذراع ، ومحتفظا بالذراع الأخرى داخل الماء لتكون إحدى قوى الدفع الثلاثية. - عند الشروع في التصويب يقوم اللاعب بالدفع الخلفي ولأسفل بالرجل في نفس اتجاه الذراع الحاملة للكرة ، ويتبعها نفس العمل في حركة الرجل العكسية ولكن لأسفل. - هذه الاتجاهات من الدفع بالرجلين تمكن اللاعب من دفع الكرة حيث يبدأ بتوجيه المرفق تجاه التصويب يتبعها الساعد ثم الكرة ثم لف الجذع	
المتابعة والطفو (٢٠- ٣٠)	- يتابع اللاعب حركة الدفع بالذراع المصوبة مفرودة ثم الانبطاح على الماء. - تقوم الذراع الحرة بالدفع الى أسفل حتى لا يغوص اللاعب داخل الماء ويظل متابعاً لحركة الحركة. - ثم يبدأ اللاعب ثانية بالتبديل بحركات الرجلين حتى يظل طافياً فى الوضع العمودي.	

جدول (٣) التوصيف البيوميكانيكي لمهارة التصويب – في كرة الماء

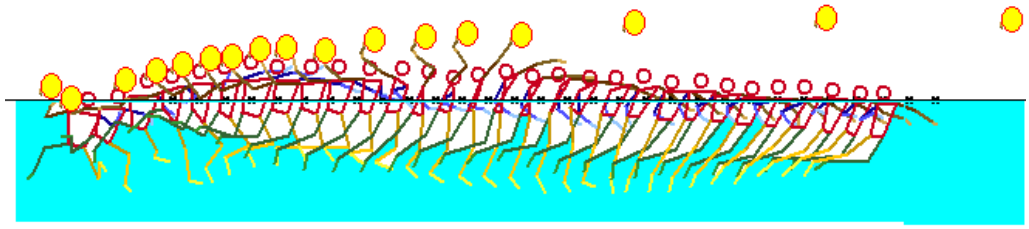
المرحلة	المتغيرات	الشكل
دفع الماء والصعود (١- ١٠)	- زمن المرحلة - المسار الحركي للقدمين - المسار الحركي لمركز الثقل. - التغير الزاوي للفخذ وللركبة ومشط القدم - المسار الحركي للذراع الحرة - ارتفاع مركز ثقل الجسم - التغير الزاوي للمرفق - المسار الحركي لليد المصوبة - ارتفاع الرأس	
التصويب (١١- ١٩)	- المسار الحركي لمشطي اليد. - ارتفاع نقطة التصويب - المسار الحركي لمشطي القدم. - التغير الزاوي للمرفق - سرعة التصويب - سرعة الرجلين - سرعة مركز الثقل	
المتابعة والطفو (٢٠- ٣٠)	- المدى الحركي الأفقي لكف الذراع المصوبة - عمق مشط اليد. - التغير الزاوي للركبة - سرعة حركة الرجلين - عمق مركز الثقل	

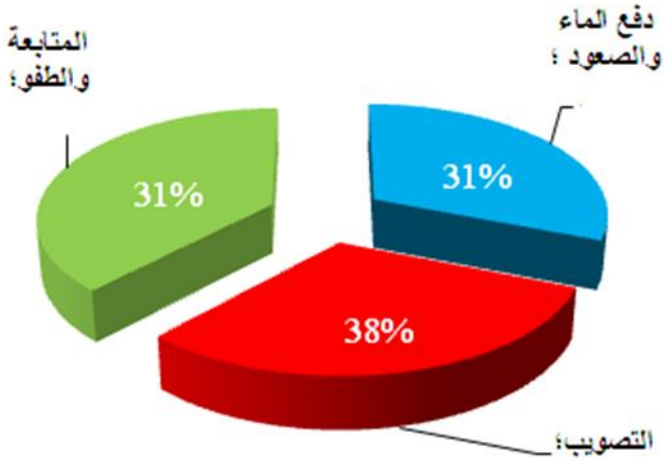
المتغيرات المطلوبة : (التوزيع الزمنى – المسار الحركي لمركز ثقل الجسم ومشطي القدم ومشطي اليد والركبتين – سرعة مركز ثقل الجسم ومشطي القدم والكفين والركبتين– التغير الزاوي للكتفين والفخذين والركبتين والمرفقين ورسغ القدم - السرعة الزاوية للكتف).

– وبهذه النتائج قد تم الإجابة علي التساؤل الاول الذي ينص علي: "**ما هي المتغيرات البيوميكانيكيه لمهاراه التصويب من أعلي للعبه كرة الما**

جدول (٤) **التوزيع الزمني** لمراحل التصويب - في كرة الماء

المرحلة	الصور	الزمن	نسبة المساهمة (%)
دفع الماء والصعود	(١ -١٠)	١,٥٠	٣١٪
التصويب	(١١ -١٩)	١,٥٠	٣١٪
المتابعة والطفو	(٢٠ -٣٠)	١,٨٤	٣٨٪
المجموع	٣٠	١,٨٤	١٠٠٪





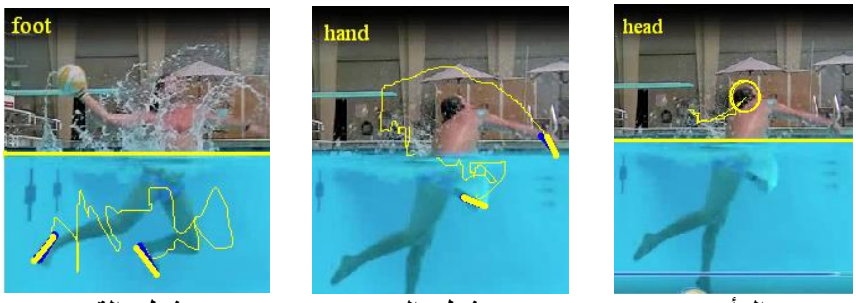
شكل (١) نسب مساهمة مراحل الأداء الفني للتصويب – في كرة الماء

يتضح من الجدول (٤) والشكل (١) أن زمن أداء مهارة التصويب في كرة الماء قد بلغت (١.٨٤ث) حيث كان تقسيم المراحل في الحركات المتكررة متمثل في مرحلتين (دفع الماء والصعود)، (التصويب) ، (المتابعة والطفو) وقد بلغ زمن أداء كل مرحلة (١.٥٠)،(١.٥٠)،(١.٨٤) ثانية على الترتيب حيث كانت نسبة مساهمة كل منهم قد بلغت (٣١٪)،(٣١٪)،(٣٨٪) على الترتيب ،من هنا نلاحظ تساوى مرحلتي (دفع الماء والصعود– التصويب) وأن مرحلة المتابعة والطفو حازت على النصيب الأكبر في مهارة التصويب. وباستخدام زمن الأداء يمكن تقدير حجم التكرارات في أنظمة الطاقة ويمكن حسابها كالتالي حجم التكرارات = زمن النظام / زمن الأداء.

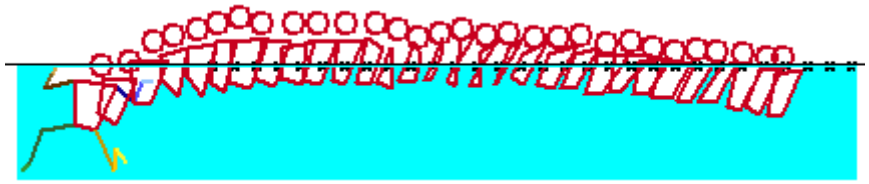
جدول (٥) المسافة الأفقية والرأسية لحركة

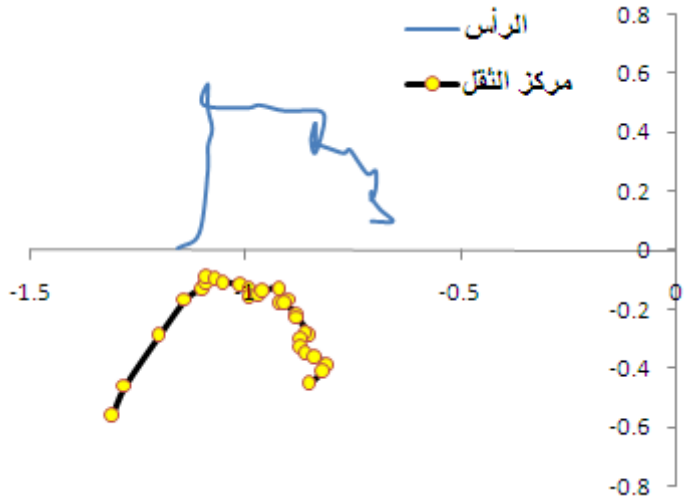
(الرأس – مشطي اليد – مركز الثقل – مشطي القدم) للتصويب – في كرة الماء

الصور	الزمن	الرأس		مشطي اليد				مركز الثقل		مشطي القدم			
				اليمنى		اليسرى				اليمنى		اليسرى	
		المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية
1	0	١,١٦-	٠,٠١	١,٦٥-	٠,٠٢-	٠,٦٣-	٠,١٤-	١,٣١-	٠,٥٦-	٢,٠٢-	١,١٧-	٠,٩٢-	١,٠٧-
2	0.17	١,١١-	٠,٠٦	١,٨٠-	٠,٢١-	٠,٦٥-	٠,٣٦-	١,٢٨-	٠,٤٦-	١,٩٣-	٠,٥٤-	٠,٩٦-	١,٣٦-
3	0.33	١,٠٩-	٠,٢٧	١,٧٨-	٠,١٥-	٠,٧٥-	٠,٣٢-	١,٢٠-	٠,٢٩-	١,٨٢-	٠,٩٢-	٠,٧٨-	٠,٩٢-
4	0.5	١,٠٩-	٠,٣٥	١,٨٠-	٠,٠١-	١,٠٤-	٠,٠٢-	١,١٤-	٠,١٧-	١,٧٣-	٠,٤٨-	٠,٦٩-	١,٢٣-
5	0.67	١,٠٨-	٠,٤١	١,٧٩-	٠,٣٣	٠,٦١-	٠,٥٣	١,١٠-	٠,١٣-	١,٨٤-	٠,٢٢-	٠,٩١-	١,٢٢-
6	0.83	١,٠٩-	٠,٤٨	١,٧٢-	٠,٤٣	٠,١٨-	٠,٥١	١,٠٩-	٠,١١-	١,٨٦-	٠,٣٣-	١,٠٤-	١,١٠-
7	1	١,٠٩-	٠,٥٦	١,٧٧-	٠,٥٠	٠,١٠-	٠,٥٠	١,٠٩-	٠,٠٩-	١,٩٠-	٠,٤٦-	١,٠٥-	٠,٩٩-
8	1.17	١,١٠-	٠,٤٩	١,٧٦-	٠,٤٩	٠,١٤-	٠,٣١	١,٠٧-	٠,١٠-	١,٩٦-	٠,٦٥-	١,٠٩-	٠,٩٧-
9	1.34	١,٠٠-	٠,٤٨	١,٧٠-	٠,٥٨	٠,٣٢-	٠,١١	١,٠٥-	٠,١١-	١,٩٢-	٠,٨٦-	١,٠٩-	٠,٩٠-
10	1.5	٠,٩٧-	٠,٤٩	١,٦٢-	٠,٦٢	٠,٣٣-	٠,٠٧	١,٠٥-	٠,١١-	١,٨٨-	٠,٩٤-	١,٠٦-	٠,٨٩-
11	1.67	٠,٩١-	٠,٤٧	١,٥٦-	٠,٦٦	٠,٤٣-	٠,٠١-	١,٠١-	٠,١٢-	١,٨٥-	١,٠٥-	١,٠٢-	٠,٩٥-
12	1.84	٠,٨٣-	٠,٤٧	١,٣٧-	٠,٧٤	٠,٦٩-	٠,١٢-	٠,٩٩-	٠,١٣-	١,٨٠-	١,٠٦-	٠,٩٧-	١,٠٥-
13	2	٠,٨٢-	٠,٤٣	١,٠٩-	٠,٧٩	٠,٦٤-	٠,١٥-	٠,٩٩-	٠,١٦-	١,٧٦-	١,٠٦-	٠,٩٩-	١,١٥-
14	2.17	٠,٨٤-	٠,٣٣	٠,٨٦-	٠,٨٢	٠,٦٧-	٠,١٦-	٠,٩٧-	٠,١٥-	١,٧٥-	١,٠٧-	٠,٩٨-	١,٢٢-
15	2.34	٠,٨٥-	٠,٣٧	٠,٤٠-	٠,٩٢	٠,٧١-	٠,٢١-	٠,٩٦-	٠,١٤-	١,٧٧-	٠,٩٨-	٠,٩٦-	١,٢٦-
16	2.5	٠,٨٤-	٠,٤٣	٠,٠١-	٠,٥٥	٠,٦٥-	٠,٢٧-	٠,٩٢-	٠,١٣-	١,٧٨-	٠,٩٦-	٠,٩٩-	١,٢٩-
17	2.67	٠,٨٤-	٠,٣٥	٠,٠٢	٠,٣٣	٠,٦٦-	٠,٣٢-	٠,٩٢-	٠,١٨-	١,٧٧-	٠,٩٦-	١,٠٤-	١,٣١-
18	2.84	٠,٨٤-	٠,٣٦	٠,٠٧	٠,٢٢	٠,٥٥-	٠,٣٦-	٠,٩٠-	٠,١٧-	١,٧٢-	٠,٨٩-	١,٠٣-	١,٣٧-
19	3.01	٠,٧٨-	٠,٣٣	٠,٠١	٠,٠٨	٠,٦٥-	٠,٤٤-	٠,٩١-	٠,١٨-	١,٦٧-	٠,٩٩-	١,٠٦-	١,٣٦-
20	3.17	٠,٧٧-	٠,٣٣	٠,٠٤-	٠,٠١-	٠,٦٥-	٠,٤٥-	٠,٨٨-	٠,٢٢-	١,٦٤-	١,٠٨-	١,٠٨-	١,٢٩-
21	3.34	٠,٧٦-	٠,٣٤	٠,٠٦-	٠,١٧-	٠,٩٣-	٠,٤١-	٠,٨٨-	٠,٢٣-	١,٦٠-	١,٠٧-	١,٢٠-	١,٣٧-
22	3.51	٠,٧٢-	٠,٢٦	٠,٠٢-	٠,٢١-	٠,٧١-	٠,٣٧-	٠,٨٥-	٠,٢٩-	١,٥٨-	١,١٧-	١,٣٧-	١,٣٥-
23	3.67	٠,٧٠-	٠,٢٧	٠,٠٦-	٠,٢٨-	٠,٨٠-	٠,٢٩-	٠,٨٦-	٠,٢٨-	١,٦١-	١,١٥-	١,٤٢-	١,٣٦-
24	3.84	٠,٧٠-	٠,٢١	٠,٠٥-	٠,٣١-	٠,٩٦-	٠,٣٥-	٠,٨٧-	٠,٣٠-	١,٦٣-	١,١٠-	١,٥٠-	١,٣٥-
25	4.01	٠,٧١-	٠,١٧	٠,٠٦-	٠,٣٨-	٠,٩٥-	٠,٣٥-	٠,٨٧-	٠,٣٣-	١,٦٦-	١,١٥-	١,٥٧-	١,٢٩-
26	4.17	٠,٧١-	٠,٢٠	٠,٠٧-	٠,٣٤-	٠,٩٤-	٠,٣٣-	٠,٨٦-	٠,٣٥-	١,٦٣-	١,١١-	١,٦٦-	١,٢٣-
27	4.34	٠,٧١-	٠,١٨	٠,٠٢-	٠,٣٣-	٠,٨٤-	٠,٣٧-	٠,٨٤-	٠,٣٦-	١,٦٧-	١,١٢-	١,٧٠-	١,٢٤-
28	4.51	٠,٦٩-	٠,١٤	٠,٠٥	٠,٣٥-	٠,٨٠-	٠,٢٠-	٠,٨١-	٠,٣٩-	١,٦٣-	١,٠٦-	١,٧٥-	١,١٢-
29	4.68	٠,٦٦-	٠,١٠	٠,٠٢	٠,٣٧-	٠,٧٣-	٠,٢٦-	٠,٨٢-	٠,٤١-	١,٦٥-	١,٠٥-	١,٧٦-	١,١٣-
30	4.84	٠,٧١-	٠,١٠	٠,٠٣	٠,٣٦-	٠,٧٤-	٠,٢٨-	٠,٨٥-	٠,٤٥-	١,٦٨-	١,٠٥-	١,٨٥-	١,١٢-

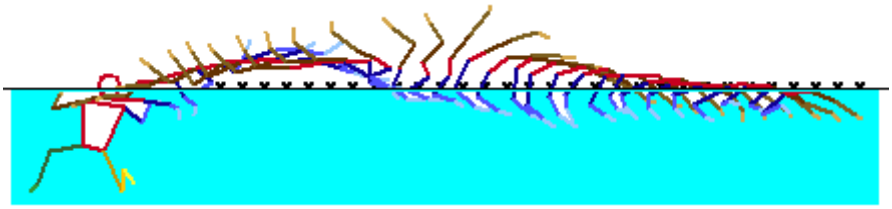


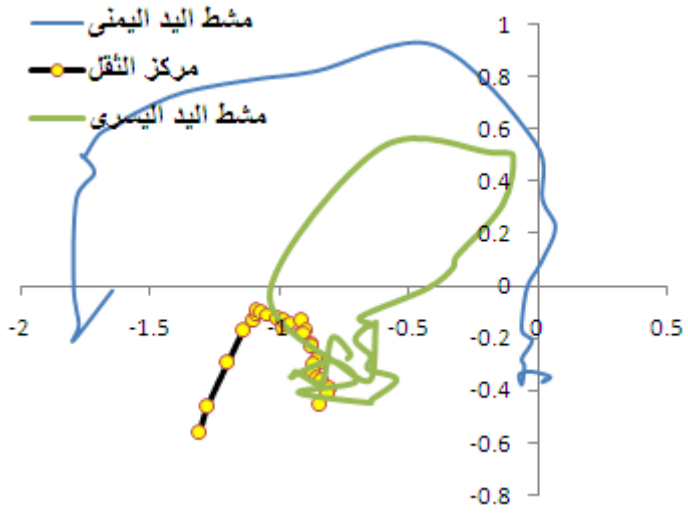
مشطي القدم مشطي البد الرأس



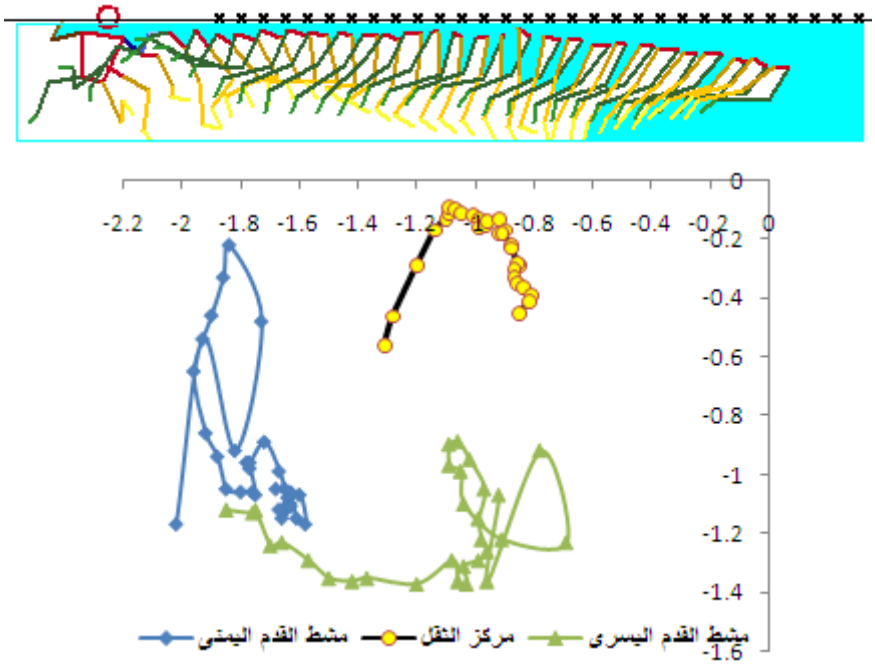


شكل (٢) المسار الحركي لحركة (مركز الثقل مع **الرأس)أثناء التصويب ـ في كرة الماء**





شكل (٣) المسار الحركي لحركة (مركز الثقل مع **مشطي اليد**)أثناء **التصويب ـ في كرة الماء**



شكل (٤) المسار الحركي لحركة (مركز الثقل مع **مشطي القدم**) **أثناء التصويب ـ في كرة الماء**

جدول (٦) مستخلص

المسافة الأفقية والرأسية لأجزاء الجسم ـ في كرة الماء

	مشط اليد اليمنى		مشط اليد اليسرى		مركز الثقل		مشط القدم الأيمن		مشط القدم الأيسر	
	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية	المسافة الأفقية	المسافة الرأسية
أقل قيمة	-1.16	0.01	-1.80	-0.38	-1.04	-0.45	-1.31	-0.56	-2.02	-1.17	-1.85	-1.37
أكبر قيمة	-0.66	0.56	0.07	0.92	-0.10	0.53	-0.81	-0.09	-1.58	-0.22	-0.69	-0.89
المدى	0.50	0.55	1.87	1.30	0.94	0.98	0.50	0.47	0.44	0.95	1.16	0.48
المسافة بين الرجلين										**1.33**		

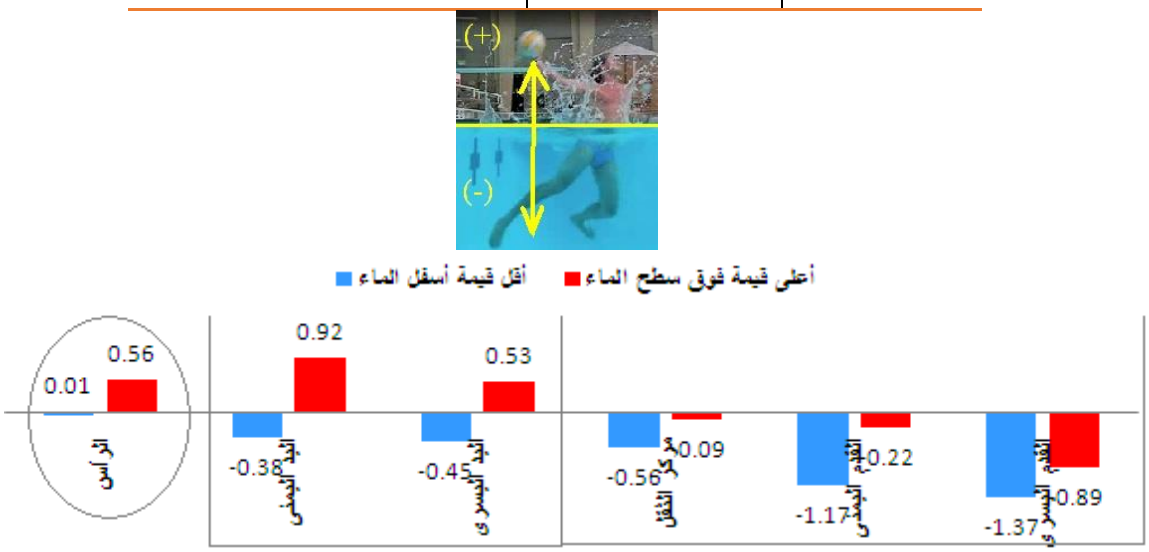
يتضح من الجدول (٦) أن المدى الحركي الأفقي الذى تحرك فيه كل من (الرأس)،(مشط اليد اليمنى)،(مشط اليد اليسرى)،(مركز الثقل)،(مشط القدم اليمنى)،(مشط القدم اليسرى) قد بلغ (0.50)،

(1.87)،(0.94)،(0.50)،(0.44)،(1.16) متراً على الترتيب ،فنلاحظ أن أكبر مدى أفقي تمثل في كل من (اليد اليمنى الحاملة للكرة ، القدم اليسرى) هذا يدل على أن لكل فعل رد فعل أي أن حركة الرجل اليسرى للخلف في الماء يقابلها حركة الذراع الضاربة الى الأمام في الهواء. مما جعل مسافة الرجل اليسرى تحت تأثير كثافة الماء تحت سطح الماء تختلف عن مسافة الذراع الضاربة في الهواء فوق سطح الماء. كما يتضح أن أقصى مسافة بين الرجلين قد بلغت (١.٣٣متراً) داخل الماء.

أما المدى الحركي الرأسي الذى تحرك فيه كل من (الرأس)،(مشط اليد اليمنى)،(مشط اليد اليسرى)،(مركز الثقل)،(مشط القدم اليمنى)،(مشط القدم اليسرى) قد بلغ (0.55)،(1.30)،(0.98)، (0.47)،(0.95)،(0.48) متراً على الترتيب . فنلاحظ أن أكبر مدى رأسي تمثل في كل من (اليد اليمنى الحاملة للكرة ، القدم اليسرى) هذا يدل على أن حركة الرجل اليمنى لأسفل في الماء يقابلها حركة الذراع الضاربة الى أعلى في الهواء. مما جعل مسافة الرجل اليسرى تحت تأثير كثافة الماء تحت سطح الماء تختلف عن مسافة الذراع الضاربة في الهواء فوق سطح الماء.

جدول (٧) أجزاء الجسم أعلى وأسفل الماء

أعلى سطح الماء	أعلى وأسفل الماء		أسفل الماء		
الرأس	اليد اليمنى	اليد اليسرى	مركز الثقل	القدم اليمنى	القدم اليسرى
0.01	-0.38	-0.45	-0.56	-1.17	-1.37
0.56	0.92	0.53	-0.09	-0.22	-0.89



شكل (٥) أجزاء الجسم أعلى وأسفل الماء

يتضح من مستخلص الجدول (٧) والشكل (٥) أن الأجزاء التي تحركت كلياً تحت الماء خلال مراحل حركة التصويب هي (القدم اليمنى)،(القدم اليسرى)،(مركز ثقل الجسم) ، والأجزاء التي تحركت أسفل وأعلى الماء (اليد اليسرى)،(اليد اليمنى).

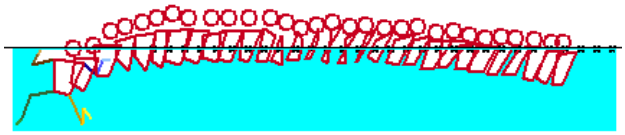
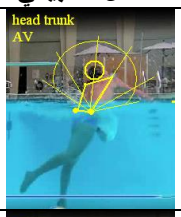
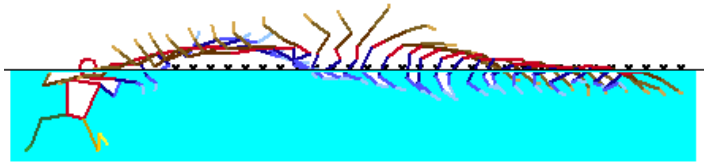
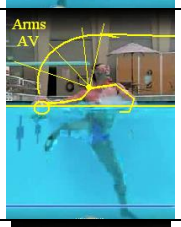
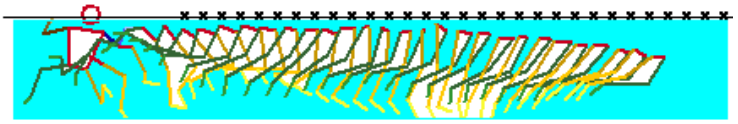
أقصى عمق للكفين (اليمنى ، اليسرى) أسفل الماء قد بلغ (-٠.٣٨)،(-٠.٤٥) متراً ، حيث كان ارتفاع التصويب فوق مستوى سطح الماء قد بلغ (٠.٩٢) متراً ، أما اليد الخالية فقد بلغت (٠.٥٣)

متراً . أما الجزء الذى تحرك من مستوى سطح الماء الى أعلى فكانت (الرأس) حيث ارتفعت مسافة بلغت (٠.٥٦) متراً .

أقصى عمق للقدمين (اليمنى ، اليسرى) أسفل الماء قد بلغ (-١.١٧)،(-١.٣٧) متراً على الترتيب ، حيث بلغ القرب من مستوى سطح الماء بعد دفع الماء قد بلغ (-٠.٢٢)،(-٠.٨٩) متراً ، الأمر الذى يدل على أن الدفع الى أسفل من الرجل اليسرى للرفع ، بينما الدفع الى الخلف من الرجل اليمنى للتصويب.

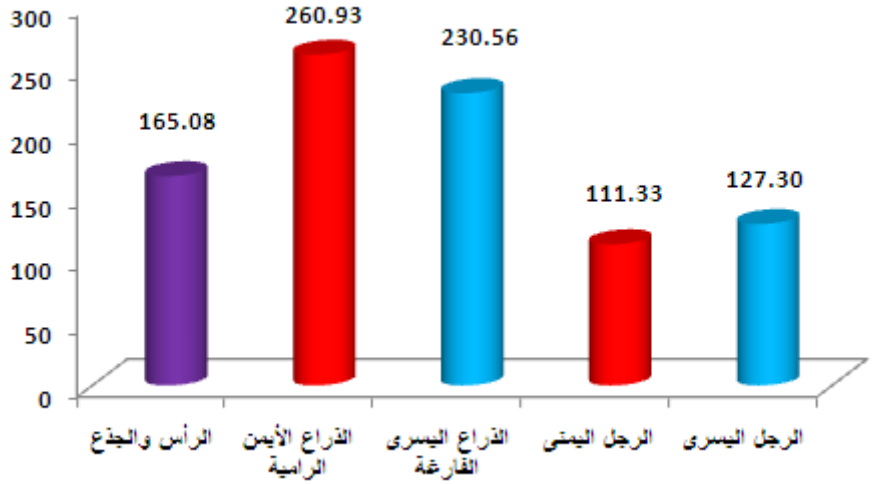
جدول (٨) السرعة الزاوية لحركة **(الرأس والجذع – الذراعين– الرجلين)** - في كرة الماء

الصور	الزمن	الرأس والجذع	الذراع الأيمن الرامية	الذراع اليسرى الفارغة	الرجل اليمنى	الرجل اليسرى
١ <- ٢	٠,١٧	٢٨٠,٢٧٢	٦٦,٢٤٩	١٣٦,٦٩٥	١٢٧,٧٠١	٢٦٥,٧٧٣
٢ <- ٣	٠,٣٣	٤٨١,٧٥٣	٧٠٧,١٦٨	١٨٣,٥٦٢	٣٩٢,٣٦	٣٢٧,٣١٤
٣ <- ٤	٠,٥	٣٠٥,٦٨٦	٤٥٨,٢١٥	٣٤,١٩٥	١٩٣,١٣٥	١٧٥,٨٤٦
٤ <- ٥	٠,٦٧	١٠٧,٤٢٥	٨٧,٥٠٩	٢٧٧,١٨٩	٥٢٤,٧١٧	٩٤,٩٠٩
٥ <- ٦	٠,٨٣	٢١٧,١٤٩	١٢٦,٧٨٢	٤,١٥٧	٥٤,٢٥٨	٤٠,٧٤٨
٦ <- ٧	١	١٤٧,٧٤٥	٢٦٦,٦٩٨	١١٧,٠٤٧	٢٠١,٨٠٢	٢٠٧,٣٠٣
٧ <- ٨	١,١٧	٩٦,٢١٧	١٢٠,٤٦٢	١٥٤,٥٩٥	٥١,٢٤٤	٨٧,٣١٦
٨ <- ٩	١,٣٤	١٢,٨٣	٢٣٣,٣٢١	٣,٣١٨	١١٥,٥٣٢	١٢٢,٤٣
٩ <- ١٠	١,٥	٢,١٣٥	٥١,٨٧٣	١١٨,٠٥١	١٤,٥٨١	٥٧,٧٦٢
١٠ <- ١١	١,٦٧	١٨٠,٨١٨	٨٨,٢٧٨	٢٥٧,٨٤	٨٦,٢١٣	١٠٨,٨٢٥
١١ <- ١٢	١,٨٤	١١٠,١٩٦	٣٩٧,٨٤٨	٣٩٧,٦٥	٩٠,١٦٦	١٤٠,٧١٣
١٢ <- ١٣	٢	٤,٨٧٥	١١٧٨,٨٤	٦,٢٦١	٣٣,٥٢٥	١,٥٣٩
١٣ <- ١٤	٢,١٧	١٨٥,٦٤٤	٤٠٦,٤٧٤	٣١٢,٢٨٢	١٤٩,٤٤١	٤٠,٧٣٢
١٤ <- ١٥	٢,٣٤	٢٩٧,٣٠٩	٢٣٣,٩٩٢	٩٩,٢٣	١١٨,٤٩١	١٤٤,٧٩٢
١٥ <- ١٦	٢,٥	١٠١,٩٥٤	٧٠٤,٨٨٥	٣١٢,٥٧٨	١٦٨,٩١٧	١٢٥,٤١٢
١٦ <- ١٧	٢,٦٧	٣٠,٨٣٧	٥٠٠,٧٤٤	٤٩,٦٣٧	٩٤,٢٣٦	٩٥,٨٢١
١٧ <- ١٨	٢,٨٤	١١٩,٨٩٨	١١٢,٧	٥٩٨,٣٧٤	٢,٩٥٨	١٦٧,٦٤٣
١٨ <- ١٩	٣,٠١	٣٢٢,٢١٥	١٣٥,٥٦	٩٢١,٦٦٢	١,٤٥٣	١٢٦,٧٥٣
١٩ <- ٢٠	٣,١٧	١٥٥,٤٢	٣٦٦,٧٤١	٩٨,٦٢١	٩١,٥٤٢	٢٧٥,٢٥٦
٢٠ <- ٢١	٣,٣٤	١١٥,٧٢٥	٢٢٦,٤٢٩	١٨٢,٠٥٦	٤٣,٠٩٩	٧٨,٨٠٥
٢١ <- ٢٢	٣,٥١	١٦٥,٢٨٧	١٧,٨٣٤	٢٥١,٢٢	٥٦,٥٧	٢٢٦,٢٥٥
٢٢ <- ٢٣	٣,٦٧	٢٦٢,٠٢١	٩,٢٧٢	٣١٥,٤٩٦	١٠٠,١٤١	٦٣,٢٥٨
٢٣ <- ٢٤	٣,٨٤	٢١٥,٨١٧	١١٤,٤٣	٤٥١,٠٧٦	١٣١,٩٨٥	٩٩,٨٧٣
٢٤ <- ٢٥	٤,٠١	١٦٦,٧٥٣	١٧٠,١٦٢	١٣٥,٧٥١	٣١,١٣٣	٤٦,٠٦٧
٢٥ <- ٢٦	٤,١٧	٣١٧,١٠٦	٨,٧٨٩	٣٢٦,٣٥١	٤٩,٢٢٩	١٦٧,٧٣٧
٢٦ <- ٢٧	٤,٣٤	٦٠,٩٩٢	١٩٥,١٤٤	١٣٥,٧٩٨	١٠٩,٥٨٥	٥٨,٧٠١
٢٧ <- ٢٨	٤,٥١	٦٨,٥٥٢	١٢٤,٧٤٤	١٩٣,٦١٤	٦٨,٩٠٩	١٢٨,٠٥
٢٨ <- ٢٩	٤,٦٨	٤٣,٠٢٧	٢٠٢,٥٨٦	٢٩٤,٩٥٥	٤٣,٠٧٩	١٩,٨٣٢
٢٩ <- ٣٠	٤,٨٤	٢١١,٦٧٦	٢٥٣,٢٢٤	٣١٦,٩٨٩	٨٢,٥٩٣	١٩٦,١٥٢

أجزاء الجسم	الشكل التحليلي	الشكل الطبيعي
الرأس والجذع		
الذراعين		
الرجلين		

- جدول (٩) مستخلص
- السرعة الزاوية لأجزاء الجسم في كرة الماء

	الرأس والجذع	الذراع اليمنى الرامية	الذراع اليسرى	الرجل اليمنى	الرجل اليسرى
أقل قيمة	٢,١٤	٨,٧٩	٣,٣٢	١,٤٥	١,٥٤
أكبر قيمة	٤٨١,٧٥	١١٧٨,٨٤	٩٢١,٦٦	٥٢٤,٧٢	٣٢٧,٣١
متوسط	١٦٥,٠٨	٢٦٠,٩٣	٢٣٠,٥٦	١١١,٣٣	١٢٧,٣٠



شكل (٦) منحنى السرعة الزاوية (**الرأس والجذع - الذراعين - الرجلين**) خلال التصويب في كرة الماء

يتضح من الجدول (٩) لمستخلص السرعة الزاوية أن متوسط السرعة الزاوية لأجزاء الجسم (للرأس والجذع حول الفخذ) ، (والذراع اليمنى حول الكتف الأيمن) ،(والذراع اليسرى حول الكتف الأيسر) ، (والرجل اليمنى حول الفخذ الأيمن) ، (والرجل اليسرى حول الفخذ الأيسر) حول المفاصل قد بلغت (١٦٥.٠٨)،(٢٦٠.٩٣)،(٢٣٠.٥٦)،(١١١.٣٣)،(١٢٧.٣٠) درجة/ث على الترتيب.

نلاحظ أن السرعة الزاوية لحركة الذراعين (٢٦٠.٩٣)،(٢٣٠.٥٦) درجة/ث حول الكتف أعلى ما يمكن بالنسبة لباقي الأجزاء وقد يرجع الباحث ذلك الى تزامن الحركة العكسية بينهم حيث الذراع الضاربة في اتجاه التصويب للأمام والذراع الحرة الى الخلف وكلاهما فوق مستوى سطح الماء.

أما السرعة الزاوية لحركة الرجلين حول الفخذين (١١١.٣٣)،(١٢٧.٣٠) درجة/ث كانت متقاربة ولكن أقل من الذراعين ، وقد يرجع الباحث ذلك الى تزامن الحركة التبادلية بينهم حيث الرجل اليسرى تتجه الى أسفل والرجل اليمنى تتجه للخلف وكلاهما داخل الماء. وقد يرجع الباحث السرعة الزاوية لحركة الرجلين أقل من الذراعين نظراً لأن حركة الرجلين داخل الوسط المائي الماء وبالتالي تقل حركته نظراً لكثافة الماء وأن الذراعين في الهواء.

حيث كانت أعلى سرعة زاوية (للرأس والجذع حول الفخذ) ، (والذراع اليمنى حول الكتف الأيمن) ،(والذراع اليسرى حول الكتف الأيسر) ، (والرجل اليمنى حول الفخذ الأيمن) ، (والرجل اليسرى حول الفخذ الأيسر) قد بلغت (٤٨١.٧٥)،(١١٧٨.٨٤)،(٩٢١.٦٦)،(٥٢٤.٧٢)،(٣٢٧.٣١) درجة/ث على الترتيب.

نلاحظ أن أعلى سرعة زاوية لحركة الذراعين كانت للذراع المصوبة (اليمنى) لحظة التصويب قد بلغت (١١٧٨.٨٤) درجة/ث حول الكتف ، بينما كانت أعلى سرعة للرجلين كانت للرجل الدافعة للخلف (اليمنى) قد بلغت (٥٢٤.٧٢) درجة/ث حول الفخذ.

وأن أقل سرعة زاوية (للرأس والجذع حول الفخذ) ، (والذراع اليمنى حول الكتف الأيمن) ،(والذراع اليسرى حول الكتف الأيسر) ، (والرجل اليمنى حول الفخذ الأيمن) ، (والرجل اليسرى حول الفخذ الأيسر) قد بلغت (٢.١٤)،(٨.٧٩)،(٣.٣٢)،(١.٤٥)،(١.٥٤) درجة/ث على الترتيب.

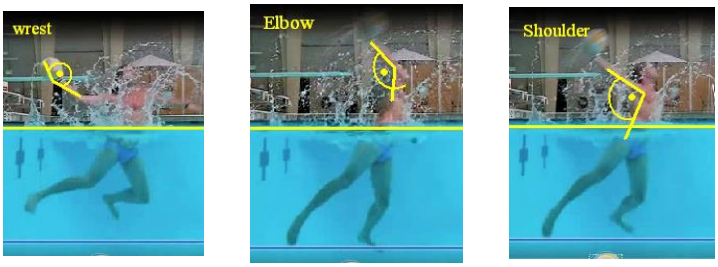
نلاحظ أن أقل سرعة زاوية لحركة الذراعين كانت للذراع المصوبة (اليسرى) لحظة التصويب قد بلغت (٣.٣٢) درجة/ث حول الكتف ، بينما كانت أقل سرعة للرجلين كانت للرجل الدافعة لأسفل (اليمنى) قد بلغت (١.٤٥) درجة/ث حول الفخذ. وقد يرجع الباحث هذا الانخفاض في معدل السرعة الزاوية الى أن هناك لحظة استرخاء في كل جزء من أجزاء الجسم قبل الشروع في عملية التصويب حتى يستطيع أن يستجمع القوى في إخراج الكرة.

جدول (١٠) التغير الزاوي لمفصل

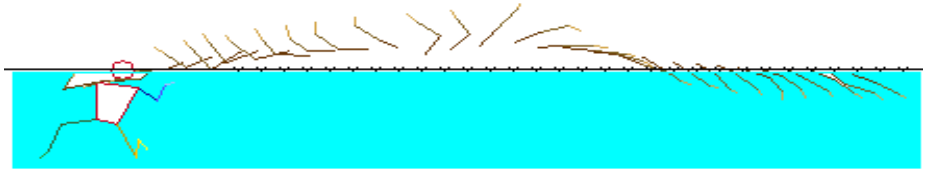
لزوايا مفاصل **(الذراع المصوبة – الرجل في نفس الاتجاه)** من الجانب الأيمن - في كرة الماء

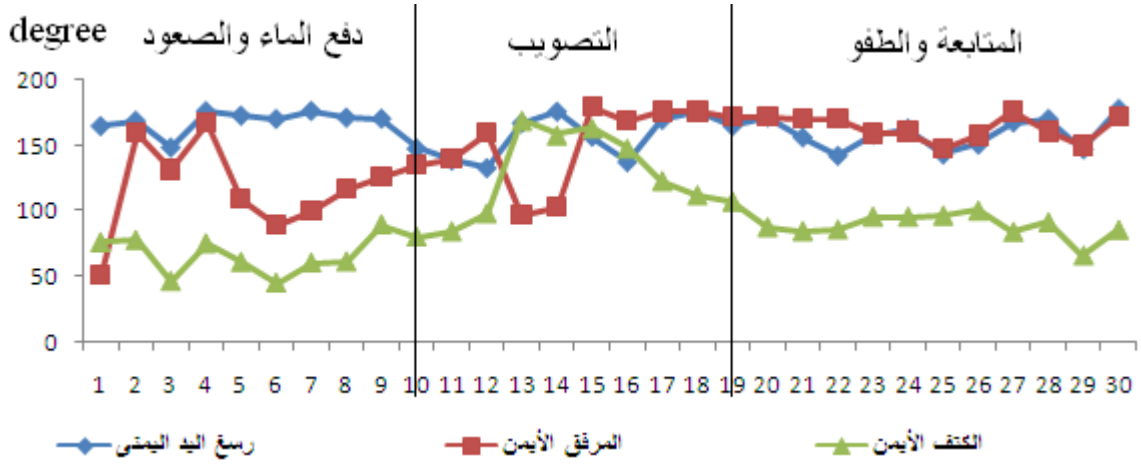
الصور	الزمن	الذراع المصوبة			الرجل في نفس اتجاه الذراع المصوبة		
		رسغ اليد اليمنى	المرفق الأيمن	الكتف الأيمن	الفخذ الأيمن	الركبة اليمنى	رسغ القدم الأيمن
١	٠,٠٠	١٦٤,٥٣	٥١,١١	٧٦,٣٠	١٠٠,١٤	١٢٠,٦٨	١٥٥,٤٩
٢	٠,١٧	١٦٨,٦٢	١٥٩,٧٦	٧٨,٠٨	١٤٠,٣٦	٥١,٤٥	٩٥,٧٤
٣	٠,٣٣	١٤٨,٣٧	١٣١,٥٤	٤٦,٥٨	٦٦,٣٤	١٠٦,٦٠	١٣٩,٦٧
٤	٠,٥٠	١٧٥,٩٥	١٦٧,٨٢	٧٥,٤٦	٩٦,٤٣	١٤٦,٠١	١٧٤,٦٢

٥	٠,٦٧	١٧٢,٤٩	١٠٩,٠٨	٦١,٢٤	١٥٧,٥٦	٨٠,٢٠	١٥٣,٢٣
٦	٠,٨٣	١٦٩,٩٢	٨٨,٨٩	٤٥,٢١	١٥٦,١٠	٨٧,٢٤	١٤٦,٢٥
٧	١,٠٠	١٧٦,٠٣	٩٩,٤٤	٦٠,٧٣	١٦٨,١٩	٨٧,٥٠	١٢٨,٧٠
٨	١,١٧	١٧٠,٩٦	١١٦,٩٨	٦١,٤٧	١٦٤,٤٢	١١٢,٧١	١١٩,٣٩
٩	١,٣٤	١٧٠,١٤	١٢٦,٤١	٨٩,٨٨	١٥٨,١٣	١٢٩,٥٢	١٣٢,٧٣
١٠	١,٥٠	١٤٧,٤٣	١٣٤,٧٦	٨٠,٦٤	١٦٢,١٢	١٣٨,٥٥	١٢٣,٤٥
١١	١,٦٧	١٣٨,٤٢	١٤٠,٣٣	٨٤,٧٢	١٥٣,٢٣	١٥٢,٦٨	١٢٩,٤٩
١٢	١,٨٤	١٣٢,٦٦	١٥٩,٤٨	٩٨,٤٣	١٦٣,١٩	١٥٧,١٦	١٤٦,٨٦
١٣	٢,٠٠	١٦٦,٧٥	٩٧,٣٦	١٦٩,٥٢	١٦٥,٠٨	١٧٠,٠١	١٥٥,٥٦
١٤	٢,١٧	١٧٥,٤٣	١٠٣,٠٢	١٥٨,٣٥	١٧٧,٩٥	١٥١,٤٣	١٥٠,٩٦
١٥	٢,٣٤	١٥٦,٥٠	١٧٩,٥٣	١٦٣,٤٧	١٧٢,٨٢	١٤٠,٤٨	١٣٤,٥٨
١٦	٢,٥٠	١٣٧,١٩	١٦٨,٧٧	١٤٨,١١	١٦٤,٩٢	١٢٢,٧٢	١٣٤,٨١
١٧	٢,٦٧	١٦٩,٣١	١٧٥,٨٤	١٢٣,٢٦	١٧٠,٨١	١٣١,٦٦	١٤٩,٤٣
١٨	٢,٨٤	١٧٥,٦٣	١٧٦,٠٩	١١٢,٤٧	١٧٤,٧٠	١٢٧,٤٤	١٤٤,٢٢
١٩	٣,٠١	١٦٤,٦٨	١٧١,٨٠	١٠٧,٥٠	١٧٤,٩٧	١٣٤,٦٤	١٤٢,٧١
٢٠	٣,١٧	١٧١,٣٥	١٧٢,٥٧	٨٧,٨٨	١٧٩,٢٢	١٤٥,١٢	١٣٩,٣٤
٢١	٣,٣٤	١٥٥,٩٨	١٧٠,٦٩	٨٤,٨٣	١٧٧,٧٥	١٥٠,١٨	١٢٤,٥٢
٢٢	٣,٥١	١٤٢,٠٧	١٧٠,٩٦	٨٦,١٧	١٧٥,٤٨	١٥٢,٧٣	١٢١,٠٤
٢٣	٣,٦٧	١٥٧,٩٧	١٥٩,٠٨	٩٥,٩٩	١٦٨,٣٠	١٣٥,٨٩	١١٧,١٣
٢٤	٣,٨٤	١٦٢,٦٢	١٦٠,٣٨	٩٥,٨٧	١٧٦,١٥	١٤٧,٨١	١٣١,٧٩
٢٥	٤,٠١	١٤٣,٠٧	١٤٨,٠٦	٩٦,٧٨	١٧١,٥٧	١٤٧,٦٧	١٣٣,٠٥
٢٦	٤,١٧	١٥٠,٥١	١٥٧,٦٠	١٠٠,٥٧	١٧٨,١١	١٣٤,٤٨	١٢٥,٠٩
٢٧	٤,٣٤	١٦٧,٣١	١٧٦,٠٥	٨٤,٢٣	١٦٩,٤٠	١٤٦,٥٦	١٣٨,١٥
٢٨	٤,٥١	١٦٩,٩٢	١٦٠,٧١	٩١,٦٣	١٦٩,٨٠	١٣٠,٤٨	١١٩,٤٨
٢٩	٤,٦٨	١٤٧,٠٤	١٥٠,٠١	٦٦,١٣	١٧٠,٣٤	١٣٠,٥٨	١١٧,٠٣
٣٠	٤,٨٤	١٧٧,٥٧	١٧٢,٤٦	٨٥,٧٠	١٦٩,٧٧	١١٩,٦٢	١٣٧,٩٠



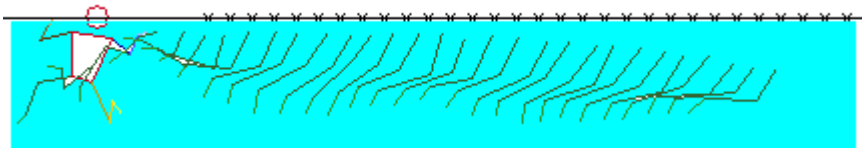
زاوية رسغ اليد زاوية المرفق زاوية الكتف

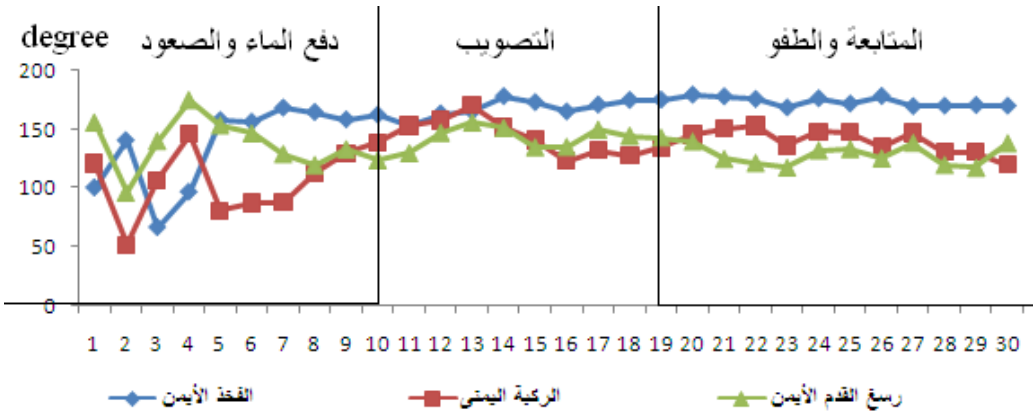




شكل (٧) المنحنى الزاوي لمفاصل **(الذراع المصوبة)** - في كرة الماء

زاوية رسغ القدم زاوية الركبة زاوية الفخذ





شكل (٨) المنحنى الزاوي لمفاصل **(الرجل في نفس اتجاه الذراع المصوبة)** - في كرة الماء

جدول (١١) مستخلص التغير الزاوي

لمفاصل (**الذراع الرامية اليمنى – الرجل اليمنى**)- خلال التصويب - في كرة الماء

	رسغ اليد اليمنى	المرفق الأيمن	الكتف الأيمن	الفخذ الأيمن	الركبة اليمنى	رسغ القدم الأيمن
أقل انثناء	١٣٢,٦٦	٥١,١١	٤٥,٢١	٦٦,٣٤	٥١,٤٥	٩٥,٧٤
أكبر امتداد	١٧٧,٥٧	١٧٩,٥٣	١٦٩,٥٢	١٧٩,٢٢	١٧٠,٠١	١٧٤,٦٢
المدى	٤٤,٩١	١٢٨,٤٢	١٢٤,٣١	١١٢,٨٧	١١٨,٥٦	٧٨,٨٨

يتضح من جدول (١١) مستخلص التغير الزاوي لمفاصل الجسم – في كرة الماء أن المدى الزاوي لمفاصل الذراع الرامية اليمنى (رسغ اليد)،(المرفق)،(الكتف) قد بلغ (٤٤.٩١)،(١٢٨.٤٢)، (١٢٤.٣١) درجة على الترتيب ،أن المدى الزاوي لمفاصل الرجل اليمنى (الفخذ)،(الركبة)،(رسغ القدم) قد بلغ (١١٢.٨٧)،(١١٨.٥٦)،(٧٨.٨٨) درجة على الترتيب.

نلاحظ أن هناك تقارب بين المدى الزاوي للزوايا المتشابهة في الجسم مثال الزوايا المركزية (الكتف والفخذ) (١٢٤.٣١)،(١١٢.٨٧) درجة على الترتيب ،الزوايا محدودة الحركة في الجسم (المرفق والركبة) (١٢٨.٤٢)،(١١٨.٥٦) درجة على الترتيب ،الزوايا المنزلقة الحركة في الجسم (رسغ اليد ورسغ القدم) (٤٤.٩١)،(٧٨.٨٨) درجة على الترتيب ، مما يدل على ميكانيزم الأداء الصحيح للتصويب.

حيث كان أقل انثناء لمفاصل الذراع الرامية (رسغ اليد)،(المرفق)،(الكتف) قد بلغ (١٣٢.٦٦)، (٥١.١١)،(٤٥.٢١) درجة على الترتيب ، وأن أقل انثناء لمفاصل الرجل اليمنى (الفخذ)،(الركبة)،(رسغ القدم) قد بلغ (٦٦.٣٤)،(٥١.٤٥)،(٩٥.٧٤) درجة على الترتيب.

نلاحظ أن هناك انثناء حاد في جميع زوايا الجسم ما عدا الرسغين (رسغ اليد ، رسغ القدم) منفرجة وقد بلغت (١٣٢.٦٦)،(٩٥.٧٤) درجة على الترتيب. هذا يعنى أن اللاعب لا يحتاج الى المرونة في ثنى المفاصل بحد أدنى (٤٥.٢١) درجة. وقد يرجع الباحث ذلك الى جلوس اللاعب داخل الماء ثنى الفخذين والركبتين ورسغي القدم.

وأن أكبر امتداد لمفاصل الذراع الرامية (رسغ اليد)،(المرفق)،(الكتف) قد بلغ (١٧٧.٥٧)،(١٧٩.٥٣)،(١٦٩.٥٢) درجة على الترتيب ، وأن اكبر امتداد لمفاصل الرجل اليمنى (الفخذ)،(الركبة)،(رسغ القدم) قد بلغ (١٧٩.٢٢)،(١٧٠.٠١)،(١٧٤.٦٢) درجة على الترتيب.

نلاحظ أن هناك امتداد شبه مستقيم في جميع زوايا الجسم . هذا يعنى أن اللاعب يحتاج الى المرونة في مد المفاصل بحد أقصى (١٨٠) درجة تقريباً . وقد يرجع الباحث ذلك الى حركات اللاعب للدفع بالرجلين داخل الماء وكذا حركة التصويب بالذراع التي تستدعى الامتداد الكامل للمفاصل للحصول على أكبر قوة دفع للكرة.

– وبهذه النتائج قد تم الإجابة علي التساؤل الثاني الذي ينص علي: "**ما هي مؤشرات التدريب لمهاره التصويب من اعلي في كرة الماء التي يقوم عليها وضع التدريبات النوعية للمهارة(بدني ومهاري)؟**"

(مرفق ٢ ، ٣)

– **الاستنتاجات الخاصة بالبحث:**

من خلال تساؤلات البحث ووفقا لما أشارت إليه نتائج وفى ضوء مناقشة النتائج توصل الباحث إلى الاستنتاجات الآتية:

- تساوى مرحلتي الدفع والتصويب في مهارة التصويب في كرة الماء.
- التوزيع الزمنى للوحدة التدريبية تتحدد وفق زمن المرحلة حيث تبلغ (١٨.٦ق في دفع الماء والصعود) ،(١٨.٦ق في التصويب)، (٢٢.٨ق في المتابعة والطفو).
- حجم التكرارات لمهارة التصويب داخل أنظمة الطاقة – في كرة الماء. تتحدد وفق زمن المرحلة حيث تبلغ (٣٧ في النظام الهوائي) ،(١٢فى النظام اللاكتيك)،(٢فى النظام الهوائي).
- هناك أجزاء من الجسم تتحرك داخل وخارج الوسط المائي أجزاء تتحرك خارج الماء مثل الرأس ، وأجزاء تتحرك داخل وخارج الوسط المائي مثل(اليد اليسرى)،(اليد اليمنى) ، وأجزاء تتحرك داخل الماء فقط مثل (القدم اليمنى)،(القدم اليسرى)،(مركز ثقل الجسم).
- ارتفاع التصويب قد يصل الى ١متر تقريباً فوق سطح الماء.
- يتم الاعتماد على الرجل اليسرى في دفع الماء الى أسفل لرفع الجسم.
- يتم الاعتماد على الرجل اليمنى في دفع الماء الى الخلف للتصويب الى الأمام.
- سرعة دوران الذراعين حول الكتف تمثل ضعف سرعة الرجلين حول الفخذ تقريبا.
- تزامن حركة الذراع المصوبة (لأعلى وللأمام) مع الذراع الحرة (لأسفل وللخلف) وفى حركة دائرية.
- أعلى سرعة زاوية للذراعين حول الكتف والرجلين حول الفخذ كانت في الجانب الحامل للكرة (الذراع اليمنى المصوبة للأمام)،(الرجل اليمنى الدافعة للخف).
- أقل سرعة زاوية للذراعين حول الكتف (الذراع الحرة) وتعنى الاسترخاء قبل الشروع في التصويب.
- لكل جزء من الجسم لحظة استرخاء قبل أن يتم التصويب.
- ميكانيزم الأداء الصحيح للتصويب هو تقارب بين المدى الزاوي للزوايا المتشابهة في الجسم مثال الزوايا المركزية (الكتف والفخذ) ، الزوايا محدودة الحركة مثل (المرفق والركبة) ، الزوايا المنزلقة الحركة في الجسم (رسغ اليد ورسغ القدم).
- الحد الأدنى في مرونة ثنى مفاصل الجسم زاوية حادة قد تصل الى (٤٥) درجة تقريباً.
- يتم التدريب لرسغ القدم من وضع المتعامد (للقدم مع الساق) أي من وضع الوقوف ثم الشب.
- يتم التدريب لرسغ اليد من الوضع المستقيم (كف مع الساعد) ثم القبض.
- الحد الأقصى في مرونة مد مفاصل الجسم زاوية مستقيمة قد تصل الى (١٨٠) درجة تقريباً .
- تدريبات الدفع في الماء تحتاج الى الامتداد الكامل لمفاصل الرجلين (١٨٠ درجة) من أقصى انثناء يصل الى (٤٥) درجة.
- التدريب لأجزاء الجسم يحتاج الى مدى حركي يتراوح بين (٤٥– ١٨٠) درجة ما عدا الكفين والقدمين.

- **التوصيات الخاصة بالبحث:**

في ضوء أهداف البحث واستنتاجاته واعتمادا على البيانات التي تم التوصل إليها يوصى الباحث بالآتي:

- تخصيص الوقت المناسب اثناء التدريب للتدريب علي مهاره التصويب.
- يجب ان يلزم المدرب اللاعب بعدد معين من التصويبات وبزمن معين لتدريب نظم الطاقة المختلفة.
- تعريف اللاعبين بالأداء والتكنيك النموذجي للتصويب من اعلي لتحقيق الفهم والتخيل الكامل للأجزاء المتحركة من الجسم سواء داخل او خارج الماء.
- ضرورة اهتمام المدربين بتقويه عضلات الرجلين للاعبين.
- وضع التدريبات اللازمة لتحسين الوثب العمودي من الماء.
- وضع التدريبات اللازمة لتحسين المرونة لمفاصل (الكتف – المرفق – رسغ اليد – الفخذ – الركبة – رسغ القدم).
- يجب ان يكون ارتفاع اللاعب اثناء التصويب ١م تقريباً.
- التركيز علي أداء الرجل اليسرى في دفع الماء الى أسفل لرفع الجسم للاعب الايمن.
- التركيز علي اداء الرجل اليمني في دفع الماء الى الخلف للتصويب الى الأمام للاعب الايمن.

- **قائمه المراجع:**

أولاً: المراجع باللغة العربية:

١- احمد عبدالمنعم السيوفي (٢٠١٢): علوم الحركة الرياضية التقليدية والمعاصرة ط١ ،دار فكره للنشر ،القاهرة.

٢- ريسان خريبط ونجاح مهدي (٢٠٠٢): التحليل الحركي ،الدار العلمية الدولية للنشر والتوزيع ، ط١ ،البصرة ،العراق.

٣- محمد جابر بريقع وخيريه السكري (٢٠٠٢): المبادئ الاساسية للميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي ،منشأه المعارف ،الإسكندرية.

٤- مصطفى عبد الفتاح مصطفى (٢٠٢١): تحديد الخصائص البيوميكانيكية لمهارة التصويب كأساس لوضع تدريبات نوعية للاعبي كرة الماء، مجلة التربية البدنية وعلوم الرياضة ، كلية التربية الرياضية، جامعة بنها

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية:

5- Chiung-Yun Hsu, Chiung-Yun Hsu & Hui-Mei Lin (2016): Biomechanics Analysis Of Water Polo Throwing , International Symposium on Biomechanics in Sports, Beijing ,China.

6- Elliott & Armour (1988): The penalty throw in water polo: a cinematographic analysis. Journal of Sports Sciences, Published online 2007.
7- Fina (2008): Manual Book (2005 – 2009) ,Lausanne, Switzerland.
8- Melchiorri ,Viero & Triossi (2014): Water polo throwing velocity and kinematics: differences between competitive levels in male players, J Sports Med Phys Fitness.
9- Omega Timming (2012): https://www.omegatiming.com/2012/european-water-polo-championships-live-results.
10- Ozkol, Turunc & Dopsaj (2013): Water polo shots notational analysis according to player positions, International Journal of Performance Analysis in Sport.
11- Sakurai (2000): Motion analysis of overhand throwing: past, present, and future, International Symposium on Biomehanics in Sports, Hong Kong.
12- Tijmen Egtberts (2023): The Biomechanics of a Water Polo Shot, https://swimswam.com/the-biomechanics-of-a-water-polo-shot.
13- Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Tony_Azevedo.
14- Zatsiorsky & Petruska (1995): Overhead throwing and other related motions, Orthopedic Therapy of the Shoulder, New York.

ملخص البحث

التحليل البيوميكانيكي كأساس لوضع تدريبات نوعيه لمهاره التصويب من اعلي في كرة الماء

م.د/ رامز سيد هاشم

يهدف البحث الي التحليل البيوميكانيكي كأساس لوضع تدريبات نوعيه لمهاره التصويب من اعلي في كرة الماء من خلال الإجابة علي تساؤلين: ١- ما هي المتغيرات البيوميكانيكيه لمهاراه التصويب من أعلي للعبه كرة الماء؟ - ٢- ما هي مؤشرات التدريب لمهاره التصويب من اعلي في كرة الماء التي يقوم عليها وضع التدريبات النوعية للمهار (بدني ومهاري)؟ ، استخدم الباحث المنهج الوصفي باستخدام التحليل البيوميكانيكي باستخدام برنامج Motion Track ، وتم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية ومتمثلة في لاعب واحد للتحليل البيوميكانيكي لمهاره التصويب من اعلي واللاعب هو توني ازافيدو Tony Azavedo لاعب المنتخب الامريكي لكرة الماء ، ومن أهم النتائج تساوى مرحلتي الدفع والتصويب في مهارة التصويب في كرة الماء ، تساوى مرحلتي الدفع والتصويب في مهارة التصويب في كرة الماء ، حجم التكرارات لمهارة التصويب داخل أنظمة الطاقة – في كرة الماء. تتحدد وفق زمن المرحلة حيث تبلغ (٣٧ في النظام الهوائي) ،(١٢فى النظام اللاكتيك)،(٢فى النظام الهوائي) ، حجم التكرارات لمهارة التصويب داخل أنظمة الطاقة – في كرة الماء. تتحدد وفق زمن المرحلة حيث تبلغ (٣٧ في النظام الهوائي) ،(١٢فى النظام اللاكتيك)،(٢فى النظام الهوائي) ، لكل جزء من الجسم لحظة استرخاء قبل أن يتم التصويب ، وتمثلت أهم التوصيات في تخصيص الوقت المناسب اثناء التدريب للتدريب علي مهاره التصويب ، يجب ان يلزم المدرب اللاعب بعدد معين من التصويبات وبزمن معين لتدريب نظم الطاقة المختلفة ، تعريف اللاعبين بالأداء والتكنيك النموذجي للتصويب من اعلي لتحقيق الفهم والتخيل الكامل للأجزاء المتحركة من الجسم سواء داخل او خارج الماء ، وضع التدريبات اللازمة لتحسين الوثب العمودي من الماء ، يجب ان يكون ارتفاع اللاعب اثناء التصويب ١م تقريباً.

Abstract

Biomechanical analysis as a basis for qualitative exercises for overhead shooting skill

Dr. Ramez Sayed Hashem

The aim of this study for biomechanical analysis as a basis for qualitative exercises for overhead shooting skill by answering two questions: A- What are the biomechanical variables for the overhead shoot in water polo? –B- What are the training indicators for overhead shooting skill which the qualitative training of the skill is based on (physical – technical) , the researcher used the descriptive approach using biomechanical analysis using a Motion Track program the research sample was chosen by the intentional method, represented by one player for biomechanical analysis (Tony Azavedo) US water polo player , one of the most important results is the equal stages of pushing and shooting in the shooting skill in water polo , the volume of the repetitions of the shooting skill within the energy systems - in water polo. It is determined according to the time of the stage, as it is (37 in the aerobic system), (12 in the lactic system), (2 in the aerobic system) , the most important recommendations were to allocate the appropriate time during training to train the shooting skill , the coach must commit the player to a certain number of shots and a certain time to train the different energy systems ,putting the necessary exercises to improve the vertical jump from the water. The height of the player during shooting should be approximately 1 m.