"تصميم وتصنيع جهاز إلكتروني لرصد وقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية للاعبي رمي الرمح"

د/ الامير عبد الستار حسن

المقدمة ومشكلة البحث:

يعتبر التطور السريع الذي نلاحظه في المجال الرياضي من خلال التحطيم المستمر للأرقام المحلية والعالمية والأوليمبية انعكاسا للتقدم التكنولوجي في كافة المجالات العلمية والتطبيقية الأخرى، فلقد جاء هذا التطور السريع في الأرقام نتيجة استخدام الأساليب العلمية والتكنولوجية الحديثة بطريقة تطبيقية في المجال الرياضي مما أسهم في تطوير البحوث والدراسات العلمية وتحسين الأداء وتطوير أساليب التدريب والأجهزة الحديثة للارتقاء بمستوى الإنجاز الرياضي في معظم مسابقات الميدان والمضمار.

ويسعي المدرب المتميز إلي استخدام أساليب التدريب الحديثة والأجهزة المصنعة والتكنولوجية الأخري لتطوير قدرات الناشئين وتحسين أدائهم الفني للحصول علي الميداليات وتحطيم الأرقام الشخصية والقياسية علي المستوي المحلي والعالمي في مسابقة رمي الرمح. (12: 191)

ويذكر " مختار سالم " (1990) أن المعرفة العلمية واستغلال نتائج البحوث القابلة للتطبيق تلعب دورا هاما وأساسيا في تصميم وإنتاج الأجهزة والأدوات الرياضية المبتكرة والبحث عن أفضل وأنسب الخامات والعمل على تحسين ظروف الأداء الرياضي لتحقيق أفضل الإنجازات الرياضية مع الاقتصاد في الطاقة والجهد والوقت.

كما يمكن إدراك أهمية التكنولوجيا الرياضية من خلال نظرة شاملة وسريعة على الإنجازات الرياضية الأولمبية والعالمية حيث نلاحظ مدي التقدم الهائل لمستوي الأداء الحركي والمهاري لأبطال الرياضات المختلفة بشكل يدعو إلى الدهشة والإعجاب حيث يرجع الفضل في ذلك إلى التقدم التكنولوجي الهائل الذي استطاع أن يحل الكثير من المشاكل والمعوقات لتقديم الحلول المثالية للنهوض بالمستوي الرياضي والمساهمة الفعالة في تخطي حدود البشرية لتحقيق أفضل النتائج وتقليل فرص الإصابة (15: 11).

*/ مدرس بكلية التربية الرياضية جامعة أسيوط.

ويوضح ذلك "عبد الحليم شوشه" (2009م) بأن هناك صلة وثيقة بين العلم فى جانبه النظري المجرد وبين تطبيقاته العملية، والإلكترونيات هي العلم التطبيقي الذي يستفيد من النظريات المجردة فى العلوم الأساسية لتصميم وتنفيذ أجهزة ونظم إلكترونية تلبي حاجات الإنسان والتى لها تأثير بالغ فى جميع المجالات المختلفة. (8 : 7)

وهذا ما أكده بريت هتشنس وديفيد روى (Brett Hutchins، David Rowe) 2013 أن التطورا ت الاخيرة في التقنيات الرياضية خلقت مجموعة متنوعة من المنتجات التي تهدف الى تحسين وزيادة الاداء الرياضي ، والتى يمكنها الحفاظ على صحة الرياضي وتجنب الاصابات وايضا معالجتها ، من خلال إنتاج التكنولوجيا الحديثة . (17 : 9)

ويشير فراج عبد الحميد (2004م) أن مسابقات الرمي تعتبر من ضمن مسابقات الميدان والمضمار التي تتحطم فيها الأرقام بشكل مذهل وسريع مجاراة للتقدم العلمي الهائل في جميع مناهي الحياة والتطور العملي المذهل ، إعتمادها الكبير على علم من اهم العلوم وهو علم الفيزياء الحديثة والميكانيكا الحيوية والتي تستغل من خلال القوانين العلمية أبسط مبادئ إنتاج الطاقة والشغل وهو الإقتصاد في بذل الجهد ويتم هذا من خلال دراسة القوانين والنظريات العلمية في مادة الفيزياء والميكانيكا الحيوية. (11: 11)

ويذكر عبد الرحمن زاهر (2001م) أن للرمي أسس وقواعد يجب على الرامي أن يتبعها أثناء رمية أو دفعة للأداة التي يستخدمها كوسيلة للوصول بها إلي أبعد مسافة ممكنة ، وهذه القواعد تشمل النواحي المهارية والميكانيكية اللأزمة والقوانين الثابتة المعمول بها دولياً ومحلياً (9: 15)

ويوضح خالد وحيد (2013م) أن التطور السريع والمتزايد لمستويات الإنجاز الرقمى فى مسابقة رمى الرمح حدث نتيجة لاستخدام الأساليب العلمية من خلال التقنيات الحديثة ووسائل التدريب المتنوعة والأجهزة التكنولوجية فى التدريب والتقويم الرياضى ودراسة مراحل الأداء الفني للمسابقة للتعرف على نقاط القوة وتدعيمها ونقاط الضعف وتلافيها وعلاجها .

وتعتبر مسابقة رمى الرمح من المسابقات التى تتطلب من الرامى استغلال قوى أجزاء الجسم المختلفة وتوافق حركاته أثناء الأداء الفنى طبقا للأسس والمتغيرات الكينماتيكية المتعلقة بطبيعة أنظمة حركة الجسم البشرى. (6: 355)

ويذكر بسطويسى احمد (1997م) أن مسابقة رمى الرمح من مسابقات الرمي التى تتميز بأطول مسار حركى بالنسبة لمسابقات الرمي وبذلك يمكن للرمح اكتساب عجلة تسارع عالية، حيث تبلغ سرعة انطلاقه فى حدود من 30 – 35 م/ث لدى المستويات العالية .(4 : 492)

ويؤكد كوشر coacher (2001م) مع باجني Pagni (2001م) أن أنسب زوايا التخلص هي 35 : 45 درجة للمقذوفات لتحقيق أفضل مسافة للرمح (23 : 2) ، (21 : 5)

ويتفق شيو Chiu (2009) مع ميوراكامى وآخرون Murakami، m et al ((2006على أن من أهم المتغيرات الكينماتيكية للتخلص من الرمح تتمثل فى إرتفاع نقطة التخلص وسرعة التخلص وزاوية التخلص وزاوية هجوم الأداة وسرعة الرياح .(18 :41) (67 :20)

وبالمقارنة بين الأبحاث داخل المؤسسات المصرية التي تتطرق الى البرامج التدريبية والمؤسسات العالمية نجد أن المؤسسات العالمية وخاصة في أوروبا تستخدم العلوم التكنولوجية في اسس التدريب الرياضي لما لها من تأثير كبير في التطوير المهاري يتناسب مع ارتفاع مستوى المهارات حاليا، وان دراسة العلوم الميكانيكية لها الأثر في التطوير والتحسين وان الأجهزة التكنولوجية الحديثة لها الفضل في هذا الارتقاء بالمستوى المهاري.

ويؤكد عصام الدين شعبان (2007م) إن استخدام الأجهزت الحديثة والوسائل العلمية المتطورت فضلًا عن التقنيات المتقدمة التي تسهم في تطبيق نتائج البحوث الميدانية والمختبرية قد تسهل مهمة الباحثين والمدربين في اختيار آلية علمية تتسم بالدقة والموضوعية للقياس والتقويم وتوجبه الأداء الفني للمهارات الرياضية الذي يتم بتحليل الحركة تحليلًا دقيقًا. (397:10)

والجدير بالذكر أنه في الآونة الأخيرة تطور مفهوم الأجهزة والوسائل الحديثة المستخدمة أثناء العملية التدريبية واتسع ليشمل أجهزة ووسائل عديدة تمتلك إمكانيات هائلة سواء كانت بغرض التعليم أو التدريب أو القياس أو التقويم، وأصبح توفيرها بالعملية التدريبية أحد مسببات النجاح لتحقيق البرامج التدريبية لأهدافها.

ومن خلال ما قام به الباحث من قراءات نظرية ومسح مرجعى للدراسات والأبحاث العلمية (1)(2)(5)(6)(12)(14) أتضح له أن استخدام الأجهزة والأدوات والوسائل التكنولوجية

أصبحت ضرورة ملحة لكل من المدربين واللاعبين في الرياضات الأخرى بشكل عام ومسابقات الميدان والمضمار بشكل خاص نتيجة لأهميتها الأساسية في إعطاء المعلومات الكافية للمدرب واللاعب معاً ، وذلك للوقوف على مستوى اللاعب وإمكانية التطوير في أدائة ، حيث تبين للباحث أيضاً ندرة وجود دراسات تناولت تصميم أجهزة حديثة تستخدم لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية في مختلف الأنشطة الرياضية بصفة عامة ومسابقات الرمي بصفة خاصة ، وعند اجراء المقابلة مع بعض الخبراء فى رياضة مسابقات الميدان والمضمار وبعض المدربين وبسؤالهم عن الأجهزة الحديثة المستخدمة في التحليل الحركي بشكل عام ومدى أهميتها، تبين عدم وجود أجهزة حديثة تم تصميمها لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية دون الحاجة إلى برامج التحليل الحركي الموجودة حالياً .

ويرى الباحث أن الجانب الاول من مشكلة البحث هو مشكلة التكاليف المادية التي تواجه المتخصصين في مجال رياضة مسابقات الميدان والمضمار لشراء بعض الأجهزة العلمية الحديثة والمتطورة التي تقيس بعض المتغيرات الكينماتيكية الخاصة برياضة مسابقات الميدان والمضمار لذا هدف الباحث الى تصميم جهاز هندسى محلى الصنع يضاهى في جودته ودقة نتائجه المنتجات العالمية ولكن بتكلفه مادية اقل.

والجانب الثاني من جوانب مشكلة البحث فتمثل في التصميم الهندسى حيث يعد الانتقال من التصميمات التقليدية الثابتة وكبيرة الحجم محدودة الحركة الى تصميمات مرنة وصغيرة الحجم من التحديات الهندسية التي تحتاج الى براعة هندسية ، ويعتبر السبب الرئيسى خلف هذا الانتقال هو محاولة حل مشكلة الحصول على قياسات لبعض المتغيرات الكينماتيكية أثناء الحركة أو خلال المنافسات ، فعلى سبيل المثال يستطيع المدرب استخدام هذا الجهاز على حسب الغرض والموقف المراد قياسه ، حيث من أهم مميزات الجهاز المصمم سهولة حمله وعدم إعاقة اللأعب اثناء الأداء وايضاً سهولة العمل به في أي مكان دون الحاجة إلى المعامل لأستخراج بعض المتغيرات الكينماتيكية مثل الزوايا والتسارع لدي لاعبي الرمي ، حيث أنه عبارة عن جهاز يوضع على الذراع اثناء الأداء ويتم تركيبه على يد الرامي أثناء الاداء الحركي أو خلال المنافسات.

ويري الباحث أن التطور السريع الذي شهدته مستويات الإنجاز في معظم فعاليات العاب القوى عامة والرمي خاصة لم يكن وليد الصدفة، وإنما نتيجة للاستخدام المثالي

للتكنولوجيا والأجهزة المخبرية التي تم تصميمها موخراً من أجل مواكبة التطور العلمي.

وسعيا وراء هذا التقدم السريع والتكنولوجيا الحديثة فقد رأى الباحث ضرورة استغلال وتطويع ما وفره العلم والتقنيات التكنولوجية الحديثة من نظريات وأجهزة لتصميم جهاز مبتكر يسهم في رصد وقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدي لاعبي رمي الرمح لما له من دور هام في القياس والتقويم.

أهمية البحث والحاجة إليه

الأهمية العلمية

1- يعتبر هذا البحث محاولة علمية جديدة في مجال مسابقات الميدان والمضمار حيث يسعى الباحث إلى محاولة تصميم وتصنيع جهاز إلكتروني لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية للاعبي الرمي بشكل عام ولاعبي الرمح بشكل خاص.

2- محاولة استخدام العلوم الحديثة والتكنولوجيا في الجانب التطبيقي الذي يخدم العملية التدريبية والمبني على أسس علمية سليمة.

3- قد تفتح هذه الدراسة مجال جديد فى مجال القياس بواسطة الأجهزة المتخصصة.

الأهمية التطبيقية

1- توفير أداة تستخدم في قياس بعض المتغيرات الكينماتيكية للاعبي الرمي مما يساعد المدرب في عملية قياس بعض المتغيرات الكينماتيكية أثناء البرنامج التدريبي.

2- يمكن استخدام الجهاز المبتكر في أي جزء من أجزاء خطط التدريب الموضوعة داخل البرنامج التدريبي في الموسم الرياضي لقياس ورصد بعض المتغيرات الكينماتيكية.

3- يمكن استخدام الجهاز المبتكر لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدي جميع المراحل السنية المختلفة وكذلك الجنسين أيضا.

4- العمل على توفير جهاز قياس يزيد من دافعية التدريب لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية للاعبي الرمي (الرمح – الجلة – القرص – المطرقة).

5- إمكانية استخدام الجهاز المبتكر فى مسابقات الرمي وبعض الألعاب الرياضية الاخري التي تستخدم فيها رمي الاداة الرياضية عن طريق الذراع.

6- وسيلة من وسائل القياس الفردية.

هدف البحث :

يهدف هذا البحث إلى :

يهدف هذا البحث إلى إجراء دراسة ميكانيكية حيوية مقارنة للقيم الميكانيكية المستخرجة من نظام برنامج simi و جهاز قياس الزوايا والتسارع الذي صممه الباحث ويتحقق ذلك من خلال الإجابة على تساؤلات البحث التالية والتحقق من فرضيتها.

تساؤلات البحث:-

1- ماهو التصميم الهندسي الأمثل للجهاز المستهدف ؟

2- كيف يمكن التحقق من دقة المعايرة للجهاز المقترح وفقاً للتصميم الهندسي المستهدف ؟

3- ما شكل الخطأ الموجود في الجهاز المستخدم ونوع دالة التوزيع في هذا الخطأ؟

المصطلحات المستخدمة بالبحث:-

الكينماتيكا

يعرف فالديمير وزاتسيورسكي Valdimir & Zatsiorsky (1998م) أنه الجانب الذي يهتم بوصف الحركة دون النظر للقوي الناتجة عن الحركة أو القوي المسببة للحركة. (22 : 17)

التحليل الكينماتيكي

هو أحد طرق ووسائل التحليل الحركي لدراسة الحركة الرياضية فالتحليل الكينماتيكي للمهارة الحركية يهدف إلي وصف وتوضيح المهارة عن طريق مدلولات (السرعة والعجلة) التي وضعت علي أساس قياسات من الزمن. (7 :3)

الجهاز الألكتروني المبتكر : (تعريف إجرائي *)

وسيلة تكنولوجية حديثة في مجال التربية الرياضية ، والتي تساعد المدربين واللاعبين في قياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدي لاعبي الرمي.

الدراسات السابقة والمرتبطة:

أ- الدراسات التي تناولت التعرف على المتغيرات الكينماتيكية لدي لاعبي رمي الرمح

1- دراسة محمد جاسم محمد (2001م) (13) بعنوان " أثر منهج تدريبي مقترح على وفق أهم المتغيرات الكينماتيكية في انجاز رمي الرمح " وأستهدفت الدراسة التعرف علي التعرف على طبيعة بعض المتغيرات الكينماتيكية والبدنية لدى عينة البحث ، وأستخدم الباحث المنهج تدريبي مقترح مبني على نتائج التحليل لتطوير المتغيرات المبحوثة في فعالية رمي الرمح ،

واشتملت الدراسة على لاعبين متقدمين في العراق تم اختيارهم بالطريقة العمدية ، واستخدم الباحث آلة تصوير فيدوية واحدة ذات تردد (25/ثا) ووضعت على بعد 12.30 م من جهة اليد الرامية وبارتفاع 1.20م عن سطح الأرض ، وكانت من أهم النتائج ما يلي :- (أن المنهج التدريبي المقترح الذي اعتمد في تصميمه على نتائج التحليل الحركي أثرت في تنمية الصفات البدنية الخاصة للاعبي رمي الرمح وطورت المتغيرات لدى عينة البحث مقارنة بالاختبار القبلي – ظهور تطور ملحوظ في مستوى الرمي لانجاز رمي الرمح (800 كجم) في القياس البعدي لعينة البحث.

2- دراسة ميوراكامى وأخرون Murakami، et al (2006 م) (20) بعنوان " تحليل بيوميكانيكى لمسابقة رمى الرمح فى بطولة العالم لألعاب القوى 2005 م" وأستهدفت الدراسة تحليل العوامل الكينماتيكية لمسابقة رمى الرمح فى الأدوار النهائية لبطولة العالم 2005 م ، وأستخدم الباحث المنهج الوصفي ، وأشتملت عينة الدراسة على متسابقى الأدوار النهائية فى بطولة العالم 2005 و(49) متسابق يابانى ، وكانت من أهم النتائج : العامل الرئيسى فى تحقيق أعلى مستوى إنجاز لرمى الرمح هو سرعة التخلص ، وأنه أثناء دوران الجذع للأمام لمواجهة مقطع الرمى فى مرحلة التخلص تكون زاويتى المرفق والكتفين صغيرة حتى يتم الإنتقال الداخلى لسرعة دوران الكتفين إلى قبضة الذراع الرامية .

3- دراسة أكرم حسين جبر الجنابي ، كريم عبيس محمد (2012) (3) بعنوان " علاقة بعض المتغيرات الكينماتيكية بانجاز رمي الرمح لابطال العالم ذو الاحتياجات الخاصة فئة 40 Short man" وأستهدفت الدراسة التعرف علي أهم المتغيرات الكينماتيكية لفعالية رمي الرمح ذو الإحتياجات الخاصة فئة 40 ، وأستخدم الباحث المنهج الوصفي ، واشتملت الدراسة على 3 لاعبين من ابطال العالم المؤهلين لبطولة لندن 2012 ، وكانت من أهم النتائج ما يلي :

ظهور علاقة ارتباطية عشوائية بين المتغيرات الكينماتيكية التالية (السرعة الانتقالية خلال 5 م الاخيرة – طول الخطوة الاخيرة – زمن الخطوة الاخيرة– المسافة بعد المرمي – ارتفاع نقطة وزمن الانطلاق)

هناك علاقة ارتباطية معنوية طردية بين المتغير الكينماتيكي (سرعة الأنطلاق – المسافة

قبل الرمي) والإنجاز لرماة الرمح ذو الإحتياجات الخاصة فئة 40.

4- دراسة خالد وحيد ابراهيم (2013م) (6) بعنوان " تأثير استخدام الرمح المعلق على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة التخلص في مسابقة رمى الرمح " وأستهدفت الدراسة التعرف علي تأثير استخدام الرمح المعلق على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة التخلص فى مسابقة رمى الرمح ، وأستخدم الباحث المنهج التجريبي ، وأشتملت عينة الدراسة على (5) طلاب من طلاب الفرقة الثانية بكلية التربية الرياضية – جامعة المنصورة ، وكانت من أهم النتائج : ساهم تحسين الرمح المعلق في تحسين كلاً من (ارتفاع نقطة التخلص – زيادة سرعة التخلص – تحسين زاوية التخلص إلى أقرب ما يكون من الزاوية المثالية فى مسابقة رمى الرمح – تحسين مسافة الرمي)

ب-الدراسات التي تناولت تصميم أجهزة رياضية لدي بعض الألعاب الفردية (العاب قوي – الكوميتية – سباحة)

5- دراسة احمد محمد على السيد (2000م) (1) بعنوان " جهاز إلكتروني لتسجيل المحاولات الفاشلة في مسابقات الوثب في العاب القوى" وأستهدفت الدراسة تصميم جهاز باستخدام أشعة الليزر لتسجيل المحاولات الفاشلة أثناء لحظة الارتقاء في مسابقات الوثب (الطويل- الثلاثي- العالي) ، وأستخدم الباحث المنهج التجريبي بهدف تصميم الجهاز الإلكتروني الخاص بتسجيل المحاولات الفاشلة في مسابقات الوثب في العاب القوى ، وأيضاً استخدم المنهج الوصفي بهدف دراسة وتحليل أنظمة التشغيل الخاصة بتحكيم مسابقات الوثب في العاب القوى ، وكانت من اهم النتائج ما يلي: (صلاحية الجهاز الإلكتروني المصمم لتسجيل المحاولات الفاشلة – إمكانية إدخال أي تعديلات على الجهاز المصمم تبعا لأي تعديلات في القانون – قلة التكاليف المادية للجهاز).

6- دراسة " بسمات شمس الدين " (2003) (5) بعنوان "تصميم جهاز تحكيمي الكتروني لتعديل نظام التحكيم الاعتباري ومدي مساهمته في نتائج مباريات الكوميتية " واستهدفت الدراسة تصميم جهاز تحكيمي الكتروني لتعديل نظام التحكيم الاعتباري ومدي مساهمته في نتائج مباريات الكويتية، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي ، وتمثلت عينة الدراسة في منتخب مصر للكاراتيه المتخصصين في الكويتية والبالغ عددهم (24) أربعة وعشرون لاعب ولاعبة ، وكانت من أهم النتائج : – ساعد جهاز التحكم الالكتروني في اتخاذ القرارات

بصورة أكثر دقة دون تحيز – ساعد في إصدار النتائج الفورية اثناء المباريات دون اعتراضات من اللاعبين .

7- دراسة محمد لطفي السيد أخرون (2009) (14) بعنوان " تعديل مقترح لمكعب البدء بإستخدام مثير ضوئي لتحسين سرعة الانطلاق في سباقات العدو " وأستهدفت الدراسة تعديل مقترح لمكعب البدء بإستخدام مثير ضوئي ، وأستخدم الباحث المنهج التجريبي ، وأشتملت عينة الدراسة على (10) من ناشئ المشروع القومي لإعداد الناشئين – بمحافظة المنيا ، وكانت من أهم النتائج : أن مكعب البدء المقترح أدي إلى حدوث تحسن في المستوي الرقمي للناشئين – المكعب المقترح أدي إلى وصول المثير بنسب متساوية دون أي فوارق زمنية بالنسبة لجميع اللاعبين.

8- دراسة أحمد محمد محمد (2020م) (2) بعنوان " جهاز إلكتروني لقياس شدة الأحمال التدريبية وبعض المتغيرات البدنية للملاكمين" وأستهدفت الدراسة التعرف علي تطوير جهاز قياس بعض المتغيرا ت البدنية للكمات المستقيمة لحساب شدة الحمل – تقنين الجياز المبتكر من خلال تطبيق المعاملات العلمية على الجهاز ، وأستخدم الباحث المنهج الوصفي ، وأشتملت عينة الدراسة على (10) ملاكمين ، وكانت من أهم النتائج : الجهاز الالكتروني المبتكر قادر على قياس مستوى شدة الحمل التدريبي – الجهاز الالكتروني المبتكر يقيس زمف كل لكمة عمى حدة وعدد اللكمات الصحيحة التى يسددا الملاكم في الزمن المحدد .

9- دراسة محمد ابراهيم مصطفي وآخرون (2020م) (12) بعنوان "تأثير تدريبات باستخدام جهاز الإنحدار المتحرك على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة التخلص والمستوى الرقمى للناشئين فى مسابقة رمى الرمح " وأستهدفت الدراسة التعرف علي تأثير تدريبات باستخدام جهاز الإنحدار المتحرك على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة التخلص (طول الخطوة الاخيرة – زاوية التخلص – سرعة التخلص – إرتفاع نقطة التخلص) والمستوى الرقمى للناشئين فى مسابقة رمى الرمح ، وأستخدم الباحث المنهج التجريبي ، وأشتملت عينة الدراسة على (12) نأشئ ، وكانت من أهم النتائج : أدي إستخدام جهاز الإنحدار المتحرك إلى تحسن كلاً من خطوات الرمي – إرتفاع نقطة التخلص – سرعة التخلص – زاوية التخلص – المستوي الرقمي).

الاستفادة من الدر اسات السابقة:

1- اختيار عينة البحث.

2- معرفة سير أبحاث البيوميكانيك وأنواعها وأهم النتائج التي تم التوصل إليها.

3- اختيار المنهج المستخدم وكيفية تطويعه لملائمة طبيعة البحث .

4- تم الاستفادة من أبحاث البيوميكانيك الخاصة بمسابقات الميدان والمضمار فى معرفة كيفية التصوير ووضع اللاعب وعدد المحاولات والشروط التي يجب مراعاتها عند إجراء الأبحاث البيوميكانيكية .

إجراءات البحث:

منهج البحث :

يشير مفهوم المنهج إلى الطريقة التي يتبعها الباحث لدراسة المشكلة موضوع البحث ولهذا تتعدد مناهج وطرق البحث العلمي وتختلف تبعا لنوعية البحوث والمجالات التي تجري فيها وكذلك الأهداف التي تسعى لتحقيقها لذا فقد استخدم الباحث كلا من المنهج الوصفي والمنهج التجريبي كما يلي:

المنهج التجريبي

استخدم الباحث المنهج التجريبي بهدف تصميم الجهاز والبرامج المخزنة عليه وتطبيقها.

المنهج الوصفي

استخدا الباحث المنيج الوصفي لما تتطلبه الدراسة حيث يتناسب ذلك مع طبيعة الدراسة والتي تعتبر من الدراسات التي تهتم بوصف وفهم الجهاز المبتكر ووصف مكوناتة وطريقة عمله وكذلك قياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدي لاعبي رمي الرمح.

أولاً: مجتمع البحث:

يمثل مجتمع البحث لاعبي منتخب جامعة أسيوط لألعاب القوي للعام الجامعي (2021/2020) والبالغ عددهم (8) لاعبين.

ثانياً: عينة البحث :

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية بواقع (3) لاعبين لكل لاعب (3) محاولات ليصل عدد المحاولات الى (9) محاولات.

أسباب اختيار العينة

- أن الباحث سعمل مدرباً لمنتخب الجامعة لألعاب القوي.
- أن اللاعبين مسجلين من ضمن لاعبى منتخب جامعة أسيوط.
- المشاركة فى العديد من البطولات.
- وقوع عينة البحث في مجتمع إقليمي واحد ومتقارب.
- قيام الباحث بالمساعدة في تدريب جميع أفراد العينة، مما يسهل من مهمة الباحث في تطبيق البرنامج التدريبي المقترح.
- موافقة جميع اللاعبين على الانتظام في التدريب للاشتراك في مجموعة البحث.

مجالات البحث:

(أ) المجال المكانى:

– تم إجراء جميع القياسات الأنثروبومترية بمعمل التحليل الحركي بكلية التربية الرياضية – جامعة أسيوط .

(ب) المجال الزمني:

– تم اجراء التجربة الاستطلاعية للبحث في 15 /2021/4م على (5) لاعبين، ثم تم تصوير عينة البحث (الوصفي) وتحليلها على (3) لاعبين من منتخب الجامعة يوم الاحد الموافق 2021/5/23م الساعة الواحدة ظهراً ، بمعمل التحليل الحركي بكلية التربية الرياضية – جامعة أسيوط .

(ج) المجال البشري:

– أجريت الدراسة على مجموعة من لاعبي منتخب جامعة أسيوط لرمي الرمح ، وعددهم (3) لاعبين.

التوصيف الاحصائي لعينة البحث :

قام الباحث بإجراء معامل الالتواء ومعامل التفلطح لأفراد عينة البحث قبل اجراء تطبيقات على جهاز قياس الزوايا والتسارع ، وذلك للدلالة على تجانس أفراد عينة البحث لضمان الاعتدالية في متغيرات البحث والتي قد تؤثر على نتائج التطبيق ، وجاءت على النحو الاتي:

جدول (1)

توصيف المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لأفراد عينة البحث الأساسية في المتغيرات الأساسية (ن = 8)

م	المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوسيط	معامل الالتواء
1	الطول	سم	184.38	3.96	185.50	-0.85
2	الوزن	كجم	81.63	3.89	80.50	0.87
3	العمر الزمنى	السنة	19.70	0.31	19.80	-0.96
4	العمر التدريبي	شهر	48.25	1.98	48.00	0.38

ويتضح من جدول (1) تجانس أفراد عينة البحث في السن والطول والعرض والعمر التدريبي لمتسابقي الوثب الثلاثي حيث يتراوح معامل الإلتواء بين (±3) وهذه القيمة انحصرت ما بين (– 0.85) إلى (+0.87) ويدل ذلك على خلو عينة البحث من التوزيعات غير الاعتدالية مما أدى إلى تجانس أفراد العينة في هذه المتغيرات.

أدوات جمع البيانات :

استخدم الباحث وسائل متعددة لجمع البيانات كما يلى :

1- تحليل المراجع والدراسات السابقة:

استخدم الباحث تحليل المراجع والدراسات السابقة فى التعرف على الدراسات التى اهتمت بالتعرف على المتغيرات الكينماتيكية لبعض الرياضات الفردية بشكل عام ومسابقات العاب القوي بشكل خاص ، وأيضا للتعرف على الأجهزة الحديثة في مسابقات الميدان والمضمار.

2- المقابلة الشخصية :

قام الباحث بإجراء المقابلة مع بعض الخبراء فى رياضة مسابقات الميدان والمضمار وبعض المدربين وبسؤالهم عن الأجهزة الحديثة المستخدمة في التحليل الحركي بشكل عام ومدى أهميتها، تبين عدم وجود أجهزة حديثة تم تصميمها لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لمواكبة التطور العلمي الحديث في العملية التعليمية والتدريبية ، دون الحاجة إلى برامج التحليل الحركي الموجودة حاليا.

الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث :

- وحدة سيمي (simi motion) بمشتملاتها.
- ميزان طبى لقياس الوزن بوحدة قياس (كجم).

- رستاميتر لقياس الطول بوحدة قياس (متر/سم)
- 2 كاميرا فيديو عالية السرعة .
- 2 حامل ثلاثي .
- 1 جهاز كمبيوتر .
- جهاز قياس الزوايا والتسارع (من قبل الباحث)

أولا:- الأساس العلمي لتصميم الجهاز(من قبل الباحث) (TAMU) .

تتضمن أي عملية تصميم وتصنيع أي جهاز لأداء مهام معينة مجموعة من المراحل تبدأ بتوصيف المشكلة والذى يشمل التوصيف الدقيق لقياس كلا من السرعة والزوايا في ضوء طبيعة الأداء والمسار الحركي في مسابقات الميدان والمضمار وعلى أساسها يتم اختيار المواد المناسبة للأجزاء المختلفة وشكل هذه الأجزاء الذى يضمن قياس المتغيرات المطلوب قياسها على أساس علمي وهندسي بما يتفق مع طبيعة الأداء بدون حدوث مشاكل أو انهيار في الجهاز او أحد مكوناته.

لذا يعتمد الأساس العلمي للجهاز المصمم على استخدام مجموعة من المكونات التي سوف يتم ذكرها بشكل مفصل كالتالي:-

ثانياً:- مكونات الجهاز المصمم (وحدة قياس رمي الرمح)

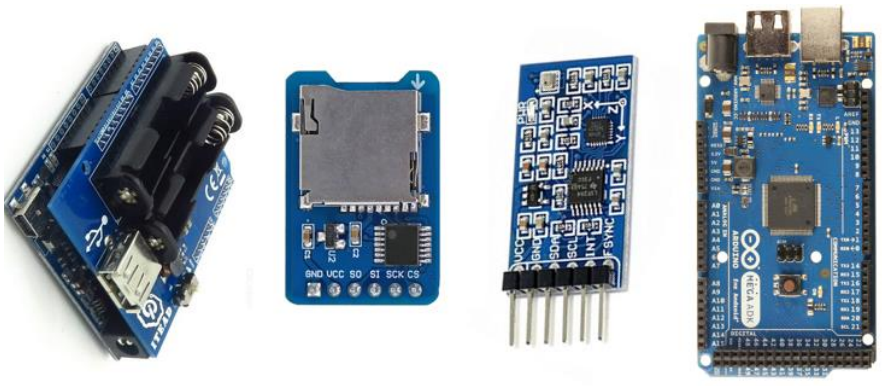
(TAMU) (Throwing Analysis Measurement Unit)

سوف نتناول في هذا القسم عرض مكونات أجهزة وحدة قياس تحليل الرمي. علاوة على ذلك ، يتم وصف وظيفة كل عنصر لإظهار الحاجة لكل عنصر.

تتكون وحدة قياس تحليل الرمي بشكل أساسي من ثلاثة عناصر. تبدا من وحدة القياس بالقصور الذاتي (IMU) وهى الوحدة المسئولة عن قياس تسارع المستشعر في جميع الاتجاهات الثلاثة، ثم يتم إجراء التحليلات اللاحقة على البيانات الأولية لجهاز استشعار IMU والتي تسمح للمستخدمين بتقدير سرعة وزاوية المستشعر، ويليها متحكم دقيق وهو المسئول عن التحكم في العناصر الكلية و قياس تحليل الرمي ومعدل الإبلاغ للجهاز ، ويسجل بيانات IMUفي صورتها الأولية ، ثم يقوم بإجراء التحليل اللاحق اللازم لحساب السرعة والزوايا، وأخيراً وحدة الذاكرة هي العنصر الثالث وهو مسئول عن حفظ البيانات المسجلة ، بحيث يتيح للمستخدم هذه المعلومات في التحليل دون اتصال بالإنترنت، علماً بأن الجهاز يعمل ببطارية 9

فولت تضمن القدرة على تحريك الجهاز دون تحديد مسافة القياس.

الشكل (1) جهاز وحدة قياس تحليل الرمي



الشكل (2) عناصر جهاز وحدة قياس تحليل الرمي

ثالثاً:- شرح عناصر مكونات وحدة تحليل الرمي (TAMU)

العنصر الأول:– وحدة القياس بالقصور الذاتي:(IMU)

هي عبارة عن حزمة مستشعر تحتوي على ثلاثة مستشعرات مدمجة داخل الوحدة، هذه المستشعرات الثلاثة عبارة عن مستشعرات منفصلة تستخدم لقياس وتتبع وتحديث اتجاه وحركة اللاعب من خلال توفير قياس ثلاثي الأبعاد لجميع مكونات التسارع. حيث قامت الوحدة بقياس التسارع بوحدة g أو m / sec ^ 2 حيث 1 .2 ^ ⟦sec⟧ / m 9.81 = gويبلغ متوسط تكلفة وحدة IMU الواحدة حوالي 110–170 دولارًا في الوقت الحاضر ، حيث هناك خيارات متعددة وأنواع مختلفة من وحدات .IMU ومع ذلك ، يتم اختيار الوحدات بناءً على التكلفة ، ونطاق التشغيل ، والقدرة على قياس الانحراف الصغير ، ودرجة الحرية ، ونوع إشارة العمل

(إشارة تناظرية أو رقمية). بالإضافة إلى ذلك ، يتم أخذ المزيد من الاعتبارات مثل اضطراب الضوضاء واستهلاك الطاقة ويوضه في الاعتبار نطاق درجة حرارة التشغيل أثناء اختيار الوحدة.

بالنسبة إلى (TAMU) ، يتم استخدام IMU لمهمة قياس التسارع. يتم وضع الوحدة في شكل أفقي مع محور (TAMU) لتوفير نفس النقطة المرجعية لمحور (TAMU) اما في الأقسام الفرعية التالية ، تتم مناقشة مبدأ العمل لوحدة IMU والتحليل اللاحق لتوفير القياس المطلوب للمستخدمين.

- قياس الزاوية:

توفر المستشعرات المنفصلة 3 D الزخم الزاوي للمستخدم في شكل معادلة.(1)

$$\omega' = \omega + \beta + \gamma \quad (1)$$

تشير ω' للقيمة المقاسة المقدمة من المستشعر الذي تم تسجيله بواسطة الوحدة ω . هي القيمة الحقيقية الفعلية للزخم الزاوي الخالي من الخطأ والضوضاء ، βهو انحياز المستشعر γ .يمثل الضوضاء المضافة إلى القيمة الفعلية. هذا الخطا يمثل أنه لا يوجد جهاز دقيق بنسبة 100% أثناء الحصول على القراءات. تعتبر الأخطاء مقبولة وتم تشكيلها بواسطة دالة غاوسي بمتوسط صفر وانحراف معياري يمثل عدم اليقين في وحدة القياس.

باستخدام المعادلات التفاضلية العامة للزخم الزاوي في المحاور الثلاثة ، يمكن قياس زاوية وحدة IMU في أي وقت معين .t توفر المعادلة (2) و (3) علاقة منفصلة قريبة بين الزخم الزاوي والزاوية.

$$\theta(t + \Delta t) = \theta(t) + \frac{d}{dt}\theta\,\Delta t + Error \quad (2)$$

$$\frac{d}{dt}\theta = \omega \quad (3)$$

يتم تعيين (TAMU) لمدة ثانية واحدة في المحور الأفقي لبدء النقطة المرجعية المحددة في بداية عملية القياس. و يتم تخزين الزاوية الأولية كنقطة مرجعية ويتم تحديثها في أي وقت $t+\Delta t$ بناءً على هذه المعلومات. بسبب وجود خطأ في الزخم الزاوي ، يتراكم الخطأ في كل مرة يتم فيها تحديث الزاوية. و بعد مرور بعض الوقت يزداد الخطأ ، وتقل دقة قياس الزاوية الفعلية. ومع ذلك ، يتم استخدام وحدة تحكم PID الداخلية داخل IMU للتخفيف من هذا

الخطأ لضمان الحد الأدنى من الدقة أثناء القياس. يتم استخدام PID للتخفيف من خطأ الحالة المستقرة وتقليل وقت الصعود لتحقيق أداء أسرع.

- قياس التسارع:

تتمثل المهمة الأخرى لوحدة التحكم في النقل (IMU) في توفير تسريع الوحدة حيث يتم تقديم التسارع المقاس في المعادلة(4) :

$$a' = ag + al + n \quad (4)$$

عندما يكون a' هو التسارع المقاس لـ IMU ، فإن ag هو تسارع الجاذبية المعرف (الذى يعرف) بالقيمة القياسية ويساوي $9.81\ m/sec^2$ ، حيث n تمثل الخطأ بسبب عطل أو حدود دقة الجهاز. و تم نمذجة هذا الخطأ كدالة توزيع غاوسي ، مع صفر متوسط وانحراف معياري يمثل عدم اليقين في قياس الجهاز. باستخدام القياسات ثلاثية الأبعاد المقدمة للتسارع ، يتم تحديد الزاوية في كل اتجاه بواسطة المعادلتين (5) و (6).

$$\theta z = -\tan^{-1}\left(\frac{a_x}{a_y}\right)$$

$$\theta x = -\tan^{-1}\left(\frac{a_z}{\left((a_x)^2+(a_y)^2\right)^{0.5}}\right) \quad (5)$$

(6)

العنصر الثاني :- وحدة ذاكرة بطاقة SD

تستخدم بطاقة ذاكرة SD لتخزين القيمة المقاسة. يتم استخدام وحدة داعمة ودمجها مع المتحكم الدقيق لتخزين المعلومات المفيدة.

يتم ضبط معدل التخزين عن طريق التحكم في موقت المتحكم الدقيق. ويعتمد المعدل مرن على الوقت الذي تتطلبه وحدة IMU لقياس البيانات المطلوبة + وقت التحليل اللاحق + كتابة البيانات في بطاقة .SD و يمكن تعديل موقت الموقت إلى 14 ميجاهرتز ولكن لا يمكن أن يكون لـ (TAMU) سوى معدل قياس يبلغ 150 عينة / دورة بسبب وقت القياس البطيء لوحدة .IMU ومع ذلك ، هذه المرة أقل بنحو 25٪ من الوقت الذي يتطلبه برنامج .SIMI يمكن لبطاقة SD بسعة 2 جيجابايت تخزين بيانات لمدة ساعتين دون انقطاع قبل الوصول

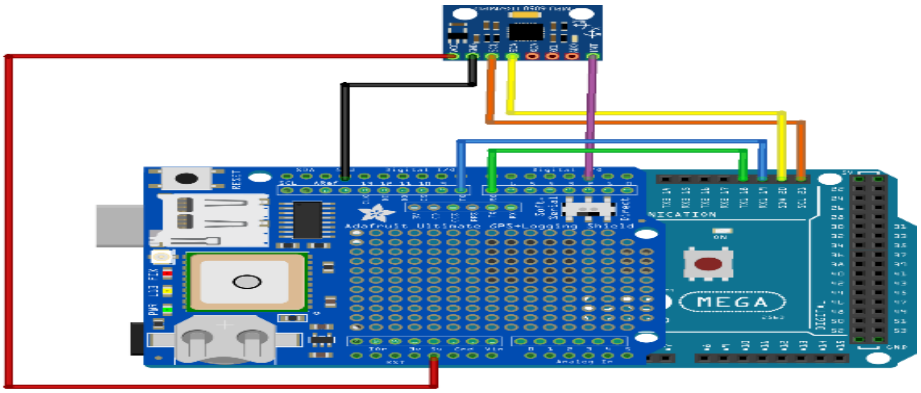
إلى حدود SD.

العنصر الثالث :- وحدة تحكم مايكرو- Arduino Mega-2560:

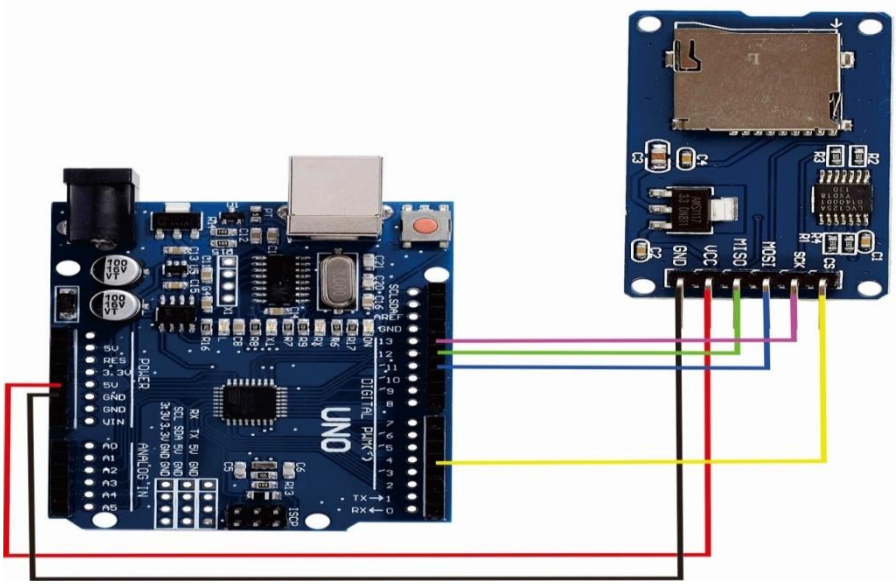
يعتبر Arduino Microcontroller هو دماغ الجهاز حيث يتم استخدامه لتحليل البيانات الأولية وإجراء التحليل اللاحق والتواصل مع بطاقة SD والتحكم في وحدة IMU لضمان الأداء العالي ، ومعدل الإبلاغ العالي ، والقياس الدقيق ، يتم استخدام متحكم Mega 2560 Arduino، وهو مدعوم بسعة ذاكرة فلاش أعلى تسمح للمستخدم بتطوير المزيد من المهام.

تعد قراءة إشارة الإدخال من IMU باستخدام ثم إجراء التحليل اللاحق هي المهمة الرئيسية لوحدة التحكم. تسمح الوحدة المصممة بالتسجيل عالي السرعة بتردد أخذ العينات يمكن أن يصل إلى 14 ميجا هرتز. المهمة الثانية للميكروكونترولر هي قياس الإشارة من IMUوإنشاء حساب الزوايا والتسارع بالمعادلة الموضحة في القسم العلوي. ثم يتم إرسال البيانات إلى بطاقة SD باستخدام وحدة SD والمكتبة المدمجة في وحدة .Arduino يمنع استخدام وحدة بطاقة SD أي قيود على مسافة التجربة ، ويمكن استخدام الوحدة بأكملها في نطاق تشغيل غير محدود. الأرقام. يوضح الشكل 3 و 4 وحدات بطاقة IMU و SD المتصلة بالمتحكم الدقيق.

اتصال إشارة:IMU



الشكل (3) يوضح مخطط اتصال IMU مع Arduino Mega 2560.



الشكل (4) يوضح توصيل وحدة بطاقة SD

رابعاً:- برنامج السيمي

توفر منصة Simi Motion التقاط الحركة ونظام التحليل ثنائي الأبعاد / ثلاثي الأبعاد للعمليات الثابتة والديناميكية، ويتم استخدامه في مجموعة واسعة من التطبيقات ويوفر تحليلًا بسيطًا وسهلاً ودقيقًا وسريعًا للبيانات المطلوبة للمستخدمين الذين ليسوا على دراية بالخلفية المعقدة وراء تقنيات معالجة الصور.

بالمقارنة مع غالبية المنتجات المتوفرة في السوق ، لا تستخدم برامج تحليل الحركى Simiتقنية الأشعة تحت الحمراء ولكنها تستخدم تقنيات مبنية على الصور، يتم التقاط تسجيلات الفيديو عالية الجودة بمعدلات إطارات ودقة عالية وحفظها باستخدام كاميرات صناعية متزامنة حيث يمكن لبرامج تحليل الحركى Simi التقاط الحركة بالتفصيل وحساب البيانات ثنائية وثلاثية الأبعاد باستخدام أحدث خوارزميات معالجة الصور، ومع ذلك من الممكن أيضًا التتبع باستخدام طرق بدون علامات ، مثل مطابقة النمط أو تتبع الصورة الظلية بدون علامات، لقد مكنت سنوات البحث والتطوير التي استثمرها Simi في هذا المجال من البحث ، حيث لا تكفي أنظمة الأشعة تحت الحمراء ، حيث يتميز Simi Motion بتنسيق معياري للغاية ، مما يعني أنه يمكن تكييف البرنامج والإعداد ليناسب احتياجاتك.

الأنواع الثلاثة الرئيسية لهذا المنتج هي:

- تحليل ثنائي الأبعاد (استخدام بسيط ونتائج سريعة ، قياسات ثنائية الأبعاد)
- تحليل بسيط ثلاثي الأبعاد (تكوينات ثلاثية الأبعاد بسيطة في النطاق السعري المتوسط جودة بيانات عالية للمشكلات البسيطة)
- تحليل ثلاثي الأبعاد معقد (لمعظم المتطلبات العلمية والقياسات المعقدة).

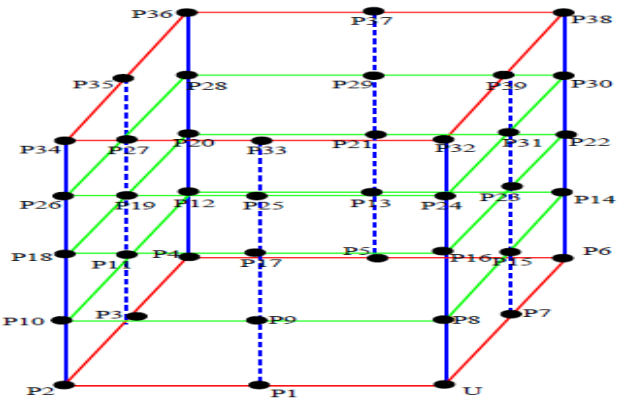
ويقدم برنامج التحليل الحركي SIMI بيانات دقيقة للحركة ومنها (المكان ، السرعات ، التسارع ، الزوايا ، المسافات ، إلخ) مع البيانات المتزامنة من أجهزة القياس الإضافية مثل قياسات EMG أو لوحات القوة، و يمكن معالجة هذه البيانات بشكل أكبر للحصول على معلومات تحليل إضافية) زوايا أخرى ، حسابات رياضية ، بيانات EMG المصفاة والصحيحة ، المراحل ، الأحداث ، إلخ.

يمكن لبرنامج التحليل الحركى الـ Simi تسجيل أي إشارة تناظرية من خلال محول A D /مناسب بالتزامن مع بيانات الحركة من الفيديو.

وبشكل عام ، لا يمكن تسجيل المعدات التي تنتج إشارات رقمية مباشرة بواسطة لبرنامج التحليل الحركى الـ Simi ومع ذلك يمكن مزامنة غالبية المعدات مع مشغل الأجهزة ، ويمكن بعد ذلك استيراد البيانات إلى Simi Motion بحيث يمكن ربط المعدات الرقمية عبر SDKsمباشرة مع Simi Motion لكن النجاح يمكن أن يختلف مع كل حالة.

(شكل 5) وحدة سمي الخاصة ببرنامج التحليل الحركي (Simi)

وحدة المعايرة (Calibration):



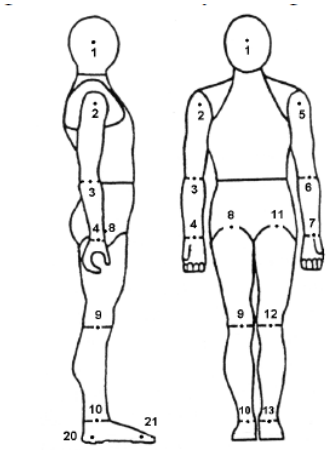
شكل (6) وحدة المعايرة الخاصة ببرنامج التحليل الحركي (Simi)

رابعاً:- طريقة القياس والمعايرة:

- معايرة برنامج ال SIMI :

قبل إنشاء أي تحليل باستخدام برنامج SIMI ، يتم استخدام نموذج طبي حيوي لوصف الطب الحيوي الذي يمثل تشريح جسم اللاعب وأجزائه ، ويضمن هذا النموذج قياس المعلمات الحركية المقاسة واستخدامها أثناء التجربة DOF6 هو أحد النماذج الأكثر شيوعًا المستخدمة تجاه اتصال المفصل بدون قيود الربط في هذا المثال ، علماً بأن هناك حاجة إلى 6 متغيرات مستقلة لتوصيف الحركة المشتركة ، مما يعني استخدام ثلاثة علامات غير خطية لكل مفصل في الحالة الأكثر خصوصية (أي مفصلين كرويين متجاورين يتحركان على طول محور التناظري المتبادل) ، حيث يمكن تقليل عدد درجات الحرية إلى DOF3 و 2 من العلامات غير الخطية لكل مفصل علماً الاتصال بين مكونين متجاورين من الجسم يشبه المفصلة ، ويمكن أن

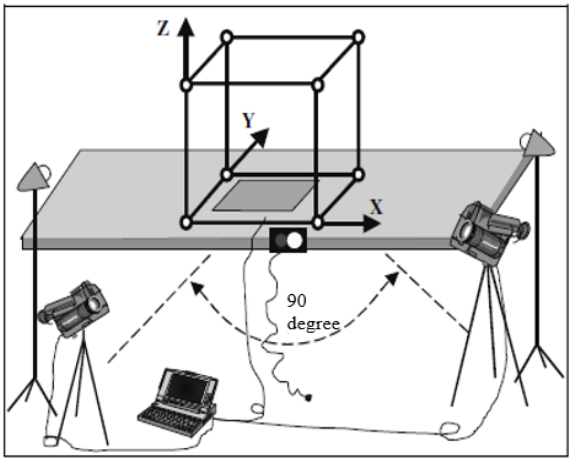
يكون نموذج العصا، وتتمثل المرحلة التالية من تنفيذ النموذج الميكانيكي الحيوي في اختيار مساحة تحليل الحركة ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد التي تحدث فيها الحركة، إذا تتغير اتجاه الحركة أو كما هو الحال في المشي ، حيث توجد مكونات للحركة في المستوى الأمامي الآخر ، فيجب استخدام النموذج ثلاثي الأبعاد في هذه الدراسة ، علما بأنه تم اختيار نموذج ميكانيكي حيوي ثلاثي الأبعاد وتحليل العناصر الهامة فيه (الشكل 7) [19].



الشكل (7): يوضح النموذج الميكانيكي الحيوي للموضوع وموقع علامات القياس.

يستعرض الشكل (8) مشهد التصوير المستخدم في التجربة أثناء الأداء الحركي للاعب ، حيث يتحرك اللاعب عبر المنصة الخشبية في وسطها، على طول 2 متر من مساحة التصوير ، تم وضع كاميرا فيديو رقمية JVC واحدة (دقة تصوير 120 هرتز) تقوم بتسجيل واحد في المستوى السهمي، ثم تم قياس التجربة باستخدام طريقة (2 D.) تم القياس في معمل التحليل الحركي على خلفية رمادية فاتحة، ثم تم توصيل لوحة قوة(Kistler) وكاميرات الفيديو(JVC) بالإطار الرئيسي للكمبيوتر وتزامنت مع إشارة البداية الضوئية، ثم تم استخدام صندوق معدني 2 x2x2m مكعب لأغراض المعايرة وتم صنعه في الإطار المرجعي لمختبر التحليل الحركي بكلية التربية الرياضية بجامعة أسيوط. علماً بأن حد طول الممر الخشبي (2 م) والأبعاد الخارجية لسطح منصة (Kistler) من خطوات الحركة إلى حوالي 3-5 اعتمادًا

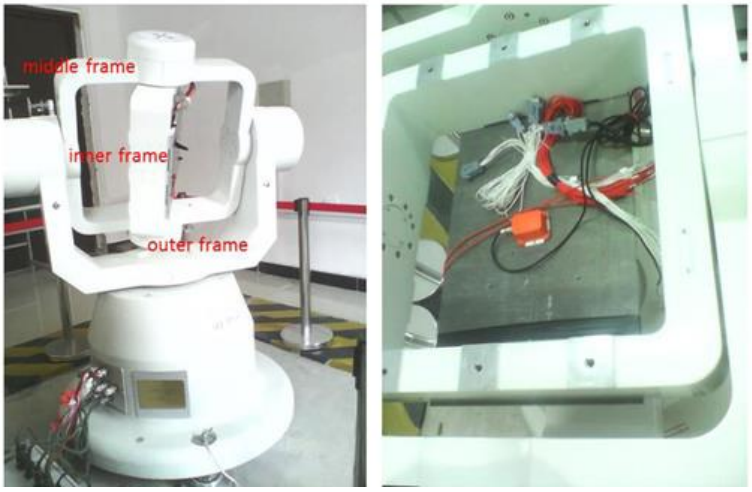
على سرعة الهدف.



الشكل (8) يوضح طريقة أداء التجربة ثنائية الأبعاد

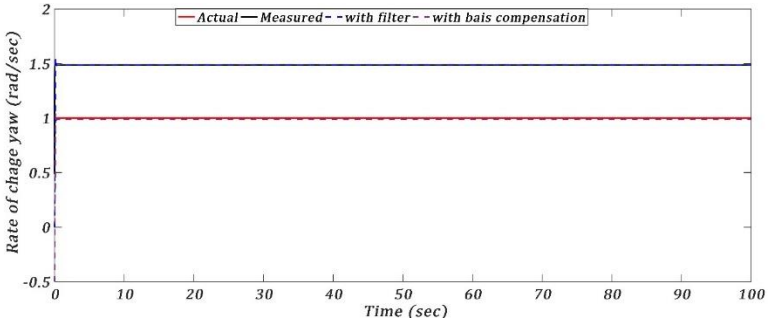
- **معايرة الجهاز المصمم :**

معايرة الجهاز المستخدم لحساب سرعة وزاوية الرمية يعتبر من اهم النقاط الحرجة لضمان جودة القراءات المرسلة من وحدة TAMU، و تكون المعايرة في معرفة مقدار الثقة في قراءات العنصر المسئول عن الحساب وهو حساس ال IMU ، وبالنظر الي المعادلة (1) فانه لضمان معايرة جيدة يجب ان يتم ازالة كلا من الضوضاء البيضاء على القراءات والتي تكون ذات طابع عشوائي وتتمثل في دالة ذات توزيع طبيعي، بالاضافة الي حساب مقدار الانحراف الثابت والمعروف بالمفاعل Bias، و للقيام بعملية المعايرة تم استخدام اختبار قياسي لمعايرة وحدة ال IMU، وهو اختبار الطاولة الدوارة والموضحة في الشكل (9)، و تكمن الفكرة الاساسية في هذا الاختبار في جعل ال IMU يتحرك في كل من المستوي الافقي والراسي والعمودي بتسارعات ذات قيم مختلفة، و يقوم الجهاز بارسال القيم الحقيقية من الطاولة الدوارة ويتم مقارنتها بالقيم المقاسة من IMU ، وبعد ذلك يتم حساب الفرق بين القيم الحقيقية والمرسلة لعمل المعايرة ثم يتم ايجاد قيمة الخطأ من الضوضاء البيضاء وقيمة الانحراف الثابت من القيمة الاصلية و يوضح مرجع [16] الخطوات القياسية لمعايرة وحدة ال IMU.



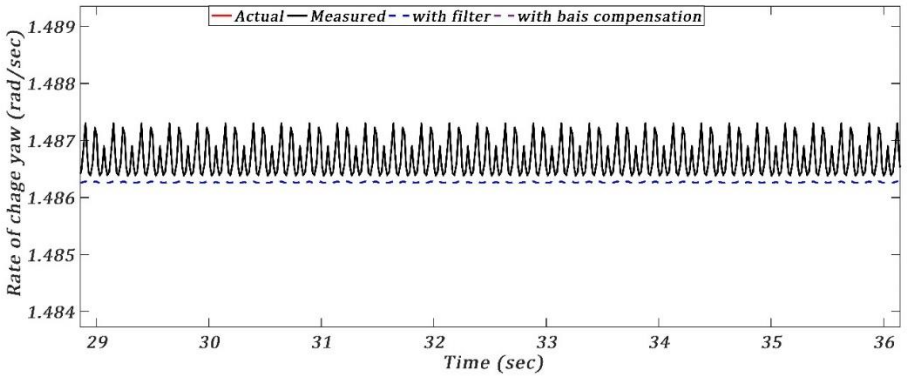
الشكل (9) الطاولة الدوارة لمعايرة الجهاز المصمم.

بعد حساب قيمة الخطأ يتم التخلص من خطأ الضوضاء البيضاء عن طريق استخدام مرشحات ذات سماحية للترددات المنخفضة ، بينما يتم التخلص من الخطأ ذات المقدار الثابت عن طريق طرح قيمة تمثل هذا الخطأ، وشكل (10) يمثل القراءات المعملية لمعايرة وحدة ال IMU المستخدمة، حيث تم وضع الجهاز علي الطاولة الدوارة وضبط التسارع علي قيمة 1 راد لكل ثانية، ويوضح الشكل (10) القراءات قبل وبعد عملية المعايرة، ويمثل اللون الاحمر القيمة الحقيقة المأخوذة من الطاولة الدوارة، بينما القراءات باللون الاسود تعبر عن القيم المحسوبة قبل المعايرة، واللون الازرق بعد اضافة المرشح لمنع الضوضاء البيضاء، بينما تمثل القيم باللون البنفسجي القراءات المرسلة بعد ازالة الخطأ الثابت.



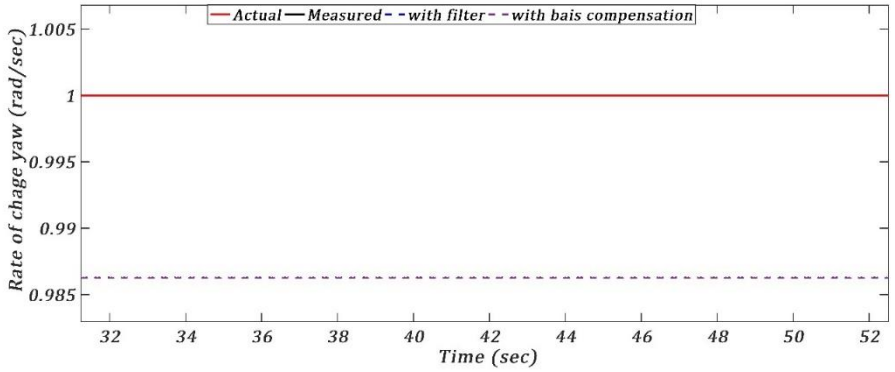
الشكل (10) القراءات قبل و بعد المعايرة

يوضح الشكل (11) تاثير المرشحات على جودة القراءة ، حيث يتضح من النقاط باللون الازرق انها ذات قيم اكثر ثباتا من حالة عدم وجود المرشحات.



الشكل (11) تاثير المرشحات على ثبات القراءات.

وبعد التخلص من الضوضاء البيضاء من قياسات ال IMU يتم التخلص من قيمة مقدار الخطا الثابت، ويوضح الشكل (12) القيمة المقروءة بعد المعايرة مقارنة بالقيمة الاصلية، و يتضح من الشكل ان دقة القراءات بعد المعايرة وصلت الي98.575% و هذه الدقة في المعايرة عالية جدا مقارنة بنسب المعايرة في وحدات ال SIMI، وهذا يوضح ايضا احد اهم الفوائد المرجوة من استخدام الجهاز المقترح.



الشكل (12) مقارنة القيم بعد المعايرة و القيم الاصلية.

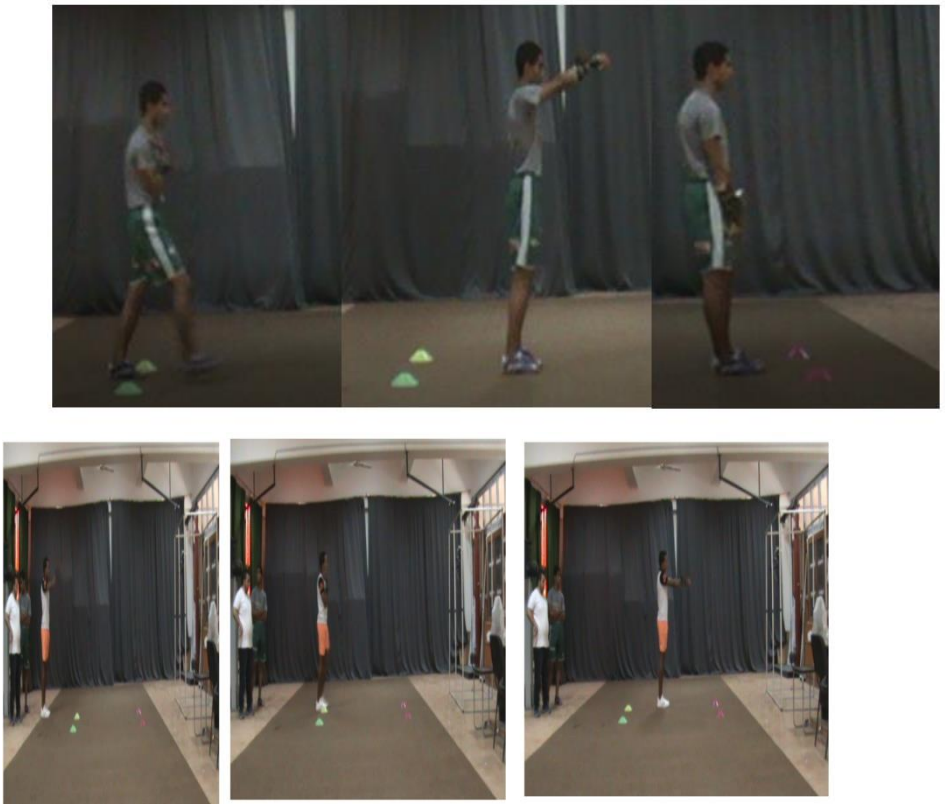
خامسا:- سيناريو الاختبارات:

في هذا القسم سوف نتناول الاختبارات التي تم إجراؤها لدراسة كل من SIMI و (TAMU) في إطار سيناريوهات مختلفة ، أيضا سوف نقارن بينهما لتقييم أداء كل طريقة تمت دراسة سيناريوهين. في السيناريو الأول ، طلب من اللاعبين القيام بحركة محددة وبسيطة ، وفي السيناريو الثاني قام اللاعب بمحاكاة عملية رمي الرمح لمعرفة سرعة وتسارع كل واحدة.

الأختبار الأول:- أداء الحركة البسيطة:

في اختبار الحركة البسيطة ، يُطلب من اللاعب إجراء ثلاث خطوات بحيث يقوم اللاعب في الخطوة الأولى بوضع اللاعب ذراعه عموديًا ويتحرك أفقيًا عبر صندوق المعايرة، وفي الخطوة الثانية يقوم بوضع الذراع أفقيًا على الكتف وفي نفس اتجاه الحركة ، و في الخطوة الثالثة يقوم بوضع ذراعه جانباً مباشرة ،ثم الاستمرار في التحرك في نفس الاتجاه للوصول إلى نهاية مربع المعايرة.

ويمثل الشكل (13) الخطوات الثلاث التي قام بها اللاعبون ، وموقع (TAMU) منسوب الي نقاط المرجع الخاصة بها.



شكل (13) اختبار بسيط للثلاث خطوات

الأختبار الثاني:- محاكاة رمي الرمح

في هذا الاختبار يُطلب من اللاعبين محاكاة خطوات وأداء رمي الرمح ، ثم يتم قياس التسارع باستخدام كل من SIMI و (TAMU) ومقارنتها مع بعضها البعض لفهم طريقة عمل

كل أسلوب وكيفية التعرف على نسبة الخطأ بالنسبة لـ (TAMU) ، ثم يتم تقدير التسارع من قيمة الزخم الزاوي المقاسة ، ومن ثم فمن المتوقع حدوث خطأ في التسارع مع الخطأ. ومع ذلك فإن السرعة هي تكامل التسارع ، ويتوقع أن يكون الخطأ أكبر بسبب تراكم الخطأ بالنسبة لبرنامج SIMI ، ثم يتم إجراء التحليل باستخدام أدوات التحليل المتوفرة في معمل التحليل الحركي بواسطة وظيفة سهلة للغاية ثم يتم تقدير القيمة المطلوبة.

الشكل (14) اختبار محاكاة رمي الرمح.

الخطأ المصاحب وشكل التوزيع الطبيعي:

لحساب قيمة وشكل الخطأ الموجود، يجب حساب المتوسط والانحراف المعياري للبيانات المقروءة، حيث يعتبر المتوسط الخطأ هو متوسط مجموع الفروق بين القيم الاصلية و قيمة كل طريقة ويمكن استخدام المعادلة (7) لايجاد قيمة الخطأ المتوسط.

$$E' = \sum_{i=1}^{i=N} \frac{1}{N} [|\omega'(i) - \omega(i)|] \quad (7)$$

حيث ان الرمز (E) يمثل الخطأ و الرمز (N) هوه عدد النقاط ، بينما القيم في الاقواس تمثل الفرق بين القيم الحقيقية والقيمة المحسوبة من كل طريقة.

ويمكن حساب مقدار الانحراف المعياري لكل طريقة باستخدام المعادلة (8) ، وتكون الطريقة الاكثر دقة هي ذات اقل متوسط خطأ وانحراف معياري.

$$E_{SD} = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=N} \frac{1}{N} [E(i) - E']^2} \quad (8)$$

ويجب التنويه انه في هذا البحث لا يتم عرض النتائج لكل طريقة لانه ليس موضع الدراسة و لكن يتم عرض قيم الخطأ المصاحب في عملية الحساب واي من الطريقتين ذات خطأ

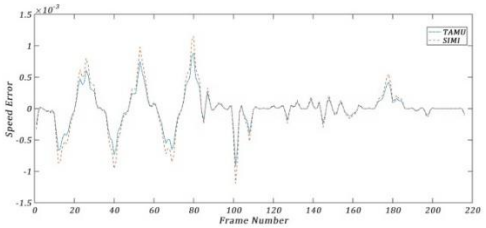
اقل ويمكن الاعتماد عليها بشكل اكبر.

عرض ومناقشة النتائج وتفسيرها:

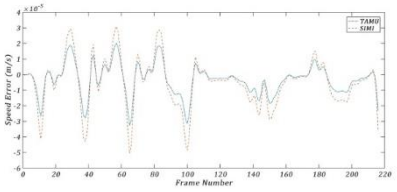
في هذا القسم يتم تقديم نتيجة كل اختبار وربطها بمناقشة أجريت حول هذا الاختبار لتقييم كل من الجهاز المصمم وطريقة تحليل.SIM . وفي هذا الجزأ لا يتم عرض القيم المقروءة في كل طريقة ولكن عرض مقدار الخطا بين القيم المقروءة والقيم الحقيقة في كل طريقة مع الزمن من خلال التجربة، في كل حالة تم حساب كلا من متوسط الخطأ والانحراف المعياري في القراءات بعد اداء اللاعب للمهارة المطلوبة ، ثم يتم طرح القيم المحسوبة لكلا من الطريقتين من القيم الحقيقية ومنها حساب الخطأ عن كل لحظة زمنية، كما يتمل حساب دالة التوزيع الطبيعي للخطأ في كلا من الطريقتين لتوضيح الفروق.

1- الاختبار الأول (أداء الحركة البسيطة):-

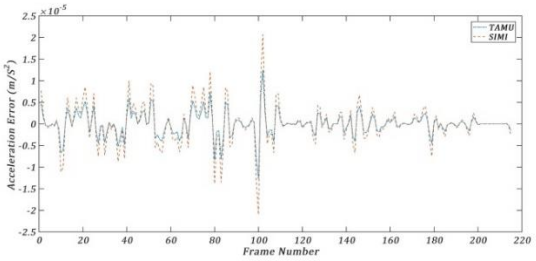
الشكل (15، 16) يمثلان الخطأ بين السرعة الفعلية وقيمة التسارع والقيمة المقدرة المستخدمة لنظام تحليل (TAMU) و (SIMI) للاعبين.



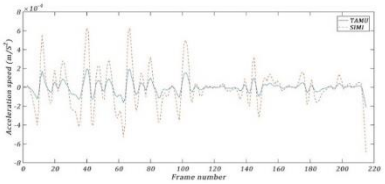
أ) خطأ سرعة الحركة الأفقية



أ) خطأ سرعة الحركة العمودية

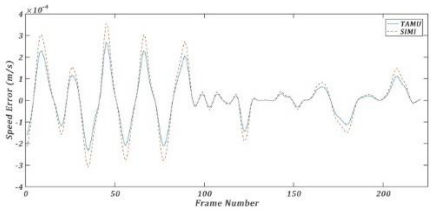


أ) خطأ في تسريع الحركة الأفقية

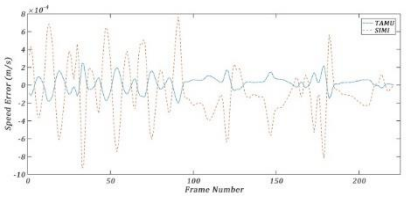


أ) خطأ في تسريع الحركة العمودية

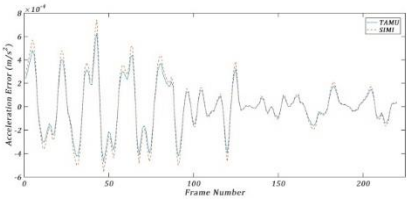
الشكل (15) نتيجة اختبار اللاعب الأول



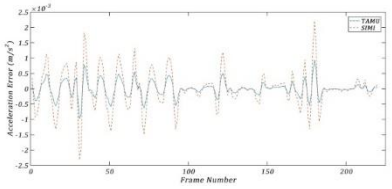
أ) خطأ سرعة الحركة الأفقية



أ) خطأ سرعة الحركة العمودية



أ) خطأ في تسريع الحركة الأفقية



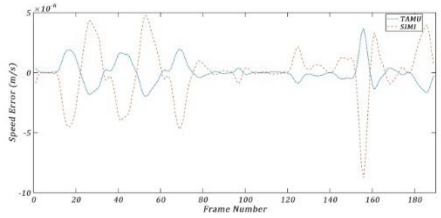
أ) خطأ في تسريع الحركة العمودية

الشكل (16) نتائج اختبار اللاعب الثاني

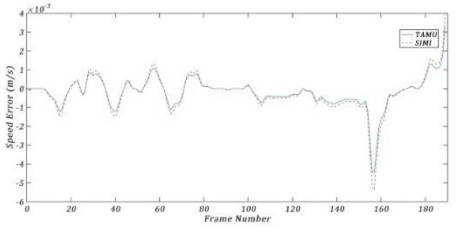
يُظهر الجهاز المصمم خطأ أقل في المدى القصير والطويل من النتيجة أعلاه. ومع ذلك سيكون لكلتا الطريقتين عيوب مع زيادة وقت التحليل. وذلك نظراً لتراكم الخطأ. يمثل خطأ التوزيع الغاوسي الخطأ. يمكن إزالة الخطأ بشكل أكبر باستخدام مرشح متقدم في العمل المستقبلي.

2- الإختبار الثاني (محاكاة رمي الرمح):-

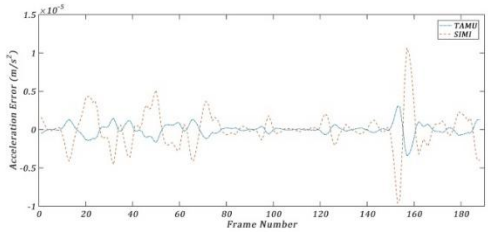
شكل (17، 18) يستعرض الخطأ بين السرعة الفعلية وقيمة التسارع والقيمة المقدرة المستخدمة لنظام تحليل TAMU و SIMI للاعبين في حالة رمي الرمح.

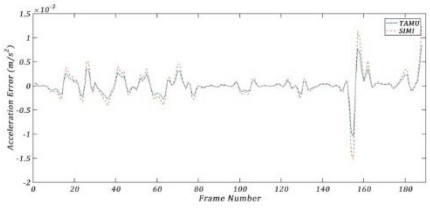


أ) خطأ سرعة الحركة الأفقية

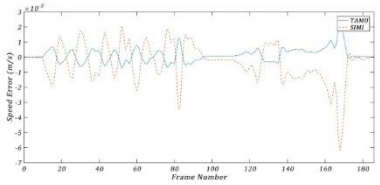


أ) خطأ سرعة الحركة العمودية

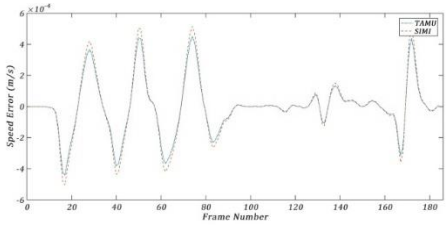




أ) خطأ في تسريع الحركة العمودية

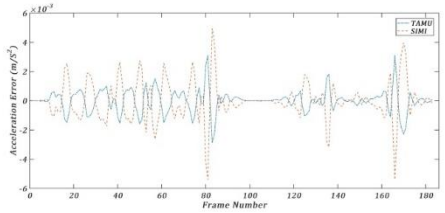


أ) خطأ في تسريع الحركة الأفقية

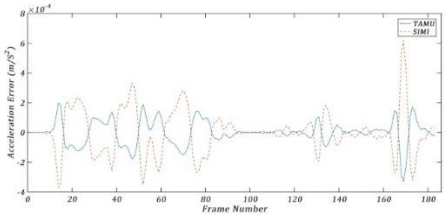


الشكل (17) نتائج اختبار الاعب الأول

أ) خطأ سرعة الحركة العمودية



أ) خطأ سرعة الحركة الأفقية



أ) خطأ في تسريع الحركة العمودية

أ) خطأ في تسريع الحركة الأفقية

الشكل (18) نتائج اختبار اللاعب الثاني.

حيث يمكن ملاحظة من الشكل (13، 14) أن نفس سلوك الاختبار أعلاه يتكرر مما يفيد مرة أخرى أن الجهاز المصمم به خطأ أقل مقارنة بجهاز SIMI على المدى القصير والطويل، تم تأسيس (TAMU) بحيث يكون الانحراف المعياري 1٪ مقارنة بـ2-2.5٪ في جهاز SIMI و يحتوي جهاز SIMI على خطأ المصدر البشري ومعايرة الكاميرا. ومع ذلك ، فقد تراكمت أخطاء (TAMU) بسبب خطوة المعايرة.

الاستنتاجات:

في ضوء نتائج الدراسة توصل الباحث إلى الاستنتاجات الآتية :

- يمكن استخدام كل من Simi و (TAMU) لقياس زاوية الجسم والسرعة المقابلة.
- (TAMU) هو جهاز قياس في الوقت الفعلي يستخدم بطاقات الذاكرة لتخزين البيانات للمستخدمين لاستخراج البيانات.
- يوفر (TAMU) البيانات المتقدمة ، وليس البيانات الأولية ، مما يعني أنه لا يلزم إجراء مزيد من التحليل باستخدام (TAMU).
- لدى (TAMU) خطأ متراكم بسبب عدم الخروج من التعليقات المرجعية ؛ لذلك مع زيادة الوقت

، يزداد الخطأ.

- يأخذ خطأ (TAMU) شكل توزيع غاوسي بانحراف معياري بنسبة 1٪.
- تمتلك وحدة (TAMU) القدرة على تخزين أكثر من 60 عينة في ثانية واحدة
- (TAMU) يأخذ خطأ شكل التوزيع الغوسي في قياس التسارع بسبب استخدام الزاوية للحصول على اتجاه المحور Y .
- أخذ خطأ SIMI خطأ توزيع منتظم وتم عرضه بسبب خطأ في المعايرة وأخطاء بشرية أثناء التحليل.
- صلاحية الجهاز الألكترونى المبتكر لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدى لاعبي رمي الرمح.
- إستخدام الجهاز المبتكر فى قياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدي كلا من لاعبي (الرمي – لاعبي الرياضات الفردية) التي تستخدم الذراع في رمي الأداة.
- يمكن أستخدام الجهاز الألكتروني المبتكر لدي جميع رياضات الرمي بشكل عام لسهولة وضعة على اليد عن طريق أستيك مطاط يتم ربطة حول معصم اليد الرامية ومن خلالة يتم قياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدى لاعبي الرمي.
- استخدام الجهاز المصمم يؤدي إلى قياس بعض المتغيرات الكينماتيكية مثل (الزوايا – التسارع).
- يمكن أستخدام الجهاز المصمم خلال فترات تمتد طوال فترة البحث بحيث يمكن للباحث إجراء العديد من الأبحاث لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية دون الحاجة إلى المعامل وبرامج التحليل المعقدة.

التوصيات:

في ضوء أهداف البحث ونتائجه وفى حدود مجتمع البحث والعينة المختارة، يوصى الباحث بما يلي:

- ضرورة تعميم الجهاز المبتكر لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدى لاعبي رمي الرمح داخل البرامج التدريبية لمتسابقى الرمي.
- إجراء المزيد من الأبحاث للوصول إلى أجهزة قياس أفضل لسهولة تحديد المتغيرات الكينماتيكية في الرياضات الفردية والجماعية بشكل عام وفي مسابقات الميدان والمضمار بشكل خاص.

- ضرورة اطلاع المعنيين بمجال تدريب مسابقات الميدان والمضمار بنتائج هذه الدراسة للاستفادة منها فى وضع برامج التدريب المختلفة.
- زيادة التعاون فى مجال البحث العلمى بين كليات التربية الرياضية وكليات الهندسة لتسهيل إجراء مثل هذه الدراسات.
- توصية إلى الإتحاد المصري لألعاب القوى بالاهتمام بمثل هذه الدراسات بهدف تحقيق أفضل النتائج على المستوي المحلي والعربي والأفريقي والدولي.
- على المدربين والعاملين في المجال الرياضي الاهتمام بهذه النوعية من البحوث حتي يمكن تحديد المتغيرات الكينماتيكية بشكل بسيط دون الإحتياج إلي برامج تحليل معقدة.
- التنوع فى استخدام الوسائل التدريبية والأدوات وأجهزة القياس المساعدة عند تعليم وتدريب لاعبي الرمي بشكل عام ورمي الرمح بشكل خاص.

المراجع

المراجع باللغة العربية:

1- أحمد محمد على السيد: جهاز إلكتروني لتسجيل المحاولات الفاشلة في مسابقات الوثب في ألعاب القوى، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة طنطا 2000م.

2- أحمد محمد محمد " جهاز إلكتروني لقياس شدة الأحمال التدريبية وبعض المتغيرات البدنية للملاكمين " المجلة العلمية للتربية البدنية وعلوم الرياضة ، كلية التربية الرياضية للبنين ، جامعة حلوان ، العدد 88 ، 2020م

3- أكرم حسين جبر الجنابي ، كريم عبيس محمد (2012) بعنوان " علاقة بعض المتغيرات الكينماتيكية بانجاز رمي الرمح لابطال العالم ذو الاحتياجات الخاصة فئة Short man 40 " بحث منشور كلية التربية الرياضية – جامعة القادسية 2012م

4- بسطويسى احمد بسطويسى سباقات المضمار ومسابقات الميدان – تعلم تكنيك – تدريب ، ط1، دار الفكر العربى ، القاهرة ، 1997م

5- بسمات محمد على : تصميم جهاز تحكيمي إلكتروني لتعديلنظام التحكيم الأعتباري ومدي مساهمته في نتائج مباريات الكومتيه" ، رسالة دكتوراة غير منشورة ، كلية التربية الرياضية ، جامعة المنيا ، 2003.

6- خالد وحيد ابراهيم (2013م) تأثير استخدام الرمح المعلق على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة التخلص في مسابقة رمى الرمح بحث منشور المجلة العلمية للتربية البدنية وعلوم الرياضة - كلية التربية الرياضية للبنين - جامعة حلوان.

7- طارق فاروق عبد الصمد: " نظرية الخصائص الأساسية "، مركز الكتاب للنشر، القاهرة،

2005م.
8- عبد الحليم محمود شوشه: الإلكترونيات وتطبيقاتها فى الاتصالات والحاسبات والتحكم، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 2009م.
9- عبد الرحمن عبد الحميد زاهر : "موسوعة فسيولوجيا مسابقات الرمي " 1000 تدريب للكفاءة الفسيولوجية والحركية والمهارية ، ط1 ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، 2001م.
10- عصام الدين شعبان علي حسن (2007):" استخدام نظام ميكانيكي تعليمي لتقييم التغذية الراجعة السريعة لمرحلة التسارع| الأساسية في دفع الجلة"، مجلة جمعية كليات وأقسام ومعاهد التربية الرياضية في الوطن العربي، العدد واحد، عمان، الأردن.
11- فراج عبد الحميد توفيق " النواحي الفنية لمسابقات الدفع والرمي " دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ، الأسكندرية ، 2004م.
12- محمد ابراهيم مصطفي ، محمود ابو العباس عبد الحميد ، فادية أحمد عبد العزيز " تأثير تدريبات باستخدام جهاز الإنحدار المتحرك على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمرحلة التخلص والمستوى الرقمى للناشئين فى مسابقة رمى الرمح " مجلة كلية التربية الرياضية، جامعة المنصورة ، العدد السابع والثلاثون ، يناير 2020م
13- محمد جاسم محمد : أثر منهج تدريبي مقترح على وفق أهم المتغيرات الكينماتيكية في انجاز رمي الرمح ، رسلة ماجستير ، جامعة بابل ، كلية التربية الرياضية ، 2001
14- محمد لطفي السيد ، السيد محمد السيد ، محمد حسين دكرورى (2009) بعنوان " تعديل مقترح لمكعب البدء بإستخدام مثير ضوئي لتحسين سرعة الانطلاق في سباقات العدو " بحث إنتاج علمي منشور – المجلة العلمية لكلية التربية الرياضية – جامعة المنيا (2009)
15- مختار سالم : تكنولوجيا التجهيزات الرياضية ، مؤسسة المعارف ، بيروت ، 1990

المراجع باللغة الاجنبية:

16- A. Kozlov، I. Sazonov and N. Vavilova، "IMU calibration on a low grade turntable: Embedded estimation of the instrument displacement from the axis of rotation،" 2014 International Symposium on Inertial Sensors and Systems (ISISS)، 2014، pp. 1-4، doi: 10.1109/ISISS.2014.6782525.
17- Brett Hutchins،David Rowe : Media sport technology ، power and culture in the network society، library of congress cataloguing in publication data new York ، 2013
18- Chiu،C (2009): Discovering Optimal Release Conditions for the Javelin World Record Holders by Using Computer Simulation ، International Journal of Sport and Exercise Science، .

19- **Human locomotion analysis technique with SIMI Motion. Acta of bioengineering and biomechanics / Wroclaw University of Technology. 5. 544-550. A Stereoscopic Fibroscope for Camera Motion and 3D Depth Recovery During Minimally Invasive Surgery. In proc ICRA 2009، pp. 4463-4468.**

20- **Murakami،m et al (2006) : Biomechanical analysis of the javelin throwing at 11th IAAF World Championships in Athletics in Helsinki، new studies athletics،no (2)**

21- **tom pagni : basic technique in the javelin throw 2001 ، www.us.track coaches،org، p.3.**

22- **Valdimir & Zatsiorsky : an itroduction in biomechanics ، human Kienetic ، london ، 1998.**

مراجع شبكة المعلومات الدولية:

23- **www.coacher.com : the javelin speed technique.**

تصميم وتصنيع جهاز إلكتروني لرصد وقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية للاعبي رمي الرمح

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى إجراء دراسة ميكانيكية حيوية للقيم الميكانيكية من خلال تصميم جهاز إلكتروني لقياس الزوايا والتسارع لدي لاعبي الرمي (القرص – الجلة) بشكل عام ولاعبي (رمي الرمح) بشكل خاص (من تصميم الباحث) ، والجهاز مدعوم بشكل أساسي لاستخدامه في مسابقات الرمي المختلفة مثل رمي الرمح لتقدير حالة اللاعب أثناء الأداء، ويتم اختبار الجهاز ومقارنته ببرنامج تحليل SIMI الذي يعتمد على عملية معالجة الصور، وتظهر النتائج التي يتم الحصول عليها من خلال قدرة الجهاز المصمم على تقدير الزوايا والتسارع بدقة وضمان بمعدل إبلاغ أسرع من برنامج SIMI ، وقد أجريت الدراسة على (3) لاعبين تم إختيارهم بالطريقة العمدية في مسابقة رمي الرمح والمسجلين بمنتخب جامعة أسيوط للعام الجامعي 2020/ 2021م، وتراوحت أعمارهم من (18 : 20) عامًا، واعتمدت الدراسة على إستخدام المنهج الوصفي لما تتطلبه مناهجية الدراسة حيث يتناسب ذلك مع طبيعة الدراسة والتي تعتبر من الدراسات التي تهتم بوصف وفهم الجهاز المبتكر ووصف مكوناتة وطريقة عمله وكذلك قياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدي لاعبي رمي الرمح ، وكانت من اهم النتائج يمكن استخدام كل من Simi (TAMU) لقياس زاوية الجسم والسرعة المقابلة.

- (TAMU) هو جهاز قياس في الوقت الفعلي يستخدم بطاقات الذاكرة لتخزين البيانات للمستخدمين لاستخراج البيانات.
- يوفر (TAMU) البيانات المتقدمة ، وليس البيانات الأولية ، مما يعني أنه لا يلزم إجراء مزيد من التحليل باستخدام (TAMU)، وكما أمكن تقديم عدد من التوصيات تتلخص في التنوع فى استخدام الوسائل التدريبية والأدوات وأجهزة القياس المساعدة عند تعليم وتدريب لاعبي الرمي بشكل عام ورمي الرمح بشكل خاص.
- ضرورة تعميم الجهاز المبتكر لقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لدى لاعبي رمي الرمح داخل البرامج التدريبية لمتسابقى الرمي.

الكلمات المفتاحية: تصميم الأجهزة الألكترونية، برنامج SIMI، المتغيرات الكينماتيكية ، الزوايا والتسارع، رمي الرمح.

Abstract

This research aims to conduct a biomechanical study of the mechanical values by designing an electronic device to measure angles and acceleration for throwers (disc - shot put) in general and (javelin throwers) in particular (designed by the researcher) and the device is mainly supported for its use In various throwing competitions such as javelin throwing to estimate the player's condition during performance، the device is tested and compared with the SIMI analysis software that depends on the image processing process، and the results obtained are shown through the ability of the designed device to accurately estimate angles and acceleration and ensure a faster reporting rate than SIMI software The study was conducted on (3) players who were deliberately chosen in the javelin throwing competition and registered with the Assiut University team for the academic year 2020/2021 AD، and their ages ranged from (18: 20) years. With the nature of the study، which is one of the studies concerned with describing and understanding the innovative device، describing its components and method of work، as well as measuring some of the kinematic variables for javelin throwers، and one of the most important results can be Use both Simi (TAMU) to measure body angle and corresponding velocity.

- (TAMU) is a real-time measuring device that uses memory cards to store data for users to extract data.

- (TAMU) provides advanced data، not raw data، which means that no further analysis is required using (TAMU)، and as it was possible to make a number of recommendations summarized in the diversity in the use of training aids، tools and auxiliary measurement devices when teaching and training throwers in general Especially javelin throwing.

The necessity of circulating the innovative device to measure some of the kinematic variables of javelin throwers within the training programs of the javelin runners.

Keywords: design of electronic devices، SIMI program، kinematic variables، angles and acceleration، for javelin throwing.

Key words: design of electronic devices، SIMI program، kinematic variables، angles and acceleration، for javelin throwing.