فاعلية توظيف الذكاء الاصطناعي في التحليل الحركي لمهارتي البدء والدوران في السباحة الحرة

أستاذ مشارك

أفراح عبدالنبي حجي عبدالرحيم

قسم التربية البدنية والرياضة كلية التربية الاساسية

الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

المقدمة

الذكاء الاصطناعي (AI) هو مجال من مجالات علوم الحاسوب يهدف إلى إنشاء أنظمة تكنولوجية قادرة على تنفيذ مهام تتطلب فهمًا وتفسيرًا للبيانات، واتخاذ قرارات مستنيرة استنادًا إلى هذا الفهم. يعتمد الذكاء الاصطناعي على مجموعة متنوعة من النماذج والتقنيات، بما في ذلك تعلم الآلة، وشبكات العصب الاصطناعي، والتعلم العميق، وتحليل البيانات الضخمة، والذكاء الحسابي.

يعتبر مجال الذكاء الاصطناعي من بين أكثر المجالات إثارة للفضول والاهتمام في عالم التكنولوجيا والعلوم، نظرًا لإمكانياته الهائلة في تحسين حياة البشر وتطوير العديد من الصناعات والقطاعات. تتراوح تطبيقات الذكاء الاصطناعي من الروبوتات المستقلة إلى نظم الترجمة الآلية، ومن التشخيص الطبي إلى التعلم الآلي. (بن محمد آل سعود،سارة ثنيان،2017،ص82)

وعلى الرغم من التقدم الهائل الذي تحقق في مجال الذكاء الاصطناعي، فإن هناك العديد من التحديات والقضايا الأخلاقية والقانونية التي تطرح أيضًا، مثل الخصوصية والأمان وتأثير التكنولوجيا على سوق العمل. (دياب، عبد القادر، 2019، ص127)

(Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. ,2016,23)

ويمكن القول بأن الذكاء الاصـطناعي يمثل تحولًا ثوريًا في طريقة تفكيرنا وتفاعلنا مع التكنولوجيا، ويعد مصدر إلهام للعديد من الباحثين والمهندسين والمبتكرين لابتكار حلول جديدة للتحديات التي تواجه البشـــرية في القرن الواحد والعشـــرين. (عجام، محمد، 2018، 18) (Tegmark, M. 2017.4)

أن البداية الصحيحة في سباقات السباحة تعتبر عنصرًا مهمًا وفعالًا في تحقيق أعلى النتائج وعرض أفضل للمهارات الحركية. يهدف ذلك إلى تحقيق أقل زمن ممكن في الاستجابة وتعزيز القدرة على توليد القوة الندفاعية بسـرعة في الماء. تشـير التجارب والدراسـات إلى أن إتقان فنون البداية والنهاية في السـباقات يقلل من الوقت المطلوب لقطع المسـافة، بالإضـافة إلى تحقيق اقتصاد في الجهد المبذول (الحمداني، 2016، ص175).

ويُعتبر الدوران أحد العوامل الرئيسـية التي تؤثر على سـرعة السـباح في قطع مسـافة السـباق، حيث يشـغل حوالي 10% إلى 20% من الزمن الكلي لقطع سـباقات المسـافات القصـــيرة. يســـتغرق الدوران حوالي 2 إلى 3 ثوانٍ، بما في ذلك الدوران الانزلاقي. وقد حدد باحثون مثل بارفينوف وأبسـاليا موف أن المسـافة التي يشـغلها الدوران في السـباق تبلغ حوالي 15 مترًا، منها 7.5 مترًا للذهاب و7.5 مترًا للعودة. (الكروي، مصـطفى ، وآخرون ،2010، ص52)

كما يمكن للأنظمة الذكية تتبع وتحليل حركات اللاعبين وتقييم التقنيات، الأســـاليب الفنية للاعبين.وتوفير إحصـــائيات دقيقة عن أدائهم، مما يســـاعد المدربين في فهم نقاط القوة والضعف وتقديم التوجيهات اللازمة لتحسين الأداء.

Floridi, L., & Cowls, J. 2019,23)(Bostrom, N. 2014,25).(

مشكلة البحث :

إن التحليل الحركي هو أحد الأدوات الأساسية لتقييم مستوى الأداء، ومن خلاله يمكننا مساعدة المدرس أو المدرب في تقييم فعالية مناهجهم في تحقيق الأهداف المطلوبة. بالإضافة

إلى ذلك، يساعدنا التحليل الحركي على تحديد نقاط الضعف في أداء الرياضيين وتحديد النواحي التي يجب تحسينها لرفع مستوى أدائهم. (محمود، إبراهيم، 2014،ص62)

يعتبر التحليل الحركي من المواضيع الحيوية التي ينبغي أخذها بعين الاعتبار نظرًا لأهميتها في تقييم الأداء الفني للمهارات والحركات، وكشف النقاط القوية والضعف لدى الأفراد المشمولين في البحث ومقارنتها مع الدراسات الأخرى في نفس المجال. يعمل هذا البحث على حل المشكلات الحركية المهمة المتعلقة بمراحل التحول المتنوعة، وخاصةً فيما يتعلق بالسباحة الحرة. يتطلب النجاح في أي أداء حركي فهمًا دقيقًا لجميع العوامل المحيطة بهذا الأداء، ونقل البيانات العلمية الدقيقة للأداء الفني للاعبين إلى المدربين لمعالجة النواقص وتحسين الأداء. (الفضلي، عبد الكريم ، ، 2010، ص85)، يتم تنظيم الأداء الحركي للاعبين من خلال تدريبهم على تحقيق السرعة في المسافات المقطوعة، وذلك لتحقيق الأداء الميكانيكي المثالي في أقصر وقت ممكن، وتعد رياضة السباحة من الرياضات التنافسية الهامة التي تواجه العديد من التحديات الحركية، وهو الأمر الذي يدفع العلماء للبحث عن الحلول الابتكارية لتزويد المدربين بهذة البيانات وأوجة النقص في طبيعة الأداء لدى هؤلاء اللاعبين وتناول الأداء الحركي المتميز والذي يفرق مابين اللاعبين. (عيسي، غفار ،2016، ص12)

لهذا السبب، يعتبر التحليل الحركي أحد أكثر الأدوات دقة وصدقًا في تقييم وتوجيه الأداء الرياضي. تمكننا هذه الأداة من فحص التقدم وتقديم التوجيهات الضرورية لتحسين الأداء وتحقيق النجاح في المنافسات الرياضية. (الدليمي، ناهد ،2016، ص95) (Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. 2018,84)

وباستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، يمكن تحسين فهمنا للسباحة وتحليلها بشكل أعمق، مما يساعد في تحسين أداء السباحين وتحقيق نتائج أفضل في المنافسات. (العليمي، مصطفى ،2018، ص43)(Floridi, L., & Cowls, J.2019, 52)

وتعتبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التحليل الحركي لمهارات السباحة موضوعًا حيويًا ومثيرًا للاهتمام، و تسمح تطبيقات الذكاء الاصطناعي بتحليل حركات السباحة بشكل

دقيق، بما في ذلك تقدير الزوايا والسرعات والتسارعات لكل حركة. يمكن استخدام هذه المعلومات لتقديم تقييم شامل لأداء السباح وتحديد نقاط القوة والضعف. (القاسم، جميل، 2018، ص24)

ومن خلال استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الحركية، يمكن توفير فهم أعمق لحركات السباحة وتحسين تقنيات التدريب والأداء للسباحين

لذا نشأت فكرة إجراء هذا البحث نتيجة لاعتبار مرحلة الدوران ومرحلة البدء من الواجبات الحركية الأساسية التي تؤثر بشكل كبير على الزمن المستغرق في السباق، مما يبرز أهمية البحث في الصفات الحركية لكل من مرحلة البدء على المكعب ومرحلة الدوران، ومساهمتهما في أداء ناشئي السباحة، وتأثيرهما على سرعتهم في سباق الحرة. وبالتالي، قررت الباحثة إجراء البحث الحالي لفحص مرحلة البدء ومرحلة الدوران في السباحة الحرة، وكيفية تأثير ذلك على الزمن والمسافة التي يقطعها السباحون، وتحليل المتغيرات الكينماتيكية وعلاقتها بالزمن الكلي للمسافات المقطوعة. وذلك بناءً على الحاجة إلى بيانات علمية دقيقة لفهم طبيعة أداء السباحين وتحسينه. تستدعي الكشف عنها وبيانها لدى المهتمين.

هدف البحث :

هدف هذا البحث إلى التعرف على فعالية الذكاء الاصطناعي في التحليل الحركي لمهارتي البدء والدوران في السباحة الحرة، وذلك من خلال:

1. دراسة استخدام التقنيات الحديثة في مجال الذكاء الاصطناعي مثل تقنيات التعلم الآلي ومعالجة الصور لفهم وتحليل حركات السباحة بدقة.
2. جمع البيانات الحركية من السباحين خلال ممارسة مهارات البدء والدوران في السباحة الحرة.
3. تحليل البيانات المجمعة باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لاستخراج النقاط الحاسمة وتحديد العوامل التي تؤثر في أداء السباحين في هاتين المهارتين.

تساؤلات البحث:

يسعى البحث الحالي للإجابة عن التساولات التالية:_

1. ماهية المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة على المسافة التي يقطعها السباح منذ لحظة تركه لمكعب البدء وحتى وصوله لسطح الماء؟
2. ماهية المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة على المسـافة التي يقطعها السـباح من لحظة الدوران وحتى وصوله إلى سطح الماء؟".

مصطلحات البحث:

الذكاء الاصـطناعي:_ (Artificial Intelligence – AI) هو فرع من فروع علوم الحاسـوب يهتم بتطوير أنظمة وبرامج تكنولوجية تتمتع بالقدرة على أداء مهام تتطلب الذكاء البشـري. يهدف الذكاء الاصـطناعي إلى تصـميم وتطوير أنظمة تكنولوجية قادرة على التفكير والتعلم واتخاذ القرارات بشـكل مسـتقل، بناءً على البيانات المُدخلة والتجارب السابقة، دون الحاجة إلى تدخل بشري مستمر. (عجام، محمد ،2018، ص 123) (عبد الحميد، محمد، وعبد الوهاب ، محمد ، ،2015، ص18)

التحليل الحركي لمهارتي البدء والدوران في السباحة : عرفت بأنها هي دراسة وتحليل الحركات الحركية التي يقوم بها السباح أثناء بدء السباق وأثناء الدوران في الماء. يتضـمن ذلك فهم مكونات الحركة، مثل الزوايا والسرعة والتسارع، وتقدير تأثير هذه العوامل على أداء السباح وفعاليته في السباقات. (عبد البصير، صير، وعادل إيهاب ،2017، 12)

البدء في السـباحة الحرة : عرفت بأنها هي المرحلة التي تسـبق بدء السـباق، حيث يتوجه السباحون إلى حوض السباحة استعدادًا للانطلاق عند إشارة البداية. يعتبر البدء من أهم مراحل السباق لأنه يؤثر بشكل كبير على أداء السباح في الجولات الأولى من السباق ويمكن أن يحدد مصير السباق بشكل عام. (مقداد جعفر ، والسيد حسن جعفر، 2016، ص24)

الدوران في ســـباحة الحرة : عرفتها الباحثة اجرائياً بأنها هي عملية تغيير اتجاه الجســـم أثناء السباحة في الماء. يتم استخدام الدوران لتحسين كفاءة السباحة وزيادة السرعة من خلال توجيه الجسم بشكل صحيح وتقليل المقاومة للماء. يتم تنفيذ الدوران بشكل أساسي باستخدام تحريك الرأس والكتفين والجسم بشكل متزامن مع حركة الذراعين والساقين.

منهج البحث:

اســتخدمت الباحثة المنهج الوصــفي باســتخدام التصــوير بالفيديو والتحليل الحركي لمهارتي البدء والدوران في السباحة الحرة باستخدام الذكاء الاصطناعي.

مجتمع البحث:

تمثل مجتمع البحث في ناشــئي الســباحة الحرة الذكور بنادي الصــيد المصــري فرع 6 اكتوبر والمسـجلين في الاتحاد المصـري للسـباحة للموسـم الرياضــي 2023-2024م والبالغ عددهم (35) سباح.

عينة البحث:

اختارت الباحثة عينة البحث بالطريقة العمدية العشوائية من ناشئي السباحة الحرة الذكور بنادي الصيد المصري فرع 6 اكتوبر والمسجلين بالاتحاد المصري للسباحة للموسم الرياضي 2023-2024م بأعمار من (13-14) سنة ، والبالغ عددهم (10) سباحين.

جدول (1) الوسط الحسابي والانحراف المعياري والوسيط والالتواء للوزن والعمر والطول لأفراد عينة البحث (ن =10)

المتغيرات	وحدة القياس	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسيط	الالتواء
العمر	السنة	13.710	0.207	13.650	0.206
الوزن	كجم	47.400	0.966	47.500	-0.111
الطول	السم	163.300	1.418	163.00	-0.076

الدراسة الاستطلاعية:

أجرت الباحثة دراسة استطلاعية مع الدكتور المشرف على الرسالة على مسبح كلية التربية الرياضية في جامعة اليرموك على عينة مكونة من لاعبين اثنين من طلاب كلية التربية الرياضية.

وقد هدفت هذه الدراسة إلى:

1. التأكد من صلاحية الأدوات المستخدمة في الدراسة.
2. . التعرف على أقرب وأبعد مسافة توضع فيها كاميرا التصوير، وذلك للتعرف على متغيرات الدراسة بدقة.
3. التعرف على ملاءمة خلفية التصوير العملية التحليل.
4. . التأكد من صلاحية الأجهزة والأدوات والبرامج المستخدمة في عملية التصوير وكذلك التحليل.
5. تحديد المتغيرات الكينماتيكية التي يمكن قياسها بدقة باستخدام كاميرا التصوير.
6. . التأكد من دقة تطبيق هذه الواجبات اللازمة قبل البدء بتصوير العينة المطلوبة.

الأدوات المستخدمة في الدراسة الاستطلاعية

1. أربع كاميرات تصوير فيديو (Digital) ، بتردد (٢٥) صورة ثانية، نوع.(Sony)
2. صندوق زجاجي طوله (٦٥) سم عرضه (٤٠) سم، عمق (٨٠) سم لوضع الكاميرا تحت الماء.
3. مرجعية للتصوير ذات إطار معدني مكونة من 4 نقاط بطول (١م) بعرض(١م) عليه علامات فسفورية عند نهايات الحدود.

إجراءات التصوير في الدراسة الاستطلاعية:

لقد تم التصوير في الدراسة الاستطلاعية في أربع مناطق مختلفة. في المنطقة الأولى، وضعت الكاميرا تحت الماء بحيث كانت عمودية على مستوى الأداء أثناء أداء الدوران تحت الماء. أما في المنطقة الثانية، فوضعت الكاميرا من فوق الماء لتصوير الدوران،

مع تحديد مسافة ٧.٥ متر قبل عملية الدوران. في المنطقة الثالثة، وضعت الكاميرا من فوق الماء بحيث كانت عمودية على مستوى الأداء لتصوير البدء من على المكعب حتى دخوله لسطح الماء. وأخيرًا، في المنطقة الرابعة، وضعت الكاميرا تحت الماء بشكل عمودي على مستوى الأداء أيضًا لتصوير مرحلة الانزلاق تحت الماء.

وقد تم تم استخدام إطار معدني بطول ١ متر وعرض ١ متر كمرجعية لعمليات التصوير، حيث تم وضعه بشكل عمودي على مستوى الأداء لمرحلتي البدء والدوران. تم وضع الإطار باتجاه الاقتراب من عملية الدوران وباتجاه مرحلة الطيران وملامسة سطح الماء أثناء البدء، وذلك بحيث يكون مواجهًا للكاميرا في المرحلتين.

قامت الباحثة بالتأكد من دقة تطبيق الواجبات اللازمة في الدراسة الاستطلاعية قبل بدء عملية تصوير العينة المطلوبة.

إجراء التحليل في الدراسة الاستطلاعية:

إن الأدوات والإجراءات المستخدمة في تحليل الدراسة الاستطلاعية هي نفس أدوات وإجراءات التحليل التي تم استخدامها في الدراسة، لكن لم يتم استخراج قيم المتغيرات الكينتماتيكية.

من الضروري إجراء التحليل الكامل للبيانات الاستطلاعية واستخراج القيم المتغيرات الكينماتيكية لفهم العلاقات والتأثيرات بين المتغيرات المختلفة. يجب مراجعة الإجراءات المستخدمة وضمان استخدام الأدوات اللازمة لتحليل البيانات بشكل كامل وفعال.

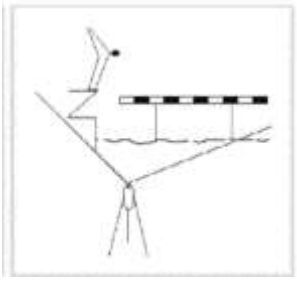
أدوات البحث:

استخدمت الباحثة الأدوات التالية في إجراء دراستها:

1. . أربع كاميرات تصوير فيديو (Digital) بتردد (٢٥) صورة ثانية، نوع.(Sony)
2. صندوقاً زجاجياً بطول (٦٥) سم، وعرض (٤٠) سم ، وعمق (٨٠) سم.
3. ميزاناً طبياً ذا صدق، وثبات، وموضوعية لقياس الوزن والطول.

4. إطاراً معدنياً بطول (١م)، وعرض (١م) كمرجعية للتصـــوير عليه علامات فســفورية عند نهايات الحدود.
5. حبلاً بطول (٥٠).
6. علامات وضعت فوق وأسفل سطح الماء لتحديد مسافة ٧,٥م.
7. استمارات تسجيل.

التصوير :



تم تجهيز وضـــع الكاميرات فوق الماء وتحت الماء على جانبي المســبح بحيث كانت عمودية على مســتوى الأداء. بعد ذلك، تم تجهيز اللاعبين حيث تم منحهم مدة كافية للإحماء وتسجيل أسمائهم بشكل متسلسل على استمارات التسجيل قبل بدء عملية التصــوير. بعد الانتهاء من ذلك، تم تصــوير مراجع التصــوير. ومن ثم، تم تصــوير جميع اللاعبين. كان عدد الســباحين 10، حيث تم منح كل سباح محاولة واحدة. وتم استبعاد محاولة واحدة لأحد السباحين إلا أنه قام بإعادتها. وبذلك، بلغ عدد المحاولات التي تم تصـــويرها بمجموعها 24 أداء لمرحلة البدء و 24 أداء لمرحلة الدوران. مرفق (1) (1/أ- 1/ب)

إجراءات التحليل:

الأدوات المستخدمة في التحليل:

تم استخدام الأدوات التالية في تحليل متغيرات البحث الكينماتيكية:

1. جهاز كمبيوتر.

برنامج (DEEP MOTION 3D) للذكاء الاصطناعي.

2. جهاز خاص بتحويل التصـــوير من كاميرا الفيديو إلى جهاز الكمبيوتر (Creative) وهو خاص بنوع كبير من أشرطة الكاميرات، أما (Pixela) خاص بحجم صـغير من أشرطة الكاميرات.
3. برنامج كمبيوتر خاص لتحويل نظام الملفات (X-tream).

قامت الباحثة بالإجراءات التالية أثناء عملية التحليل والتي اســتغرقت (٧٠) ســاعة عمل للباحثة عدا الساعات الإضافية لاستخراج النتائج التالية:

1. مراجعة الفيلم الذي تم تصويره للتأكد من المحاولات وفقاً لاستمارة
2. التسجيل.
3. تم نقل تصـــوير مرجعيات التصـــوير، ومحاولات اللاعبين إلى الكمبيوتر من كاميرا التصوير بواسطة جهاز خاص يسمى (Creative).
4. تم استخدام (X-tream) لتحويل التصوير الموجود على الكمبيوتر إلى تصوير يمكن لبرنامج (APAS) الخاص بالتحليل من التعامل معه.

4. لقد تم تحليل محاولات السباحين على برنامج التحليل (APAS) بالتسلسل التالي:

أ- تم عرض التصـوير من خلال البرنامج الخاص بتحديد الإحداثيات السـينية والصـادية عن طريق (DEEP MOTION 3D) للذكاء الاصطناعي.

ب-تم إعطاء أمر بمضـــاعفة عدد الصـــور المعروضـــة في الثانية، بحيث أصـــبح عدد الصور المعروضة في الثانية الواحدة (٥٠) صورة.

ج- تم تحديد عدد الصـــور المراد تحليلها لكل لاعب عن طريق برنامج (DEEP MOTION 3D) للذكاء الاصطناعي. مرفق (2)

د- تم تحديد الإحداثيات السـينية والصـادية المعروضـة لمرجعيات التصـوير مع إعطاء قيمة المسـافة الأفقية لمرجعيات التصـوير على أرض الواقع والبالغة (١) م والمسـافة

الرأســـية (١)م، حيث تمت عملية تحويل قيم المتغيرات الكينماتيكية الموجودة على الكمبيوتر إلى قيمها الحقيقية على أرض الواقع.

هـ- تم تحديد الإحداثيات السينية والصادية في كل صورة لأجزاء الجسم بالترتيب التالي: (مقدمة) القدم اليمنى، الكاحل الأيمن، مفصل الركبة الأيمن، مفصل الحوض الأيمن، مفصل الحوض الأيسر، مفصل الركبة الأيسر، الكاحل الأيسر، مقدمة القدم اليسرى، مقدمة اليد اليمني، مفصـــل الرســغ الأيمن، مفصـــل المرفق الأيمن، مفصـــل الكتف الأيمن، مفصل الكتف الأيسر، مفصل المرفق الأيسر، مفصل الرسغ الأيمن، مقدمة القدم اليســرى، أســفل الذقن، وأعلى نقطة في الرأس. ح تثبيت المعلومات الخاصـــة بمرجعيات التصوير بعد تحديد الإحداثيات السينية والصادية لكل محاولة.

و- تم اســـتخدام برنامج (DEEP MOTION 3D) للذكاء الاصـــطناعي لتحويل الإحداثيات إلى صور متحركة.

ز- تم عمل تصـفية للأخطاء الناتجة من عملية تحديد الإحداثيات السـينية والصـادية من خلال برنامج (DEEP MOTION 3D)) للذكاء الاصطناعي.

ح- تم إعطاء أمر للحصـول على النتائج المراد معرفتها في كل صـورة باسـتخدام برنامج (DEEP MOTION 3D)) للذكاء الاصـطناعي مثل (سـرعة مركز الثقل الرأسـية والأفقية، المســـافة الأفقية والرأســـية لمركز الثقل، مقدمة القدم اليســـرى، مقدمة اليد اليسرى. وهذه النتائج مطابقة لقيمها على أرض الواقع.

ط- تم إعطاء أمر بطباعة النتائج.

ي- تم استخراج قيم متغيرات البحث.

طريقة استخراج قيم متغيرات البحث الكينماتيكية:

أولاً: مرحلة البدء

- **مرحلة الطيران**

أ– السرعة الأفقية.

تم اختيار أعلى ارتفاع أفقي لسرعة مركز الثقل وصل إليه السباح أثناء الطيران قبل أن تبدأ سرعته بالانخفاض من البرنامج، ويرمز لها بالرمز (V)، ويكون الناتج متراً/ ثانية.

ب السرعة الرأسية:

تم اختيار أعلى ارتفاع رأس السرعة مركز الثقل وصل إليه السباح أثناء الطيران قبل أن تبدأ سرعته بالانخفاض من البرنامج، ويرمز لها بالرمز (V) ويكون الناتج متراً ثانية.

ت السرعة اللحظية

وهي محصلة سرعة مركز الثقل الأفقية والرأسية لحظة الدفع ويتم حسابها(محصلة السرعة) – (السرعة الأفقية) + (السرعة الرأسية).

ث زاوية الطيران

وهي الزاوية التي يصنعها اتجاه سرعة مركز الثقل الرأسي مع اتجاه سرعة مركز الثقل الأفقي عند أعلى ارتفاع رأس وأفقي لمركز الثقل لحظة الدفع ويتم حسابها كما يلي:

$$\text{ظا}^{-1}\ \alpha = \frac{\text{السرعة الرأسية لمركز الثقل لأعلى ارتفاع رأسي}}{\text{السرعة الأفقية لمركز الثقل لأعلى ارتفاع أفقي}}$$

حيث α الزاوية المحصورة بين اتجاه سرعة مركز الثقل الرأسي والأفقي لحظة الدفع.

زمن الطيران وهو الزمن الذي تم الحصول عليه من أول صورة منذ لحظة انطلاق السباح من على مكعب البدء وحتى ملامسته لسطح الماء في آخر صورة ويكون الناتج ثانية.

مسافة الطيران

منذ لحظة ترك السباح لمكعب البدء وحتى ملامسته لسطح الماء، ويتم عن طريق حساب الفرق بين الإحداثي السيني لمقدمة القدم في أول صورة لحظة الدفع، والإحداثي السيني المقدمة اليد عند آخر صورة لحظة ملامسة اليد لسطح الماء أثناء الدخول.

زاوية سرعة مركز الثقل أثناء دخول الماء:

وهي الزاوية التي يصنعها اتجاه سرعة مركز الثقل الرأسي مع اتجاه سرعة مركز الثقل الأفقي عند آخر صورة لحظة ملامسة سطح الماء.

- **مرحلة الانزلاق**

ا مسافة الانزلاق

منذ دخول السباح لسطح الماء وحتى ملامسته لسطح الماء أثناء الخروج، ويستم حسابها عن طريق حساب الفرق بين الإحداثي السيني المقدمة القدم في أول صورة، والإحداثي السيني لمقدمة اليد عن آخر صورة لحظة ملامسة اليد لسطح

الماء أثناء الخروج.

ب أقصى عمق المركز النقل.

أقصى مسافة رأسية أسفل الماء يصل لها مركز ثقل اللاعب.

ت زمن الانزلاق

وهو الزمن الذي يتم الحصول عليه منذ دخول السباح كاملاً في الماء وحتى ملامسته لسطح الماء، أما الزمن منذ دخول يدي السباح الماء وظهوره بشكل كامل تحت سطح الماء فقد تم حسابه عن طريق حساب عدد الصور منذ لحظة دخول يديه الماء وحتى ظهوره بشكل كامل تحت سطح الماء مضروبا بـ(٠٢) ث فيكون الناتج بالثانية.

ث زاوية الخروج.

وهي الزاوية التي يصنعها اتجاه سرعة مركز الثقل الرأسية مع اتجاه سرعة مركز الثقل الأفقية لحظة ملامسة السباح لسطح الماء قبل الخروج.

ج مسافة البدء الكلية:

ويتم حسابها عن طريق حاصل جمع مسافة الطيران منذ لحظة الدفع من على مكعب البدء وحتى ملامسة سطح الماء، مع مسافة الانزلاق منذ دخول السباح الماء وحتى ملامسته سطح الماء أثناء الخروج، للحصول على المسافة الكلية بالإمكان.

ح زمن البدء الكلي

يتم حسابه عن طريق حاصل جمع زمن الطيران منذ لحظة الدفع والانطلاق من على مكعب البدء وحتى ملامسة سطح الماء، مع زمن الدخول والانزلاق منذ دخول السباح الماء وحتى ملامسته سطح الماء أثناء الخروج للحصول على الزمن الكلي بالثواني.

ثانياً: مرحلة الدوران

أ– زاوية سرعة مركز الثقل لحظة الدفع

وهي الزاوية التي يصنعها اتجاه سرعة مركز الثقل الرأسي مع اتجاه سرعة مركز الثقل الأفقي عند أعلى ارتفاع رأسي لمركز الثقل لحظة الدفع.

ب السرعة الأفقية:

تم اختيار أعلى قيمة للسرعة الأفقية لمركز الثقل لحظة الدفع عن الجدار من البرنامج ويرمز لها بالرمز (V) ويكون الناتج متراً ثانية.

ج– السرعة الرأسية.

تم اختيار أعلى قيمة للسرعة الرأسية لمركز الثقل لحظة الدفع عن الجدار، من البرنامج ويرمز لها بالرمز (V). ويكون الناتج متراً ثانية.

د السرعة لحظة الدفع:

وهي محصلة سرعة مركز الثقل الأفقية والرأسية ويتم حسابها كما يلي:

(محصلة السرعة) – (السرعة الأفقية) + (السرعة الرأسية)

هـ – زمن الدخول

وهو الزمن المحسوب منذ دخول السباح لعلامة ٧,٥ متر التي تبعد عن الجدار، وحتى لحظة دوران السباح، ويكون الناتج ثانية.

و – زمن الخروج

وهو الزمن المحسوب بعد أداء السباح للدوران وحتى ملامسة السباح سطح الماء في طريق الخروج. ويكون الناتج ثانية.

ز – الزمن الكلي للدوران

وهو حاصل جمع كل من زمن الدخول، وزمن الدوران، وزمن الخروج ويكون الناتج ثانية.

ح زاوية سرعة مركز الثقل أثناء الخروج لسطح الماء:

وهي الزاوية التي يصنعها اتجاه سرعة مركز الثقل الرأسي مع اتجاه سرعة مركز الثقل الأفقي في آخر لحظة ملامسة يد السباح سطح الماء أثناء الخروج.

المعالجة الإحصائية:

استخدمت الباحثة المعالجات الإحصائية التالية لاستخراج نتائج البحث:

– المتوسط الحسابي و والوسيط والانحراف المعياري والالتواء لمتغيرات البحث.

عرض نتائج البحث:

هدف هذا البحث إلى التعرف على المتغيرات الكينماتيكية لدى سباحي للناشئين لمهارة البدء والدوران في السباحة الحرة ولتحقيق الإجابة عن هذه التساؤلات فقد قامت الباحثة باستخدام المعالجات الإحصائية التي تناسب كل تساؤل وفيما يلي عرض لنتائج هذه التساؤلات:

أولاً: عرض نتائج التساؤل الأول والذي ينص على: ماهية المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة على المسافة التي يقطعها السباح منذ لحظة تركه لمكعب البدء وحتى وصوله لسطح الماء؟

وللإجابة عن هذا التساؤل، فقد قامت الباحثة بحساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمتغيرات الكينماتيكية منذ لحظة ترك السباح لمكعب البدء وحتى وصوله إلى سطح الماء.

جدول (2)

الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمتغيرات الكينماتيكية منذ لحظة ترك السباح لمكعب البدء وحتى ملامسته لسطح الماء (ن =10)

م	المتغيرات	وحدة القياس	أقل قيمة	أعلى قيمة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
1	زمن الطيران حتى ملامسته لسطح الماء	الثانية	2.10	2.50	2.2800	.13166
2	المسافة الأفقية المقطوعة من لحظة تركه لمكعب البدء وحتى ملامسته لسطح الماء.	المتر	3.00	4.00	3.3500	.47434
3	السرعة الأفقية.	متر/ الثانية	2.50	2.80	2.6700	.10593
4	السرعة الرأسية.	متر/ الثانية	1.40	1.60	1.4690	.06367
5	السرعة لحظة الأنطلاق.	متر/ الثانية	2.50	2.80	2.6700	.09487
6	زاوية سرعة مركز الثقل لحظة الأنطلاق والدفع.	درجة	21.00	22.00	21.6200	.45412
7	زاوية سرعة مركز الثقل أثناء دخول الماء.	درجة	23.00	25.00	24.1000	.73786
8	الزمن الكلي	الثانية	10.00	11.00	10.5100	.33483
9	المسافة الكلية	متر	5.20	5.60	5.4200	.13166

يتضـــح من بيانات جدول (2) أن قيم المتغيرات الكينماتيكية والتي تراوحت بين أقل قيمة وأعلى قيمة، والوسط الحسابي والأنحراف المعياري لتلك المتغيرات منذ لحظة ترك السباح

لمكعب البدء وحتى ملامسته لسطح الماء، حيث بلغ المتوسط الحسابي والأنحراف المعياري لزمن الطيران والمسافة الأفقية المقطوعة (2.280 -0.132) ، و (3.350 -0.474) على التوالي، في حين بلغ الوسط الحسابي والانحراف المعياري للسرعة الأفقية، وللسرعة الرأسية، والسرعة لحظة الانطلاق (2.67-0.106)، و(0.064-1.469)، (0.0945-2.670) على التوالي، بينما بلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لزاوية سرعة مركز الثقل لحظة الدفع، وزاوية سرعة مركز الثقل أثناء دخول الماء (21.620-0.454) درجة، و(24.100-0.738) درجة على التوالي.

فعملية البدء هي أحد مراحل أداء السباق، وهي ضمن الواجبات الحركية التي يلتزم بها كل سباح، بحيث يكون كل سباح على اتصال بسطح مكعب البدء، فعند انطلاقه يأخذ جسمه مساراً منحنياً، فالهدف الرئيسي من مرحلة البدء من المكعب في السباحة هو الحصول على أكبر مسافة أفقية ممكنة في أقل زمن ممكن.

وبين كوسر (Cossor 2000) في دراسته بأن النسبة المئوية للمسافة تحت الماء إلى مسافة البدء في فعاليات السباحة السريعة هي أكبر من نسبة الزمن تحت الماء إلى زمن البدء في الفعاليات الطولية. لذا فعلى اللاعب ضبط المسافة والزمن تحت الماء ضمن الفعالية الممارسة.

ويتضح من بيانات جدول (2) أن مرحلة الانزلاق تعتمد على المسافة المقطوعة ومعدل السرعة فبالتالي فظروف كل من تلك المسافة والسرعة تعتمد على السلوكيات الممارسة من قبل السباح على قاعدة البدء، ووضح ساندرز أن الحركة تحت سطح الماء والتغير في السرعة سوف يعتمد(Sanders, 2000) على التغير في زمن دخول الماء، التغير خلال فترة الانزلاق والتغير خلال وقت الضربة).

كذلك يتضح من بيانات جدول (2) أن السرعة والزاوية التي يدخل بها السباح إلى الماء لها تأثير كبير على تغيير الحركة أثناء دخول الماء، وذلك بالإضافة إلى أن تغيير السرعة خلال الانزلاق تحت الماء يتوقف على قوى المقاومة ووقت بدء الحركة للسباح. دراسة

ساندرز (2001) نقلاً عن بونار (2001) وغيرهما أشارت إلى أن مرحلة الانزلاق تحت الماء من البداية تلعب دورًا كبيرًا في أداء البدء، حيث يشـــير تحليل البيانات إلى أن زمن الانزلاق يُفسر حوالي 95% من التباين في زمن البدء. يُفسر ساندرز هذا الأمر بأن السباحين الذين يتمتعون بأداء بداية أفضل يكون لديهم سرعة أفقية أكبر عند الدخول، مما يسمح لهم بالتقدم بسرعة أكبر أثناء فترة الانزلاق. عليه، يُعتبر توجيه السباح وتحديد لحظة بدء الركلة بأقدامه أمرًا حيويًا لتحسين أدائه في هذه المرحلة.

ومن الجدير بالذكر أن المقاومة المائية تؤثر بشكل كبير على حركة السباح خلال دخوله للماء، وتتعلق هذه المقاومة بزاوية دخول الســـباح. فعند دخوله الماء بزاوية حادة، يتعرض الســـباح لأقل قدر من المقاومة، في حين يزداد مقدارها عندما تكون الزاوية أكبر. بالتالي، يجب أن يكون تركيز البحث على هذه الجوانب المهمة التي تؤثر على المتغيرات الحركية في مرحلة الانزلاق تحت الماء وفهم تأثيرها على المسافة المقطوعة والزمن المستغرق تحت الماء، بما في ذلك أقصـــى عمق لمركز الثقل وزاوية ســـرعة مركز الثقل أثناء الخروج وزاوية وضع الجسم أثناء الخروج.

من النتائج الســـابقة، يمكن اســـتنتاج أهمية بالغة لمرحلة البدء في تحديد ترتيب السباحين. فوجود السباحين الذين لا يحققون مسافة بدء ومسافة طيران جيدة يعني أنهم لا يستغلون المسافة المسموحة بموجب قوانين السباحة الدولية التي تبلغ 15 مترًا. وقد وجد أن أفراد العينة لم يصلوا إلى 10 أمتار، حيث كانت أطول مسافة كلية تم تحقيقها 5.420متر.

ثانياً : عرض ومناقشـــة التســـاؤل الثاني: والذي ينص على ماهية المتغيرات الكينماتيكية المؤثرة على المسافة التي يقطعها السباح من لحظة الدوران وحتى وصوله إلى سطح الماء؟".

وللإجابة على هذا التســـاؤل فقد قامت الباحثة بإجراء الوســـط الحســـابي والأنحراف المعياري للمتغيرات الكينماتيكية منذ لحظة دوران الســـباح وحتى وصـــوله إلى ســـطح الماء، والجدول رقم (3) يوضح ذلك.

جدول (3)

الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمتغيرات الكينماتيكية منذ لحظة دوران السباح لمكعب البدء وصولا الى سطح الماء (ن =10)

م	المتغيرات	وحدة القياس	أقل قيمة	أعلى قيمة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
1	السرعة الأفقية.	متر / ثانية	.86	.92	.8850	.02121
2	السرعة الرأسية.	متر / ثانية	.23	.28	.2520	.01619
3	السرعة لحظة الدفع.	متر / ثانية	.94	.99	.9680	.01687
4	زاوية سرعة مركز الثقل لحظة الدفع	درجة	30.40	31.10	30.6600	.20656
5	زاوية وضع الجسم لحظة الدفع.	درجة	12.60	12.90	12.7400	.09661
6	زمن الدخول	ثانية	3.80	4.30	4.0000	.16330
7	زمن الخروج	ثانية	6.29	6.34	6.3150	.01434
8	الزمن الكلي للدوران.	ثانية	2.26	6.29	5.8540	1.26301

9	زاوية سرعة مركز الثقل أثناء الخروج لسطح الماء	درجة	7.40	7.90	7.6800	.15492

يتضح من بيانات جدول (3) أن قيم المتغيرات الكينماتيكية والتي تراوحت بين أقل قيمة وأعلى قيمة، والوسط الحسابي والأنحراف المعياري لتلك المتغيرات منذ لحظة دوران السباح وحتى ملامسته لسطح الماء، حيث بلغ المتوسط الحسابي والأنحراف المعياري للسرعة الافقية والسرعة الراسية (0.885 -0.021) ، و (0.252 -0.162) على التوالي، في حين بلغ الوسط الحسابي والانحراف المعياري للسرعة لحظة الدفع (0.968-0.0169)، بينما بلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لزاوية سرعة مركز الثقل لحظة الدفع، وزاوية وضع الجسم لحظة الدفع (30.660-0.207) درجة، و(12.740- 0966.0) درجة على التوالين أيضا بلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لزمن الخول، وزمن الخروج (4.000-0.163)، (6.315- 0.014) على التوالي، بينما بلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لزاوية سرعة مركز الثقل أثناء الخروج لسطح الماء (7.680- 0.155) درجة.

ويتضح من بيانات جدول (3) ان السباح قبل ملامسة الجدار، يتقدم بكمية من الحركة في الاتجاه الأفقي نحو الجدار. يعتمد هذا على سرعة السباح والمسافة بينه وبين الجدار، حيث يتأثر معدل السرعة بسرعة السباحة الابتدائية وتغير السرعة أثناء الدوران. هذا التغير يتوقف على الزمن اللازم للحركة عند الجدار خلال الدوران وعلى قوة المقاومة التي يواجهها جسم السباح.

ووفقًا لساندرز (2000)، فإن زمن ملامسة الجدار يرتبط بحركة الدوران التي يقوم بها السباح، حيث يحدث امتداد للجسم بعد الوضع الابتدائي. يعمل معظم أجزاء الورك والركبة

والكاحل على استيعاب الطاقة الناتجة عن الحركة نحو الجدار، ثم تستمر هذه المناطق في الامتداد لزيادة السرعة والبعد عن الجدار، مما يساعد السباح على تقليل مدة اللمس بالجدار.

تبين من ذلك أن كمية الامتداد الابتدائي تؤثر على الزمن المستغرق في ملامسة الجدار والزمن قبل الملامسة. لذا، يجب زيادة السرعة الابتدائية لحظة الملامسة، مما يؤدي إلى زيادة سرعة السباحة وتحقيق اندفاع أكبر للسباح. يجب أيضًا أخذ قوى المقاومة في الاعتبار، حيث تقلل من اندفاع السباح.

بالتالي، يعتمد الزمن الكلي على معدل سرعة السباح عند ملامسته للجدار قبل الدوران والمسافة التي قطعها أثناء الانزلاق، بالإضافة إلى زمن الدوران. وبناءً على ذلك، يتأثر التغيير في السرعة بالقوى التي يبذلها السباح أثناء عملية الدفع عن الحائط وأثناء الانزلاق، والتي تعتمد أيضًا على استخدام السباح لحركة الركل للخروج إلى سطح الماء. هذا بالإضافة إلى العمق الذي يصل إليه السباح نتيجة لدفعه للحائط بزاوية تؤثر على الزمن المستغرق في فترة الانزلاق. على سبيل المثال، عندما يدفع السباح الحائط بزاوية كبيرة لأسفل، فإن ذلك يزيد من المركبة الرأسية ويقلل من المركبة الأفقية، مما يزيد من عمق السباح وبالتالي يزيد من فترة الانزلاق.

فزمن الخروج وزمن الدخول يحددان طبيعة حركة السباح. المركبة الرأسية تتأثر بالسرعة الرأسية ومقاومة الماء، حيث تزداد تدريجياً مع عمق السباح وتنخفض بتحركه للأعلى، لتصل إلى قيمة تقريبية للسرعة الرأسية لحظة الدفع. أما المركبة الأفقية لحظة الخروج فتتأثر بالسرعة الأفقية لحظة الدفع وزمن الخروج. فالمركبة الرأسية ضرورية لتحقيق زمن خروج يسمح للسباح بتحقيق مسافة انزلاق أفقية مناسبة.

الاستنتاجات والتوصيات

أولاً الاستنتاجات :

فى ضوء هدف البحث وعرض نتائج التحليل الاحصائي للمتغيرات قيد البحث توصلت البحثة الى ما يلى :

1. يشير البحث إلى أن السرعة الأفقية هي العامل الأساسي في تحديد مسافة الانتقال الأفقية بعد البدء لدى أفراد عينة البحث.
2. يشير البحث إلى وجود ضعف في ضبط ارتفاع مكان الدفع خلال عملية الدوران لدى أفراد عينة الدراسة. فقد لوحظ زيادة في زاوية الدفع وخروج أسرع إلى سطح الماء بين أفراد العينة.
3. توضح الدراسة وجود زيادة ملحوظة في المسافة الرأسية التي يسقط فيها الجسم أثناء الانزلاق بعد البدء لدى أفراد عينة البحث.

ثانيا : التوصيات

فى ضوء هدف ونتائج البحث توصى الباحثة بما يلى :

1. استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل تعلم الآلة وتحليل البيانات الضخمة لفهم نماذج الحركة والأنماط الحركية للسباحين أثناء مرحلتي البدء والدوران. يمكن لهذه التقنيات أن تسهم في تحليل الأداء وتحديد العوامل المؤثرة فيه.
2. استخدام الذكاء الاصطناعي، يمكن تطوير نماذج تنبؤ دقيقة تساعد في تحليل أداء السباحين وتوقع الأداء المستقبلي في مرحلتي البدء والدوران بناءً على البيانات التاريخية والمتغيرات الحركية.
3. استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين برامج التدريب من خلال تحليل البيانات الحركية وتوجيه التدريب بشكل فعال نحو تحسين مهارات البدء والدوران لدى السباحين.
4. استخدام الذكاء الاصطناعي في تطوير أدوات تقنية مثل الأجهزة القابلة للارتداء والأنظمة الذكية لتسجيل وتحليل الحركات الحركية للسباحين، مما يسهم في فهم أفضل للتحركات وتحسين أداء السباحين.

5. استخدام الذكاء الاصطناعي لتطوير أنظمة تقديم ملاحظات فورية للسباحين خلال التدريب، مما يساعدهم على تصحيح أخطائهم وتحسين أداءهم في مهارتي البدء والدوران.
6. يجب تشجيع التعاون بين العلماء والمدربين في مجال الرياضيات والذكاء الاصطناعي لضمان توظيف التقنيات الحديثة بشكل فعال في تحليل وتطوير مهارات السباحين.
7. إجراء المزيد من الدراسات على لاعبي الناشئين لتوفير التغذية الراجعة للمدربين واللاعبين بهدف تحسين الأداء.

المراجع

1. **بن محمد آل سعود، سارة ثنيان (2017)** : التطبيقات التربوية للذكاء الاصطناعي في الدراسات الاجتماعية. مجلة سلو ك جامعة عبد الحميد بن باديس: 133 – 16
2. **الحمادي، حسين (2020)** : "تعلم الآلة والذكاء الصناعي بواسطة Python" ، دار النشر: دار الفاروق
3. **الدليمي، ناهد (2016)** : أساسيات في التعلم الحركي، ط 1 ، الدار المنهجية للنشر والتوزيع، العراق.
4. **دياب، عبد القادر (2019)** : "الذكاء الاصطناعي: مبادئ وتطبيقات" ، دار النشر: دار الشروق
5. **عبد البصير، صبر، وعادل إيهاب ، (2007م)** : التحليل البيوميكانيكي والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي، المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوزيع، الإسكندرية.
6. **عبد الحميد، محمد، وعبد الوهاب ، محمد ، (2015م)** : تطبيقات الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي، مطبعة الزهراء، الزقازيق، مصر.
7. **عجام، محمد ،(2018)** : الذكاء الاصطناعي وانعكاساته على المنظمات عالية الأداء: دراسة استطلاعية في وزارة العلوم والتكنولوجيا. مجلة الإدارة والاقتصاد، جامعة المستنصرية، 21 (110- 88- 102)
8. **العليمي، مصطفى (2018)** : "الذكاء الصناعي وتقنياته وتطبيقاته" ، دار النشر: دار المسيرة

9. عيســــــــــــي، غفار (2016م)، : المتغيرات البايوكينماتيكية زخصــائص منحنى القوة-الزمن،ط(1)، مكتبــة المجتمع العربي للنشـــر والتوزيع:عمان، الأردن.

10. الفضـــلي، عبـد الكريم ، (2010م) : تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضـــي والأداء الحركي، دار دجلة للنشـر والتوزيع، المملكة الأردنية الهاش مية.

11. القاسم، جميل (2018): : الذكاء الصـــناعي: مفاهيم وتطبيقات" للدكتور ، دار النشر: دار الحاوي.

12. الكروي، مصـطفى ، وآخرون (2010) : الأسـس العلمية لتعليم السـباحة والتدريب عليها، دار زهران عمان.

13. محمـــــــــــود، إبراهيم، (2014م) : التحليـل الحركي البيوميكـانيكي في التربيـة البـدنيـة والرياضية، عمان: دار الرضوان للنشر والتوزيع.

14. مقداد جعفر ، والسـيد حسـن جعفر (2006) : الســـباحة الأولمبية الحديثة، مكتب زاكي للطباعة بغداد.

15 Bostrom, N. (2014). : Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford University Press.

16 Brynjolfsson, E., & Mitchell, T. (2017). : What can machine learning do? Workforce implications. Science, 358(6370), 1530-1534.

17 Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2018). : What AI can and can't do (yet) for your business. McKinsey Quarterly.

18 Floridi, L., & Cowls, J. (2019). : A unified framework of five principles for AI in society. Harvard Data Science Review.

19 Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). : Deep Learning. MIT Press.

20 Sanders, Ross (2000) : New analysis Procedures for Giving Feed Back to Swimming Coaches and Swimmers, international symposium on Biomechanics in Sport, the University of Edunburgh, UK.

21 Sanders, Ross (2001) : Start Techniques, the university of Ediubargh, Scotland.

22 Tegmark, M. (2017) : Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence. Knopf.