" تحليل بيوميكانيكي لبعض مراحل الأداء الحركي لغطستين من مجموعتين مختلفتين (دورتين ونصف أمامية منحنية ١٠٥ب، دورة ونصف داخلية منحنية ٤٠٣ب)

أ.م.د. كارم متولي مصطفي

المقدمة ومشكلة البحث :

حظت رياضة الغطس في الدول المتقدمة باهتمام العلماء والباحثيين من خلال الدراسات التحليلية للأداء الحركي لمهاراتها،مما أدى إلى طفرات هائلة في تطور هذه الرياضة وتقدمها في تلك الدول، وبالرغم أن جمهورية مصر العربية كانت ضمن الدول المتقدمة في هذه الرياضة،إلا أنه يمكن ملاحظة تخلف لاعبي جمهورية مصر العربية عن تبوء المكانة السابقة خلال الآونة الأخيرة ، وقد يعزى ذلك إلى الافتقار للمعارف والمعلومات العلمية الدقيقة عن كثير من متطلبات الارتقاء بمستوي الاداء وتطويره(١: ١٧٩) ، ومن هذه المعارف والمعلومات تلك الخصائص الفنية لمراحل الأداء في الكثير من غطسات المجموعات الحركية المكونة لهذه الرياضة والتي تجاوزت "(٨٨) غطسة من خمسة مجموعات من السلم المتحرك ، (١١٨) غطسة من ستة مجموعات من السلم الثابت ." قانون الاتحاد الدولي للسباحة للهواة FINA " .

فلقد اتجهت الكثير من الدراسات العلمية في هذا المجال خلال الستين عام الأخيرة ، إلى تحليل مهاراتها بتتبع حركة مركز ثقل الجسم والاجزاء لتوفير المعلومات والمعارف التي تساعد على تحديد الاجراءات المطلوبة لإنجاز الواجب الحركي بأعلى كفاءة وأقل جهد حيث قام لانو Lanoue ١٩٤٠ (٢٥ : ١١٠) بتحليل بعض العوامل الأساسية لاكتساب الارتفاع لاداء مهارات الغطس حيث أشار إلى أهمية الوثبة لتحقيق أقصي ارتفاع . كما قام جروفز Groves ١٩٥٠ (٢٤ : ١٤٠) بتحليل ميكانيكي لعدد من الغطسات تناولت مقدار الميل لحظة الانطلاق ، مقدار الارتفاع عن لوحة الغطس (قمة الغطسة) ، سرعة الدوران لحظة الانطلاق بالاضافة إلى سرعة الدوران لحظة دخول الماء ، ويشير كل من الكرداني وآخرون عن لافلر Lafler ١٩٦٩ (١٧ : ١٥٩ ، ١٦٠) بقيام الأخير بدراسة مقدار الميل لحظة الانطلاق وعلاقته بالحركة الدورانية (عدد وسرعة الدوران) . هذا بالاضافة إلى العديد من الدراسات العربية لبعض الباحثين المصريين قام بها كل من كارم متولى ١٩٧٧ (١٤) ، ١٩٩٦(١٥) ، حسين رمضان ١٩٨٥ (٦) ، صلاح مالك ١٩٩٩ (٧) ، عزة عبد الغني وأميمة إبراهيم ١٩٩٩ (١٢) ، عمرو إبراهيم ٢٠٠٠ (١١) ، حنان مالك ٢٠٠٠ (٥) ، ولقد كانت لهذه الدراسات إسهاماتها في التعرف على أسرار ومكنونات الاداء لبعض مهارات هذه الرياضة .

من هذا المنطلق يحاول الباحث في هذه الدراسة التعرف على بعض الخصائص البيوميكانيكية لبعض مراحل الأداء الحركي لبعض الغطسات من السلم المتحرك ، من خلال التحليل البيوميكانيكي لغطستين من مجموعتين مختلفتين (١٠٥ب ، ٤٠٣ب) لتوفير كم موضوعي من المعلومات للوقوف على بعض النتائج التي قد تفيد الكثير من الباحثيين والمدربيين العاملين في هذا المجال .

أهداف البحث :

تهدف هذه الدراسة التعرف على بعض الخصائص البيوميكانيكية لأداء غطستين من مجموعتين مختلفتين ــ دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) من مجموعة الدورات الأمامية ، دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) من مجموعة الدورات الداخلية ــ من السلم المتحرك ارتفاع (١ متر) من خلال تحديد بعض البارامترات البيوميكانيكية أثناء مراحل الأداء المحددة فيما يلي :

١- مسار مركز الثقل خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين.
٢- أبعاد مركز الثقل عن طرف لوحة الغطس لحظة (الانطلاق) في الغطستين المختارتين.
٣- مقدار الارتفاع عن لوحة الغطس (قمة الغطسة) في الغطستين المختارتين.
٤- البعد الأفقي لنقطة دخول الماء عن طرف لوحة الغطس(نقطة دخول الماء) الغطستين المختارتين .
٥- عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين.
٦- مقدار زاوية الانطلاق (لحظة الانطلاق) في الغطستين المختارتين.
٧- السرعة الخطية المحصلة ومركبتيها-الأفقية ، الرأسية – لحظة (الانطلاق – قمة الغطسة – دخول الماء) في الغطستين المختارتين.
٨- زمن الطيران في الغطستين المختارتين .

المصطلحات المستخدمة :

- البارمترات البيوميكانيكية : ويعرفها الباحث إجرائيا بأنها "مقادير كمية لبعض متغيرات الاداء الحركي الكينماتيكية والكيناتيكية".

- الكينماتيكا Kinematics : فرع الميكانيكا الذي يبحث في الخواص الهندسية لحركة الاجسام دون اعتبار قصورها الذاتي (كتلتها) أو القوى المؤثرة عليها (٣ : ١٨٧) . كما يعني شكل ونوع الحركة بالنسبة للزمن (٢٢ : ٤٩١) .

- الكيناتيكا Kinetics : وهي فرع الميكانيكا الذي يهتم بدراسة القوي المسببة او الناتجة من الحركة (٢٢ : ٤٩١) .

- مركز ثقل الجسم والاجزاء Center of gravity : " هو تلك النقطة التي يمر بها خط عمل محصلة قوى الجاذبية الارضية لنقط الجسم عند أى وضع في الفراغ " (٣ : ١٧٤) . كما يضى نقطة توازن كتل أجزاء الجسم في جميع الاتجاهات وتعمل عليها الجاذبية الارضية (٨ : ٤٤٦) . كما يعرف بأنه" النقطة التي يمر بها خط عمل وزن جسم أومجموعة متماسكة من الاجسام مهما تغير وضع هذا الجسم أو هذه المجموعة بالنسبة للارض (٢ : ٢١٨).

- قمة الغطسة Peak of Dive ، يعرفها الباحث بأنها " نقطة الانقلاب في مسار مركز ثقل جسم اللاعب من الصعود ضد الجاذبية الأرضية إلى الهبوط مع الجاذبية الأرضية خلال مرحلة الطيران ، وهى نقطة أقصى إرتفاع يصل إليه مركز ثقل الجسم من آخر لحظة اتصال بلوحة الغطس حتى نقطة دخول الماء .

- نقطة دخول الماء Entry Point of Dive وهي النقطة التي تنتهي عندها الغطسة المؤداة بدخول الماء ، وأعتبرها الباحث نقطة تلامس اليدين بسطح الماء لحظة الدخول في الغطستين المختارتين.

- نقطة الانطلاق وهي نقطة اتصال أصابع القدمين مع لوحة الغطس عند آخر وضع أتصال . قبل ترك اللوحة وفقد الاتصال .
- زاوية الانطلاق هي الزاوية المحصورة بين خط عمل القوة والرأسي(زاوية مركزثقل الجسم والمحور مع الرأسي) .
- الازاحة الزاوية بالتقدير الستيني : هي قيمة قياس الزاوية المحصورة بين خطي مركزي ثقل الجسم ومحور الحركة في الوضعين السابق واللاحق .
- الزاوية النصف قطرية Radians : هي الزاوية المركزية في الدائرة التي تحصر قوساً طوله يساوي طول نصف قطر هذه الدائرة "وتساوي" مقدار الازاحة الزاوية بالتقدير الستيني ÷ (١٨٠÷٣,١٤) = مقدار الزاوية بالتقدير الستيني÷ ٥٧,٣ وتميز بـــ Radians " (٢٣ : ١٥٥ ، ١٥٦).
- المسافة المماسية التي تتحركها نقطة (مركزثقل الجسم) = بعد النقطة عن المحور× الزاوية القطرية.
- السرعة المماسية (السرعة الخطية لمركز ثقل الجسم)= المسافة المماسية التي تتحركها النقطة(مركزثقل الجسم) ÷ الزمن ، أي = المماس / ن
- مركبة السرعة الرأسية Vertical Component of Velocity وهي حاصل ضرب السرعة المماسية المحصلة × جا الزاوية.
- مركبة السرعة الأفقية Horizontal Component of Velocity وهي حاصل ضرب السرعة المماسية المحصلة × جتا الزاوية (٢٣ :١٦٢) .
- زمن الطيران وهو الزمن المستغرق منذ لحظة الانطلاق حتي لحظة دخول الماء .

<u>التقسيم الفني لمهارات الغطس (مجموعات الغطس).</u>

تقسم مهارات رياضة الغطس فنياً إلى مجموعات ، تشتمل كل مجموعة منها على عدد من الغطسات تتشابة فيما بينها في إتجاه الارتقاء واتجاه الدوران ، وتؤدى باتخاذ الجسم لأوضاع مختلفة (المستقيم ، المنحني ، المكور ، الحر) ، لذلك فإن حركات الغطس المختلفة لا تخرج عن كونها إحدى الغطسات في أى مجموعة من المجموعات التالية :

الاولى (الغطسات الأمامية) ١١ غطسة ويكون فيها إتجاه الإرتقاء للامام وإتجاه الدوران للامام .

الثانية (الغطسات الخلفية) ١٠ غطسات ويكون فيها إتجاه الإرتقاء للخلف وإتجاه الدوران للخلف .

الثالثة (الغطسات المعكوسة) ٩غطسات ويكون فيها إتجاه الإرتقاء للامام وإتجاه الدوران للخلف .

الرابعة (الغطسات الداخلية) ٨غطسات ويكون فيها إتجاه الإرتقاء للخلف وإتجاه الدوران للامام .

الخامسة (الغطسات الدورانية مع اللف) ٥٠غطسة وهى غطسات مركبة من غطسات المجموعات السابقة مع اللف ، وتتم فيها الحركة حول المحورين العرضي والطولي للجسم في نفس الوقت .

وتؤدى غطسات هذه المجموعات الخمس من السلمين المتحرك ٨٨ غطسة أو الثابت ٩٣ غطسة ، لكن يضاف إليها مجموعة سادسة هى مجموعة (الغطسات من الوقوف على الذراعين) ٢٥ غطسة وتؤدى هذه المجموعة من السلم الثابت فقط ليكون إجمالي عدد الغطسات ١١٨غطسة من السلم الثابت "قانون الاتحاد الدولي للسباحة للهواة FINA " ٢٠٠٢م ــ ٢٠٠٤م .

التعريف الرقمي للغطسات:

عرف الاتحاد الدولي للسباحة للهواة FINA جميع مهارات الغطس باستخدام نظام رقمي مكون من ٣ أو ٤ حقول (خانات) متبوعاً بأحد الحروف الهجائية تبدء من اليسار (مادة د١/ ٥) "قانون الاتحاد الدولي للسباحة للهواة FINA " ٢٠٠٢م ــ ٢٠٠٤م .

أرقام الغطسات المختارة قيد البحث : دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) من مجموعة الدورات الأمامية ، دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) من مجموعة الدورات الداخلية.

تحليل عام للغطس من السلم المتحرك:

أولاً : الغطس من الاقتراب والارتقاء الامامي:

تبدء غطسات مجموعة الدورات الأمامية وغطسات مجموعة الدورات المعكوسة وغطسات مجموعة الدوران مع اللف ــ المشتقة من المجموعتين السابقتين ــ من وقفة الاستعداد ، ثم الاقتراب بالمشي العادي الهادئ عدد من الخطوات لاتقل عن ثلاثة خطوات متدرجة في السرعة تصل أقصاها بخطوة واسعة (الخطوة الثالثة) ، تتبعها وثبة بالدفع بالقدم الأمامية (قدم الارتقاء) للوحة الغطس (hurdle) المرنة لأسفل مع استمرار تقدم القدم الخلفية أماماً تقودها حركة الركبة لأعلي لتحويل مركبتا السرعة والقوة الأفقية – التي يكتسبها الجسم – لأعلي بمساعدة حركة الذراعين معا من أسفل إلى أعلى ليصل الجسم لأقصى إرتفاع الذراعان عاليا ممتدتان جانبا الرأس ، وتكون الرجلان قد أصبحتا على كامل امتدادهما ، وعند وصول الجسم لأقصى إرتفاع ، يبدء في الهبوط الهادئ بخفض الذراعان بتوافق تام مع حركة الجسم لأسفل حتى ملامسة اللوحة مرة أخرى بأصابع القدمين معاً فالمشطين فباطن القدمين فالعقبين على أن يتوافق ذلك مع استمرار حركة الذراعين لأسفل مع ثني مفصلي القدمين (القدم – الساق) ومفصلي الفخذين (الساق – الفخذ) والجذع (الفخذ – الجذع) بانسجام مع حركة لوحة الغطس المرنة لأسفل (Drive down) للوصول لوضع التحفز (Crouch) الذي ينتهي عند أقصى نقطة إنحناء ، يلاحظ عند هذا الوضع حدوث ميل للجسم بدرجات مختلفة تتوقف على نوع الغطسة (عدد الدورات والمجموعة التي تنتمي اليها) ، حيث يبدأ الانطلاق بالدفع بالقدمين معا مع ارتداد حركة اللوحة لأعلى (Push up) مع تتابع مد جميع زوايا الجسم ورفع الذراعان التي تقود حركة الجسم للخروج من اللوحة المرنة لأداء الغطسة المطلوبة ، وبمجرد ترك اللوحة والانطلاق تبدء مرحلة أخري تتوقف على هدف الحركة (نوع الغطسة) حيث يأخذ الجسم مساراً لايمكن تغييرة كحركة جسم مقذوف في الهواء ممثلاً بمنحني على شكل قطع مكافئ ينتهي بدخول الماء (١٤ : ١٦٥ – ١٨٣) (١٩ : ١١٠ – ١١٤) .

مماسبق يتضح أن هناك عدد من المراحل الأساسية للأداء يمكن حصرها فيما يلي :

١- وقفة الاستعداد .
٢- الاقتراب (لايقل عن ٣ ثلاثة خطوات).
٣- الوثبة (الطيران الاول).
٤- الارتقاء (ينتهي بالانطلاق) .
٥- الغطسة (الطيران الثاني).
٦- دخول الماء .

ثانياً : الغطس من الاقتراب والارتقاء الخلفي:

يستخدم هذا النوع من الاقتراب والارتقاء في أداء غطسات مجموعة الدورات الخلفية وغطسات مجموعة الدورات الداخلية وغطسات مجموعة الدوران مع اللف المشتقة من المجموعتين السابقتين ويختلف الاقتراب في هذه الغطسات عن الاقتراب والارتقاء الامامي لعدم وجود وثبة ويكون الغرض مجرد الوصول لمسافة قريبة من طرف اللوحة والثبات لحين سماع إشارة الحكم عند ذلك يتجه بالمشى حتى طرف اللوحة لتبدء الغطسة حيث يقف اللاعب عند طرف لوحة الغطس (الظهر للماء) معتدلاً حاملاً ثقل جسمة على الامشاط ، يرفع الذراعين أماماً باتساع الصدر ويثبت النظر عند نقطة على مستوى اللوحة في الجهة المقابلة (الطرف الآخر من اللوحة) ، بعد التأكد من إتزان الجسم ، تخفض الذراعان أسفل ببطء ثم تتحرك للوضع جانباً وأحياناً أماماً عالياً حسب متطلبات الاداء- دون تحريكهما للخلف- وتسمى هذه المرحلة من حركات الذراعين بمرجحة الذراعين الابتدائية (The Preparatory Armswing) فتساعد هذه الحركة على رفع ثقل الجسم إلى حد ما عن اللوحة ، ثم تخفض الذراعين مع ثني الركبتين لأسفل مع زيادة متدرجة في سرعة الذراعينمع الاحتفاظ باستقامة الظهر ، وهذه الحركة تسبب إنثناء اللوحة لأسفل (The Drive Down) وعند وصول الذراعين لأسفل للخلف قليلاً يكون اللاعب قد وصل لوضع التحفز (The Crouch) ، يلاحظ عند هذا الوضع حدوث ميل بدرجات مختلفة يستعيد فيها الجسم وزنه وأستقراره أعلى لوحة الغطس المتحركة ، تتوقف هذه المرحلةعلى نوع الغطسة (عدد الدورات والمجموعة التي تنتمي اليها) ، حيث يبدأ الانطلاق بالدفع بالقدمين معا مع تتابع مد جميع زوايا الجسم ورفع الذراعين التي تقود حركة الجسم للخروج من اللوحة المرنة لأداء الغطسة المطلوبة (The Push Up)، وبمجرد ترك اللوحة والانطلاق تبدء مرحلة أخري تتوقف على هدف الحركة (نوع الغطسة) حيث يأخذ الجسم مساراً لايمكن تغييرة كحركة جسم مقذوف في الهواء ممثلاً بمنحني ينتهي بدخول الماء (١٩ :١١٦) .

مماسبق يتضح أن هناك عدد من المراحل الأساسية للأداء يمكن حصرها فيما يلي :

١- الاقتراب.
٢- وقفة الاستعداد .
٣- الارتقاء (ينتهي بالانطلاق) .
٤- الغطسة (الطيران).
٥- دخول الماء .

الدراسات المرتبطة :

١- قام وليام جروفز William Groves ١٩٥٠(٢٤ : ١٣٢) باجراء دراسة بعنوان " تحليل ميكانيكي للغطس " إستهدفت التحقق من صدق الدراسات السابقة والتي قدمت في مجال رياضة الغطس ووضع عدد من الجداول والنماذج التوضيحية لكيفية أداء الغطسات ، كانت عينة البحث ٣ ثلاثة لاعبين قاموا بأداء عدد ٦ غطسات ، ولقد قام بتحديد مراكز الثقل رياضياً بعد أن اختار عدد من الأوضاع (الصور) تمثل (لحظة فقد الاتصال بين اللاعب واللوحة ، قمة الغطسة ، الدخول). ومن نتائج التحليل الكينماتيكي للصور أمكنه تحديد ارتفاع الغطسة ، زاوية الارتقاء ، سرعة الدوران للغطسات وكان من أهم

٢- كما أجرى مورهاوس Morehouse ١٩٧٣ (٢١ : ٣٥٩) دراسة بعنوان " التحليل البيوميكانيكي للارتقاء لأداء غطسات الدورانات الأمامية " إستهدفت التعرف على الخصائص البيوميكانيكية للأرتقاء في غطسات الدورانات الأمامية، ولقد أجريت على عينة من أربعة لاعبين قاموا بأداء أربع غطسات من مجموعة الدورانات الأمامية ، هي نصف دورة أمامية ، دورة أمامية ، دورة ونصف أمامية ، دورتين ونصف أمامية ، ولقد تعامل مورهاوس Morehouse مع متغيرات السرعة الافقية والرأسية أثناء الوثبة ، وزوايا الذراعين والجذع والجسم لحظة الارتقاء ، السرعة والعجلة الزاوية قبل وبعد الارتقاء . كانت أهم الاستنتاجات وجود علاقة عكسية بين سرعة ارتداد لوحة الغطس والسرعة الرأسية لمركز ثقل جسم اللاعب عند أداء بعض الغطسات كما تكون مقادير زوايا أجزاء الجسم موضوع الدراسة كبيرة لحظة الارتقاء كلما زادت عدد الدورانات الهوائية .

٣ – وقام حسين رمضان١٩٨٥(٦) بدراسة تحت عنوان "علاقة بعض متغيرات الانطلاق بمستوى أداء بعض غطسات المجموعة الامامية من السلم المتحرك" للتعرف على علاقة بعض متغيرات الانطلاق بمستوى أداء بعض غطسات المجموعة الامامية من السلم المتحرك ممثلة في(دورة ودورتين وثلاثة دورات ونصف أمامية مكورة)كذلك نسبة مساهمة سرعات أجزاء الجسم لحظة الانطلاق بسرعة الانطلاق في الثلاث غطسات حيث كانت عينة البحث لاعب واحد أختير بطريقة عمدية قام بأداء الغطسات موضوع الدراسة ، مستخدماً التصوير السينمائي ، ولقد أشارت أهم نتائج دراسته إلى وجود علاقة أيجابية دالة إحصائياً بين سرعة وزاوية الانطلاق ومستوى أداء كل من غطسة (الدورة واندورتين ونصف الامامية) .

٤- وفي دراسة لصلاح محمد مالك ١٩٩٩ (٧) بعنوان التحليل البيوميكانيكي للثلاثة دورات والنصف دورة المنحنية الأمامية من السلم المتحرك ٣متر، بهدف تحديد العوامل البيوميكانيكية لانجاح أداء الدفع بالقدمين وتحكم الجسم في أداء الثلاثة دورات ونصف الامامية المنحنية من السلم المتحرك ٣ م . مستخدماً المنهج الوصفى على عينة من لاعب واحد . ولقد إستنتج تفوق السرعة الافقية على السرعة الرأسية خلال مرحلة الاقتراب ثم تحول جزء من السرعة الافقية الى السرعة الرأسية .

٥- ولقد أجرت كل من عزة عبد الغني عبد العزيز ، أميمة ابراهيم العجمي ١٩٩٩(١٢: ٢١٥ – ٢٥٨) دراسة بعنوان " دراسة تحليلية لبعض البارامترات الكينماتيكية للغطسة الامامية المكورة وعلاقتها بالتوازن الديناميكي للاعبي الغطس " واستهدفت الدراسة التعرف على العلاقة بين كل من البارمترات ،الكينماتيكية للغطسة الامامية المكورة وبعض القدرات البدنية ودرجة التوازن الديناميكي للاعبي الغطس، ولقد أستخدمت كل من عزة عبد الغني عبد العزيز ، أميمة ابراهيم العجمي المنهج الوصفي عن طريق التحليل السينمائي للتصوير التلفزيوني والحاسب الآلي .أجريت الدراسة على عينة من لاعب واحد تحت ١١سنة ، لاعب واحد تحت ١٣سنة ، لاعب واحد من مستوى العمومي . كانت أهم نتائج الدراسة التأكيد على أهمية التوازن الديناميكي للاعبي الغطس .

٦ــ كماأجرى عمرو محمد ابراهيم ١٩٩٩ (١١) دراسة بعنوان " مساهمة بعض المتغيرات الديناميكية في مستوى أداء غطسة الدورتين ونصف الامامية المنحنية من السلم المتحرك ارتفاع متر واحد" استهدفت التعرف على أهم المتغيرات الديناميكية المؤثرة ومساهمتها في مستوى أداء الغطسة مجال البحث ، ولقد

اتبع عمرو محمد ابراهيم المنهج الوصفي مستخدما التحليل السينمائي ، وكانت أهم نتائج هذه الدراسة ، وجود تناسب عكسي بين زمن الارتقاء الاول والثاني ، ودرجات تقدير الحكام لمستوى أداء الدورتين ونصف الامامية المنحنية من السلم المتحرك ارتفاع متر واحد .

تعليق على الدراسات السابقة والاستفادة منها :

من العرض السابق للدراسات والبحوث المرتبطة بالمجال الفني للبحث الحالي يمكن ملاحظة مايلي :

١- شيوع استخدام المنهج الوصفي كمنهج مناسب للتحليل الحركي عن طريق التصوير السينمائي أو باستخدام كاميرات الفيديو على الرغم من تعدد واختلاف الاهداف .

٢- صغر حجم عينات بعض هذه الدراسات حيث يمكن أن تكون لاعباً واحداً أحياناً حسب هدف الدراسة .

ولقد استفاد الباحث من مجمل ماتقدم من حيث المنهج وإختيار العينة والاجراءات المتبعة والاستنتاجات خاصة فيم يتعلق بتفسير ومناقشة نتائج دراسته الحالية.

إجراءات البحث :

منهج البحث :

إستخدم الباحث المنهج الوصفي عن طريق التحليل الحركي بإستخدام التصوير بكميرا الفيديو V.C. .

عينة البحث :

شملت عينة البحث لاعب غطس واحد متميز أختير (بطريقة عمدية) من لاعبي الفريق القومي المصري من مرحلة العمومي رجال . حيث قام اللاعب بأداء عدد من المحاولات – لكل غطسة من الغطستين المختارتين (قيد الدراسة) _ دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) من مجموعة الدورات الأمامية ، دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) من مجموعة الدورات الداخلية _ إختار الباحث من بينها أفضل محاولة لكل منها صالحة لغرض التحليل ، وتوضح الأشكال (١ ، ٢) نماذج حقيقية لتسلسل الأداء الحركي للغطستين والاوضاع المختارة . (لحظة الانطلاق – قمة الغطسة – نقطة دخول الماء) .

جدول (١) مواصفات فرد عينة البحث

العمر الزمني	العمر التدريبي	الطول	الوزن
٢٠	١١	١٦٨	٧٢

يوضح جدول (١) البيانات الأساسية لعينة البحث المكونة من أحد اللاعبين المتميزين بالفريق القومي المصري ويبلغ عمره ٢٠ عاماً ، عمرة التدريبي ١١ عاماً ، طوله ١٦٨ سنتيمتراً ، كان وزنه ٧٢ كيلو جراماً .

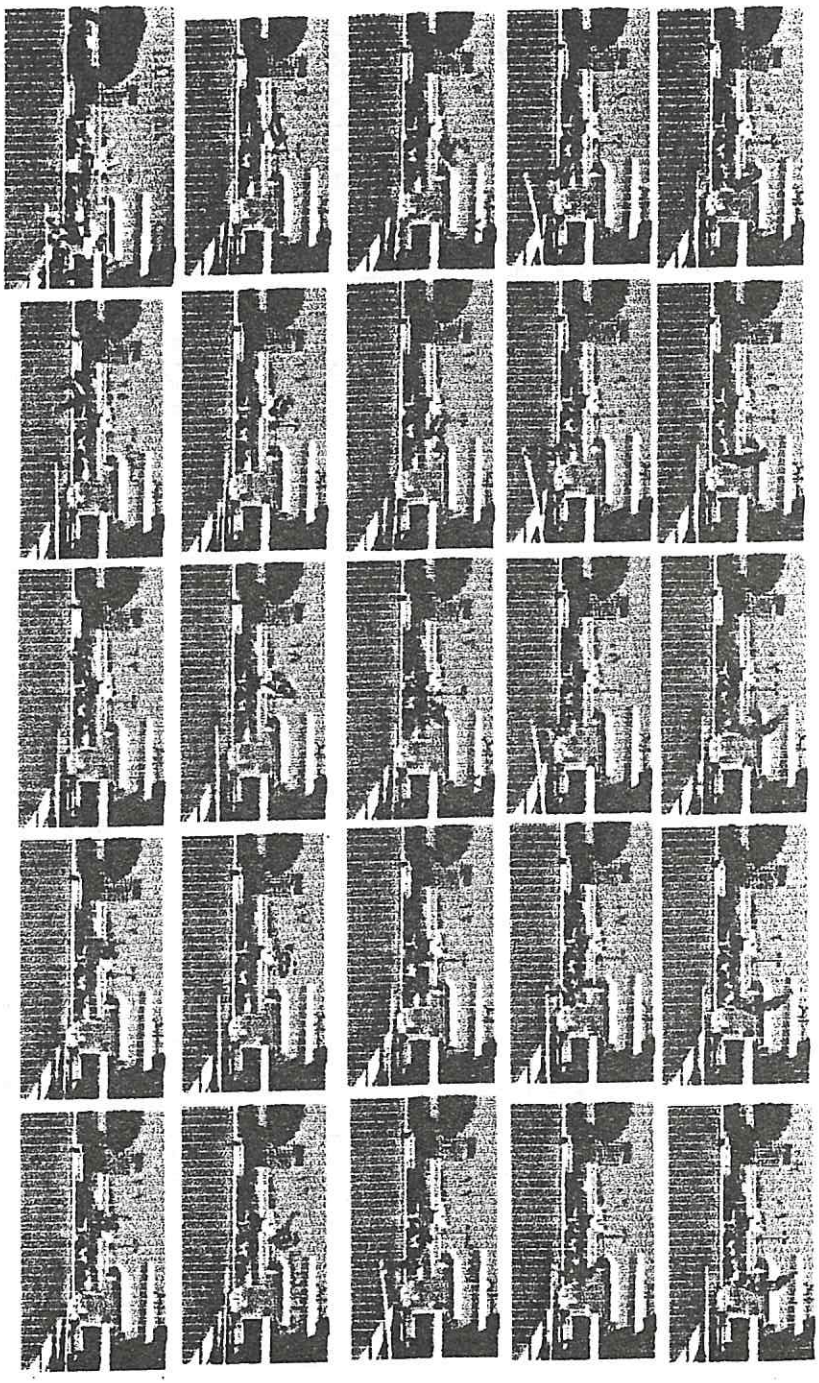
الغطسات والأوضاع المختارة للدراسة :

١ــ دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) من مجموعة الدورات الأمامية:

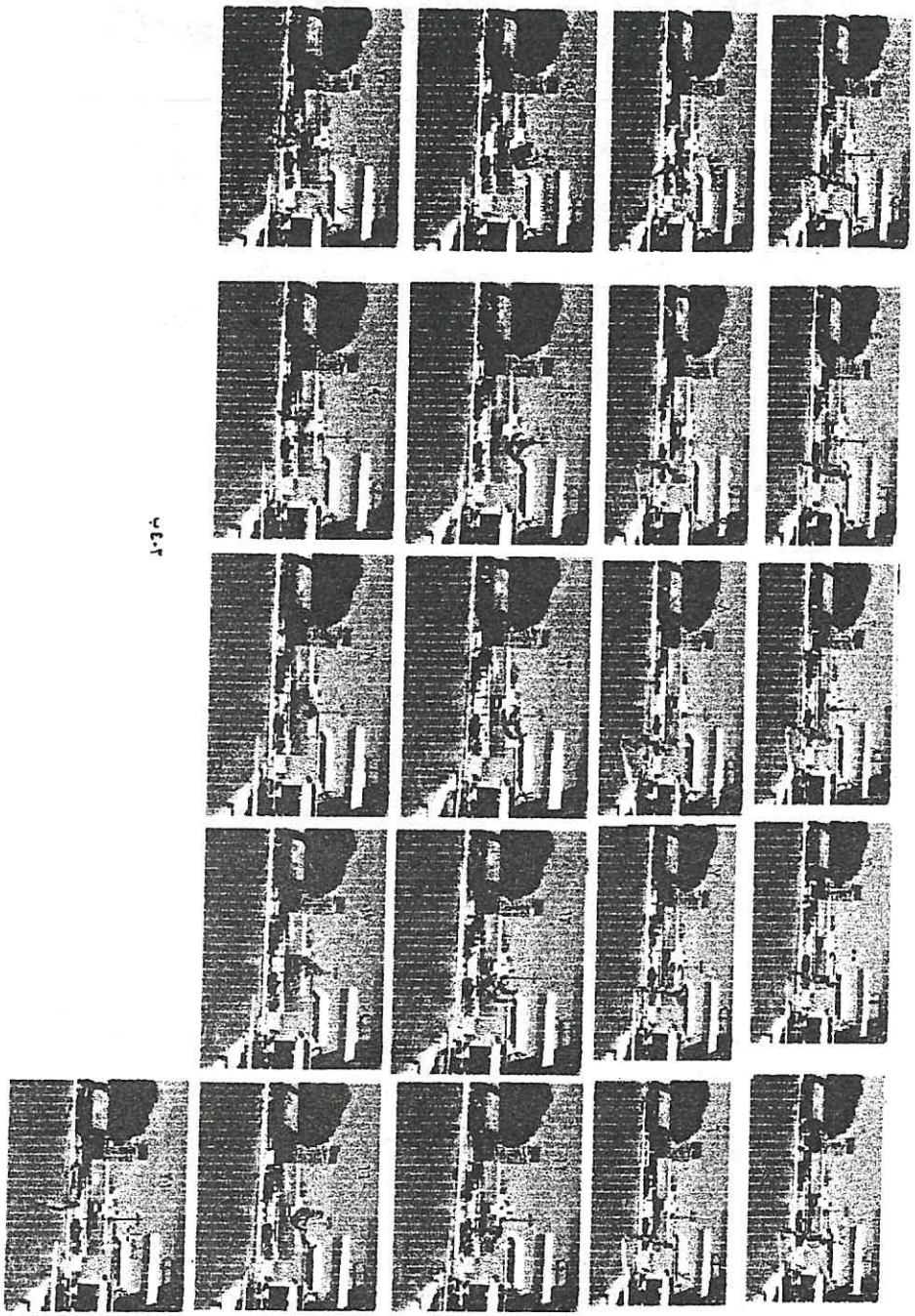
تبدء بوقفة الاستعداد ثم الاقتراب بالمشي والوثب ويكون فيها إتجاه الإرتقاء للامام وإتجاه الدوران حول المحور العرضي للجسم للامام لأداء دورتين ونصف بالشكل المنحني مروراً بقمة الغطسة حتى دخول الماء ، يوضح(الشكل ١) نموذج حقيقي لغطسة دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) من مجموعة الدورات الأمامية. من خلال الاوضاع من (١ – ٢٤) حيث يتبين تتابع الأداء الحركي للنموذج المختار للدراسة ، بدءاً من قمة الطيران الأول أثناء الوثبة (الوضع ١) ، الإنطلاق (الوضع ١١) ، قمة الغطسة(الوضع ١٦) ، دخول الماء (الوضع ٢٤) .

٢ــ دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) من مجموعة الدورات الداخلية.

تبدء بعد وقفة الاستعداد حيث يقف اللاعب عند طرف لوحة الغطس (الظهر للماء) معتدلاً حاملاً ثقل جسمة على الامشاط وعقب وصول اللاعب لوضع التحفز وميل الجسم أماماً يكون إتجاه الإرتقاء للخلف والدوران للامام لأداء دورة ونصف بالشكل المنحني(للداخل) في إتجاة لوحة الغطس المتحركة مروراً بقمة الغطسة حتى دخول الماء ، حيث تتم الحركة في اتجاهين متضادين الإرتقاء للخلف والدوران للامام ، يوضح(الشكل ٢) نموذج حقيقي لغطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) من مجموعة الدورات الداخلية ، من خلال الاوضاع من (١ – ٢١) حيث يتبين تتابع الأداء الحركي للنموذج المختار للدراسة ، بدءاً من وقفة الاستعداد عند طرف لوحة الغطس(الظهر للماء) (الوضع ١) ، الإنطلاق (الوضع ١٠) ، قمة الغطسة (الوضع ١٥) ، دخول الماء (الوضع ٢١).



(شكل١) نموذج أداء دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) من مجموعة الدورات الأمامية .



(شكل٢) نموذج أداء دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) من مجموعة الدورات الداخلية.

وسائل جمع البيانات :

أولا : فيلم سابق التصوير بغرض الدراسة .

ثانيا : جهاز حاسب آلي - كمبيوتر شخصي Computer ماركة باكرد بيل Packard Bell طراز Clup ٥٠٠ ، مزود بمعالج بيانات Processor سرعة ٥٠٠ ميجا هيرتز Pentium III ٥٠٠ M h s ، ٥١٢ K h ، ذاكرة مؤقتة RAM١٢٨ ، شاشة عرض ١٥ بوصة - ملحق به عدد من البرامج النوافذية المتوافقة مع نظام النوافذ ٩٨ و نوافذ ٢٠٠٠ و نوافذ XP وهي : معالج الجداول Excel ، معالج الكلمات Word من مجموعة برامج المعالج المكتبي Office ، برنامج عرض الافلام Media Player ٧ ، برنامج تقطيع الصور Vcdcut ، برنامج مشاهدة الصور Acd viewer ٣٢ ، برنامج معالجة الصور والأشكال والرسومات Adop photo shop ٥,٥ ، برنامج المعالج الاحصائي للعلوم الاجتماعية SPSS . وجميعها وفق إجراءات و تعليمات المساعدة عن برنامج تحليل الاداء الحركي لكارم متولي(الإصدار الأول) ٢٠٠٢ م (١٦).

ثالثا: جهاز طباعة *Printer* ألوان طراز (HP ٦٤٠ C) أستخدم في الحصول على صور تتابع الاداء الحركي لمختلف الأوضاع المختارة للدراسة .

رابعا: برنامج تحليل الاداء الحركي لكارم متولي (الإصدار الأول)٢٠٠٢م (١٦) .

وصف البرنامج:

البرنامج عبارة عن مجموعة من الاجراءات و النماذج الرياضية لتحليل الاداء الحركي للمهارات الرياضية المصورة باستخدام كاميرات الفيديو . تستخدم للتعامل مع صور الأوضاع المتتابعة لأى مهارة حركية لإجراء المعالجات والعمليات الرياضية (الحسابية) الكترونياً لمجموعة من البيانات المدخلة لصور الأوضاع المتتابعة ، بإستخدام نظام النوافذ windows بواسطة مجموعة من البرامج النوافذية الملحقة بالحاسب الآلي الشخصي ، بغرض الحصول على كم موضوعي لبعض البارمترات البيوميكانيكية (كينماتيكية - كيناتيكية) .

الإجراءات التنفيذية :

- أجريت الدراسة خلال الفترة من ٥/ ٢ / ٢٠٠٢ م حتى - ١ / ٧ / ٢٠٠٢ م ، باستخدام الحاسب الآلي الشخصي .
- إستخدم الباحث فيلم سابق التصوير بكاميرا فيديو ماركة بناسونيك Panasonic ذات تردد معدلة ٢٤ صورة / ثانية ، أى أن زمن الوضع (١/٢٤) (٧) ، حيث تم مراعاة شروط وإجراءات التصوير بالفيديو (١٠ :١٥٩-١٦١)(١٣: ٢٠٨-٢١٣) .
- إستخدم الباحث برنامج وإجراءات التحليل عن كارم متولي ٢٠٠٢ م (١٦) معتمداً على قيم الابعاد والأوزان النسبية لكلاوزر من خلال الخيارات التي يتيحها البرنامج المستخدم .
- تم إختيارالأوضاع المتتابعةالموضحة بالأشكال (١ ، ٢) من الفيلم بشكل منتظم معدله (١ : ٢) .
- زمن الوضع ١/٢٤ (٠,٠٤١٦) ، الزمن الكلي عند أي وضع ١/٢٤ × ٢(معدل اختيار الاوضاع) × مسلسل الوضع ، حيث يصبح الزمن الكلي عند مسلسل الوضع (١) علىسبيل المثال ١/٢٤ × ٢ × (١) يساوي ٠,٠٨٣٣ ثانية ، عند مسلسل الوضع (٥) يساوي ٠,٤١٦٦ وهكذا .

- مقياس الرسم ١ : ١,٨١ (معايرة لصورة علامة مرجعية لمتر واحد ١٠٠ سنتيمتر) ، ويعني هذا (مقياس الرسم) ، أن كل ١ متر (١٠٠سم) في الحقيقة تظهر ١,٨١ سم في الرسم ، على الحاسب الآلي .
- تم عرض البيانات ومخرجات التحليل و المعالجة الاحصائية ومناقشتها و إعداد التقرير .

المعالجة الأحصائية :

أجريت المعالجات الإحصائية باستخدام مجموعة برامج SPSS في ما يلي :

- إيجاد معامل الارتباط (بيرسون) بين البارامترات البيوميكانيكية مجال الدراسة .
- قبل الباحث مستوى الدلالة الإحصائية عند ٠,٠٥ على الاقل .
- التمثيل البياني لمسار مركز الثقل خلال مراحل أداء الغطسات المختارة مجال الدراسة .

خطة عرض البيانات (الجداول . الأشكال) :

أولاً : البارامترات البيوميكانيكية مخرجات التحليل المختارة للدراسة:

ـ جدول (٢) مخرجات التحليل المختارة للدراسة لمراحل أداء غطسة ١٠٥ ب.

ـ جدول (٣) مخرجات التحليل المختارة للدراسة لمراحل أداء غطسة ٤٠٣ ب.

معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء الغطستين المختارتين .

ـ جدول (٤) معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء غطسة ١٠٥ ب .

ـ جدول (٥) معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء غطسة ٤٠٣ب .

ثانياً : مسار مركز الثقل خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين:

ـ جدول (٦)إحداثيات مسار مراكز ثقل الجسم خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين .

ـ (شكل٣) التمثيل البياني لمسار مركز ثقل الجسم خلال مراحل أداء غطسة ١٠٥ ب.

ـ (شكل٤) التمثيل البياني لمسار مركز ثقل الجسم خلال مراحل أداء غطسة ٤٠٣ب.

ـ (شكل٥) النموذج الحقيقي للأوضاع المختارة للدراسة للغطستين المختارتين .

ثالثاً : البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل عند الأوضاع المختارة للدراسة:

أبعاد مراكز الثقل خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين :

ـ جدول (٧) أبعاد مراكز ثقل الجسم عن محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين.

ـ جدول (٨) أبعاد مراكز ثقل الجسم عن محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس)، لحظة الوصول لأقصى إرتفاع عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين.

ـ جدول (٩) أبعاد مراكز ثقل الجسم عن محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين.

عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين :

ـ جدول (١٠) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس)، لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين.

ـ جدول (١١) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس)، عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين.

ـ جدول (١٢) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس)، لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين .

الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين :

ـ جدول (١٣) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين .

ـ جدول (١٤) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين .

ـ جدول (١٥) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين .

ـ جدول (١٦) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة دخول الماء) لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين.

السرعة المماسية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق) في الغطستين المختارتين:

ـ جدول (١٧) السرعة المماسية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين.

ـ جدول (١٨) السرعة المماسية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة الوصول لأقصى إرتفاع عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين.

ـ جدول (١٩) السرعة المماسية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين .

زمن الأداء في الغطستين المختارتين :

ـ جدول (٢٠) زمن الأداء الكلي وزمن أداء المراحل .

عرض النتائج ومناقشتها :

عرض النتائج:

البارامترات البيوميكانيكية مخرجات التحليل المختارة للدراسة:

جدول (٢) مخرجات التحليل المختارة لمراحل أداء خطوة ١٠٥ب

تسلسل الزوج	زمن ١٠٥ب	زمن	الزمن	مراكز ثقل الجسم		محور الحركة		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
		الوضع	الكلى	(س)	(ص)	(س)	(ص)	المسافة المحققة	الانتقالى	الرأسى	عزم التصوير	الزاوية لقطر ربع الرأسى	السرعة الزاوية	المسافة المحصلة	السرعة المحصلة	السرعة الانتقالية	السرعة الرأسية
١	بدء	٠,٠٨٣	٠,٠٠٠٠	٢,٣٤٦	٥,١٠٤	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٩١٥	-٠,٢١٧	١,٩٢٩	٣٢,٥٦٨	٠,٠٠٠٠	-٥,٣٨٣	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
٢		٠,٠٨٣	٠,٠٠٨٣	٢,٣٤٦	٥,١٠٤	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٩١٥	-٠,٢١٧	١,٩٢٩	٣٢,٥٦٨	٠,٠٠٠٠	-٥,٣٨٣	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠	٠,٠٠٠٠
٣		٠,٠٨٣	٠,١٦٧	٢,٣٤٠	٥,١٦٣	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٩٧٤	-٠,٢٦٣	١,٩٥٢	٣٢,٣٤٣	٠,٠٠١٥	-٥,٠٥٢٧	٠,٠٠٢٩	٠,٠٠٨١	٠,٠٣٥١	-٠,٠٠٥٢
٤		٠,٠٨٣	٠,٢٥٠	٢,٣٤٠	٥,١٠١	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٩٢٩	-٠,٢٠٥	١,٩١٨	٣٢,٥١٦	٠,٠٠٤٢	-٥,١٠١٨	٠,٠٠٢٩	٠,٠٠٨١	٠,٠٩٧٨	-٠,٠١٠٤
٥		٠,٠٨٣	٠,٣٣٣	٢,٣٤٠	٤,٧٨٥	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٧٥٤	-٠,١٩٢	١,٧٤٣	٢٧,٠٦٦	٠,٠٠٢٣	-٤,٠٨٢	٠,٠٠٣٥	٠,٠٠٧٧	٠,٠٤٢١	-٠,٠٠٣٧
٦		٠,٠٨٣	٠,٤١٧	٢,٣٤٠	٤,٤٠٣	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٥٣٨	-٠,١٣٤	١,٥٣٢	٢١,٥١١	٠,٠٠٢٣	-٣,٠١٩٢	٠,٠٠٢٦	٠,٠٠٦٦	٠,٠٣١٤	-٠,٠٠٢٠
٧		٠,٠٨٣	٠,٥٠٠	٢,٣٤٠	٣,٧٣٠	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,١٦٢	-٠,٠٧٥	١,١٦٠	١٨,٢٨١	٠,٠٠٣٢	-٢,٥٢٢٢	٠,٠٠٢٦	٠,٠٠٣١	٠,٠٣٧٨	-٠,٠٠١٢
٨		٠,٠٨٣	٠,٥٨٣	٢,٣٤٠	٣,٣٩٦	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	٠,٩٧٨	-٠,٠٣٢	٠,٩٧٧	١٤,٣٣٨	٠,٠٠٣٠	-١,٥٨١٩	٠,٠٠٣١	٠,٠٠٥٨	٠,٠٦٩٩	٠,٠٠٣٨
٩		٠,٠٨٣	٠,٦٦٧	٢,٣٤٠	٣,٨٥٦	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٠٧٨	-٠,٠٢٦	١,٠٧٧	١١,٥٨٠	٠,٠٠٨٦	٣,٠٨٢	٠,٠٠٨٨	٠,٠٠٤٧	٠,٠٦٥٥	٠,٠٠٨٠
١٠		٠,٠٨٣	٠,٧٥٠	٢,٣٤٠	٣,٥٤٤	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٠٥٣٨	-٠,٠٩٣	١,٠٥٣	١٢,٠٩٥	٠,٠٠٩٣	-٢,٠٩٣٣	٠,٠٠٩٦	٠,٠٠٧٤	٠,٠٨٨٨	٠,٠٢٣٠
١١	الانطلاق	٠,٠٨٣	٠,٩١٧	٢,٣٤٠	٤,٠٥٧	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	٠,٩٦٩	-٠,٠٣٠٢	٠,٩٤٤	١٣,٠١٥	٠,٠٠٥٩	-٢,٠٩٤٤	٠,٠٠٦١	٠,٠٠٥٥	٠,٠٩٢٢	٠,٠٢٠٧
١٢		٠,٠٨٣	٠,٠٠١١	٢,٣٤٠	٤,٠٢٢	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٠٣٠	-٠,٠٤٠٠	١,٠٢٨	١٧,٠٦١٦	٠,٠٠١٣	-٢,٠٢٠٢	٠,٠٠١٧	٠,٠٠٣٣	٠,٠٢٠٢	٠,٠١٩٣
١٣		٠,٠٨٣	٠,٠١٣	٢,٣٤٠	٤,٠٤٠	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٠٦٥	-٠,٠٤٧٢	١,٠٦٠٧	١٤,٤٣١	٠,٠٠٢٠	-٠,٠٤٠١	٠,٠٠٣٣	٠,٠٠٧٧	٠,٠٩٢٤	٠,٠٨٧٦
١٤		٠,٠٨٣	٠,٠٣٣٣	٢,٣٤٠	٥,٠٦٠	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٠٩٩	-٠,٠٢٧	١,٠٨٥	٢٤,٧٨٠	٠,٠٠٣٤	-٠,٠٩٢١	٠,٠٠٧٧	٠,٠٠٧٧	٠,٠٩٢١	٠,٠٨١٢
١٥		٠,٠٨٣	٠,٠١٥٠	٢,٣٤٠	٥,٠١١	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	٢,٠٧٠	-٠,٠٨٠٧	٢,٠١١١	٤٢,٢٨٢	٠,٠٠٣٣	-٢,٠٤٨٢	٠,٠٠٧٧	٠,٠٠٧٧	٠,٠٩٢١	١,٠٤٨٣
١٦	الفئة	٠,٠٨٣	١,٠٢٨	٢,٣٤٠	٥,٢٣٣	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	٢,٤١٥	-٠,٩٧٠	٢,٢٤٢	٤٦,٦٧٠	٠,٠٠٣٦	-٢٥,٤٠٨	٠,٠٠٩٥	٠,٠٠٩٥	٠,٠٩٢٢	١,١٤٣
١٧		٠,٠٨٣	٠,٠٥٢٠	٢,٣٤٠	٥,٢٢٢	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٠٧١	-٠,٠٢٠٦	٢,٤٥٢	٤٧,٦٧٠	٠,٠٠٣٦	-٢٨,٠٤٨	٠,٠٠٩٢	٠,٠٠٩٢	٠,٠٩٢٢	١,١٠٦
١٨		٠,٠٨٣	٠,٠٧٥٧	٢,٣٤٠	٥,٠٥٩	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,١٥٩	-٠,٠٢٧١	٢,٤١٦	٤٨,٠٥٩	٠,٠٠٥٠	-٣٠,٤٠٣	٠,٠١٢٣	٠,٠١٢٣	٠,٠٩٢٢	١,١٧٥
١٩		٠,٠٨٣	١,٠١٨	٢,٣٤٠	٥,٠٤١	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٢٧٦	-٠,٠٢٧٧	٢,٤١٦	٤٨,٠٩٩	٠,٠٠٧٢	-٣٥,٢٦٨	٠,٠١٨٧	٠,٠١٨٧	٠,٠٩٢١	١,٢٦٦
٢٠		٠,٠٨٣	١,٠٨٣	٢,٣٤٠	٥,٠١٩٩	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٣٧٧	-٠,٠٢٧٧	١,٤٧٢	٤٦,٤٧٢	٠,٠٠٧٢	-٤١,١٤٤	٠,٠٢٣٦	٠,٠٢٣٦	٠,٠٨٣١	١,٠٨٣٨
٢١		٠,٠٨٣	١,٠٩١٦	٢,٣٤٠	٤,٧٨٧	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٥٢٩	-٠,٠٢٧٢	١,٧٥٠	٤٣,٠٠٠	٠,٠١٠٢	-٤٦,٣٨٠	٠,٠٣١٩	٠,٠٣١٩	٠,٠٨٣٠	١,٠٨٦٧
٢٢		٠,٠٨٣	١,٠٨٣٢	٢,٣٤٠	٤,٤١٦	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٢٨٥	-٠,٠٢٧٢	١,٢٢٠	٣٩,٥١٨	٠,٠١١١	-٥٩,٧٣٥	٠,٠٣٧٣	٠,٠٣٧٣	٠,٠٨٧٠	١,٠٨٧٠
٢٣		٠,٠٨٣	١,٠٨٣٢	٢,٣٤٠	٣,٥١٤	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٧٨١	-٠,٠٢٤١	١,٠٤١	٣١,٧٤٣	٠,٠١٨١	-٧٠,٤٢٧	٠,٠٣٧٠	٠,٠٣٧٠	٠,٠٨٣٠	١,٠٤٨٢
٢٤	النزول	٠,٠٨٣	٢,٠٠٠٠	٢,٣٤٧	٢,٨٣٩	٣,٩٢٠	١,٣٢٠	١,٨٦٩	-٠,٢٦٤	١,٨٤٩	٣٢,٦٤٥	٠,٠١٨٧	-٣٢,٦٤٥	٠,٠٣٧٠	٠,٠٣٧٠	٠,٠٨٣٠	١,٠٤٨٢

جدول (٣) مخرجات التحليل المختارة لمراحل أداء غطسة ٤٠٣ب

	زمن	الزمن	مراكز ثقل الجسم		محور الحركة		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
مسلسل الوضع	الوضع	الكلي	(س)	(ص)	(س)	(ص)	المسافة الحقيقية	الافقي	الرأسي	عزم القصور	الزاوية قطر مع الراسي		المسافة العماسية	السرعة العماسية	السرعة الزاوية	السرعة الرأسية
٠	بدء	٠,٠٠٠	٣,٤٣٨	٣,٥٨٨	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٦٦١	-٠,٠٧٨	٠,٦٥٦	١٢,٨٨٦	٠,٠٠٠	-٦,٨٠٤	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
١	٠,٠٨٣	٠,٠٨٣	٣,٤٣٨	٣,٥٨٨	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٦٦١	-٠,٠٧٨	٠,٦٥٦	١٢,٨٨١	٠,٠٠٠	-٦,٨٠٤	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠	٠,٠٠٠
٢	٠,٠٨٣	٠,١٦٧	٣,٤٣٩	٣,٧٣٧	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٧٤٣	-٠,٠٧٨	٠,٧٣٩	١٣,٩٠٦	٠,٠١٣	-٦,٠٣٤	٠,٠١٠	٠,١٢٠	-٠,٠١٣	٠,١١٩
٣	٠,٠٨٣	٠,٢٥٠	٣,٤٤٦	٣,٤٢٤	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٥١٩	-٠,٠٦٣	٠,٥٦٦	١١,٦١٤	٠,٠٠٦	-٦,٣٥٧	٠,٠٠٣	٠,٠٢٨	-٠,٠٠٤	٠,٠٣٨
٤	٠,٠٨٣	٠,٣٣٣	٣,٤٣٥	٣,٨٠٩	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٧٨٣	-٠,٠٨٠	٠,٧٧٩	١٥,٠٩٨	٠,٠٠٨	-٥,٨٨٦	٠,٠٠٦	٠,٠٧٦	-٠,٠٠٨	٠,٠٧٦
٥	٠,٠٨٣	٠,٤١٧	٣,٤٦٠	٣,٦١٩	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٦٨١	-٠,١٢٢	٠,٦٧٣	١٣,٥١٩	٠,٠٧١	-١٠,٠٣٤	٠,٠٠٥٢	٠,٦٩٣	-٠,١١١	٠,٦١٣
٦	٠,٠٨٣	٠,٥٠٠	٣,٣٥٢	٣,٥٦٦	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٦٥١	-٠,١٢٦	٠,٦٤٤	١٣,٢٥٩	٠,٠١٤	-١١,٠٦٤	٠,٠٠١٠	٠,١١٤	-٠,٠٢٢	٠,١١٢
٧	٠,٠٨٣	٠,٥٨٣	٣,٤٣٢	٣,٩٠١	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٨٣٣	-٠,٠٨٢	٠,٨٢٩	١٥,٦٥٢	٠,٠٠٩٥	-٥,٦٤٣	٠,٠٠٧٩	٠,٩٤٦	-٠,٠٩٣	٠,٩٤٢
٨	٠,٠٨٣	٠,٦٦٦	٣,٣٤٨	٣,٨٢١	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٢٦٥	-٠,١٢٨	٠,٢٣١	٩,٤٢٣	٠,٠٤٠٥	-٢٨,٨٣٢	٠,٠١٠٧	١,٢٨٩	-٠,١٢١	١,١٢٩
٩	٠,٠٨٣	٠,٧٥٠	٣,٥٣١	٣,٢٨٣	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٤٨٩	-٠,٠٢٧	٠,٤٨٨	١١,٤٥١	٠,٠٤١٨	-٣,١٥٠	٠,٠٧١٩	٢,٦٣٠	-٠,١٤٥	٢,٦٢١
١٠	الإطلاق	٠,٨٣٣	٣,٧٤٤	٣,٧٨٠	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	٠,٧٦١	٠,٠٧٤	٠,٧٦٦	١٢,٣٠٦	٠,١٥٢	٥,٥٣٣	٠,٠٦١٦	١,٣٩٣	-٠,١٣٤	١,٣٨٧
١١	٠,٠٨٣	٠,٩١٧	٣,٨٦٢	٤,٢٣١	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٠٦٤	٠,١٥٠	١,٠١١	١١,٣٨٤	٠,٠٠٥٦	٨,٧٥٦	٠,٠٠٥٨	٠,٦٩١	-٠,١٠٥	٠,٦٨٢
١٢	٠,٠٨٣	١,٠٠٠	٤,٠٤٦	٤,٥٨٧	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٢٣٥	٠,٢٥٨	١,٢٠٨	١٤,٤٩٩	٠,٠٠٥٧	١٢,٠٤٢	٠,٠٠٧١	٠,٨٥١	-٠,١٧٧	٠,٨٣٢
١٣	٠,٠٨٣	١,٠٨٣	٤,٢٠١	٤,٨٥٦	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٣٩٩	٠,٣٤٣	١,٣٥٧	١٧,١١٨	٠,٠٠٣٧	١٤,١٨١	٠,٠٠٥٢	٠,١٢٨	-٠,١٥٤	٠,٠٩٠٩
١٤	٠,٠٨٣	١,١٦٧	٤,٣٢٢	٤,٨٩٩	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٤٤٠	٠,٤١٠	١,٣٨٠	١٨,٧٤٠	٠,٠٠٤١	١١,٥٣٧	٠,٠٠٥٩	٠,٧١٠	-٠,٢٠٢	٠,٦٨٠
١٥	قطة	١,٢٥٠	٤,٥٤٤	٤,٩١٩	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٤٨٤	٠,٥١٦	١,٣٩٢	١٩,٥٩٢	٠,٠٠٦٦	-٢٠,٣٣٩	٠,٠١٩٨	١,١٨٢	-٠,٤٤١	١,١٠٨
١٦	٠,٠٨٣	١,٣٣٣	٤,٦٩٢	٤,٧٠١	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٤١٢	٠,٠١١	١,٢٧١	١٨,٠٢٨	٠,٠٠٩٥	٢٥,٧٩١	٠,٠١٣٥	١,١١٤	-٠,٧٠٢	١,٤٥٣
١٧	٠,٠٨٣	١,٤١٧	٥,٠٠٣	٤,٤٣٩	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٣٧٤	٠,٧٨٦	١,١٢٧	١٧,١٣٢	٠,٠١٥٩	٣٤,٩١٠	٠,٠١٦٩	٢,١٦٤	-١,٥٠١	٢,١٥٢
١٨	٠,٠٨٣	١,٥٠٠	٥,١٠٨	٤,١٢٠	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٢٧١	٠,٨٤٤	٠,٩٥٠	١٤,٩٩٣	٠,٠١١٧	٤١,٦١٣	٠,٠١٤٩	١,٧٨٥	-١,١٨٥	١,٣٣٥
١٩	٠,٠٨٣	١,٥٨٣	٥,٤٠٢	٣,٨١٨	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,٢٧٦	١,٠٠٦	٠,٧٨٤	١٥,٠٧٤	٠,٠١٨٣	٥٢,٠٩٧	٠,٠٢٢٣	١,٨٠٦	-٢,٢١١	١,٧٢١
٢٠	٠,٠٨٣	١,٦٦٧	٥,٥٥٢	٣,٢١٤	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,١٧٤	١,٠٨٩	٠,٤٥٠	١٤,٣١٦	٠,٠٢٧٠	٦٧,٥٨٤	٠,٠٣١٩	٣,٨٢٤	-٢,٥٣٥	١,٤٥٨
٢١	التحول	١,٧٥٠	٥,٦٢٥	٢,٥٩٥	٣,٥٨٠	٢,٤٠٠	١,١٣٥	١,١٣٠	٠,١٠٨	١٣,٦٦٦	-٠,٢٩٦	٨٤,٥١٥	٠,٠٣٣٦	٤,٠٢٨	٤,٠٢٩	٠,٣٨٣

يوضح جدول (٢ ، ٣) البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل للأوضاع المتتابعة لمراحل أداء غطسة (١٠٥ ب) من وضع الابتداء الى دخول الماء من (٠ الى ٢٤) وغطسة (٤٠٣ب) من وضع الابتداء الى دخول الماء من (٠ الى ٢١) على الترتيب فيمايلي:

١- البعد الحقيقي(م) بين مركز ثقل الجسم ومحور الدوران (نقطة الانطلاق) ، ويمثل نصف قطر الدوران .
٢- البعد الأفقي (م).
٣- البعد الرأسي(م) .
٤- عزم القصور الذاتي(كج . م٢).
٥- الازاحة الزاوية "القطرية " Rad .
٦- زاوية مركز ثقل الجسم ومحور الحركة مع الرأسي " ستينية ".
٧- المسافة المماسية لحركة مركز الثقل حول محور الحركة م .
٨- السرعة المماسية لحركة مركز الثقل حول محور الحركة م / ث .
٩- السرعة المماسيةالأفقية لحركة مركز الثقل حول محور الحركة م / ث .
١٠- السرعة المماسية الرأسية لحركة مركز الثقل حول محور الحركة م / ث .

معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء الغطستين المختارتين :

جدول (٤) معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء غطسة ١٠٥ ب .

المتغير	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
١	١٠٥ب	٠,٥٧*	٠,٨٣*	٠,٩٧*		٠,٤١*	٠,٤*	٠,٤*		٠,٤٧*
٢		١٠٥ب		٠,٦٢*	٠,٦٩*	٠,٩٧*	٠,٨٨*	٠,٨٨*	٠,٨٣*	٠,٨٧*
٣			١٠٥ب	٠,٨*	-٠,٥٢*					
٤				١٠٥ب		٠,٤٥*	٠,٤٢*	٠,٤٢*		٠,٥٤*
٥					١٠٥ب	٠,٨١*	٠,٨٩*	٠,٨٩*	٠,٨٧*	٠,٧٨*
٦						١٠٥ب	٠,٩١*	٠,٩١*	٠,٨٩*	٠,٨٤*
٧							١٠٥ب	١,٠٠*	٠,٩٧*	٠,٩*
٨								١٠٥ب	٠,٩٧*	٠,٩*
٩									١٠٥ب	٠,٧٩*
١٠										١٠٥ب

* دال إحصائياً عند ٠,٠٥

يوضح جدول (٤) معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء غطسة ١٠٥ ب على الترتيب فيمايلي:

١ - مع البعد الحقيقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة:

وجود علاقة طردية بين البعد الحقيقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة وكل من (البعد الافقي ، الرأسي ، عزم القصور الذاتي ، الزاوية المحصورة بين خط مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي ،

المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الرأسية) ، حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً .

٢- مع البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن محور الحركة :

وجود علاقة طردية بين البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة وكل من (عزم القصور الذاتي ، الازاحة الزاوية القطرية ، الزاوية المحصورة بين خط مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي ، المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الافقية ، السرعة الرأسية) ، حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً .

٣- مع البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محور الحركة :

وجود علاقة طردية بين البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة و(عزم القصور الذاتي) حيث كان معامل الارتباط موجب دال إحصائياً.

علاقة عكسية بين البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة و(الازاحة الزاوية القطرية حيث كان معامل الارتباط سالب دال إحصائياً ، وتعني هذه العلاقة زيادة قيمة الازاحة الزاوية القطرية كلما قل البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة (نقطة الانطلاق) والعكس صحيح .

٤- مع عزم القصور الذاتي:

وجود علاقة طردية بين عزم القصور الذاتي و(الزاوية المحصورة بين خط مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي ، المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الرأسية) ، حيث كانت معاملات الارتباط دالة إحصائياً .

٥- مع الأزاحة الزاوية " القطرية ":

وجود علاقة طردية بين الأزاحة الزاوية "القطرية" وكل من(الزاوية المحصورة بين خط مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي ، المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الافقية ، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إ حصائياً .

٦- مع زاوية المركزوامحور مع الرأسي "درجة ستينية "

وجود علاقة طردية بين الزاوية مع الرأسي "درجة ستينية " وكل من (المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الافقية ، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً .

٧- المسافة المماسية :

وجود علاقة طردية بين المسافة المماسية وكل من(السرعة المماسية ،السرعة الافقية ، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً.

٨- السرعة المماسية:

وجود علاقة طردية بين ، السرعة المماسية ،(السرعة الافقية ، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً.

٩- مع السرعة الافقية:

وجود علاقة طردية بين السرعة الافقية و (السرعة الرأسية) حيث كان معامل الارتباط موجب دال إ حصائياً .

جدول (٥) معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء غطسة ٤٠٣ب .

	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
١	٤٠٣ب	٠,٧٥*	٠,٧٢*	٠,٨٥*		٠,٦٨*			٠,٤٧*	
٢		٤٠٣ب		٠,٤٥*		٠,٩٧*	٠,٨*	٠,٨*	٠,٨٩*	٠,٤٣*
٣			٤٠٣ب	٠,٧٨*	-٠,٥٢*					
٤				٤٠٣ب						
٥					٤٠٣ب		٠,٧٥*	٠,٧٥*		٠,٦٨*
٦						٤٠٣ب	٠,٨٢*	٠,٨٢	٠,٩٥*	
٧							٤٠٣ب	١,٠٠*	٠,٨٤*	٠,٦٧*
٨								٤٠٣ب	٠,٨٤*	٠,٦٧*
٩									٤٠٣ب	
١٠										٤٠٣ب

* دال إحصائياً عند ٠,٠٥

يوضح جدول (٥) معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء غطسة ٤٠٣ب على الترتيب :

١ - مع البعد الحقيقي لمركز ثقل الجسم عن محور الحركة:

وجود علاقة طردية بين البعد الحقيقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة وكل من (البعد الافقي ، الرأسي ، عزم القصور الذاتي ، الزاوية المحصورة بين خط مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي، السرعةالافقية) ، حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً .

٢ - مع البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة :

وجود علاقة طردية بين البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة وكل من (عزم القصور الذاتي ، الزاوية المحصورة بين خط مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي ، المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الافقية ، السرعة الرأسية) ، حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً .

٣- مع البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة :

وجود علاقة طردية بين البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة و(عزم القصور الذاتي) حيث كان معامل الارتباط موجب دال إحصائياً.

علاقة عكسية بين البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة و(الازاحة الزاوية القطرية حيث كان معامل الارتباط سالب دال إحصائياً ، وتعني هذه العلاقة زيادة قيمة الازاحة الزاوية القطرية كلما قل البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة (نقطة الانطلاق) والعكس صحيح.

٤- مع عزم القصور الذاتي:

وجود علاقة طردية بين عزم القصور الذاتي و(البعد الحقيقي ، البعد الأفقي ، البعد الرأسي) ، حيث كانت معاملات الارتباط دالة إ حصائياً.

٥- مع الأزاحة الزاوية (القطرية):

وجود علاقة طردية بين الأزاحة الزاوية (القطرية) وكل من (المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، ، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إ حصائياً .

٦- مع الزاوية مع الرأسي "درجة ستينية "

وجود علاقة طردية بين الزاوية مع الرأسي "درجة ستينية " وكل من (المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الافقية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إ حصائياً .

٧- المسافة المماسية :

وجود علاقة طردية بين المسافة المماسية وكل من(السرعة المماسية، السرعة الافقية، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً.

٨- السرعة المماسية:

وجود علاقة طردية بين السرعة المماسية وكل من (السرعة الافقية ، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً.

٩- مع السرعة الافقية:

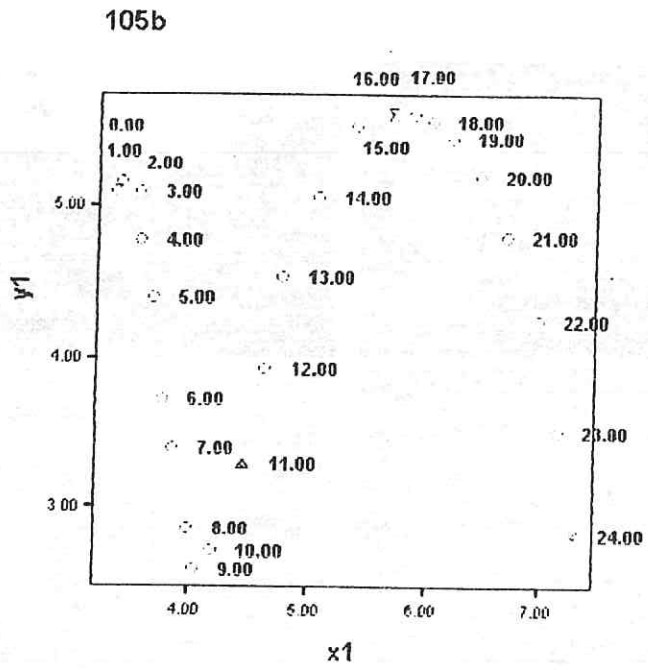
وجود علاقة طردية بين السرعة الافقية وكل من(السرعة الرأسية) حيث كانت معامل الارتباط موجب دال إ حصائياً .

وتعني هذه النتائج في مجملها بالجدولين (٤ ، ٥) ، انه كلما زاد أحد طرفي العلاقة زاد الآخر والعكس صحيح ، الا فيما يخص العلاقة بين البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة مع (الازاحة الزاوية "القطرية") فهى عكسية سالبة وتعني أنه كلما زاد البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة نقصت قيمة الازاحة الزاوية في الغطستين المختارتين (١٠٥ب ، ٤٠٣ب) والعكس صحيح أى كلما قل البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة زادت قيمة الازاحة الزاوية .

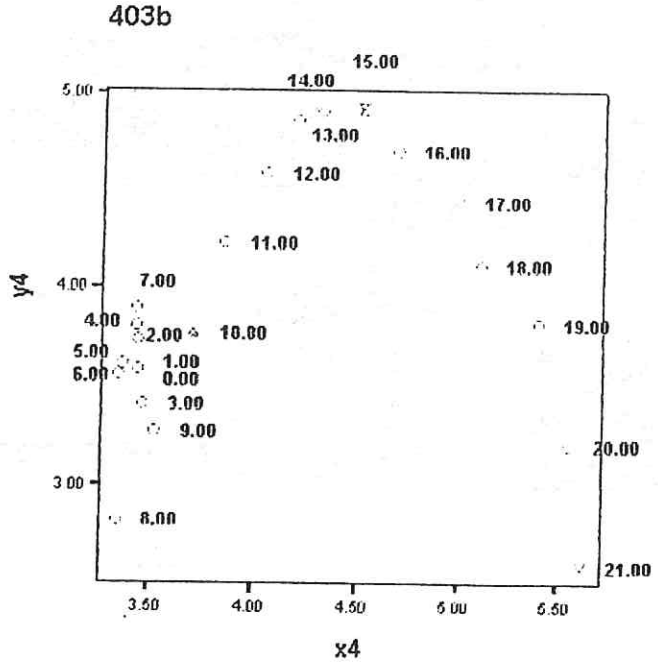
مسار مركز الثقل خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين:

جدول (٦)إحداثيات مراكز ثقل الجسم خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين .

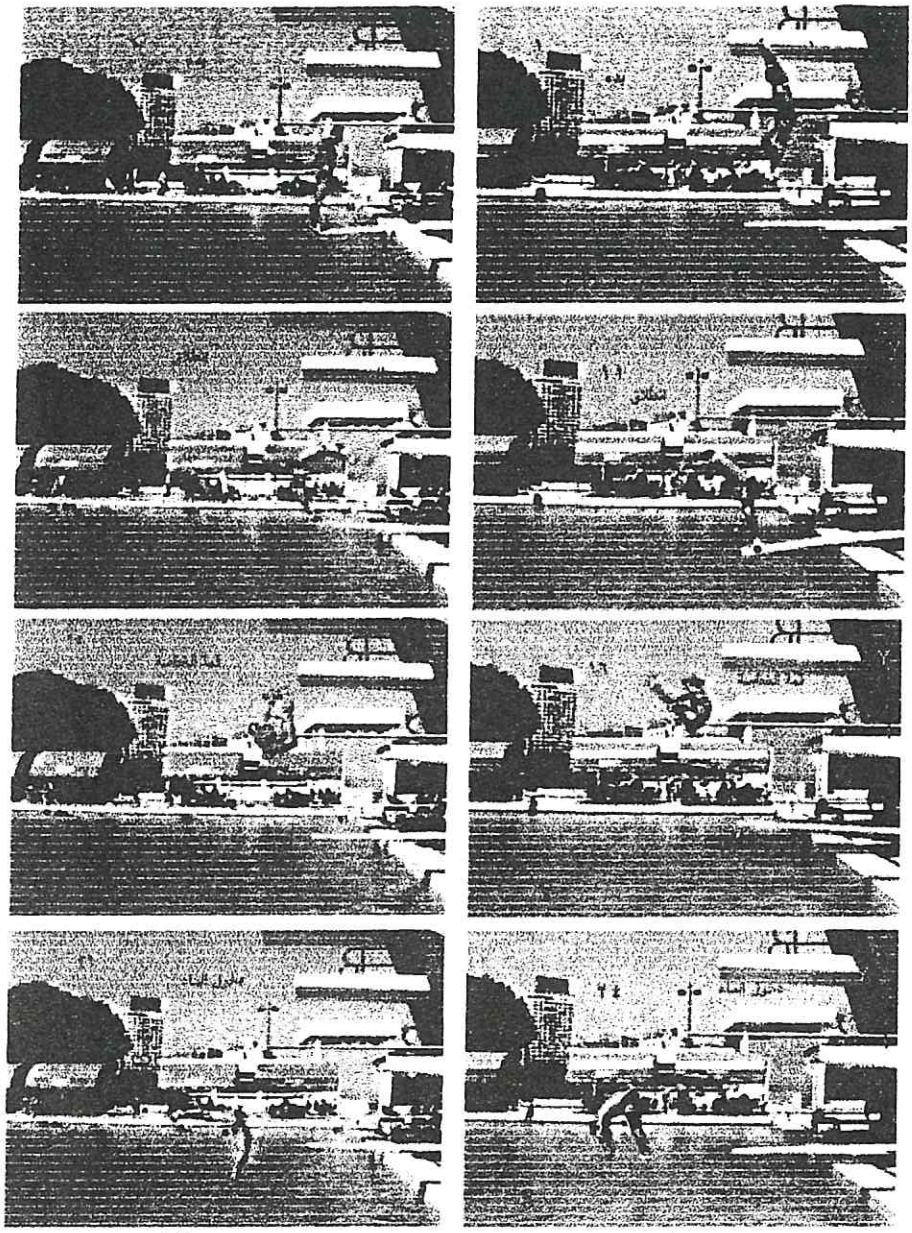
مسلسل	زمن	الزمن الكلي	مراكزثقل الغطسة ١٠٥ب		مراكزثقل الغطسة ٤٠٣ب	
الاوضاع	الوضع	عند الوضع	س	ص	س	ص
٠٠	٠,٠٨٣	٠,٠٠٠	٣,٣٥	٥,١٠	٣,٤٤	٣,٥٩
١	٠,٠٨٣	٠,٠٨٣	٣,٣٥	٥,١٠	٣,٤٤	٣,٥٩
٢	٠,٠٨٣	٠,١٦٧	٣,٣٩	٥,١٦	٣,٤٤	٣,٧٤
٣	٠,٠٨٣	٠,٢٥٠	٣,٥٥	٥,١٠	٣,٤٧	٣,٤٢
٤	٠,٠٨٣	٠,٣٣٣	٣,٥٧	٤,٧٨	٣,٤٣	٣,٨١
٥	٠,٠٨٣	٠,٤١٧	٣,٦٨	٤,٤٠	٣,٣٦	٣,٦٢
٦	٠,٠٨٣	٠,٥٠٠	٣,٧٨	٣,٧٣	٣,٣٥	٣,٥٧
٧	٠,٠٨٣	٠,٥٨٣	٣,٨٦	٣,٤٠	٣,٤٣	٣,٩٠
٨	٠,٠٨٣	٠,٦٦٧	٣,٩٩	٢,٨٦	٣,٣٥	٢,٨٢
٩	٠,٠٨٣	٠,٧٥٠	٤,٠٦	٢,٥٩	٣,٥٣	٣,٢٨
١٠	٠,٠٨٣	٠,٨٣٣	٤,٢١	٢,٧١	٣,٧١	٣,٧٨
١١	٠,٠٨٣	٠,٩١٧	٤,٤٧	٣,٤٠	٣,٨٦	٤,٢٣
١٢	٠,٠٨٣	١,٠٠٠	٤,٦٤	٣,٩٣	٤,٠٥	٤,٥٩
١٣	٠,٠٨٣	١,٠٨٣	٤,٧٧	٤,٥٤	٤,٢٠	٤,٨٦
١٤	٠,٠٨٣	١,١٦٧	٥,٠٧	٥,٠٦	٤,٣٢	٤,٩٠
١٥	٠,٠٨٣	١,٢٥٠	٥,٣٨	٥,٥٤	٤,٥٦	٤,٩٦
١٦	٠,٠٨٣	١,٣٣٣	٥,٦٨	٥,٦٤	٤,٦٩	٤,٧٠
١٧	٠,٠٨٣	١,٤١٧	٥,٨٦	٥,٦٢	٥,٠٠	٤,٤٤
١٨	٠,٠٨٣	١,٥٠٠	٦,٠٢	٥,٥٧	٥,١١	٤,١٢
١٩	٠,٠٨٣	١,٥٨٣	٦,٢١	٥,٤٦	٥,٤٠	٣,٨٢
٢٠	٠,٠٨٣	١,٦٦٧	٦,٤٥	٥,٢٠	٥,٥٥	٣,٢١
٢١	٠,٠٨٣	١,٧٥٠	٦,٦٩	٤,٨٠	٥,٤٤	٢,٦٢
٢٢	٠,٠٨٣	١,٨٣٣	٦,٩٧	٤,٢٥	٠,٠٠	٠,٠٠
٢٣	٠,٠٨٣	١,٩١٧	٧,١٥	٣,٥١	٠,٠٠	٠,٠٠
٢٤	٠,٠٨٣	٢,٠٠٠	٧,٣٠	٢,٨٣	٠,٠٠	٠,٠٠
٢٥	٠,٠٨٣	٢,٠٨٣	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠



(شكل٣) التمثيل البياني لمسار مركز ثقل الجسم خلال مراحل أداء غطسة ١٠٥ ب.



(شكل٤) التمثيل البياني لمسار مركز ثقل الجسم خلال مراحل أداء غطسة ٤٠٣ب.



دورتين ونصف أمامية منحنية

دورة ونصف داخلية منحنية

شكل (٥)النموذج الحقيقي للأوضاع المختارة للدراسة للغطستين .

- يوضح جدول (٦) إحداثيات مراكز ثقل الجسم خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين. دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) من مجموعة الدورات الأمامية ، دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) من مجموعة الدورات الداخلية .

- وتوضح الاشكال (٣ ، ٤) مسار مراكز ثقل الجسم خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين ، التى تمثل حركة الجسم منذ البداية حتي دخول الماء حيث يبدو المسار ممثلاً لحركة جسم مقذوف في الهواء متبعاً مسارا ثابتاً على شكل منحنى لايمكن تغيره بأى حركة يقوم بها اللاعب حيث يقع الجسم (كتلته) في هذه الحالة تحت تأثير قوة وحيدة هي الجاذبية الأرضية التي تؤثر على جميع أجزاء الجسم بشكل متساوي .

- كما يوضح شكل (٥) نموذج حقيقي للأوضاع الأساسية للدراسة على النحو التالي :

أولا : نقطة البداية في كل غطسة من نماذج الغطستين المختارتين كانت على الترتيب :

الغطسة الأولى (١٠٥ب) عند مسلسل الوضع رقم (١) وتمثلها النقطة (٣,٣٥ ؛ ٥,١) .

الغطسة الثانية (٤٠٣ب) عند مسلسل الوضع رقم (١) وتمثلها النقطة (٣,٤٤ ؛ ٣,٥٩) .

ثانياً : نقطة الانطلاق في كل غطسة من الغطستين المختارتين كانت على الترتيب :

الغطسة الأولى (١٠٥ب) عند مسلسل الوضع رقم (١١) وتمثلها النقطة (٤,٤٧ ؛ ٣,٣٠) .

الغطسة الثانية (٤٠٣ب) عند مسلسل الوضع رقم (١٠) وتمثلها النقطة (٣,٧١ ؛ ٣,٧٨) .

ثالثاً: نقطة أقصى إرتفاع في كل غطسة الغطستين المختارتين كانت على الترتيب :

الغطسة الأولى (١٠٥ب) عند مسلسل الوضع رقم (١٦) وتمثلها النقطة (٥,٦٨ ؛ ٥,٦٣) .

الغطسة الثانية (٤٠٣ب) عند مسلسل الوضع رقم (١٥) وتمثلها النقطة (٤,٥١ ؛ ٤,٩٢) .

رابعاً : نقطة دخول الماء في كل غطسة من الغطستين المختارتين كانت على الترتيب :

الغطسة الأولى (١٠٥ب) عند مسلسل الوضع رقم (٢٤) وتمثلها النقطة (٧,٣٠ ؛ ٢,٨٣) .

الغطسة الثانية (٤٠٣ب) عند مسلسل الوضع رقم (٢١) وتمثلها النقطة (٥,٦٢ ؛ ٢,٥٩) .

أبعاد مراكز ثقل الجسم عن محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس)خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين:

جدول (٧) بيانات أبعاد مراكز ثقل الجسم عن محور الحركة لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين.

البيان	بيـــــــــان		محور الحركة		مركز الثقل		أبعاد مراكز الثقل عن محور الحركة م		
نوع الغطسة	ترتيب الوضع	الزمن عند الوضع ث	س	ص	س	ص	البعد الحقيقي م	البعد الأفقي الحقيقي م	البعد الرأسي الحقيقي م
١٠٥ب	١١	٠,٩١٧	٣,٩٢	١,٦٣	٤,٤٧	٣,٣٠	٠,٩٦٩	٠,٣٠٣	٠,٩٢١
٤٠٣ب	١٠	٠,٨٣٣	٣,٥٨	٢,٤	٣,٧١	٣,٧٨	٠,٧٦٦	٠,٠٧٤	٠,٧٦٢

يوضح جدول (٧) أبعاد مراكز ثقل الجسم الحقيقية عن محور الحركة (نقطة الانطلاق) لحظة الانطلاق في الغطستين المختارتين على النحو التالي :

غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) كان ٠,٩٦٩ م ، الأفقي ٠,٣٠٣ م ، الرأسي ٠,٩٢١ م .

غطسة دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) كان ٠,٧٦٦ م ، الأفقي ٠,٠٧٤ م ، الرأسي ٠,٧٦٢ م .

كما يوضح أن ترتيب الغطستين من حيث بعد مركز ثقل الجسم عن نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) من الأقرب إلى الأبعد على النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) ، ثم دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) ويعزى ذلك لزيادة ميل الجذع أماماً ولأسفل داخل لوحة الغطس لحظة الانطلاق في غطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) شكل (٥) (الوضع ١٠) .

يلاحظ أيضاً علاقات الارتباط الطردية بين الابعاد (الحقيقي ، الافقي ، والرأسي) في الغطستين حيث يتبين أن زيادة البعد الحقيقي (المحصلة) يتبعة زيادة في البعدين الافقي والرأسي ، العكس صحيح فنقص البعد الحقيقي (المحصلة) يتبعة نقص في البعدين الافقي والرأسي ويؤكد هذه العلاقة جدولى (٤ ، ٥) الخاصة بمعاملات الارتباط بين البارامترات المختارة .

جدول (٨) بيانات أبعاد مراكز ثقل الجسم عن محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة الوصول لأقصى إرتفاع عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين .

البيان	بيـــــــــــان		محور الحركة		مراكز الثقل الجسم		أبعاد مراكز الثقل عن محور الحركة م		
نوع الغطسة	ترتيب الوضع	الزمن عند الوضع ث	س	ص	س	ص	البعد الحقيقي م	البعد الافقي الحقيقي م	البعد الرأسي الحقيقي م
١٠٥ب	١٦	١,٣٣٣	٣,٩٢	١,٦٣	٥,٦٨	٥,٦٣	٢,٤١٥	٠,٩٧٠	٢,٢١٢
٤٠٣ب	١٥	١,٢٥٠	٣,٥٨	٢,٤	٤,٥١	٤,٩٢	١,٤٨٤	٠,٥١٦	١,٣٩٢

يوضح جدول (٨) أبعاد مراكز ثقل الجسم الحقيقية عن محور الحركة عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين على النحو التالي :

غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) . كان البعد الحقيقي ٢,٤١٥ م ، الأفقي ٠,٩٧٠ م ، الرأسي ٢,٢١٢ م .

غطسة دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب). كان ١,٤٨٤ م ، الأفقي ٠,٥١٦ م ، الرأسي ١,٣٩٢ م .

حيث يعني البعد الرأسي عند هذا الوضع أقصي إرتفاع وصل إليه اللاعب من نقطة الانطلاق الى (قمة الغطسة) أى أن غطسة (١٠٥ب) كانت أكثر إرتفاعاً عند قمة الغطسة من غطسة(٤٠٣ب).

كما يوضح أن ترتيب الغطستين من حيث بعد مركز ثقل الجسم عن نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) من الأقرب إلى الأبعد على النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) ، ويعزى ذلك الى زيادة البعد الرأسي لمركز الثقل عن نقطة الانطلاق لحظة الانطلاق في غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) جدول (٧) .

يلاحظ أيضاً علاقات الارتباط الطردية بين الابعاد (الحقيقي ، الافقي ، والرأسي) بين الغطستين حيث يتبين أن زيادة البعد الحقيقي (المحصلة) يتبعة زيادة في البعدين الافقي والرأسي ، العكس صحيح فنقص البعد الحقيقي(المحصلة) يتبعة نقص في البعدين الافقي والرأسي ويؤكد هذه العلاقة جدولى (٤ ، ٥) الخاصة بمعاملات الارتباط بين البارامترات المختارة .

جدول (٩) بيانات أبعاد مراكز ثقل الجسم عن محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين .

نوع الغطسة	بيـــــــــــان		محور الحركة		مركز الثقل		أبعاد مراكز الثقل عن محور الحركة		
تقسيم	ترتيب الوضع	الزمن عند الوضع ث	س	ص	الجسم (س)	الجسم (ص)	البعد الحقيقي م	البعد الأفقي الحقيقي م	البعد الرأسي الحقيقي م
١٠٥ب	٢٤	٢,٠٠٠	٣,٩٢	١,٦٣	٧,٣٠	٢,٨٣	١,٩٨٠	١,٨٦٦	٠,٦٦٤
٤٠٣ب	٢١	١,٧٥٠	٣,٥٨	٢,٤	٥,٦٢	٢,٥٩	١,١٣٥	١,١٣٠	٠,١٠٨

يوضح جدول (٩) أبعاد مراكز ثقل الجسم الحقيقية عن محور الحركة عند دخول الماء في الغطستين المختارتين على النحو التالي :

غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) ، كان البعد الحقيقي ١,٩٨٠ م ، الأفقي ١,٨٦٦م ، الرأسي ٠,٦٦٤ م .

غطسة دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) كان ١,١٣٥ م ، الأفقي ١,١٣٠ م ، الرأسي ٠,١٠٨ م .

حيث يعني البعد الأفقي عند هذا الوضع (بعد نقطة الدخول) وهي المسافة الأفقية من نقطة الانطلاق حتى نقطة دخول الماء أى أن غطسة (١٠٥ب) كانت أكثر بعداً عن طرف اللوحة من (٤٠٣ب).

كما يوضح أن ترتيب الغطستين من حيث بعد مركز ثقل الجسم عن نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) عند دخول الماء من الأقرب إلى الأبعد على النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) . وقد يعزى هذا إلى زيادة كمية الحركة الأفقية والرأسية المكتسبة نتيجة استخدام الاقتراب بالمشي والوثب في غطسة (١٠٥ب) على عكس الانطلاق من الوقوف على المشطين والظهر للماء في غطسة (٤٠٣ب) .

يلاحظ أيضاً علاقات الارتباط الطردية بين الابعاد (الحقيقي ، الافقي ، والرأسي) بين الغطستين حيث يتبين أن زيادة البعد الحقيقي (المحصلة) يتبعة زيادة في كلا البعدين الافقي والرأسي ، العكس صحيح فنقص البعد الحقيقي (المحصلة) يتبعة نقص في كلا البعدين الافقي والرأسي ويؤكد هذه العلاقة جدولى (٤ ، ٥) الخاصة بمعاملات الارتباط بين البارامترات المختارة .

<u>عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة خلال مراحل أداء الغطسات المختارة:</u>

جدول (١٠) بيانات عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين.

نوع الغطسة	بيـــــــــــان		عزم القصور الذاتي		
تقسيم	ترتيب الوضع	الزمن عند الوضع	العزم الكلي كج . م٢	العزم حول نقطة متغيرة كج . م٢	العزم حول طرف اللوحة كج . م٢
١٠٥ب	١١	٠,٩١٧	١٨,٠٨	٩,٠٤	٩,٠٤
٤٠٣ب	١٠	٠,٨٣٣	١٢,٣٠	٦,١٥	٦,١٥

يوضح جدول (١٠) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) في الغطستين المختارتين لحظة الانطلاق من لوحة الغطس:

حيث كان أكبر عزم كلي ١٨,٠٨ كج .م٢ ، العزم حول نقطة متغيرة (٩,٠٤) كج .م٢ ، حول طرف اللوحة ٩,٠٤ كج . م٢ دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) .

وكان أقل عزم كلي ١٢,٣٠ كج .م٢ ، العزم حول نقطة متغيرة (٦,١٥) كج .م٢ ، حول طرف اللوحة ٦,١٥ كج .م٢ . لغطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب).

كما يوضح أن ترتيب الغطستين من حيث عزم القصور الذاتي لمركز ثقل الجسم حول نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) من الاقل إلى الأكبر لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين على النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) ويعزى ذلك إلى زيادة البعد بين مركز ثقل الجسم ومحور الحركة(نقطة الانطلاق) في غطسة (١٠٥ب) عن غطسة (٤٠٣ب) وهو مايمثل نصف قطر الدوران لحظة الانطلاق.

يلاحظ أيضاً علاقات الارتباط الطردية بين الابعاد (الحقيقي ، الافقي ، والرأسي) وقيم عزوم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة الانطلاق بين الغطستين حيث يتبين أن زيادة البعد الحقيقي والافقي والرأسي يتبعة زيادة قيم عزوم القصور الذاتي ، العكس صحيح فنقص البعد الحقيقي (المحصلة) والبعدين الافقي والرأسي يتبعة نقص في قيم عزوم القصور الذاتي ويؤكد هذه العلاقة جدولى (٤ ، ٥) الخاصة بمعاملات الارتباط بين البارامترات المختارة .

جدول (١١) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة الوصول لأقصى إرتفاع عند قمة الغطسة في الغطسات المختارة.

نوع الغطسة	بيـــــــــــان		عزم القصور الذاتي		
نفسيم	ترتيب الوضع	الزمن عند الوضع ث	العزم الكلي كج .م٢	العزم حول نقطة متغيرة كج .م٢	العزم حول طرف اللوحة كج .م٢
١٠٥ب	١٦	١,٣٣٣	٤٦,١٧	١,٨٦	٤٤,٣١
٤٠٣ب	١٥	١,٢٥٠	١٩,٥٩	١,٨٦	١٧,٧٤

يوضح جدول (١١) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة ، نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) في الغطسات المختارة عند قمة الغطسة على النحو التالي :

حيث كان أكبر عزم كلي ٤٦,١٧ كج .م٢ ، العزم حول نقطة متغيرة ١,٨٦ كج .م٢ ، حول طرف اللوحة ٤٤,٣١ كج .م٢ لدورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب).

وكان أقل عزم كلي ١٩,٥٩ كج .م٢ ، العزم حول نقطة متغيرة ١,٨٦ كج .م٢ ، حول طرف اللوحة ١٧,٧٤ كج .م٢ لغطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب).

كما يوضح أن ترتيب الغطسات من حيث عزم القصور الذاتي لمركز ثقل الجسم حول نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) من الاقل الى الاكبر في الغطسات المختارة عند قمة الغطسة على النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) . ويعزى ذلك إلى زيادة البعد ــ بين مركز ثقل الجسم

ومحور الحركة(نقطة الانطلاق) وهو مايمثل نصف قطر الدوران عند قمة الغطسة ــ في (١٠٥ب) عن غطسة (٤٠٣ب) جدول (٧) . ويعني هذا زيادة عزم القصور الذاتي بزيادة المسافة بين مركز الثقل ومحور الدوران .

ويؤكد ذلك علاقات الارتباط الطردية بين الابعاد (الحقيقي ، الافقي ، والرأسي) وقيم عزوم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة في الغطستين حيث يتبين أن زيادة البعد الحقيقي والافقي والرأسي يتبعة زيادة قيم عزوم القصور الذاتي ، العكس صحيح فنقص البعد الحقيقي (المحصلة) والبعدين الافقي والرأسي يتبعة نقص في قيم عزوم القصور الذاتي ، يوضح هذه العلاقة جدولى (٤ ، ٥) الخاصة بمعاملات الارتباط بين البارامترات المختارة .

جدول (١٢) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة دخول الماء في الغطسات المختارة .

نوع الغطسة	بيـــــــــــان		عزم القصور الذاتي		
تقسيم	ترتيب الوضع	الزمن عند الوضع ث	العزم الكلي كج . م٢	العزم حول نقطة متغيرة كج . م٢	العزم حول طرف اللوحة كج . م٢
١٠٥ب	٢٤	٢.٠٠٠	٣٢.٦٥	٢.١٥	٣٠.٤٩
٤٠٣ب	٢١	١.٧٥٠	١٣.٦٦	٢.٢٢	١١.٤٥

يوضح جدول (١٢) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحةالغطس) لحظة دخول الماء في الغطسات المختارة:

حيث كان أكبر عزم كلي ٣٢,٦٥ كج .م٢ ، العزم حول نقطة متغيرة ٢,١٥ كج .م٢ ، حول طرف اللوحة ٣٠,٤٩ كج .م٢ دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) .

وكان أقل عزم كلي ١٣,٦٦ كج .م٢ ، العزم حول نقطة متغيرة ٢,٢٢ كج .م٢ ، حول طرف اللوحة ١١,٤٥كج .م٢ لغطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب).

كما يوضح أن ترتيب الغطسات من حيث عزم القصور الذاتي لمركز ثقل الجسم حول نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) من الاقل إلى الاكبر لحظة دخول الماء في الغطسات المختارةعلى النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) . ويعزى ذلك إلى زيادة البعد بين مركز ثقل الجسم ومحور الحركة(نقطة الانطلاق) وهو مايمثل نصف قطر الدوران لحظة دخول الماء في (١٠٥ب) عن غطسة (٤٠٣ب) جدول (٩). ويعني ذلك زيادة عزم القصور الذاتي بزيادة المسافة بين مركز الثقل ومحور الدوران .

وتؤكد علاقات الارتباط الطردية بين الابعاد (الحقيقي ، الافقي ، والرأسي) وقيم عزوم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) في الغطستين ذلك حيث يتبين أن زيادة البعد الحقيقي والافقي والرأسي يتبعة زيادة قيم عزوم القصور الذاتي ، العكس صحيح فنقص البعد الحقيقي (المحصلة) والبعدين الافقي والرأسي يتبعة نقص في قيم عزوم القصور الذاتي ويشير الى هذه العلاقة جدولى (٤ ، ٥) الخاصة بمعاملات الارتباط بين البارامترات المختارة .

الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة عند الانطلاق في الغطستين المختارتين:

جدول (١٣) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس)لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين.

نوع الغطسة	بيـــــــــــان		الازاحة الزاوية		المسافة المماسية	محور الحركة		زاوية مراكز الثقل والمحور	
تقسيم	ترتيب الوضع	الزمن الكلي عند الوضع	المستوية	القطرية	نق× الزاوية القطرية	س	ص	مع الرأسي	مع الأفقي
١٠٥ب	١١	٠,٩١٧	٣,٢٦	٠,٠٥٧	٠,٠٥٥	٣,٩٢	١,٦٣	١٨,٢٤	٧١,٧٧
٤٠٣ب	١٠	٠,٨٣٣	٨,٦٩	٠,١٥	٠,١١٦	٣,٥٨	٢,٤	٥,٥٣	٨٤,٤٧

يوضح جدول(١٣) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة عند الانطلاق في الغطستين المختارتين على النحو التالي :

غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) كانت قيمة زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي (١٨,٢٤)° ، زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الأفقي (٧١,٧٧)° ، قيمة الإزاحة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) (٣,٢٦)° (٠,٠٥٧ rad) والمسافة المماسية ٠,٠٥٥ م .

غطسة دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) كانت قيمة زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي (٥,٥٣)° ، زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الأفقي (٨٤,٤٧)° ، قيمة الإزاحة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) (٨,٦٩)° (٠,١٥ rad) والمسافة المماسية ٠,١١٦ م .

كما يوضح أن ترتيب الغطسات من حيث قيمة زاوية مراكز ثقل الجسم ومحور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) مع الرأسي من الأصغر إلى الأكبر كانت على النحو التالي :
دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية(١٠٥ب). ويعزى هذا لميل الجذع أماماً داخل لوحة الغطس(لحظة الانطلاق) في اتجاه العمود المار بنقطة الارتكاز في غطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب). في حين يميل الجسم أماماً في اتجاه عكس العمود المار بنقطة الارتكاز في غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) شكل (٥) .

تعني الزاوية مع الرأسي لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين . زاوية الانطلاق ، كما تعني الزاوية مع الأفقي المتممة لها زاوية الطيران ، على ذلك فزاوية الانطلاق بالنسبة لغطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) أقل من قيمة نفس الزاوية بالنسبة لغطسة دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) .

الا أنه يلاحظ زيادة قيمة الازاحة الزاوية ــ لغطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) ــ عن قيمة نفس الزاوية بالنسبة لغطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) . حيث يعني ذلك أن زيادة نصف قطر الدوران تبعه زيادة قيمة عزم القصور الذاتي للجسم ونقص قيمة الازاحة الزاوية لمركز ثقل الجسم بالنسبة لغطسة (١٠٥ب) ، كما أن نقص نصف قطر الدوران تبعه نقص قيمة عزم القصور الذاتي للجسم وزيادة قيمة الازاحة الزاوية بالنسبة لغطسة (٤٠٣ب)

لحظة الانطلاق ويوضح جدولي (٤ ، ٥) تلك العلاقة العكسية بين البعد الرأسي لمراكز الثقل عن محور الحركة وقيمة الازاحة الزاوية القطرية.

بناء على ذلك يلاحظ زيادة المسافة المماسية لنفس الغطسة (٤٠٣ب) حيث يرجع الى أنها ناتج حاصل ضرب الازاحة الزاوية القطرية × البعد بين مركز ثقل الجسم ومحور الحركة .

جدول (١٤) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحةالغطس) لحظة الوصول لأقصى إرتفاع عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين.

نوع الغطسة	بيـــــــــــــــــان		الازاحة الزاوية		المسافة الماسية	محور الحركة		زاوية مراكز الثقل والمحور	
تقسيم	ترتيب الوضع	الزمن الكلي عند الوضع	المستينية	القطرية	نق× الزاوية القطرية	س	ص	مع الرأسي	مع الأفقي
١٠٥ب	١٦	١.٣٣٣	٣.٢٠	٠.٠٥٦	٠.١٣٥	٣.٩٢	١.٦٣	٢٣.٦٨	٦٦.٣٢
٤٠٣ب	١٥	١.٢٥٠	٣.٨٠	٠.٠٦٦	٠.٠٩٨	٣.٥٨	٢.٤	٢٠.٣٤	٦٩.٦٧

يوضح جدول (١٤) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين على النحو التالي :

غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) كانت قيمة زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي (٢٣,٦٨)° ، زاوية مركز الثقل الجسم والمحور مع الأفقي (٦٦,٣٣)° ، قيمة الإزاحة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) (٣,٢٠)°(٠,٠٥٦ rad) والمسافة المماسية ٠,١٣٥ م .

ولغطسة دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) كانت قيمة زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي (٢٠,٣٤)° ، زاوية مركز الثقل الجسم والمحور مع الأفقي (٦٩,٦٧)° ، قيمة الإزاحة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) (٣,٨٠)° (٠,٠٦٦ rad) والمسافة المماسية ٠,٠٩٨ م .

كما يوضح أن ترتيب الغطستين من حيث قيمة زاوية مراكز ثقل الجسم ومحور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) مع الرأسي من الأصغر إلى الأكبر كانت على النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) .

و قد تدعو هذه النتائج الى التوقف عند زيادة المسافة المماسية لغطسة (١٠٥ب) ــ عن قيمة المسافة المماسية بالنسبة لغطسة (٤٠٣ب) عند هذه المرحلة (قمة الغطسة) ، حيث يختلف الناتج عن المرحلة السابقة بالجدول (١٣) لحظة الانطلاق في زيادة المسافة المماسية لغطسة (٤٠٣ب) ــ عن قيمة المسافة المماسية بالنسبة لغطسة (١٠٥ب) ، ويرجع ذلك الى أن محدد المسافة المماسية يعتمد على : عاملي (الازاحة الزاوية القطرية ، البعد بين مركز ثقل الجسم ومحور الحركة) . وهي ناتج حاصل ضرب الازاحة الزاوية القطرية × البعد بين مركز ثقل الجسم ومحور الحركة . لذا ..كانت زيادة المسافة المماسية لغطسة(١٠٥ب) ــ عن قيمة المسافة المماسية بالنسبة لغطسة (٤٠٣ب) عند هذه المرحلة (قمة الغطسة).

جدول (١٥) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين .

نوع الغطسة	بيـــــــــــــــان		الازاحة الزاوية		المسافة الماسية	محور الحركة		زاوية مراكز الثقل والمحور	
تقسيم	ترتيب الوضع	الزمن الكلي عند الوضع	المستنبة	القطرية	نق× الزاوية القطرية	س	ص	مع الرأسي	مع الأفقي
١٠٥ب	٢٤	٢,٠٠٠	١٠,٦٩	٠,١٨٧	٠,٣٦٩	٣,٩٢	١,٦٣	٧٠,٤٣	١٩,٥٨
٤٠٣ب	٢١	١,٧٥٠	١٦,٩٨	٠,٢٩٦	٠,٣٣٦	٣,٥٨	٢,٤	٨٤,٥٧	٥,٤٤

يوضح جدول (١٥) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة لحظة دخول الماء في في الغطستين المختارتين على النحو التالي :

غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) كانت قيمة زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي (٧٠,٤٣)° ، زاوية مركز الثقل الجسم والمحور مع الأفقي (١٩,٥٨)° ، قيمة الإزاحة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) (١٠,٦٩)° (٠,١٨٧ rad) والمسافة المماسية ٠,٣٦٩ م .

دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) كانت قيمة زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي (٨٤,٥٧)° ، زاوية مركز الثقل الجسم والمحور مع الأفقي (٥,٤٤)° ، قيمة الإزاحة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) (١٦,٩٨)° (rad ٠,٢٩٦) والمسافة المماسية ٠,٣٣٦ م .

كما يوضح أن ترتيب الغطسات من حيث قيمة زاوية مراكز ثقل الجسم ومحور الحركة (نقطة الانطلاق من طرف لوحة الغطس) مع الرأسي من الأصغر إلى الأكبر كانت على النحو التالي :

دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) ، من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) .

ـ لاتعني قيمة الزاوية الحالية زاوية دخول الماء ولكنها قياس للازاحة الزاوية الكلية لمركز ثقل الجسم حول نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) كنقطة نسبية لحساب الازاحات ومن ثم حساب السرعات .

جدول (١٦) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة دخول الماء) لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين.

نوع الغطسة	بيـــــــــــــــان		الازاحة الزاوية		المسافة الماسية	محور الحركة		زاوية مراكز الثقل والمحور	
تقسيم	ترتيب الوضع	الزمن الكلي عند الوضع	المستنبة	القطرية	نق× الزاوية القطرية	س	ص	مع الرأسي	مع الأفقي
١٠٥ب	٢٤	٢,٠٠٠	٧,٧٥	٠,١٣٥	٠,٠٦٧	٧,٧٥	٢,٠٥	-٣٠,٠٩٦	-٥٩,٩١
٤٠١ب	٢١	١,٧٥٠	٣,٢٨	٠,٠٥٧	٠,٠٤١	٥,٥٥	١,٣١	٣,٣٤	٨٦,٦٧

يوضح جدول (١٦) الحركة الزاوية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة(نقطة دخول الماء) لحظة دخول الماء في الغطستين المختارتين على النحو التالي :

غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) . كانت قيمة زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي (-٣٠,٩٦)° ، زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الأفقي (-٥٩,٩١)° ، قيمة الإزاحة الزاوية لمركز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة دخول الماء) (٧,٧٥)° (rad ٠,١٣٥) والمسافة المماسية ٠,٠٦٧ م .

غطسة دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) . كانت قيمة زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي (٣,٣٤)° ، زاوية مركز ثقل الجسم والمحور مع الأفقي (٨٦,٦٧)° ، قيمة الإزاحة الزاوية لمركز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة دخول الماء) (٣,٢٨)° (٠,٠٥٧ rad) والمسافة المماسية ٠,٠٤١ م .

كما يوضح أن ترتيب الغطسات من حيث قيمة زاوية مراكز ثقل الجسم ومحور الحركة (نقطة دخول الماء) مع الرأسي من الأصغر إلى الأكبر كانت على النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) .و تعبر زاوية مراكز ثقل الجسم ومحور الحركة(نقطة دخول الماء) لحظة دخول الماء مع الرأسي عن زاوية الدخول . ويعني صغر قيمة الزاوية المعنية أنها الأقرب إلى الدخول العمودي الى الماء وهى الأفضل ، كما تشير القيمة السالبة للزاوية في (١٠٥ب) أنها تقل عن العمودي ، القيمة الموجبة للزاوية في (٤٠٣ب) أنها تقل عن العمودي بنفس القيمة ويرجع ذلك لإختلاف إتجاة الدوران .

السرعة الخطية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة النطلاق) في الغطستين المختارتين :

جدول (١٧) بيانات السرعة الخطية اللحظية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين.

نوع الغطسة	بيـــــــــان		المسافة المماسية	السرعـــة الخطيـــة ومركبـــتيها م / ث		
تقسيم	ترتيب الوضع	زمن الوضع	نق× الزاوية القطرية	السرعة الخطية	السرعة الأفقية	السرعة الرأسية
١٠٥ب	١١	٠,٠٨٣٣	٠,٠٠٥٥	٠,٦٦٢	٠,٢٠٧	٠,٦٢٩
٤٠١ب	١٠	٠,٠٨٣٣	٠,١١٦	١,٣٩٣	٠,١٣٤	١,٣٨٧

يوضح جدول (١٧) بيانات السرعة الخطية اللحظية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) وهي نقطة نسبية مختارة ، عند الانطلاق من لوحة الغطس في الغطستين المختارتين.

حيث كانت أقل قيمة للسرعة المماسية (الخطية) ٠,٦٦٢م/ث ، الأفقي ٠,٢٠٧ م/ث ، الرأسي ٠,٦٢٩ م/ث لغطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) .

وكانت أكبر قيمة للسرعة المماسية (الخطية) ١,٣٩٣ م/ث ، الأفقي ٠,١٣٤ م/ث ، الرأسي ١,٣٨٧م/ث لغطسة دورة نصف داخلية منحنية (٤٠٣ب).

كما يوضح أن ترتيب الغطسات من حيث السرعة من الأقل إلى الأكبر على النحو التالي :

دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) ، دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) وهذا يعني أنها الأسرع لحظة الانطلاق .

يلاحظ زيادة السرعة الافقية لغطسة (١٠٥ب) عن السرعة الافقية لغطسة (٤٠٣ب) وقد يرجع ذلك لاستخدام الاقتراب بالمشي والوثب مما أدى لزيادة زاوية الانطلاق وزيادة البعد الافقي لحظة الانطلاق لغطسة (١٠٥ب) كمتطلب لزيادة عدد الدورانات ، بينما تزيد السرعة الرأسية لغطسة (٤٠٣ب) عن السرعة الرأسية لغطسة (١٠٥ب) وقد يرجع ذلك للبدء من الوقوف الظهر للماء مما أدى الى صغرزاويةالانطلاق لحظة الانطلاق لغطسة (٤٠٣ب) كمتطلب للانطلاق واداء حركة دورانية في اتجاهين متضادين (الارتقاء لأعلى والخلف ثم الدوران للأمام في اتجاه اللوحة للداخل).

جدول (١٨) بيانات السرعة الخطية اللحظية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة الوصول لأقصى إرتفاع عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين

نوع الغطسة	بيـــــــــان		المسافة الماسية	السرعـــــة الخطيـــــة ومركبـــــتيها م / ث		
تقسيم	ترتيب الوضع	زمن الوضع	نق× الزاوية القطرية	السرعة الخطية	السرعة الأفقية	السرعة الرأسية
١٠٥ب	١٦	٠,٠٨٣٣	٠,١٣٥	١,٦١٩	٠,٦٥٠	١,٤٨٣
٤٠١ب	١٥	٠,٠٨٣٣	٠,٠٩٨	١,١٨٢	٠,٤١١	١,١٠٨

يوضح جدول (١٨) بيانات السرعة الخطية اللحظية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة وهي نقطة نسبية مختارة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) ، لحظة الوصول لأقصى إرتفاع عند قمة الغطسة في الغطستين المختارتين.

حيث كانت أقل قيمة للسرعة المماسية (الخطية) ١,١٨٢ م ، الأفقية ٠,٤١١ م ، الرأسية ١,١٠٨ م لغطسة دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) .

وكانت أكبر قيمة للسرعة المماسية (الخطية) ١,٦١٩ م ، الأفقية ٠,٦٥٠ م ، الرأسية ١,٤٨٣ م لغطسة دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب).

كما يوضح أن ترتيب الغطسات من حيث السرعة من الأقل إلى الأكبر على النحو التالي :

دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ب) وهذا يعني أنها الأسرع لحظة الانطلاق .

وهذه النتيجة تختلف عن النتيجة السابقة بالجدول (١٧) حيث توضح أن الأسرع عند الانطلاق(٤٠٣ب) بينما الأسرع عند قمة الغطسة (١٠٥ب) الجدول (١٨).

جدول (١٩) بيانات السرعة الخطية اللحظية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) لحظة دخول الماء في في الغطستين المختارتين

نوع الغطسة	بيـــــــــان		المسافة الماسية	السرعـــــة الخطيـــــة ومركبـــــتيها م / ث		
تقسيم	ترتيب الوضع	زمن الوضع	نق× الزاوية القطرية	السرعة الخطية	السرعة الأفقية	السرعة الرأسية
١٠٥ب	٢٤	٠,٠٨٣٣	٠,٣٦٩	٤,٤٣٦	٤,١٨٠	١,٤٨٧
٤٠١ب	٢١	٠,٠٨٣٣	٠,٣٣٦	٤,٠٣٨	٤,٠١٩	٠,٣٨٣

يوضح جدول (١٩) بيانات السرعة الخطية اللحظية ومركبتيها الرأسية والأفقية لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) وهي نقطة نسبية مختارة ، عند دخول الماء في الغطستين المختارتين.

كانت أقل قيمة للسرعة المماسية (الخطية) ٤,٠٣٨ م ، الأفقية ٤,٠١٩ م ، الرأسية٠,٣٨٣ م لغطسة دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠١ب) من مجموعة الدورات الداخلية .

و كانت أكبر قيمة للسرعة المماسية (الخطية) ٤,٤٣٦ م ، الأفقية ٤,١٨٠ م ، الرأسية ١,٤٨٧ م لغطسة دورتين ونصف أمامية منحنية (٥٠١ب) من مجموعة الدورات الأمامية.

كما يوضح أن ترتيب الغطسات من حيث السرعة من الأقل إلى الأكبر على النحو التالي :
دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) ، دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) .

مما يعني إختلاف قيم السرعة المحصلة ومركبتيها الأفقية والرأسية ، وقد يرجع ذلك إلى اختلاف متطلبات الأداء الحركي لكل منها مما أدي الى إختلاف البعد الرأسي عند قمة الغطسة والبعد الافقي لحظة دخول الماء.

زمن الأداء في الغطستين المختارتين:

جدول (٢٠) زمن أداء بعض المراحل

الغطسات المختارة	الزمن من الانطلاق حتى القمة	الزمن من القمة حتى الدخول	الزمن الكلي
١٠٥ب	٠,٤١٧	٠,٦٦٧	١,٠٨٣
٤٠٣ب	٠,٤١٧	٠,٥٠٠	٠,٩١٧

يوضح جدول (٢٠) زمن الأداء الكلي المستغرق منذ لحظة الانطلاق من لوحة الغطس حتى دخول الماء ، وهى مجموع زمني أداء (الانطلاق حتى القمة و من القمة حتى الدخول) .

حيث كان الزمن الكلي المستغرق منذ لحظة الانطلاق من لوحة الغطس حتى دخول الماء ، من الأقل الى الأكبر كان على الترتيب :

دورة ونصف داخلية منحنية من مجموعة الدورات الداخلية (٤٠٣ب) ٠,٩١٧ ث .
دورتين ونصف أمامية منحنية من مجموعة الدورات الأمامية (١٠٥ب) ١,٠٨٣ث .

ممايعني أن الغطستين مختلفتين من حيث الزمن الكلي المستغرق في أداء كل غطسة وقد يرجع ذلك إلى إختلاف طول المسار حيث يزيد الارتفاع وبعد نقطة دخول الماء في غطسة (١٠٥ب) عن (٤٠٣ب) مما يعني اختلاف متطلبات الأداء الحركي لكل منها .

مناقشة النتائج:

من خلال عرض النتائج وبدراسة الجداول والاشكال الموضحة فيما يلي :

أولاً : البارامترات البيوميكانيكية مخرجات التحليل المختارة للدراسة خلال مراحل الاداء:

ـ جدولي (٢ ، ٣) مخرجات التحليل المختارة للدراسة لمراحل أداء غطسة(١٠٥ ب) غطسة (٤٠٣ ب). يتبين إختيار عشرة متغيرات (بارامترات بيوميكانيكية) تتعلق بأبعاد مراكز ثقل الجسم الحقيقية (المحصلة) والابعاد الافقية والرأسية عن محور الحركة ، عزم القصور الذاتي ، قيم الازاحة الزاوية ، والزاوية مع الرأسي ، المسافة المماسية ، السرعات المماسية (المحصلة) الافقية والرأسية.

معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء الغطستين المختارتين .

ـ جدولي (٤ ، ٥) معاملات الارتباط بين البارامترات البيوميكانيكية المختارة من مخرجات التحليل لمراحل أداء غطسة (١٠٥ ب) غطسة (٤٠٣ب) . يتبين العلاقات الموضحة التالية :

١ – مع البعد الحقيقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة:

وجود علاقة طردية بين البعد الحقيقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة وكل من (البعد الافقي ، الرأسي ، عزم القصور الذاتي ، الزاوية المحصورة بين خط مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي) ، حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً في الغطستين .

وجود علاقة طردية بين البعد الحقيقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة وكل من (المسافة المماسية، السرعة المماسية ، السرعة الرأسية) ، حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً في الغطسة (١٠٥ب) .

وجود علاقة طردية بين البعد الحقيقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة و (السرعةالافقية) ، حيث كان معامل الارتباط موجب دال إحصائياً في غطسة (٤٠٣ب) .

٢ – مع البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة :

وجود علاقة طردية بين البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة وكل من (عزم القصور الذاتي ، ، الزاوية المحصورة بين خط مركز ثقل الجسم والمحور مع الرأسي ، المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الافقية ، السرعة الرأسية) ، حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً في في الغطستين .

وجود علاقة طردية بين البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة و (الازاحة الزاوية القطرية) ، حيث كان معامل الارتباط موجب دال إحصائياً في الغطسة (١٠٥ب) .

٣ – مع البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة :

وجود علاقة طردية بين البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة و(عزم القصور الذاتي) حيث كان معامل الارتباط موجب دال إحصائياً في غطسة (١٠٥ب) .

علاقة عكسية بين البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة و(الازاحة الزاوية القطرية حيث كان معامل الارتباط سالب دال إحصائياً في الغطستين (١٠٥ب ، ٤٠٣ب) ، وتعني هذه العلاقة زيادة قيمة الازاحة الزاوية القطرية كلما قل البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة (نقطة الانطلاق) .

٤- مع عزم القصور الذاتي:

وجود علاقة طردية بين عزم القصور الذاتي و(البعد الحقيقي ، البعد الأفقي ، البعد الرأسي المسافة المماسية والسرعة المماسية السرعة الرأسية) ، حيث كانت معاملات الارتباط دالة إ حصائياً في الغطستين (١٠٥ب) .

وجود علاقة طردية بين عزم القصور الذاتي و(البعد الحقيقي ، البعد الأفقي ، البعد الرأسي) ، حيث كانت معاملات الارتباط دالة إ حصائياً في الغطستين (٤٠٣ب) .

٥- مع الأزاحة الزاوية (القطرية):

وجود علاقة طردية بين الأزاحة الزاوية (القطرية) وكل من (المسافة المماسية ، السرعة المماسية ، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إ حصائياً في في الغطستين .

وجود علاقة طردية بين الأزاحة الزاوية(القطرية)و(الزاوية مع الرأسي "درجة ستينية" ، السرعة الافقية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً في الغطسات (١٠٥ب).

٦- مع الزاوية مع الرأسي "درجة ستينية "

وجود علاقة طردية بين الزاوية مع الرأسي "درجة ستينية " وكل من (المسافة المماسية، السرعة المماسية،السرعة الافقية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إ حصائياً في في الغطستين .

وجود علاقة طردية بين الزاوية مع الرأسي "درجة ستينية " وكل من (السرعة الرأسية) حيث كان معامل الارتباط موجب دال إحصائياً في غطسة (١٠٥ب) .

٧- المسافة المماسية :

وجود علاقة طردية بين المسافة المماسية وكل من(السرعة المماسية، السرعة الافقية، السرعة الرأسية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً في في الغطستين .

٨- السرعة المماسية:

وجود علاقة طردية بين ، السرعة المماسية ،(السرعة الافقية، السرعة الأفقية) حيث كانت معاملات الارتباط موجبة دالة إحصائياً في في الغطستين .

٩- مع السرعة الافقية:

وجود علاقة طردية بين السرعة الافقية وكل من(السرعة الرأسية) حيث كانت معامل الارتباط موجب دال إحصائياً في في الغطستين .

وهذه النتائج في مجملها تعني ، انه كلما زاد أحد طرفي العلاقة زاد الآخر والعكس صحيح ، الا فيما يخص العلاقة بين البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة مع (الازاحة الزاوية "القطرية") فهى عكسية سالبة وتعني أنه كلما زاد البعد الرأسي لمركز ثقل الجسم عن محورالحركة نقصت قيمة الازاحة الزاوية. وقد يرجع ذلك الى زيادة قيمة عزم القصور الذاتي للجسم التي تعمل على كبح ومقاومة الدوران (٤ : ٣٧٦) ، حيث يرتبط عزم القصور الذاتي للجسم طرديا بالبعد الرأسي .

ثانياً : مسار مركز الثقل خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين:

ـــ الأشكال من (١ ، ٢) النماذج الحقيقية لتسلسل صور الأوضاع لمراحل أداء الغطستين المختارتين (قيد الدراسة)على الترتيب ـــ دورتين ونصف أمامية منحنية(١٠٥ب)، دورة ونصف داخلية منحنية (٤٠٣ب).

ـ جدول (٦) الذي يوضح إحداثيات مراكز ثقل الجسم خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين (قيد الدراسة) .

ـ أشكال (٤،٣) التي توضح مسار مراكز ثقل الجسم خلال مراحل الأداء.

ـ شكل(٥) النموذج الحقيقي للأوضاع المختارة للدراسة.

يتضح أن مسارات مراكز الثقل في الغطستين المختارتين تمثل حركة لجسم مقذوف في الهواء منذ لحظة الانطلاق حتى دخول الماء ، فيبدو المسار على شكل منحنى متبعا مساراً ثابتاً لا يمكن تغيره حيث يقع تحت تأثير قوة وحيدة هي الجاذبية الارضية التي تؤثر على جميع أجزاء الجسم بشكل متساوي وعلى هذا تخضع حركه الجسم ـ منذ إنطلاقه فى الهواء حتى الهبوط ولحظة دخول الماء ـ لمجموعة من المبادئ التي يشير اليها جورج ريكهام George R. (١٩ : ١٤٠ -١٤١) فيما يلي :

(أ) أن الجسم يبقى دائما متزنا حول مركز ثقله حتى و إن إفتقد أحيانا لانسجام بعض الأجزاء كأن تكون أحد الذراعين عاليا بينما الأخرى ممتدة جانباً ، لكن مهما كانت ثابتة أو متحركة فسيبقى الجسم دائما في حالة إتزان مستقر، وسوف لا يتعرض لعدم الأتزان.

(ب) ليصبح الجسم في حاله حركة (أو عدم إستقرار) يجب أن تكون هناك قوتين متضادتين ، لكن بالنسبه لحركة الجسم في الهواء ، فانه يقع تحت تاثير قوة وحيدة هى الجاذبية الارضية التى تؤثر على جميع أجزاء الجسم بشكل متساوى .

(ج) تخضع الحركة الكلية للجذع والأطراف بالنسبة لمركز ثقل الجسم أثناء الحركة فى الهواء الى (القانون الثالث) قانون رد الفعل من قوانين الحركة لنيوتن ، فإذا إمتدت ذراع جانبا فسوف يكون رد فعل بعض الأجزاء الأخرى من الجسم المتحرك في الأتجاه العكسى للمحافظة على توازن الجسم حول مركز الثقل .

(د) تتبع حركة مركز ثقل الجسم مساراً ثابتاً لا يمكن تغيره بأى حركة يقوم بها اللاعب .

ثالثاً : البارامترات البيوميكانيكية مخرجات التحليل عند الاوضاع المختارة للدراسة:

- الجداول من (٧- ٢٠) الخاصة بمخرجات التحليل البيوميكانيكي المتضمنة الأوضاع المختارة (لحظة الانطلاق – قمة الغطسة – لحظة دخول الماء) خلال مراحل الاداء للغطسات المختارة (١٠٥ب ، ٤٠٣ب) . المستخلصة من جدولي (١ ، ٢) يمكن ملاحظة مايلي :

أن هذه النتائج في مجملها تعني وجود أختلافات واضحة بين الغطستين (١٠٥ب ،٤٠٣ب) قد تعزى إلى إختلاف متطلبات أداء كل منها ، كما تعكس شكل العلاقات القائمة بين البارامترات البيوميكانيكية مخرجات التحليل ، و قد توضح من خلال المناظرة بين الغطستين ـ في كل وضع من الاوضاع المختارة من مخرجات تحليل الغطستين وفي ضوء معاملات الارتباط ـ بعض المحددات الفنية الخاصة بكل منها فيما يلي :

لحظة الانطلاق: يلاحظ أن بعد مركز ثقل الجسم عن نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) في غطسة (٤٠٣ب) أقرب من (١٠٥ب) حيث كان على الترتيب (٠,٧٦٦ م) (٠,٩٦٩ م) جدول (٢)، ويعزى ذلك إلى حاجة اللاعب لاكتساب سرعة دورانية أكبر لحظة الانطلاق بتقريب مركز ثقل جسمة من نقطة الانطلاق ولقد تحقق ذلك بميل الجذع أماماً بغرض تقليل عزم القصور الذاتي للجسم في غطسة (٤٠٣ب)

ـ حيث كان على الترتيب (١٢,٣ كج .م٢) ، (١٨,٠٧كج.م٢) جدول (٣) ، وقد يؤكد ذلك وجود علاقة طردية موجبة بين بعد مركز ثقل الجسم عن نقطة الانطلاق (طرف لوحة الغطس) وعزم القصور الذاتي للجسم في غطسة (٤٠٣ب ، ١٠٥ب) جدول (٤ ، ٥) ـ وذلك لتعويض ميل الجسم للخلف للارتقاء للخلف وإحداث حركة دورانية سريعة آمنة حول المحور العرضي للجسم أماماً في إتجاه اللوحة عند الانطلاق(الوضع ١٠)(شكل ٤) وقد يمكن تفسير ذلك بالرجوع الى قيم الازاحة الزاوية القطرية لكلتا الغطستين عند نفس الوضع حيث كانت الزاوية (٠,١٥ rad) في غطسة (٤٠٣ب) أكبر من غطسة (١٠٥ب) التي بلغت (٠,٠٥٧ rad) ـ وهذا ماتؤكدة تلك العلاقة العكسية بين البعد الرأسي والازاحة الزاوية في الغطستين جدول (٤ ، ٥) حيث كان البعد الرأسي في الغطسة (١٠٥ب) أكبر من (٤٠٣ب) ـ لذا كانت المسافة المماسية للغطستين (٤٠٣ب) (١٠٥ب) علي الترتيب (٠,١١٦) (٠,٠٥٥) ، ولأن السرعة اللحظية المحسوبة تأتي كناتج للمسافة المماسية على زمن الوضع ٠,٠٨٣٣٣ ، لذا كان ناتج السرعة المماسية للغطستين (٤٠٣ب) (١٠٥ب)على الترتيب (١,٣٩٣ م) (٠,٦٦٢ م) ـ هذا وقد يمكن ملاحظة صغر زاوية الانطلاق في غطسة (٤٠٣ب) عن (١٠٥ب) حيث كانت على الترتيب (٥,٥٣)° ، (١٨,٢٤)° وقد ترجع زيادة قيمة هذه الزاوية في (١٠٥ب) لمتطلب زيادة عدد الدورانات، وهذا يتفق مع استنتاجات جروفز Groves الذي يشير إلى أهمية زيادة مقدار الميل عندما تزيد عدد الدورانات (٢٤ : ١٣٢) . يضاف الى ذلك أن الحركة في غطسة (٤٠٣ب) تتم في اتجاهين متضادين ، فتبدأ الغطسة (٤٠٣ب) من (الوقوف الظهر للماء) ثم الارتقاء للخلف والدوران للأمام ، هذا على عكس متطلبات أداء غطسة (١٠٥ب) التي تبدأ من الحركة بالاقتراب الامامي والوثب للارتقاء الامامي والدوران حول المحور العرضي للجسم أماماً لاكتساب كمية حركة أكبر لأداء دورتين ونصف ، لذا كان ميل الجسم اكبر مما أدى الى زيادة زاوية الانطلاق لمتطلب زيادة عدد الدورانات .

قمة الغطسة: الا أنه يمكن ملاحظة العكس عند قمة الغطسة في ظهور قيم مختلفة للسرعة حيث نجد أن الاسرع غطسة (١٠٥ب) ١,٦١٩ م/ث تليها غطسة (٤٠٣ب) ١,١٨٢ م / ث وهى الناتج النهائي لمرحلة التحضير عند الانطلاق حيث كان البعد الرأسي لغطسة (١٠٥ب) ٠,٩٢١ م أكبر من غطسة (٤٠٣ب) ٠,٧٦٢ م فكان الارتفاع عند قمة الغطسة (١٠٥ب) ٢,٢١٢ م ، غطسة (٤٠٣ب) ١,٣٩٢ م لصالح الغطسة (١٠٥ب) وقد يرجع فارق الارتفاع بين الغطستين للبدء بالاقتراب الامامي والوثب للارتقاء الامامي لاكتساب كمية حركة أفقية ورأسية . مما يؤدي الى رفع مركز ثقل الجسم عن سطح اللوحة نسبياً للحصول على أقصى ارتفاع عند قمة الغطسة ، ويتفق ذلك مع ماأشار اليه طلحا حسام الدين الذي يرى للحصول على أقصى ارتفاع عند الطيران " ضرورة رفع مركز ثقل الجسم المفترض وجوده عند مستوى الحوض في حالة الوقوف العادي في اللحظة السابقة للانطلاق (٩ : ٢٩٩) .

مما يعني أن تقريب مركز الثقل قد يساعد على سرعة الدوران (لحظة الانطلاق) وأن ابعاد مركز الثقل لحظة الانطلاق يساعد على ارتفاع قمة الغطسة ، كما أن العامل المحدد لمدى اقتراب أو ابتعاد مركز ثقل الجسم عن نقطة الارتكاز هو الناتج الحركي المطلوب . وهذا قد يشير الى أهمية المقدمات بالنسبة للناتج الحركي النهائي .

لحظة دخول الماء: وحيث يعبر البعد الافقي عن بعد نقطة دخول الماء(لحظة الدخول)عن طرف اللوحة(لحظة الانطلاق) ، فانه يتبين أن أقرب نقطة دخول كانت للغطسة (٤٠٣ب) دورة ونصف داخلية

منحنية ١,١٣ م ، تليها(١٠٥ب) دورتين ونصف أمامية منحنية ١,٨٦٦ م ، فقد يرجع الفارق بينهما لصالح (١٠٥ب) ، إلى اختلاف طريقة البدء واتجاه الارتقاء والدوران ــ فتبدأ الغطسة (٤٠٣ب) من (الثبات الظهر للماء) ثم الارتقاء للخلف والدوران للأمام ، هذا على عكس متطلبات أداء غطسة(١٠٥ب) التي تبدأ من الحركة بالاقتراب الامامي والوثب للارتقاء الامامي والدوران حول المحور العرضي للجسم أماماً . مما يكسبها كمية حركة أفقية ورأسية أكبر نسبياً مما أدى الى ارتفاع أكثر عند قمة الغطسة ومسافة ابعد لنقطة دخول الماء وزمن طيران أفضل كان ١,٠٨٣ لغطسة (١٠٥ب) ، ٠,٩١٧ لغطسة (٤٠٣ب) ، وهذا قد يؤكد ماسبق كما يشير الى أهمية المقدمات بالنسبة للناتج الحركي النهائي .

وقد تتفق هذه الاستنتاجات مع مايشير اليه جورج ر . George R (١٩: ١٤٠ -١٤١) بأن الجسم منذ إنطلاقه من اللوحه وتحرره في الهواء يكتسب كمية حركة دورانية وتصبح الجاذبية الأرضية هي القوة الفاعلة الوحيدة المؤثرة على مركز ثقل الجسم ، حيث يخضع في هذه الحالة لتطبيقات القانون الاول من قوانين الحركة لنيوتن (قانون القصور الذاتي) ، والذي يشتق منه مبدأ بقاء كمية الحركة الدورانية (كمية الحركة الزاوية) المختزنة ، التي تأتي بتأثير عزم القصور الذاتي لمركز ثقل الجسم حول محور الدوران وسرعته الزاوية حول هذا المحور ، فإذا زاد عزم القصور الذاتي (مقاومة الدوران) على أى حال تقل السرعة الزاوية ، وفي حالة نقصان عزم القصور الذاتي عند ذلك تزيد السرعة الزاوية ذاتياً ، هذا لكي تبقى كمية الحركة الزاوية ثابتة.

وهذه النتائج في مجملها قد توضح مدى العلاقة بين مراحل أداء كل غطسة على حدة كسلسلة كينماتيكية متصلة و قد توضح مبررات اختلاف الناتج الحركي النهائي لكل منها ، كما تتفق مع ماأشار اليه لانو Lanoue (٢٥ : ١٠٢) حيث استنتج ان للوثبة دور هام في تحقيق الارتفاع وأكد ذلك جروفز Groves (٢٤ : ١٣٢) عندما استنتج أن- ارتفاع الغطسة الخلفية عن اللوحة ٣,٦ قدم وهو أقل من ارتفاع الغطسة الامامية الذي بلغ ٤,٦ قدم - قد يرجع الى استخدام الاقتراب بالجرى والوثب في الغطسة الامامية ، ولقد خلص الى ضرورة الاهتمام بمقدار الميل الذي يقوم به اللاعب لتحقيق أقصى ارتفاع ومن ثم أداء غطسة ممتازة . وتتفق مع ماأشار اليه طلحا حسام الدين (٩ : ٢٩٩) الذي يرى " أن ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة الانطلاق " يساعد على الوصول لأقصى ارتفاع أثناء الطيران (عند قمة الغطسة) . كما تكون مقادير زوايا أجزاء الجسم موضوع الدراسة كبيرة لحظة الارتقاء كلما زادت عدد الدورانات الهوائية .

تحقيق الاهداف :

من خلال عرض ومناقشة البيانات يتبين تحقيق أهداف البحث فيمايلي:

١- تحديد مسار مركز الثقل خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين.

يوضح جدول (٦) والاشكال(٣ ، ٤) إحداثيات ومسار مركز الثقل خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين (١٠٥ب ، ٤٠٣ب).

٢- تحديد أبعاد مركز الثقل عن طرف لوحة الغطس لحظة (الانطلاق) في الغطستين المختارتين.

توضح الجداول (٧- ٩) أبعاد مركز الثقل عن طرف لوحة الغطس لحظة (الانطلاق) في الغطستين المختارتين .

٣- تحديد مقدار الارتفاع عن لوحة الغطس (قمة الغطسة) في الغطستين المختارتين.

يوضح جدول (٨) مقدار الارتفاع عن لوحة الغطس عند (قمة الغطسة) في الغطستين المختارتين حيث كانت غطسة (١٠٥ب) أكثر إرتفاعاً من غطسة (٤٠٣ب) .

٤- تحديد البعد الأفقي لنقطة دخول الماء عن طرف لوحة الغطس(نقطة دخول الماء) الغطستين المختارتين .

يوضح جدول (٩) مقدار البعد الأفقي لنقطة دخول الماء عن طرف لوحة الغطس(نقطة دخول الماء) الغطستين المختارتين حيث كانت غطسة (١٠٥ب) أكثر بعداً من غطسة (٤٠٣ب) .

٥- تحديد عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين.

توضح الجداول (١٠-١٢) عزم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة خلال مراحل أداء الغطستين المختارتين.

٦- مقدار زاوية الانطلاق (لحظة الانطلاق) في الغطستين المختارتين.

يوضح جدول (١٣) مقدار زاوية الانطلاق (لحظة الانطلاق) في الغطستين المختارتين حيث كانت غطسة (١٠٥ب) أكبر من غطسة (٤٠٣ب) .

٧- السرعة الخطية المحصلة ومركبتيها- الأفقية ، الرأسية - لحظة (الانطلاق - قمة الغطسة - دخول الماء) في الغطستين المختارتين.

توضح الجداول (١٧-١٩) السرعة الخطية المحصلة ومركبتيها-الأفقية ، الرأسية - لحظة (الانطلاق - قمة الغطسة - دخول الماء) في الغطستين المختارتين.

٨- زمن الطيران في الغطستين المختارتين .

يوضح جدول (٢٠) زمن الطيران في الغطستين المختارتين حيث كانت غطسة (١٠٥ب) أكبر من غطسة (٤٠٣ب) .

الاستنتاجات :

في حدود الاجراءات المستخدمة ومن خلال ما أمكن التوصل اليه من مخرجات المعالجة ومناقشتها ، يمكن استنتاج مايلي :

- تسلسل علاقات الارتباط بين الابعاد الحقيقية (المحصلة، الافقي ، والرأسي) وقيم عزوم القصور الذاتي لمراكز ثقل الجسم حول محور الحركة (نقطة الانطلاق من لوحة الغطس) في الغطستين يبين أن زيادة البعد الحقيقي والافقي والرأسي يتبعة زيادة قيم عزوم القصور الذاتي ، العكس صحيح فنقص البعد الحقيقي (المحصلة) والبعدين الافقي والرأسي يتبعة نقص في قيم عزوم القصور الذاتي

- كما يتبين أن زيادة البعد الرأسي يتبعة نقص قيمة الازاحة الزاوية لمركز ثقل الجسم ، كما أن نقص البعد الرأسي تبعه نقص قيمة عزم القصور الذاتي للجسم وزيادة قيمة الازاحة الزاوية في الغطستين المختارتين(١٠٥ب) (٤٠٣ب).

ـ تتابع سلسلة العلاقات بين المتغيرات المختلفة المختارة توضح وجود معاملات ارتباط طردية موجبة بالمسافة المماسية والسرعة المماسية ومركبتيها الأفقية والرأسية في الغطستين المختارتين (١٠٥ب) (٤٠٣ب) .

ـ هناك عدة عوامل لها دور هام في تشكيل سلسلة العلاقات الكينماتيكية للأداء الحركي من بينها :

- نوع البدء (من الوقوف – الاقتراب والوثب) .
- عدد الدورانات (نصف دورة ،دورة كاملة، دورة ونصف ، دورتين ، .....) .
- اتجاة الدوران بالنسبة لاتجاه الارتقاء (في إتجاه واحد أو إتجاهين متضادين).

ـ اختلاف النواتج الحركية النهائية للغطسات يرجع الى اختلاف التركيبات الكينماتيكية للمقدمات التي تحددها متطلبات الأداء الحركي ، وترجع لنوع البدء (من الوقوف – الاقتراب والوثب) حيث يتضح أن :

- أقتراب مركز ثقل الجسم من نقطة الانطلاق يقلل عزم القصور الذاتي مما يساعد على الحصول على سرعة كبيرة لحظة الانطلاق .
- زيادة البعد العمودي لمركز ثقل الجسم من نقطة الانطلاق يتبعة نقصان للازاحة لزاوية القطرية . مما يساعد على أرتفاع قمة الغطسة . ومن ثم زيادة زمن الطيران وكلاهما يساعد على إتمام الواجب الحركي وأداء غطسة ممتازة.
- زيادة البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن نقطة الانطلاق (لحظة الانطلاق) يتبعة زيادة في مقدار زاوية الانطلاق مما يساعد على اكتساب سرعة عند قمة الغطسة عند الحاجة لزيادة عدد الدورانات.
- زاوية دخول الماء مهارة خاصة تتعلق بإمكانية اللاعب على صياغة النواتج الحركية للمقدمات للحصول على دخول أقرب إلى العمودي على الماء .

ـ في إطار الاهداف المحددة يتبين :

- تميز غطسة (١٠٥ب) بارتفاع أكبر عند قمة الغطسة ، و بعداً أكبر من طرف اللوحة لحظة دخول الماء ، و عزم قصور ذاتي أكبر ، زاوية انطلاق أكبر من غطسة (٤٠٣ب) .
- كانت السرعة المماسية لغطسة (٤٠٣ب) أكبر من غطسة (١٠٥ب) لحظة الانطلاق ، بينما كانت السرعة المماسية لغطسة (١٠٥ب) أكبر من غطسة(٤٠٣ب) عند قمة الغطسة .
- كان زمن الاداء الكلي لغطسة(١٠٥ب) أكبر من غطسة (٤٠٣ب) .

التوصيات :

في ضوء مأمكن التوصل اليه من إستنتاجات يوصي الباحث بما يلي :

يجب أن يؤخذ في الاعتبار ـ نوع البدء (من الوقوف – الاقتراب والوثب) ، عدد الدورانات(نصف دورة ، دورة كاملة ، دورة ونصف ، دورتين ، .....) ، اتجاة الدوران بالنسبة لاتجاه الارتقاء(في إتجاه واحد أو إتجاهين متضادين) ـ لما لها من دور هام في تشكيل سلسلة العلاقات الكينماتيكية للأداء الحركي .

يجب أن يؤخذ في الاعتبار تلك العلاقات الطردية والعكسية بين مختلف البارامترات الكينماتيكية التي أسفرت عنها نتائج الدراسة في ايجاد التوافقات اللازمة بين حركات أجزاء الجسم وحركة لوحة الغطس المتحركة ، للحصول على الناتج الحركي النهائي من ارتفاع في قمة الغطسة وبعد نقطة الدخول الى زوايا و سرعات (لحظة الانطلاق – عند قمة الغطسة – عند الدخول) .

المراجع العربية :

١- أحمد إبراهيم شحاتة : تحليل كينماتيكي للحركة الخطية لمركز ثقل الجسم في أداء الشقلعة الأمامية على اليدين ودورة ونصف دورة على حصان القفز ، بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث ، جامعة حلوان ، المجلد العاشر ، العدد السادس ، ديسمبر ١٩٨٧م .

٢- أحمد حماد وآخرون : الميكانيكا ، الجهاز المركزي للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية ، وزارة التربية والتعليم ، جمهورية مصر العربية ، ١٩٧٨ م.

٣- تارج . س ، ترجمة أحمد صادق القرماني : الميكانيكا ، الطبعة الرابعة ، دارميرللطباعة والنشر، موسكو، ١٩٨٣ م.

٤- جمال محمد علاء الدين : خصائص أو مؤشرات القصور الذاتي ، بحث منشور، مجلة نظريات وتطبيقات ، كلية التربية الرياضية للبنين بأبي قير ، جامعة الاسكندرية ، العدد ٣٦ ، ١٩٩٩م .

٥- حنان محمد مالك يوسف : نموذج رياضي لحساب كمية الحركة الدورانية للجسم خلال مرحلة الطيران للمهارات الرياضية ، بحث منشور،المجلد الاول لبحوث المؤتمرالعلمي الثالث "الاستثمار والتنمية البشرية في الوطن العربي من منظور رياضي " كلية التربية الرياضية للبنات الجزيرة – القاهرة ،أكتوبر ٢٠٠٠ م.

٦- حسين رمضان محمد درويش : علاقة بعض متغيرات الانطلاق بمستوى أداء بعض غطسات المجموعة الامامية من السلم المتحرك ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة ، ١٩٨٥ ؛

٧- صلاح محمد مالك : التحليل البيوميكانيكي للثلاثة دورات والنصف دورة المنحنية الامامية من السلم المتحرك ٣متر ، بحث منشور، مجلد بحوث المؤتمر العلمي الثاني والاربعين لتطوير استراتيجيات التعاون الدولي للارتقاء بمهنة التربية البدنية والرياضة والترويح، كلية التربية الرياضية جامعة المنيا، ١٩٩٩ م.

٨- طلحة حسين حسام الدين : مبادئ التشخيص العلمي للحركة دار الفكر العربي ، القاهرة ١٩٩٤ م .

٩- ــــــــــــــــ : الميكانيكا الحيوية – الاسس النظرية والتطبيقية ، الطبعة الأولى ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٣ م.

١٠- عادل عبدالبصير علي : الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي ،ط ٢ مركز الكتاب للنشر القاهرة ١٩٩٢ م.

١١- عمرو محمد إبراهيم : مساهمة بعض المتغيرات الديناميكية في مستوى أداء غطسة الدورتين ونصف الامامية المنحنية من السلم المتحرك ارتفاع متر واحد" ، بحث منشور ،مجلة كلية التربية الرياضية جامعة السويس ، العدد الاول ، ٢٠٠٠ م.

١٢- عزة عبد الغني عبد العزيز ، أميمة إبراهيم العجمي : دراسة تحليلية لبعض البارامترات الكينماتيكية للغطسة الأمامية المكورة وعلاقتها بالتوازن الديناميكي للاعبي الغطس ،

بحث منشور، مجلة نظريات وتطبيقات ، كلية التربية الرياضية للبنين بأبي قير ، جامعة الاسكندرية ، العدد ٣٢ ، ١٩٩٩م .

١٣- علي محمد عبد الرحمن ، طلحة حسين حسام الدين : كينسيولوجيا الرياضة وأسس التحليل الحركي ، دار الفكر العربي ، القاهرة (بدون تاريخ) .

١٤- كارم متولي مصطفى : علاقة بعض القياسات المورفولوجية وبعض مكونات اللياقة البدنية بمستوى الاداء الحركي للاعبي الغطس ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية الرياضية ، جامعة حلوان ، ١٩٧٧ م.

١٥- ــــــــــــ : تأثير أستخدام ثلاث طرق مختلفة لحركة الذراعين أثناء الاقتراب للارتقاء الامامي على مستوى الاداء الحركي لغطسة (١½)دورة أمامية منحنيةمن السلم المتحرك ، بحث منشور ، المجلة العلمية للتربية البدنية والرياضة ، كلية التربية الرياضية ، جامعة حلوان ، العدد (٢٧) ١٩٩٦ م.

١٦- ــــــــــــ : برنامج مقترح لتحديد بعض البارامترات البيوميكانيكية لتحليل الاداء الحركي باستخدام نظام النوافذ بالحاسب الآلي ، بحث منشور ، المجلة العلمية للتربية البدنية والرياضة ، كلية التربية الرياضية ، جامعة حلوان ، العدد (٣٧) ٢٠٠٢ م.

١٧- محمد فتحي الكرداني ، موسى فهمي إبراهيم ، السعيد على ندا : موسوعة الرياضات المائية (الجزء الثاني) دار الكتب الجامعية ، اسكندرية ، ١٩٦٩م .

المراجع الاجنبية :

18- Bruce, A. & Others: **The Biophysical Foundations Of Human Movement** , Human Kinetics Publishers, Inc . U . S. A. 1997.

19 - George R.,: **Diving Complete**, Faber & Faber LTD, Landon, 1973.

20 - Hay, J . G . , : **The Biomechanics of Sports techniques** , Prentice Hall , England chiffs , N . J . , 1973

21 - Goldberg , R . L . , : **Abiomechanical analysis of the takeoff in Forward rotating dives** , M . S . in physical Education, (Morehouse , C . A . ,) 1972

22 - Susan J. Hall,: **Basic Biomechanics,** Mosby - Year Book, Inc. U. S. A. 1991.

23- Williams & Lissner s,.: **Biomechanics Of Human Motion,** Third **Ed., W. B. S. Company H. B. J., Inc. U.S.A. 1991.**

R . Q

24 - Groves , W . H . , : Mechanical Analysis , 21 : 132 , May , 50 .

25 - Lanoue , F . , : **Analysis of basic factors , 11 : 102 , Mar , 40 .**

ملخص البحث

تحليل بيوميكانيكي لبعض مراحل الأداء الحركي لغطستين من مجموعتين مختلفتين (دورتين ونصف أمامية منحنية ١٠٥ب ، دورة ونصف داخلية منحنية ٤٠٣ ب) .

د . كارم متولي مصطفى

أستاذ مساعد بقسم التدريب الرياضي

كلية التربية الرياضية للبنين

جامعة حلوان

يحاول الباحث في هذه الدراسة التعرف على بعض الخصائص البيوميكانيكية لبعض مراحل الأداء الحركي ، من خلال التحليل البيوميكانيكي لغطستين من مجموعتين مختلفتين (١٠٥ب ، ٤٠٣ب) لتوفير كم موضوعي من المعلومات للوقوف على بعض النتائج التي قد تفيد الكثير من الباحثيين والمدربيين العاملين في هذا المجال . ولقد أستنتج الباحث عدة عوامل لها دور هام في تشكيل سلسلة العلاقات البيوميكانيكية للأداء الحركي من بينها :

- نوع البدء (من الوقوف – الاقتراب والوثب) .
- عدد الدورانات (نصف دورة ،دورة كاملة، دورة ونصف ، دورتين ، .....) .
- اتجاة الدوران بالنسبة لاتجاه الارتقاء (في إتجاه واحد أو إتجاهين متضادين).

إختلاف النواتج الحركية النهائية للغطسات يرجع الى إختلاف التركيبات الكينماتيكية للمقدمات التي تحددها متطلبات الأداء الحركي .

إقتراب مركز ثقل الجسم من نقطة الانطلاق يقلل عزم القصور الذاتي مما يساعد على الحصول على سرعة كبيرة لحظة الانطلاق .

زيادة البعد العمودي لمركز ثقل الجسم من نقطة الانطلاق ، يساعد على أرتفاع قمة الغطسة . ومن ثم زيادة زمن الطيران وكلاهما يساعد على إتمام الواجب الحركي وأداء غطسة ممتازة .

زيادة البعد الافقي لمركز ثقل الجسم عن نقطة الانطلاق (لحظة الانطلاق) يتبعة زيادة في مقدار زاوية الانطلاق مما يساعد على إكتساب سرعة عند قمة الغطسة عند الحاجة لزيادة عدد الدورانات.

زاوية دخول الماء مهارة خاصة تتعلق بقدرة اللاعب على صياغة النواتج الحركية للمقدمات للحصول على دخول أقرب إلى العمودي على الماء .

ولقد أوصى الباحث في ضوء مأأمكن التوصل إليه من إستنتاجات بضرورة أن يؤخذ في الاعتبار تلك العلاقات الطردية والعكسية بين مختلف البارامترات الكينماتيكية في إيجاد التوافقات اللازمة بين حركات أجزاء الجسم وحركة لوحة الغطس المتحركة وصياغة ذلك بشكل مناسب للحصول على الناتج الحركي النهائي من إرتفاع في قمة الغطسة وبعد نقطة الدخول الى زوايا وسرعات (لحظة الانطلاق – عند قمة الغطسة – عند الدخول) .