الفصل الثالث

خطة واجراءات البحث

- منهج البحث .
- عينة البحث .
- وسائل جمع البيانات .
- تنفيذ الدراسة العملية .
- القياسات .

obeikandl.com

الفصل الثالث

خطة واجراءات البحث

منهج البحث :

استخدمت الباحثة المنهج الوصفى مستعينة بوسائل التحليل الحركى الكينماتوجرافى لمناسبته لطبيعة هذه الدراسة .

عينة البحث :

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية ، وقد شملت لاعبين من لاعبى المنتخب الاوليمبى للولايات المتحدة الامريكية المشتركين فى الدورة الاوليمبية فى سول سنة ١٩٨٨م خلال بطولة العشرة الكبار التى أقيمت بحمام ناتاتوريم Natatorium بجامعة أنديانا ، وتم تصوير أدائهم للمهارة قيد الدراسة ، وأربعة لاعبين من الفريق القومى المصرى للغطس المنتظمين فى التدريب استعدادا للاشتراك فى مجموعة اللقاءات الدولية لعام ١٩٩١م ،ادى كل لاعب المهارة قيد الدراسة ١٠ مرات ، تم اختيار أفضل محاولتين ناجحتين وصالحتين للتحليل لكل لاعب حيث أصبحت عدد المحاولات ٨ محاولات للفريق المصرى وبذلك يصبح حجم عينة البحث ١٠ محاولات .

وقد تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية للأسباب التالية :

١- اللاعبين الذى تم اختيارهم من المنتخب الامريكى هم أفضل اللاعبين فى العالم الذين يؤدون المهارة قيد الدراسة وبذلك يعتبر أدائهم محكا موضوعيا ينسب اليه أداء أى لاعبين آخرين .

٢- لا يؤدى المهارة قيد الدراسة من لاعبى الغطس فى جمهورية مصر العربية الا الاربعة لاعبين الذين تم اختيارهم كعينة لهذه الدراسة .

obeikandl.com

وسائل جمع البيانات :

أ - التصوير السينمائى .

ب - التحليل الحركى .

جـ - اختيار المحاولات الصالحة للتحليل .

د - الحاسب الآلى .

أ - التصوير السينمائى :

الأجهزة والأدوات المستخدمة فى التصوير السينمائى :

١ - تم استخدام أداة تصوير سينمائية ماركة (ARRI Flex) ١٦مم ذات تردد ٥٠ صورة فى الثانية وذات مصدر كهربائى مزودة بعدسة للاضاءة لتنظيم الاضاءة الكترونيا وفقا لشدة الاضاءة .

٢ - حامل ثلاثى لأداة التصوير السينمائى .

٣ - أفلام خام ذات حساسية مناسبة لنوع ومكان ووقت التصوير .

٤ - علامات أرشادية كضوابط لخلفية الصور .

٥ - عارضة قياس مقسمة بدقة لتحديد مقياس الرسم عند تحليل الصور .

٦ - شريط قياس صلب لتحديد ابعاد التصوير .

٧ - ميزان مائى وميزان طبى .

٨ - شريط من البلاستر اللزج (ألوان) لتحديد مكان مفاصل الجسم (٩ : ٨).

٩ - مصباحين لاضاءة حمام الغطس قوة كل واحد ٢٠٠٠ وات .

ب - التحليل الحركى :

وهى طريقة موضوعية لتحليل وتقويم أى أداء حركى فى المجال الرياضى من خلال التصوير السينمائى ، والحصول على العديد من العلاقات المعبرة عن طبيعة سير المهارة فى جميع المراحل الحركية عن طريق آلة عرض سينمائية يمكنها عرض صورة صورة للفيلم حتى يمكن استخراج المتغيرات المطلوبة للتحليل .

obeikandl.com

ولذا حددت الباحثة أهداف التحليل الحركى فيمايلى :

- تحديد مركز ثقل كتلة الجسم خلال مراحل أداء المهارة قيد الدراسة لأفراد عينة البحث فى كل محاولة من المحاولات قيد الدراسة .
- تحديد المسار الحركى لمركز ثقل كتلة الجسم خلال مراحل أداء المهارة قيد الدراسة ، وقد حددت الباحثة ٤٠ وضعا كنقاط لدراسة المسار الحركى فى كل محاولة من المحاولات قيد الدراسة .
- حساب القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم فى كلا الاتجاهين الرأسى والأفقى ومحصلتهما كدالة بالنسبة للزمن خلال مرحلة الاتصال على سلم الغطس المتحرك أثناء أداء المهارة قيد الدراسة .
- حساب دفع القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم فى كلا الاتجاهين الرأسى والأفقى ومحصلتهما كدالة بالنسبة للزمن خلال مرحلة الاتصال .
- حساب زاوية الانطلاق لحظة آخر تلامس .
- حساب أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم خلال مرحلة الطيران .
- حساب المسافة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم مابين لحظة آخر تلامس ولحظة الدخول بالذراعين فى الماء .
- تحديد الخصائص الشكلية لوضع الجسم لحظة آخر تلامس .
- تحديد الخصائص الشكلية لوضع الجسم لحظة الدخول بالذراعين فى الماء .
- حساب زمن الارتقاء .
- حساب زمن الطيران .
- حساب زاوية الهبوط .
- حساب القوة النسبية .
- حساب معامل الدفع النسبى .
- حساب كمية الحركة الدورانية للجسم حول مركز ثقله لحظة آخر تلامس .
- حساب زاوية ميل مركز ثقل كتلة الجسم على المستوى الأفقى لحظة آخر تلامس .
- حساب زاوية ميل مركز ثقل كتلة الجسم على المستوى الأفقى لحظة الدخول بالذراعين فى الماء .

obeikandl.com

الأجهزة والأدوات المستخدمة فى التحليل الحركى :

- جهاز عاكس للصور ذو مصدر كهربائى .
- شاشة بيضاء .
- ورق رسم بيانى ، ورق كلك ، ورق شفاف .
- مسطرة رسم المنحنيات .
- لوحة رسم هندسى ومسطرة حرف T .

جـ - اختيار المحاولات الصالحة للتحليل :

فقد استعانت الباحثة بالمحكمين - حيث ان الغطس احدى الرياضيات التى يعتمد تقويم أدائها على المحلفين - وذلك لاختيار أفضل المحاولات للاعبين المصريين عينة الدراسة ، وقد تم اختيار افضل ٨ محاولات صحيحة بواقع محاولتين لكل لاعب ، وقد استعانت الباحثة بثلاثة قضاة حيث يؤخذ رأى كل منهم فى مستوى الأداء الحركى للمهارة المراد تقويمها كل على حدة وفى آن واحد بعد اشارة الحكم ويتم ذلك وفق محددات وتعليمات وارشادات قانون الغطس (FINA) (٢٠:٧٠٣).

د - الحاسب الآلى :

قامت الباحثة باعداد برنامج للحاسب الآلى بمبنى جريدة الاهرام (أماك) لتحديد مركز ثقل كتلة الجسم ، وحساب بعض المتغيرات الديناميكية المؤثرة على مستوى أداء المهارة قيد الدراسة بمعاونة واضعى البرامج بقسم الحاسب الآلى. مرفق (ب) يوضح البرنامج الأول والبرنامج الثانى المستخدم لاستخراج المتغيرات.

تنفيذ الدراسة العملية :

- بالنسبة لأبطال العالم تم الحصول على شريط سينمائى لأبطال العالم فى المهارة قيد الدراسة وقد أجرى التصوير بحمام ناتاتوريم Natatorium بجامعة

أنديانا بأنديانا بولس (IUP) بالولايات المتحدة الأمريكية يوم ٤ مارس سنة ١٩٨٨م فى بطولة لتصفيات المنتخب الاوليمبى الامريكى الذى سيمثل الولايات المتحدة الأمريكية فى البطولة الاوليمبية بسول لسنة ١٩٨٨م، وقد تم التصوير بآلة تصوير سينمائية ذات تردد ٥٠ صورة فى الثانية.

- بالنسبة للاعبين المصريين تم التصوير السينمائى للاعبين المصريين فى المهارة قيد الدراسة بنادى حمام التربية والتعليم بالجزيرة - القاهرة يوم الخميس ٣١ يناير سنة ١٩٩١م واستغرقت عملية التصوير حوالى ثلاث ساعات من الساعة السادسة مساءا الى التاسعة مساءا ، واشتمل التصوير السينمائى على مرحلتين هما :

(١) مرحلة الاعداد للتصوير :

أ - اعداد مكان التصوير :

- تم تجهيز حمام الغطس بحيث كان خاليا من اى معوقات قد تؤثر على مرحلة التصوير .
- تم تجهيز سلم الغطس (Dura Max Flex) ارتفاع ٣ متر ووضع العلامات الارشادية عليه .
- تم وضع العلامات الارشادية الضابطة على الحمام ، كذلك وضع مقياس الرسم بجوار الحافة الجانبية لسلم الغطس ارتفاع ٣ متر وفى مواجهة آلة التصوير .
- تم التأكد من قانونية لوحة الغطس المستخدمة ، وارتفاع اللوحة من سطح الماء .

ب - أعداد اللاعبين للتصوير :

- تم تجهيز اللاعبين عينة البحث عن طريق عمل تسخين وأطالة للعضلات كذلك قيامهم باختبار سلم الغطس المتحرك ارتفاع ٣ متر وعمل بعض حركات الغطس لاكسابهم نوع من الثقة فى النفس وان يكونوا مهيئون لأداء المهارة قيد الدراسة .

obeikandi.com

- تم وضع علامات مميزة من البلاستر الملون على جميع المفاصل الرئيسية للجسم (رسغ اليد ، المرفق ، الكتف ، الفخذ ، الركبة ، القدم) وذلك لوضوح المفاصل اثناء التحليل .
- التأكد من تفهم اللاعبين (عينة البحث) لطبيعة أجراء الدراسة .

جـ - أعداد آلة التصوير السينمائية :

قامت الباحثة باستخدام كاميرا للتصوير السينمائى ذات تردد ٥٠ صورة فى الثانية - وهى مماثلة فى ترددها لتلك التى تم استخدامها فى تصوير أبطال العالم - وذلك بعد معايرتها والتأكد من صلاحيتها ودقتها .

(٢) مرحلة التصوير بالنسبة للاعبين المصريين :

اتبعت الباحثة الخطوات التالية :

- تم تثبيت آلة التصوير السينمائية ذات تردد ٥٠ صورة فى الثانية على حامل ثلاثى على نفس ارتفاع مستوى السلم المتحرك وعلى بعد ٢٠ متر من الجانب الايسر لحمام الغطس ، مع تعامد بؤرة العدسة على منتصف جسم اللاعب وهو واقف على النهاية الحرة لسلم الغطس المتحرك .
- تم تثبيت مصباحين للاضاءة أحدهم على سلم الغطس الثابت ارتفاع ٧ متر من الجهة اليسرى للاعب والآخر على جانب حمام الغطس بحيث تكون الاضاءة متجهة لاضاءة جسم اللاعب أثناء الأداء .
- تم تجربة آلة التصوير السينمائية قبل عملية تنفيذ الدراسة لعدة مرات للتأكد من صلاحيتها .
- تم تصوير أكبر عدد من المحاولات لكل لاعب حتى وصل عدد المحاولات ٤٠ محاولة بواقع ١٠ محاولات للاعب الواحد .
- تم تصوير المحاولات على فيلم (٤٠٠ قدم ، ١٦ مم ، ماركة Fuji Color) (Negative Film يصلح للتصوير الداخلى .
- وقد لوحظ تشغيل آلة التصوير السينمائية قبل أداء اللاعب بعدة ثوان

لضمان تشغيل آلة التصوير السينمائية واكتسابها السرعة المطلوبة وكذلك سير الفيلم بداخلها .

القياسات :

قامت الباحثة باجراء القياسات التالية :

- وزن اللاعبين .
- اختيار أفضل المحاولات من مستوى الأداء .
- القياسات الكينماتوجرافية .
- وقد قامت الباحثة باجراء جميع القياسات بالاستعانة ببعض المساعدين المؤهلين فى مجال الهندسة والتربية الرياضية مع التأكد من كفاءة وخبرة المساعدين وفهمهم لطبيعة الدراسة .

وزن اللاعبين :

استخدمت الباحثة الميزان الطبى لوزن اللاعبين المصريين بعد معايرته لتحديد أوزان اللاعبين عينة البحث ، وتم الحصول على أوزان أبطال العالم من المرجع الخاص ببطولة العشرة الكبار التى أقيمت بحمام (IUP) ، مرفق (ج) يبين أوزان اللاعبين المصريين وأوزان أبطال العالم .

أختيار أفضل المحاولات من مستوى الأداء :

تم اختيار أفضل المحاولات الصالحة للتحليل بواقع محاولتين لكل لاعب مصرى عن طريق المحلفين* ومحاولة واحدة لكل لاعب من أبطال العالم .

مرفق (د) يبين درجات تقويم مستوى أداء اللاعبين المصريين وأبطال العالم .

(*) خبراء فى مجال الغطس .

obeikandl.com

القياسات الكينماتوجرافية :

بعد تنفيذ وتصوير جميع المحاولات تم اعداد الفيلم للتحليل بعد تحميضه واستخدمت نسخة موجبة Positive لعملية التحليل .

ولعملية التحليل استخدمت الباحثة آلة عرض سينمائية ١٦ مم لتحليل الفيلم .

تحليل الفيلم:

أ - رسم الأوضاع :

جرت عملية نقل الأوضاع باستخدام مقياس رسم ثابت ١ : ٢٠ سم فى كافة مراحل النقل وتم نقل صورة صورة وقد بلغ عدد صور المحاولة ١٥٠ صورة لجميع أفراد العينة، وعن طريق توصيل المفاصل الرئيسية السابق تحديدها بخطوط مستقيمة تعبر عن أجزاء الجسم (الشكل العصوى) (Stick-Figures) تم قياسها واستخراج مراكز ثقل الأعضاء .

بعد دراسة مستفيضة للطرق المستخدمة فى تحديد مكان مركز ثقل الجسم الكلى استخدمت الباحثة النسب الموضحة فى واحدة من هذه الطرق وهى طريقة كلاوسير .

ب - استخراج البيانات :

قامت الباحثة باستخدام برنامج الحاسب الآلى المعد بمبنى الأهرام لحساب المدلولات الميكانيكية التالية:

* تحديد مركز ثقل كتلة الجسم:

تم تحديد مركز ثقل كتلة الجسم باستخدام نسبة أنصاف أقطار مركز ثقل كل جزء من أجزاءجسم الانسان بالنسبة لطول محاورها الطولية، الوزن النسبى

لأجزاء الجسم المختلفة بالنسبة لوزن الجسم الكلى عن كلاوسير جدول (٢) (٩ : ٤)٠

جدول (٢)

الوزن النسبى لأجزاء الجسم المختلفة ونسب أنصاف أقطار مراكز ثقل كل جزء بالنسبة لطول محاورها الطولية (عن كلاوسير)

م	أجزاء الجسم	الوزن النسبى	نسبة أنصاف أقطار مراكز الثقل لأجزاء الجسم على المحور الطولى لها	
١	الرأس	٠٧٣ر	٤٦ر٤٪	من قمة الرأس الى الذقن ٠
٢	الجذع	٥٠٧ر	٣٨ر٠٪	عن بداية عظمة القص من أعلى ٠
٣	العضد	٠٢٦ر	٥١ر٣٪	عن محور الكتفين
٤	الساعد	٠١٦ر	٣٩ر٠٪	عن محور المرفق (الكوع)
٥	اليد	٠٠٧ر	١٨ر٠٪	عن محور الرسغ
٦	الفخذ	١٠٣ر	٣٧ر٢٪	عن محور الحوض
٧	الساق	٠٤٣ر	١ر٣٧٪	عن محور الركبة
٨	القدم	٠١٥ر	٤٤ر٩٪	عن العقب (الكعب) ٠

وذلك وفق المعادلتين التاليين :

$$Y_s = \sum_{i=1}^{i=n} Y_i \cdot G_i \qquad (١)$$

الاحداثى الرأسى لمركز ثقل كتلة الجسم = مجموع حاصل ضرب الوزن النسبى لكل عضو من اعضاء الجسم × البعد الرأسى لمركز ثقل كتلة العضو ٠

$$X_s = \sum_{i=1}^{i=n} X_i \cdot G_i \qquad (٢)$$

الاحداثى الأفقى لمركز ثقل كتلة الجسم = مجموع حاصل ضرب الوزن النسبى لكل عضو من أعضاء الجسم x البعد الافقى لمركز ثقل كتلة العضو (١٠:١٨٠).

* تحديد المسار الحركى لمركز ثقل كتلة الجسم أثناء أداء المهارة قيد الدراسة:

- تم توقيع مراكز ثقل كتلة الجسم بعد تحديد احداثياته باستخدام طريقة كلاوسير على كل محاولة من المحاولات قيد الدراسة .
- تم تحديد الاوضاع لجميع المحاولات بحيث كان لكل محاولة ٤٠ وضع .
- تم رسم المسار الحركى لمركز ثقل كتلة الجسم بمقياس رسم من (١ : ٢٠). للمهارة قيد الدراسة من بداية وقوف اللاعب على سلم الغطس المتحرك وحتى لحظة الدخول بالذراعين فى الماء .
- تم رسم اللاعب على المسار الحركى لمركز ثقل كتلة الجسم لتوضيح المهارة قيد الدراسة .

* حساب القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم فى كلا الاتجاهين الرأسى والأفقى كدالة بالنسبة للزمن خلال أداء المهارة قيد الدراسة:

- من المسار الحركى لمركز ثقل كتلة الجسم أمكن تحديد الازاحة الرأسية والأفقية لكل وضع من الأوضاع قيد الدراسة .
- وباستخدام برنامج الحاسب الآلى أمكن تحديد القوة فى الاتجاهين الأفقى والرأسى ومحصلتهما المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم فى كل وضع من الأوضاع المختارة موضوع الدراسة باستخدام المعادلات التالية:

$$V_y = \frac{Y_2 - Y_1}{t_2 - t_1} \qquad (٣)$$

سرعة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الرأسى =

البعد الرأسى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع الثانى - البعد الرأسى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع الاول

زمن الصورة فى الوضع الثانى - زمن الصورة فى الوضع الأول

$$V_x = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} \qquad (٤)$$

سرعة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الأفقى =

البعد الأفقى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع الثانى - البعد الأفقى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع الأول

زمن الصورة فى الوضع الثانى - زمن الصورة فى الوضع الأول

$$V_R = \sqrt{\left(\frac{Y_2 - Y_1}{t_2 - t_1}\right)^2 + \left(\frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}\right)^2} \qquad (٥)$$

السرعة المحصلة = الجذر التربيعى لمجموع مربع سرعة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الرأسى + مربع سرعة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الأفقى (١٠ : ٣٣)

$$a_y = \frac{V_{y_2} - V_{y_1}}{t_2 - t_1} \qquad (٦)$$

عجلة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الرأسى =

سرعة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الرأسى فى الوضع الثانى - سرعة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الرأسى فى الوضع الأول

زمن الصورة فى الوضع الثانى - زمن الصورة فى الوضع الأول

$$a_X = \frac{V_{X_2} - V_{X_1}}{t_2 - t_1} \qquad (٧)$$

عجلة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الأفقى =

سرعة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الأفقى فى الوضع الثانى - سرعة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الافقى للوضع الأول .

زمن الصورة فى الوضع الثانى - زمن الصورة فى الوضع الأول

obeikandl.com

$$a_R = \sqrt{\left(\frac{V_{Y_2} - V_{y_1}}{t_2 - t_1}\right)^2 + \left(\frac{V_{X_2} - V_{X_1}}{t_2 - t_1}\right)^2} \qquad (٨)$$

العجلة المحصلة = الجذر التربيعى لمجموع مربعى عجلة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الرأسى + عجلة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الأفقى (١٠ : ٤٣).

$$F_y = \frac{m}{g_c} \cdot a_y \qquad (٩)$$

القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الرأسى =

$$\frac{\text{كتلة الجسم}}{\text{معامل التحويل}} \times \text{عجلة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الرأسى .}$$

$$F_X = \frac{m}{g_c} \cdot a_x \qquad (١٠)$$

القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الأفقى =

$$\frac{\text{كتلة الجسم}}{\text{معامل التحويل}} \times \text{عجلة مركز ثقل كتلة الجسم فى الاتجاه الأفقى .}$$

$$F_R = \frac{m}{g_c} \cdot a_r \qquad (١١)$$

القوة المحصلة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم =

$$\frac{\text{كتلة الجسم}}{\text{معامل التحويل}} \times \text{العجلة المحصلة لمركز ثقل كتلة الجسم (١:٦٨-٧٢).}$$

$$m = \frac{G \cdot g_c}{g} \qquad (١٢)$$

obeikandl.com

كتلة اللاعب = $\frac{\text{وزن اللاعب} \times \text{معامل التحويل}}{\text{عجلة الجاذبية الأرضية}}$ (٢٨ : ٥١).

$$\theta = \arctan \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \quad (١٣)$$

ميل المماس لمسار الحركة عند أى نقطة على المسار =

ظا$^{-١}$ (البعد الرأسى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع الثانى - البعد الرأسى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع الأول) / (البعد الأفقى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع الثانى - البعد الأفقى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع الأول .

(١٤: ٥١)

- حساب القوة النسبية :

تم حساب القوة النسبية باستخدام المعادلة التالية :-

(١٤) القوة النسبية = محصلة القوة لحظة آخر تلامس بين القدمين وسلم القفز / وزن الجسم

* حساب دفع القوة المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم فى كلا الاتجاهين الرأسى والأفقى كدالة بالنسبة للزمن خلال مرحلة الأتصال :

- تم حساب دفع القوة فى كلا الاتجاهين الرأسى والأفقى باستخدام المساحة الواقعة بين منحنى دالة (القوة - الزمن) باستخدام الطريقة البيانية كمايلى :
- يقسم المحور السينى الممثل للزمن الى فترات زمنية صغيرة نسبيا ومتساوية .
- تقسم المساحة تحت المنحنى الى مساحات مناظرة للفترات الزمنية المحددة سابقا .
- تحسب المساحات المختلفة تحت المنحنى المناظر للأزمنة المختلفة (منتصف المسافات الزمنية) مع الأخذ فى الاعتبار تراكم هذه الأزمنة مع السابقة لها لتلك المساحات (٩ : ٧٥).

obeikandl.com

* حساب كتلة أجزاء الجسم :

- تم حساب كتلة الجسم باستخدام المعادلة رقم (١٢).

* قياس أقصى ارتفاع وصل اليه مركز ثقل كتلة الجسم خلال مرحلة الطيران :

- وقد تم قياسه من المسار الحركى لمركز ثقل كتلة الجسم .

* زاوية الانطلاق وزاوية الهبوط :

تم تحديد كلا من زاوية الانطلاق وزاوية الهبوط باستخدام المعادلة التالية :

$$\theta = \arctan \frac{Y_n - Y_{n-1}}{X_n - X_{n-1}} \qquad (١٥)$$

ميل المماس لمسار الحركة عند أى نقطة على المسار =

ظا-١ البعد الرأسى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع التالى - البعد الرأسى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع السابق / البعد الافقى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع التالى - البعد الافقى لمركز ثقل كتلة الجسم فى الوضع السابق .

* حساب الدفع النسبى :

تم حساب معامل الدفع النسبى باستخدام العلاقة التالية :

$$\overline{AM} = \frac{I_R}{G} \qquad (١٦)$$

معامل الدفع النسبى = دفع القوة المحصل المؤثر على مركز ثقل كتلة الجسم / وزن الجسم

(٧ : ٣٨)

obeikandl.com

* حساب كمية الحركة الدروانية للجسم حول مركز ثقله لحظة آخر تلامس :

تم حساب كمية الحركة الدورانية الكلية للعضو حول مركز ثقل الجسم لحظة آخر تلامس باستخدام المعادلة التالية :

$$H_s = I_s \, W_{s/Gs} + M_s \, r^2 \, W_{Gs/G} \qquad (١٧)$$

كمية الحركة الدورانية الاجمالية للعضو حول مركز ثقل الجسم = كمية الحركة الدورانية للعضو حول مركز ثقله + كمية الحركة الدورانية للعضو حول مركز ثقل الجسم .

- مرفق (هـ) يبين قيم عزم القصور الذاتى لاعضاء الجسم المختلفة كل على حده حول المحور العرضى المار بمركز ثقل كل منها (٢٢ : ١٤٩).
- تم حساب السرعة الدورانية للعضو حول مركز ثقله ($W_{s/Gs}$). باستخدام المعادلة التالية :

السرعة الدورانية للعضو حول مركز ثقله =

$$\frac{\text{الازاحة الزاوية للعضو حول مركز ثقله}}{\text{زمن الأزاحة}} \qquad (١٨)$$

- تم حساب السرعة الزاوية لدوران مركز ثقل العضو حول مركز ثقل الجسم ($W_{Gs/G}$) باستخدام المعادلة التالية :

السرعة الزاوية لدوران مركز ثقل العضو حول مركز ثقل الجسم =

$$\frac{\text{الازاحة الزاوية لمركز ثقل العضو حول مركز ثقل الجسم}}{\text{زمن الأزاحة}} \qquad (١٩)$$

- تم تجميع مقادير كمية الحركة الدورانية الكلية لأعضاء الجسم حول مركز ثقل الجسم اتجاهيا للحصول على كمية الحركة الدورانية الاجمالية للجسم ككل حول مركز ثقله لحظة آخر تلامس .

obeikandl.com

* تحديد الخصائص الشكلية للجسم لحظة آخر تلامس بالقدمين ، لحظة الدخول بالذراعين فى الماء فى كل محاولة لأفراد عينة البحث :

أ - تحديد الخصائص الشكلية للجسم لحظة آخر تلامس بالقدمين ، وتم قياس زوايا مفاصل كل من :

- زاوية ميل الرأس .
- زاوية مفصلى الكتفين .
- زاوية مفصلى المرفقين .
- زاوية مفصلى رسغى اليدين .
- زاوية مفصلى الفخذين .
- زاوية مفصلى الركبتين .
- زاوية مفصلى رسغى القدمين .

ب - تحديد الخصائص الشكلية للجسم لحظة الدخول بالذراعين فى الماء ، وتم قياس زوايا مفاصل كل من :

- زاوية ميل الرأس .
- زاوية مفصلى الكتفين .
- زاوية مفصلى المرفقين .
- زاوية مفصلى رسغى اليدين .
- زاوية مفصلى الفخذين .
- زاوية مفصلى الركبتين .
- زاوية مفصلى رسغى القدمين .

obeikandl.com