

التحليل الكينماتيكي للغطسة المعكوسة (B) من على السلم الثابت 5م كأساس لوضع تمرينات نوعية جمبازية Kinematic analysis of the inverted dive (B) from the 5m platform as a basis for developing qualitative gymnastics exercises

د. قاسم محمد صياح¹ Qasim Mohammed Sayah

qasim.sayah@uobasrah.edu.iq

¹جامعة البصرة/قسم النشاطات الطلابية، (العراق)،

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22181897>

تاريخ النشر: 2025-07-04

تاريخ الإرسال: 2025-02-17

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى توفير بيانات علمية أساسية تساهم في تحسين أداء مهارة الغطس العكسي من خلال التحليل الحركي، واتخاذ نتائجه أساساً لبناء برنامج تدريبي نوعي قائم على التمرينات الجمبازية المتخصصة، ولتحقيق هذا الهدف، تم تصوير أداء الغطس العكسي (B) لخمسة رياضيين من المنتخب السعودي للغطس، وإجراء تحليل حركي ثنائي الأبعاد باستخدام برنامج (Kinovea).

وأظهرت نتائج الدراسة أن أداء الغطسة العكسية يتطلب ارتفاعاً عمودياً سريعاً لمركز كتلة الجسم، وزيادة في زوايا المفاصل خلال مرحلة النهوض، إضافة إلى المد الكامل لمفصلي الركبة والكاحل والانتشاء السريع لمفصل الورك مباشرة بعد الارتقاء، كما بينت النتائج أن تصحيح هذه الأوضاع الفنية والميكانيكية الحيوية من خلال التدريب الأرضي المتكرر يساهم في تحسين مستوى الأداء الفني لمهارة الغطس من منصة ارتفاعها 5 أمتار. واستناداً إلى نتائج التحليل الكينماتيكي، وفي ضوء المتغيرات الكينماتيكية المدروسة، تم تصميم برنامج تدريبي نوعي جمبازي يهدف إلى تطوير المتطلبات الحركية والميكانيكية المرتبطة بالأداء الأمثل للغطس العكسي.

الكلمات المفتاحية: التحليل الحركي؛ الغطس العكسي؛ كينوفيا (Kinovea)؛ السرعة العمودية.

Abstract:

This study aims to provide fundamental scientific data to improve reverse diving performance through kinematic analysis and to use its findings as a basis for designing a specific gymnastics-based training program. To achieve this objective, the reverse dive (B) performed by five athletes from the Saudi National Diving Team was recorded and analyzed using a two-dimensional kinematic analysis with the Kinovea software. The results revealed that successful execution of the reverse dive requires a rapid vertical elevation of the body's center of mass, increased joint angles during the take-off phase, full extension of the knee and ankle joints, and rapid flexion of the hip joint immediately after take-off. The findings also indicated that correcting these technical and biomechanical positions through repeated land-based training can contribute significantly to improving performance in the 5-meter platform reverse dive. Based on the kinematic analysis results and the investigated kinematic variables, a specific gymnastics training program was developed to enhance the movement and biomechanical requirements associated with optimal reverse diving performance.

Keywords: Kinematic Analysis; Reverse Dive; Kinovea; Vertical Velocity.

1. مقدمة:

يتطلب الغطس عوامل القوة البدنية مثل القوة وخفة الحركة والمرونة لأداء مهارات عالية المستوى في الحركات الهوائية. إنه حدث يتطلب قوة ذهنية قوية للتغلب على الخوف من الأماكن المرتفعة إلى جانب العوامل الفنية. تشمل مسابقات الغطس. الغطس من السلم المتحرك والسلم الثابت. الغطس من السلم المتحرك هو حدث يتم إجراؤه باستخدام مرونة السلم وبارتفاع 1 متر و3 أمتار. وله خاصية إنتاج حركات أنيقة ومرنة. والسلم الثابت يتم إجراؤه باستخدام منصة غطس ثابتة على ارتفاع 5، 7.5، و10 متر (من سطح الماء. يجب إجراء الحركات في لحظة قصيرة بقدرات الشخص دون قوة رد فعل السلم. تتكون مسابقات الغطس من ست مجموعات تشير إلى اتجاه دوران الغطس. المجموعة (1) للأمام والمجموعة (2) الوقوف للخلف، المجموعة (3) الوقوف للأمام والقفز (العكسية)، المجموعة (4) الوقوف للخلف والقفز للأمام (للدخل)، المجموعة (5) تويست، المجموعة (6) الوقوف على اليدين). بالإضافة إلى ذلك، يجب إجراء أربعة أوضاع هوائية (المستقيم (A)، (نوع شبه منحني (B)، (نوع ثني كامل الانحناء (C)، (الاسلوب الحر (D) بحركات عالية المستوى ومثالية ويتم الانتهاء منها بدقة (القانون الدولي للغطس الى الماء) (FINA, 2015,p35).

وتعتبر الغطسة المعكوسة المنحنية من مجموعة الغطسات المعكوسة وتؤدي بتأثير الغطس الخلفي من الارتقاء الأمامي، وتعتبر هذه الغطسات ذات صعوبة كبيرة ليس فقط لأنها غطسات عمياء، ولكن أيضا لدوران الراس فيها للخلف نحو سلم الغطس، ومن أهم نجاح تعلم الغطسات المعكوسة من سلم الغطس الثابت على ارتفاع 10 أمتار ضرورة تفهم كل من المدرب لميكانيكية الارتقاء وأن يكون قادرا على توصيله للاعبيه بثقة ووضوح واقتدار.

في مسابقات الغطس الى الماء، تتكون نتيجة الغطس من جزأين: درجة الحكام ودرجة صعوبة الغطسة. يؤخذ ارتفاع الغطسة في الاعتبار عند الحكم في الغطس، ويتيح الارتفاع الأكبر مزيداً من الوقت للدوران والاستعداد للدخول. يجب أن يسعى الغاطس إلى أقصى ارتفاع للغطس مع زخم زاوي كافٍ للسماح بالتمدد قبل الدخول مع الحفاظ على مسافة آمنة من السلم أثناء الطيران. تزداد درجة صعوبة الغطسة مع دوران القلبية، وبالتالي من المفيد استخدام غطس ذي متطلبات دوران عالية. يعتمد مقدار دوران القلبية التي يمكن تحقيقها على زمن الطيران والزخم الزاوي وتكوين الجسم. إمكانات الدوران، المعرفة على أنها نتاج الزخم الزاوي ووقت الطيران (هيلي وييدون) (Hiley and Yeadon, 2008,p1730).

أثناء النهوض من سلم الغطس، يتم تطبيق أقصى قوة رد فعل على السلم، لكن القوة في هذا الوقت تكون ثابتة تقريباً بغض النظر عن معدل صعوبة الاداء (هاميل وجولدي) (Hamill and Golde, 1986,p78). الغطس يحدث من خلال قوة وانثناء الركبة بشكل صحيح على السلم ووفقاً للخصائص الفردية، كما أنه يوفر هامشاً زمنياً للقدم لرفع مركز الكتلة في الهواء بشكل كافٍ. فإن قوة وانثناء الركبة لها تأثير كبير على أداء حركات الغطس (ساندر) (Sander, 1998,p231). وهي تتكون من ثلاث حركات: القفز في المكان، والحركة في الهواء، والدخول في الحركة. لا تعتبر أي من الحركات الثلاث غير مهمة، ولكن في وقت القفز، تعتبر المتغيرات الزاوية لقطاعي الأطراف العلوية والسفلية، والارتفاع والمسافة إلى مركز الجسم، وعامل السرعة مهماً جداً.

بالنظر إلى الدراسات السابقة حول الغطس على السلاالم، وجد (ميلر وسبريجينجز) (Miller & Springings, 2001, p217) أنه من أجل أداء الحركة المثالية على السلم، من الضروري الحصول على لحظة دوران كافية في الهواء وهو مطلوب حسب الرياضة، وضروري لتأمين الوقت والارتفاع اللازمين لمثل هذا الدوران. بالإضافة إلى ذلك، اشار (كولدن) (Golden, 1981, p 55) بأن السرعة العمودية تنخفض مع زيادة الدوران في الحركة الهوائية للغطس، وذكر (هاميل وجولدن) (Hamill & Golden, 1986, p78) الجزء العلوي من الجسم أثناء القفز واكد (مووكيرجي) (Mookerjee, 1990, p31) ان السرعة الأفقية ساهمت في ابتعاد الجسم عن سلم الغطس وأن حركة الرجلين تمثل الأهمية الأولى في تحقيق كمية الحركة الزاوية. وشار (غامبرا) (Gambrol, 1998, p745) عن وجود تشابه في حركة المفاصل أثناء عمليتي الضغط على السلم المتحرك وأداء الغطسة للقفازين المهرة وكذلك وجود مساهمة كبيرة من سلم الغطس المتحرك ترتبط بالمسافة العمودية الناتجة عن تحركه .

بالنظر إلى الدراسات السابقة، تم إجراء معظم دراسات النهوض للأحداث رفيعة المستوى، والبحث عن أحداث الحركة الأساسية غير كافٍ مقارنة بالرياضات الأخرى. من الضروري تقديم البيانات الأساسية بحيث يمكن تحسين مستوى الكمال التقني بشكل أكثر أماناً عند تنفيذ هذا الحدث عالي المستوى.

1.1. مشكلة البحث:

يواجه اللاعبون ذوو قوة القفز الضعيفة صعوبة كبيرة في أداء حركاتهم، على الرغم من أنهم لا يستخدمون الخطوات ولا يدورون إلا بالقفز في المكان. بالإضافة إلى ذلك، كما هو الحال في جميع أحداث الغطس، هناك حاجة إلى إجراء بحث متعمق لتحسين الأداء في حدث الحركة المعكوسة، الأمر الذي يتطلب أداءً مثاليًا لحركة الهواء من أجل الحصول عليها بدقة.

2.1. هدف البحث:

- التعرف على المتغيرات الكينماتيكية للغطسة المعكوسة.
- توفير البيانات الأساسية لتحسين أداء الغطس من خلال التحليل الحركي كأساس لوضع تمارين نوعية جمبازية.
- وضع برنامج تدريبي نوعي في ضوء المتغيرات الكينماتيكية للغطسة المعكوسة.

3.1. تساؤلات البحث:

- ما المتغيرات الكينماتيكية للغطسة المعكوسة؟
- ما البرنامج التدريبي النوعي المقترح في ضوء المتغيرات الكينماتيكية للغطسة المعكوسة؟

2. طريقة البحث:

1.2. العينة:

عينة الدراسة كانت 5 لاعبين من المنتخب السعودي للغطس على السلم الثابت 5 متر لعمر 11-12 سنة. الجدول 1 الخصائص الجسدية والشخصية لهؤلاء الرياضيين.

جدول رقم (01) يبين مواصفات عينة البحث

العينة	العمر (سنة)	الطول (سم)	الوزن (كغم)	العمر التدريبي
لاعب 1	12	137	34	2
لاعب 2	12	136	34	2
لاعب 3	11	127	27	2
لاعب 4	12	138	35	2
لاعب 5	12	135	28	3
س ± ع	0.447±11.8	4.393±134.6	3.782±31.6	0.447±2.2

2.2 المراحل والاحداث:

في هذه الدراسة، تم تعيين ما مجموعه 4 أحداث لقسم التحليل من لحظة القفز إلى التحضير للاكتساب، وتم تقسيم مرحلة التحليل إلى 3 مراحل وتحليلها كما في الشكل (1).



الشكل رقم (01) يبين تقسيم مرحلة التحليل

3.2 إجراءات التجربة:

تم تصوير عينة الدراسة لكل لاعب بكاميرا فيديو سرعتها 60 صورة بالثانية ضمن فعاليات بطولة الخليج 2019. الكاميرا كانت عمودية على المستوى السهمي بعد ذلك تم تنزيل الفيديو المسجل الى هارد الكمبيوتر لغرض تحليله بواسطة برنامج (kinovea version 9.3). واستخرجت البيانات الى الاكسل لغرض وضعها في جداول ومناقشتها.

4.2 البرنامج التدريبي النوعي المقترح:

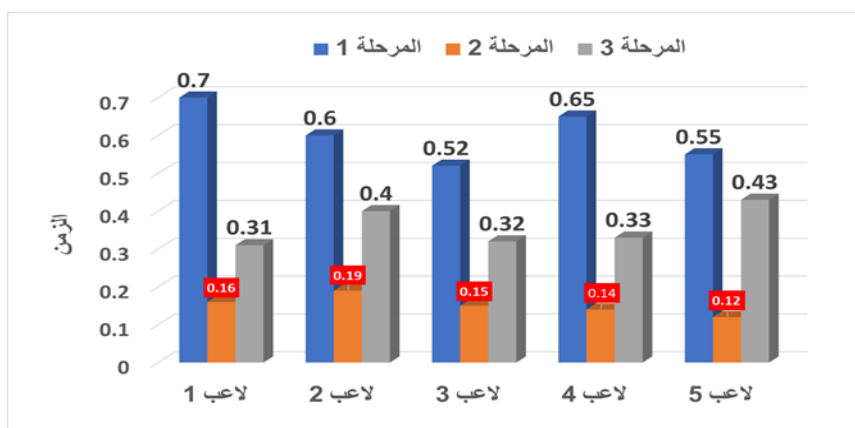
- من خلال نتائج التحليل الكينماتيكي وفي ضوء المتغيرات الكينماتيكي للغطسة المعكوسة.
- تم وضع البرنامج التدريبي المقترح لمدة ٨ أسابيع بواقع ثلاث وحدات تدريبية في الأسبوع، ليكون عدد الوحدات التدريبية خادل مدة تنفيذ البرنامج 24 وحدة تدريبية.
 - زمن الوحدة التدريبية: من (70-90 دقيقة) على أن يكون الزمن الخاص بالتدريبات النوعية من (35-45 دقيقة).
 - طريقة التدريب المتبعة: التدريب الفترى منخفض الشدة.
 - تناسب درجة الحمل في التدريب من حيث الشدة والحجم والراحة.
 - تم استخدام الحمل التدريبي بدرجة حمل من (50-75%) من أقصى ما يستطيع اللاعبون تحمله، مع تحديد الحد الأقصى لعدد مرات التكرار لكل لاعب.
 - تم تحديد فترات الراحة البينية بين التمرينات من (30-60 ثانية) عندما يصل النبض من (100-110 نبضة في الدقيقة).
3. النتائج والمناقشات:

تم تحليل الوقت، والمسافة الأفقية وارتفاع مركز الكتلة، والسرعة الأفقية والعمودية، ومتغيرات الحركة الزاوية للأطراف العلوية والسفلية، وكانت نتائج التحليل على النحو التالي.

الزمن حسب مرحلة الحركة:

جدول (2) قيم المتغيرات الزمنية للغطسة العكسية (B) (الوحدة: ثانية)

العينة	المراحل			
	المرحلة 1	المرحلة 2	المرحلة 3	اجمالي
لاعب 1	00.7	60.1	10.3	1.17
لاعب 2	00.6	190.	00.4	1.19
لاعب 3	20.5	50.1	20.3	0.99
لاعب 4	50.6	40.1	30.3	1.12
لاعب 5	50.5	20.1	30.4	1.1
س ± ع	0.073±0.604	0.026±0.152	0.054±0.358	0.078±1.11



الشكل رقم 02 يبين الزمن لكل مرحلة

من خلال عرض الجدول (2) والشكل (2) لقيم المتغيرات الزمنية للغطسة المعكوسة بمقارنة الزمن المطلوب لكل مرحلة، في المرحلة (1) كان أطول زمن للاعب (1) هو (0.70 ثانية)، وهو أطول زمن من باقي اللاعبين، وفي المرحلة، استغرق اللاعب (2) أطول زمن وكان (0.19 ثانية)، واستغرق اللاعب (3 و 5) أقصر زمن وكان (0.15، 0.14 ثانية). في المرحلة 2، استغرق اللاعب 5 أطول زمن وكان 0.43 ثانية. في المرحلة 3. أظهر اللاعب (3 و 1) أقصر زمن مطلوب، وكان (0.31 ثانية، 0.32 ثانية). متوسط الزمن المطلوب لـ (5) لاعبين 0.078 ± 1.11 ثانية). في المرحلة 1 0.604 ± 0.073 ثانية)، وهو ما يمثل 54٪ من إجمالي الزمن المطلوب. في المرحلة (2)، استحوذت (0.16 $\pm$ 0.03 ثانية) على (14٪) من إجمالي الزمن المطلوب، وأخيراً، في المرحلة (3) 0.05 ± 0.38 ثانية) مثلت 32٪ من إجمالي الزمن المطلوب. ظهرت المنطقة المرئية كمرحلة 1، تليها المرحلة 3 والمرحلة 2. وتتفق هذه النتائج مع نتائج (إبراهيم، ص122). والتي أشارت إلى أن خلال أداء الدوريتين والنصف الأمامية المنحنية من السلم المتحرك على ارتفاع واحد متر يكون زمن الطيران أكبر زمن يليه زمن الارتقاء ثم زمن الدخول في الماء. كما تتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه (علي، 2004، ص22) من ضرورة أن يكون زمن الطيران هو أكبر زمن خلال أداء الحركات الاكروباتية في الجمباز والغطس يليه زمن الارتقاء ثم زمن الهبوط.

المسافة الأفقية حسب كل حدث:

جدول (3) يبين المسافة الأفقية لمركز الكتلة للغطسة العكسية (B) (الوحدة: سم).

الحدث	الاحداث				العينة
	الحدث 1	الحدث 2	الحدث 3	الحدث 4	
لاعب 1	177.9	202.5	228.9	269.9	
لاعب 2	179.8	203.3	231.8	278.1	
لاعب 3	178.7	198.7	223.2	261.1	
لاعب 4	177	209.8	238.5	294.8	
لاعب 5	174.5	205.7	228.7	289.5	
س ± ع	2.007 ± 177.58	4.104 ± 204	5.576 ± 230.22	13.815 ± 278.68	

من خلال عرض الجدول (3) لقيم متغيرات المسافة الأفقية لمركز الكتلة للغطسة العكسية. عند مقارنة مسافة حركة الكتلة حسب الحدث، للاعب (4) كانت (294.8 سم) هي أبعد مسافة لحركة مركز الكتلة من السلم، وكانت (261.1 سم) للاعب (3)، مما يشير إلى أنها أقرب مسافة لحركة مركز الكتلة من السلم. كان متوسط مسافة الحركة الأفقية لمركز الكتلة (177.58 ± 2.007 سم)، مما يظهر فرقاً بين المتغيرات، وكانت قيمة اللاعب (4) هي (294.8 سم) في الحدث (4)، وهي أطول مسافة على السلم من متوسط مسافة الحركة الأفقية. يُحكم على أنه تم تحريك مسافة طويلة لزيادة الأمان بسبب خصائص الجسم، ولكن إذا زادت مسافة الحركة الأفقية، فإن ارتفاع مركز الكتلة يتناقص، مما يجعل من المستحيل تأمين الارتفاع المطلوب لعملية الاستحواذ. إذا أصبحت المسافة الأفقية بعيدة جداً، يصبح المسار المكافئ أكبر، مما يجعل من الصعب الحصول عليه ومعالجته. لذلك، من الضروري الحفاظ على مسافة مناسبة من السلم. وتتفق هذه النتائج مع نتائج (ميلر وآخرون) (Miller & et al, 1990,p283). ذكر أنه أثناء النهوض الخلفي على السلم (10 م)، تقل السرعة العمودية لمركز كتلة الجسم مع زيادة عدد القلبات، وأن المنحني الخلفي يتطلب مسافة أفقية أكبر من التكور الخلفي.

ارتفاع مركز الكتلة:

جدول (4) ارتفاع مركز الكتلة للغطسة العكسية (B) (الوحدة: سم).

الحدث	الاحداث				العينه
	الحدث 1	الحدث 2	الحدث 3	الحدث 4	
لاعب 1	77.69	83.72	107.09	81.36	
لاعب 2	84.68	89.57	117.02	48.96	
لاعب 3	72.41	79.69	105.46	81.12	
لاعب 4	83.77	85.1	104.86	76.57	
لاعب 5	76.26	84.56	100.6	34.71	
س ± ع	5.19±78.96	3.53±84.53	6.09±107.01	21.42±64.54	

من خلال عرض الجدول (4) لقيم متغيرات ارتفاع مركز الكتلة للغطسة العكسية. عند مقارنة ارتفاع مركز الكتلة لكل حدث، أظهر اللاعب (2) أعلى ارتفاع لمركز الكتلة على السلم عند (117.02 سم) في الحدث (3)، وأظهر اللاعب (5) أدنى ارتفاع لمركز الكتلة على السلم عند (100.6 م). أظهر التغيير في ارتفاع مركز الجسم اختلافاً بين اللاعبين الذي بلغ متوسط ارتفاع مركز الكتلة (107.01 ± 6.09 سم) في الحدث (3)، اللحظة التي قفز فيها إلى أعلى ارتفاع، ووجد اللاعب (2) هو الأعلى بين اللاعبين عند (117.02 م). في الحدث (4)، كان (48.96 سم)، وهو الرابع بين اللاعبين. وقد حصل على وضع قفز عالي، ولكن بسبب ضعف قوة البطن والظهر، يتم طي الجزء العلوي والسفلي ببطء، ويكون مسار القطع المكافئ صغيراً، لذلك يُحكم على أن تغيير الارتفاع هو الأكبر. أيضاً، في الحدث (3)، يمكن ملاحظة أن اللحظة التي قفز فيها اللاعب (4، 5) إلى أقصى ارتفاع بلغ (104.86 م، 100.6 سم) هو

الأدنى بين اللاعبين ويفترض أن هذا بسبب ضعفهما. لحظة النهوض هي عندما يحقق الرياضيون ارتفاعاً وسرعة دوران كافية لأداء الغطس، عن طريق تمدد مفاصل الأطراف السفلية المنحنية بسرعة. هذه نقطة حرجية في الغطس لأن وضعية التمدد والسرعة لها تأثير على ارتفاع سرعة النهوض والدوران (لي، 2006؛ لي، 2008؛ كانج ونام، 2010؛ هوي ونام، 2012) (Lee, 2006,p139; Lee, 2008,p53; Kang & Nam, 2010,p41; Hue & Nam, 2012,p69).

السرعة الأفقية والعمودية:

جدول (5) السرعة الأفقية لمركز الكتلة للغطسة العكسية (B) (الوحدة: سم/ثا).

الحدث	الاحداث				العينة
	الحدث 1	الحدث 2	الحدث 3	الحدث 4	
لاعب 1	5.8	114.45	167.07	114.56	
لاعب 2	21.86	105.48	148.59	86.69	
لاعب 3	3.1	106.77	151.73	107.59	
لاعب 4	15.46	150.95	209.22	142.63	
لاعب 5	15.01	136.09	193.69	122.58	
س±ع	7.67±12.246	519.97±122.7	26.54±174.06	20.48±114.81	

جدول (6) السرعة العمودية لمركز الكتلة للغطسة العكسية (B) (الوحدة: سم/ثا).

الحدث	الاحداث				العينة
	الحدث 1	الحدث 2	الحدث 3	الحدث 4	
لاعب 1	44.68	199.8	74.91	-259.65	
لاعب 2	59.05	228	52.47	-385.8	
لاعب 3	14.29	224.6	91.21	-244.84	
لاعب 4	37.63	202.51	74.3	-258.63	
لاعب 5	-16.76	176.1	67.29	-385.42	
س±ع	29.69±27.78	21.06±206.20	14.02±72.04	-306.8±772.12	

من خلال عرض الجدول (5) (6) لقيم متغيرات السرعة الأفقية والعمودية لمركز الكتلة للغطسة العكسية، عند مقارنة التغيير في سرعة مركز الكتلة حسب الحدث، أظهر اللاعب (4) أسرع سرعة أفقية لمركز الكتلة عند

(209.22 سم / ثانية) في الحدث (3)، وأظهر اللاعب (2) أبداً سرعة أفقية لمركز الكتلة عند (148.59 سم / ثانية). وعند مقارنة السرعة العمودية لمركز الكتلة حسب الحدث، أظهر اللاعب (2) أسرع سرعة عمودية لمركز الكتلة عند (228 سم / ثانية) في الحدث (2)، وأظهر اللاعب (5) أبداً سرعة عمودية لمركز الكتلة عند (176.1 م / ثانية). بالنسبة للتغير في السرعة العمودية لمركز الكتلة، بالنظر إلى الحدث (2)، اللحظة التي تسقط فيها كلتا القدمين من السلم، كان متوسط السرعة العمودية لمركز الكتلة (21.06 ± 206.20 سم / ثانية)، مما يُظهر فرقاً بين اللاعبين، واللاعب (2) بين اللاعبين كان 228 سم / ثانية. وجد أنه الأسرع. تم الحكم على هذا الحدث حيث تم تنفيذه عن طريق زيادة السرعة العمودية وتأمين وضع قفز عالي. التغير في السرعة الأفقية لمركز الكتلة هو متوسط السرعة الأفقية لمركز الكتلة البالغ (519.97 ± 122.7 سم/ثانية) في الحدث (2)، اللحظة التي تسقط فيها كلتا القدمين عن السلم. ومتوسط السرعة الأفقية لمركز الكتلة كان (26.54 ± 174.06 سم / ثانية) في الحدث (3)، اللحظة التي كان فيها كان القفز إلى أعلى ارتفاع. من بين اللاعبين، عندما كان اللاعب (4) في الحدث (2)، (س150.95 م / ثانية)، الحدث (3)، أظهر سرعة أفقية سريعة بلغت (س209.22 م / ثانية). بسبب السرعة الأفقية العالية، كان لا يمكن تأمين وضع قفزة عمودية عالية، لذلك أصبح مسار القطع المكافئ كبيراً، ويُحكم على أن اكتمال حركة الغطسة المعكوسة (B) كان أقل شأناً. تعتبر التغييرات في سرعة مركز الكتلة لها تأثير على التغير في مركز الكتلة. وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه كل من (هاي) (Hay, 1985, p135)، (علي، 2004، ص165). من حتمية توجيه دفع القوى ودفع الدوران خلال مرحلة الارتفاع في الاتجاهين العمودي والأفقي والانطلاق بزاوية أكبر من 75 درجة وأقل من 90 درجة للحصول على منحنى طيران مناسب لتحقيق الواجب الحركي في الحركات الأكروباتية في الجمباز والغطس.

5. زوايا الطرف العلوي

-زوايا المرفق

جدول (7) زوايا المرفق للغطسة العكسية (B) (الوحدة: درجة)

العينة	الاحداث			
	الحدث 1	الحدث 2	الحدث 3	الحدث 4
لاعب 1	171	141.28	160.47	158.45
لاعب 2	167.65	149.84	152.78	155.46
لاعب 3	174.98	121.44	129.13	142.59
لاعب 4	176.25	161.7	111.25	153.77
لاعب 5	176.25	123.17	111.25	153.77
س±ع	3.79±173.23	16.85±139.83	22.95±132.98	6.02±152.81

-زاوية الكتف

جدول (8) زاوية الكتف للغطسة العكسية (B) (الوحدة: درجة)

العينه	الاحداث			
	الحدث 1	الحدث 2	الحدث 3	الحدث 4
لاعب 1	130.31	161.54	152.14	95.4
لاعب 2	136.37	151.1	160.93	99.95
لاعب 3	94.12	141.95	162.52	97.83
لاعب 4	111.93	161.44	167.02	100.83
لاعب 5	141.73	166.63	162.67	97.61
س+ع	19.62±122.89	9.92±156.53	5.47±161.06	2.13±98.32

عند مقارنة زاوية المرفق لكل حدث، وجد أن اللاعب (4) لديه أكبر زاوية مرفق (161.7 درجة)، وأن اللاعب 3 لديه أصغر زاوية مرفق مع (121.44 درجة) في الحدث (2)، عندما سقطت مقدمة القدم من السلم. عند مقارنة زاوية الكتف حسب الحدث، في الحدث (3)، والذي يرتفع فيه الجسم إلى أعلى ارتفاع، أظهر اللاعب (4) أكبر زاوية كتف مع (167.02 درجة)، وأظهر اللاعب (1) أصغر زاوية كتف مع (152.14 درجة). التغيير في زاوية الطرف العلوي هو التغيير في زاوية جزئي المرفق والكتف. في الحدث (2)، حيث يكون مفصل المرفق وفي مرحل القفز حيث تسقط كلتا القدمين من السلم، كان متوسط زاوية مرفق (16.34 ± 143.61 درجة)، التي أظهرت اختلافًا بين اللاعبين، واللحظة التي قفزوا فيها إلى أعلى ارتفاع. ويمكن ملاحظة أن الزاوية تزداد من قسم الحدث (2) إلى قسم الحدث (3). اللاعب (4)، كانت (111.25 درجة) في قسم الحدث (3)، وهي لحظة القفز إلى أعلى ارتفاع، والذي كان أقل من (123.17 درجة) في قسم الحدث (2). وهذا يتفق مع ما شار اليه (كيم) (Kim, 2003, p256)، حيث أشار أنه يمكن تحسين اكتمال التكنيك عن طريق زيادة زاوية المرفق ورفعها عموديًا لأن دوران الذراع غير مطلوب بسبب طبيعة الانعكاس (B) بالنسبة للزاوية، كان متوسط زاوية مفصل الكتف (5.47 ± 161.06 درجة) في قسم الحدث (3)، وهي لحظة القفز إلى أعلى ارتفاع، و (2.13 ± 98.32 درجة) في قسم الحدث (4)، والذي تم تحضيره للدخول. بالنظر إليها، يمكن ملاحظة أن الزاوية قد انخفضت بشكل حاد، ويرجع ذلك إلى انخفاض زاوية مقطع الكتف من أجل تقليل سرعة الدوران وإجراء عملية اكتساب مستقرة للقفز، ويرجع ذلك إلى أن الزاوية قد تمت زيادتها لتسريع عملية الاستحواذ.

6. زويا الطرف السفلي
-زاوية الورك

جدول (9) زاوية الورك للغطسة العكسية (B) (الوحدة: درجة)

الاحداث				العينة
الحدث 4	الحدث 3	الحدث 2	الحدث 1	
48.87	115.25	153.23	168.01	لاعب 1
38.55	107.95	156.25	169.49	لاعب 2
45.68	113.22	166.15	163.44	لاعب 3
50.26	132.13	158.65	166.62	لاعب 4
50.84	135.06	166.72	168.36	لاعب 5
5.05±46.84	12.09±120.722	6.01±160.2	2.33±167.184	س±ع

جدول (10) زاوية الركبة للغطسة العكسية (B) (الوحدة: درجة)

الاحداث				العينة
الحدث 4	الحدث 3	الحدث 2	الحدث 1	
161.14	165.03	143.31	167.3	لاعب 1
154.63	160.83	145.17	169.86	لاعب 2
165.91	167.54	154.49	168.29	لاعب 3
159.17	168.9	139.13	169.89	لاعب 4
167.6	168.51	142.52	170.24	لاعب 5
5.23±161.69	3.34±166.16	5.78±144.92	1.26±169.12	س±ع

جدول (11) زاوية الكاحل للغطسة العكسية (B) (الوحدة: درجة)

الاحداث				العينة
الحدث 4	الحدث 3	الحدث 2	الحدث 1	
144.98	147.03	138.57	111.8	لاعب 1
165.19	161.77	147.13	130.65	لاعب 2
162.68	149.12	134.32	127.19	لاعب 3
167.33	156.83	145.8	134.79	لاعب 4
160.94	154.8	143.73	104.19	لاعب 5
8.86± 160.22	5.95±153.91	5.35±141.91	13.10±121.72	س±ع

عند مقارنة زاوية مفصل الورك حسب الحدث، في الحدث 3، الذي ارتفع به اللاعب إلى أعلى ارتفاع، أظهر اللاعب (5) أكبر زاوية ورك عند (135.06 درجة)، وأظهر اللاعب (2) أدنى زاوية لمفصل الورك عند (107.95 درجة). عند مقارنة زاوية مفصل الركبة حسب الحدث، وجد أن اللاعب (3) لديه أكبر زاوية لمفصل الركبة بلغت (154.49 درجة) واللاعب (4) أظهر أصغر زاوية لمفصل الركبة بلغت (139.13 درجة) في الحدث (2)، لحظة سقوط القدم من السلم. عند مقارنة زاوية مفصل الكاحل لكل حدث، في الحدث (2)، في اللحظة التي تسقط فيها القدم عن السلم، كان اللاعب (2) له زاوية (147.13 درجة)، مما يُظهر أكبر زاوية لمفصل الكاحل، وكان اللاعب (3) له (134.32 درجة)، مما يدل على الأصغر زاوية مفصل الكاحل.

كان التغير في زاويا الطرف السفلي هو التغير في زاوية مفاصل الورك والركبة، ولم يكن هناك فرق كبير بين اللاعبين. ومع ذلك، كان متوسط زاوية مفصل الورك (120.722 ± 12.09 درجة) في قسم الحدث (3)، وهو لحظة القفز إلى أعلى ارتفاع، مع إظهار الفرق بين اللاعبين، أظهر اللاعب (2) أصغر زاوية عند (107.95 درجة)، ومن بين اللاعبين، أظهر اللاعب (5) أكبر زاوية عند (135.06 درجة). كان اللاعب (2) قادرًا على تأمين مسافة وصول كافية عن طريق رفع ارتفاع القفز، وذلك لتأمين مسافة آمنة من السلم. يُحكم على أن مركز الجزء العلوي من الجسم قد تم تحريكه للأمام، وعلى العكس من ذلك، نظرًا لأن اللاعب (5) لم يؤمن ارتفاعًا كافيًا للقفز، لذلك أن زاوية مفصل الورك كانت كبيرة مع مركز الجزء العلوي من الجسم لذلك يحتاج الى تحسين دقة الاستحواذ.

كان متوسط زاوية مفصل الركبة (144.925 ± 7.78 درجة) في الحدث (2)، وهي اللحظة التي سقط فيها كلا القدمين من لوحة السلم، وكان هناك فرق بين اللاعبين. تم العثور على أعلى زاوية بين اللاعبين، مع وجود اللاعب (4) أصغر زاوية عند (139.13 درجة)، ومتوسط زاوية مفصل الكاحل (141.91 ± 5.35 درجة)، مما يدل على وجود فرق بين اللاعبين. أظهر اللاعب (3) أصغر زاوية كاحل عند (134.32 درجة) بين اللاعبين. أما بالنسبة لمفصل الركبة، فقد تم الحكم على أن اللاعب (3) صنع زاوية مفصل الركبة كبيرة بقدر الإمكان للقفز للأعلى في لحظة القفز. لذلك أن زاوية مفصل الركبة لا يمكن زيادتها لأن قوة عضلة الفخذ اللحظية كانت ضعيفة. وعلى العكس من ذلك، فإن اللاعب (3)، الذي أدى الى زيادة زاوية مفصل الركبة، أظهر أدنى زاوية لمفصل الكاحل، وكان اللاعب (4)، الذي كان له أصغر زاوية لمفصل الركبة، بين الحالات، وثانيًا، وجد أن زاوية مفصل الكاحل للاعب (2) قد زادت (147.13 درجة). وذلك لأن قوة عضلة الفخذ للاعب (2) ضعيفة ولا يمكن القفز العالي، لذلك يعتبر أن القفزة تمت باستخدام مفصل الكاحل.

استنتاج

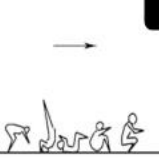
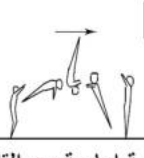
أظهر النتائج الزمنية اختلافاً بين اللاعبين، واخذت المرحلة (1) الزمن بشكل أكبر بنسبة 54%؛ عندما تكون المسافة الأفقية طويلة جداً، ينخفض ارتفاع مركز الكتلة، ويفشل اللاعب في تأمين الارتفاع المطلوب لحركة دخول الماء، وعندما يقفز اللاعب عمودياً فقط، يصبح مسار القطع المكافئ أصغر وكانت التغيرات في الارتفاع هي الأكبر من الحدث 3 إلى الحدث 4. عندما تكون السرعة العمودية للاعب بسرعة أكبر في قسم الحدث (2)، يكون إجراء الحركة في قفزة عالية الارتفاع، وعندما تكون السرعة الأفقية أسرع، يكون إجراء الحركة على أدنى ارتفاع بين اللاعبين.

اللاعب الذي أجرى الحركة عند ارتفاع القفزة والذي كان الأدنى بين اللاعبين، قام بعمل زاوية الكتف من أجل جعل حركة دخول الماء سريعة. كانت زاوية كاحل اللاعب التي قفز بجعل زاوية مفصل الركبة كبيرة هي الأصغر.

على أساس النتائج المذكورة أعلاه لهذه الدراسة، يمكننا أن نرى أنه من أجل إجراء حركة الغطس العكسي (B) جيداً يجب على اللاعب أن يصنع مساراً مكافئاً بجعل المسافة الأفقية لمركز الجسم أطول قليلاً من 100 سم والقفز بجعل زاوية مفصل الركبة وزاوية الكاحل كبيرة؛ بالإضافة إلى ذلك، يتعين على اللاعب أن يؤمن ارتفاع القفزة العالية عن طريق جعل زاوية مفصل الكتف صغيرة.

تتطلب الغطسة العكسية رفعا عمودياً سريعاً لمركز الكتلة وزيادة في زاوية المفصل عند النهوض، بالإضافة إلى شد مفاصل الكاحل والركبة والانحناء السريع لمفصل الورك فور النهوض. إن تصحيح هذه المواضع والتقنيات من خلال التدريب المتكرر على الأرض من شأنه أن يساعد الرياضيين على تحسين أداء في غطس سلم بطول 10 أمتار.

من خلال نتائج التحليل الكينماتيكية وفي ضوء المتغيرات الكينماتيكية قيد البحث تم وضع برنامج تدريبي نوعي. وفيما يلي البرنامج التدريبي النوعي المقترح في ضوء المتغيرات الكينماتيكية للغطسة المعكوسة.

 4 قوس على الحصان	 3 قوس على الارض	 2 درجة امامية بايك	 1 درجة امامية
 8 ركل الساقين	 7 شقلبة امامية من القفاز والهبوط على الحفرة الاسفنجية	 6 غطس امامي فوق الاسطوانة الاسفنجية	 5 وقوف على اليدين

شكل (3) البرنامج التدريبي النوعي

المراجع:

1. عادل عبد البصير علي. (2004). التحليل البيوميكانيكي لحركة جسم الإنسان (أسسه وتطبيقاته). بالإسكندرية: لمكتبة المصرية.
2. عمرو محمد إبراهيم. (2000). مساهمة بعض المتغيرات الديناميكية في مستوى أداء غطسة الدوريتين. المجلة العلمية للبحوث والدراسات في التربية الرياضية (1)، 383-356.
3. Federation Internationale de Natation. (2015). Diving rules 2015-2017. Retrieved from <https://www.divingnsw.org.au/resources-1/finarules/>
4. Gambral. (1998). A method of determining the relative contribution of diver and springboard to the vertical ascent of forward three- and one-half somersault tuck. PHD dissertation, Wisconsin University, Madison, W I. P (745).
5. Golden, D. (1981). Kinematics of increasing rotation in springboard diving. Proceedings of the United States Diving Sports Seminar (pp. 55–81).
6. Hamill, J., Richard, M. D. & Golden, D. M. (1986). Angular momentum in multiple rotation nontwisting platform dives. International Journal of Sport Biomechanics, 2(2), 78-87.
7. Hay, J. G. (1985). The biomechanics of sports techniques. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall.
8. Hiley, M.J., Yeadon, M.R., 2008. Optimisation of high bar circling technique for consistent performance of a triple piked somersault dismount. J. Biomech. 41, 1730–1735.
9. Hue, J. & Nam, S. W. (2012). A kinematic analysis of platform diving revers dive (b) movement. Journal of Exercise and Sport Science, 18, 69-80.
10. Kang, M. K., & Nam, S. W. (2010). Kinematic analysis of 303 (b) takeoff in platform dives. Journal of Exercise and Sport Science, 16, 41-50.
11. Kim, Y. J. (2003). Kinematic element which influence back pike 1½ somersault in platform dives. Unpublished master's degree, Kongju National University, Kongju.
12. Lee, C. H. (2008). A kinematical analysis of 205b motion in platform diving. Korean Journal of Sport Biomechanics, 18(1), 53-62.
13. Lee, J. H. (2006). A kinematics analysis of inward 1½ somersault in platform dives. Korean Journal of Sport Biomechanics, 16(1), 139-149.
14. Miller, D. I., & Sprigings, E. J. (2001). Factors influencing the performance of springboard dives of increasing difficulty. Journal of Applied Biomechanics, 17(3), 217–231.
15. Mookerjee. (1990). springboard take off linear and angular momentum consideration. International Journal of Biomechanics, p31.
16. Sanders, R.H., Wilson, B.D., 1988. Factors contributing to maximum height of dives after takeoff from the 3M springboard. Int. J. Sport Biomech. 4, 231–259.