" توظيف أشعة الليزر في استحداث جهاز لقياس السرعة الحركية "

م.د/ محمد السيد محمد حلمي

م.د/ محمد فوزي عبد الشكور محمود

مقدمة و مشكلة البحث:

أن تطوير مستوى الأداء الحركي بطريقة موضوعية يعتمد إلى حد كبير على الوسيلة المستخدمة في تقييم هذا الأداء وكلما كانت هذه الوسيلة أكثر دقة وثباتا كلما كان التقييم أكثر موضوعية وكلما زادت قيمة البيانات الناتجة عن هذا التقييم .

وتشير المراجع العلمية إلى أن التطور والصراع الكبير داخل المحافل الرياضية العالمية بما يحتويه من طفرات متلاحقة من بطولة إلى أخرى لم يعد يعتمد على الموهبة الفردية والقدرات الخاصة البشر وإنما يعتمد بالدرجة الأولى على جهد فريق من العلماء يعكفون على البحث والدراسة لتطوير مستويات الأداء وأصبحت التقنيات العلمية الحديثة في البحث والتحليل والتقويم هي لغة تحطيم الأرقام داخل هذه البطولات العالمية.

الأمر الذي يشير بوضوح إلى أهم أسباب تأخر بعض الدول وعدم قدرتها على ملاحقة التقدم العلمي في مجال أجهزة التحليل والقياس والتقويم التي تعتبر الآداه الرئيسية لتطوير مستوى الأداء ، لذا فإن هذه المشكلة باتت تؤرق كل من يعمل بمجال التحليل والقياس سواء على المستوى الأكاديمي أو المستوى الأهلي.

وقد بدأت فكرة هذا البحث من خلال ملاحظة صفة السرعة الحركية كأحد المتغيرات الهامة في الأداء الحركي للعديد من المهارات الرياضية التي تصنف ضمن المهارات الوحيدة كأغلب مهارات ألعاب القوى ورياضة المنازلات، وألعاب الكرة وألعاب الكرة والمضرب ... ، فقد لاحظنا أن من المشكلات الرئيسية التي تواجه المدربين هي كيفية الحكم على مدى تطور وتحسن مستوى السرعة الحركية للمهارات الوحيدة ، وقد سعى الباحثين جاهدين إلى محاولة ابتكار وسيلة قياس حديثة تعتمد أساسا على التقنية العلمية الحديثة لأشعة الليزر التي تم الإفادة منها في العديد من المجالات المختلفة .

ومصطلح السرعة يستخدم للتعبير عن معدل حركة الجسم بالنسبة للزمن المستغرق لهذه الحركة (م/ث)، ويتم حسابها من خلال قسمة الإزاحة المقطوعة على الزمن المستغرق (م/ث) ، ويستخدم التحليل البرئي لحساب السرعات خلال لحظات محددة من الأداء ، حيث يمكن الحصول على كل من الإزاحات وأزمنة تحقيقها بشكل غير مباشر من وسيلة التسجيل المستخدمة حيث ان السرعة المتوسطة هي (م/ث) :

السرعة المتوسطة = التغير فى الإزاحة / التغير فى الزمن

و قياس سرعة الحركة الوحيدة أو زمنها يواجه بصعوبة كبيرة في كيفية اختيار الوسيلة المناسبة لهذا القياس الذي يجب أن يتم بمنتهى الدقة نظرا لسرعة حركة أجزاء الجسم .

ويجدر الإشارة الى أن هناك ثلاثة فترات زمنية مختلفة يمكن قياسها خلال الأداء المهارى ، أولها يعرف بزمن رد الفعل ويشير الى طول الفترة الزمنية التى يستغرقها الفرد للبدء في الإستجابة الحركية ، أى أنه هو الفترة ما بين بداية ظهور المثير و بداية الإستجابة الحركية ، مع ملاحظة أنها لا تشمل زمن الحركة نفسها ولكنها عبارة عن الزمن الذى يسبق بداية التنفيذ . و بالنسبة للزمن الثانى فهو ما يعرف بزمن الحركة و يبدأ مع نهاية زمن رد الفعل ، فهو الزمن البينى بين بداية ونهاية الحركة . اما الزمن الثالث فهو زمن الإستجابة وهو الزمن الكلى للحركة ويشمل كلا من زمن رد الفعل + زمن الحركة (٩: ٢٣٠-٢٣٤) .

وفى هذه الدراسة سوف نسعى لقياس زمن الحركة بصورة منفردة بدون زمن رد الفعل ، حيث أن المؤدى يبدأ تنفيذ المهارة عندما يجد نفسه مستعدا لذلك دون الإلتزام بإشارة محددة ، بمعنى أن بداية الإستجابة ستكون ذاتية بدون إشارة بدء .

وقد قام الباحثان بوضع فكرة باستخدام أشعة الليزر في قياس زمن الحركة للمهارات الوحيدة وتم تحويل هذه الفكرة الى جهاز للقياس وذلك بالتعاون مع أحد الأكاديميين المتخصصين في مجال دراسة الليزر والتي يمكن من خلالها قياس الزمن بدرجة عالية من الدقة تصل الى ٠١, من الثانية ، وهو ما كان يصعب تحقيقه والوصول إليه تجريبيا داخل الملاعب الرياضية وبشكل فوري إذ أن الوسيلة المتعارف عليها والشائع استخدامها هي التحليل الحركي الفيديوجرافي باستخدام برامج الكمبيوتر المتخصصة وهو إجراء يتصف إلى حد ما بالصعوبة فى التنفيذ ، هذا فضلا عن التكلفة المادية ، بالإضافة الى أن تحديد زمن الأداء مرتبط بسرعة آلة التصوير ، كما أن إجراءات التحليل الفنية المتبعة يصعب معها الحصول على تدعيم فوري بالنتائج ، مما يقلل من التغذية المرتدة الفورية المتمثلة فى إمداد الفرد بمعلومات مختلفة عن مدى كفاءة الأداء ، بمعنى أنها تساعده فى إدراك مدى صحة الأداء وتحقيق الهدف النهائى للمهارة من عدمه ومن ثم فهى أساس عملية تطوير الأداء (١٠: ٤٢٥) وبالحصول على زمن الحركة وبمعلومية الإزاحة التى يقطعها الجزء المتحرك يمكن الحصول على السرعة الحركية وهو ما يسعى الباحثان الى تحقيقه فى هذه الدراسة .

هـــدف البـــحث:

يهدف هذا البحث إلى استحداث جهاز إلكتروني لقياس السرعة الحركية للمـــهارات الرياضيـــة الوحيدة والتى يقل زمنها عن ثانية واحدة ، كمهارة الركلة العمودية فى رياضة التايكندو .

الأهمية العلمية للجهاز المقترح:

- وحدة القياس المستخدمة لحساب الزمن هى المللى ثانية ، مما يساعد فى قياس زمن الحركـــات السريعة التى تتم فى أجزاء من الثانية .
- إمكانية الحصول على تغذية مرتدة فورية ، الأمر الذى يساعد فى تطـــور الأداء وذلـــك وفقـــا لمبادئ التعلم الحركى .

الأهمية التطبيقية للجهاز المقترح:

- انخفاض الوقت والتكلفة المادية المطلوبة للحصول على نتائج القياس .
- سهولة الإستخدام .

مصطلحات البحـــث :

- *السرعة الحركية* : هى العلاقة بين الزيادة فى الإزاحة بالنسبة للزيادة فىالزمن . (٣ : ٣٤)
- *زمن الحركة* : هو الزمن ما بين بداية ظهور الحركة ونهايتها . (٩: ٦٣)
- *التغذية المرتدة الفورية* : هى التزويد بالمعلومات بعد الإنتهاء من الأداء مباشرة .(٢: ٢٩٩)
- الركلة العمودية : هى الركلة الأمامية العمودية التى تؤدى فى الجزء العلوى للمنـــافس ســـواء فـــى الصدر أو الوجه .(٧: ٢٦)
- الليـــــــزر : هو عبارة عن شعاع ضوئى قوى غاية الدقة .(١٢: ٦٩)

الدراسات السابقة:

نظراً لندرة الأبحاث العلمية الخاصة بابتكار أجهزة إلكترونية في المجال الرياضي بصفة عامـــة وفي مجال قياس السرعة الحركية بصفة خاصة، فإنه – وفي حدود إطلاع الباحثـــان علـــى المراجـــع والمجالات العلمية – لم يتوفر الحصول على قدر وافي من الدراسات المشابهة لهذه الدراســـــة والتـــي سوف نعرضها فيما يلي:-

- قام عاطف مغاوري سنة ١٩٧٨ بتصميم جهاز لقياس زمن رد الفعل، وتتخلص فكرة الجهاز فـــي وجود عدة مثيرات ضوئية يتم الاستجابة لها برد فعل من اليد أو القدم. (٢)

- قام نادر العوامري سنة ١٩٨٢ بتصميم جهاز لقياس زمن رد الفعل في الملعب والمعمل، وتتلخص فكرة الجهاز في وجود مثير ضوئي يتم الاستجابة له بحركة أصابع اليد. (٤)
- قام نبيل محمد فوزى بتصميم جهاز مبتكر لإختبار سرعة الإستجابة الحركية لفرد الذراع المسلحة فى رياضة المبارزة . (٥)
- قام نبيل محمد فوزى بتصميم جهاز يستخدم فى تنمية الإيقاع الحركى والتوقيتات الزمنية لإحراز اللمسات فى سلاح سيف المبارزة ، ولقد قام بحساب معاملات الصدق والثبات والموضوعية للجهاز لإستخدامه فى القياس . (٦)

أجراءات البحث:

منهج البحث:

استخدام الباحثان المنهج التجريبي لملائمته لهذا النوع من البحوث .

عينة البحث:

عدد عشرة لاعبى تايكوندو من نادي القاهرة الرياضي يجيدون آداء المهارة قيد البحث .

أدوات البحث:

- آلة تصوير (٢٥ صورة في الثانية) .
- حاسب آلى وبرنامج كومبيوتر للتحليل الحركى (Motion analysis system) .
- الجهاز المقترح : ــ

أ - فكرة الجهاز المقترح:

إن الفكرة الأساسية التي يقوم عليها الجهاز تكمن في إمكانية قياس السرعة الحركية لأحد أطراف الجسم من خلال مروره أمام شعاعين من الليزر مثبتين بصورة متتالية بحيث يقطع الجسم الشعاع الأول ثم الشعاع الثاني والفرق بين الشعاعين يمثل الزمن المراد قياسه ، مع اتصال هذان الشعاعان بساعة رقمية يؤدي قطع الشعاع الأول إلى بدأ عملها في حين يؤدي قطع الشعاع الثاني إلى إيقافها، وفي ضوء الزمن المحسوب (بين مرور الطرف المتحرك أمام الشعاع الأول ومروره أمام الشعاع الثاني) والمسافة بين الشعاعين والمحددة سلفا ويمكن التحكم فيها يتم حساب السرعة الحركية للطرف، وذلك من خلال المعادلة التالية:

$$\text{السرعة} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}}$$

ب- توصيف الجهاز المقترح:

١-عدد ٢ مصدر لأشعة الليزر.

٢-عدد ٢ مستقبلات ضوئية لاستقبال أشعة الليزر، يتم تثبيت كل منها أمام مصدر أشعة الليزر.

٣-ساعة رقمية لحساب الزمن بالمللي ثانية .

٤-دائرة كهربائية تتصل بكل ما سبق . شكل (١)

٥-صندوق معدني يحتوي بداخله على الدائرة الكهربائية ، ويظهر على سطحه العلوي شاشة عرض الزمن بالإضافة إلى مفتاح التشغيل ومفتاح لإعادة ضبط الساعة الرقمية على الصفر.

٦-لوحان خشبيان بطول ٢م وعرض ٢٥سم متصلان ببعضهما من أعلى فقط ، وبقاعدة خشبية من أسفل ، والمسافة بين اللوحين ٣٠سم وكلا اللوحان بهما فتحات على مسافات متساوية (٥ سم) لتثبيت مصدري أشعة الليزر في أحدهما والمستقبلات الضوئية في اللوح المقابل ، مع تثبيت هدف اسفنجي فى لوح الخشب العلوى والذى يسعى اللاعب الى ضربه بقدمه .

ج - طريقة عمل الجهاز:

أولا: يتم تثبيت مصدري أشعة الليزر بصورة رأسية مع مراعاة :

١- أن يكون مصدر أشعة الليزر الخاص ببدء تشغيل الساعة الرقمية أسفل المصدر الآخر الخاص بإيقاف عمل الساعة (وذلك وفقا لطبيعة عمل حركة الرجل وهي من أسفل لأعلى) .

٢- أن تكون المسافة بين مصدري أشعة الليزر مناسبة مع مدى حركة الرجل للمفحوصين، فقد تم وضع المصدر الأول على ارتفاع ٥٠ سم من سطح الأرض وهي المسافة التي تبدأ عندها القدم في قطع الشعاع الأول ، أما المصدر الثاني فكان على ارتفاع ٦٠ سم من المصدر الأول وهي المسافة التي تم تحديدها للوصول إلى هدف محدد .

ثانيا: يتم تثبيت المستقبلات الضوئية أمام مصدري أشعة الليزر مباشرة .

ثالثا: تشغيل الجهاز من المفتاح الخاص ببدء عمل الجهاز .

رابعا: الضغط على مفتاح إعادة الضبط لوضع الزمن في الساعة الرقمية إلى الوضع (صفر).

خامسا: يقوم المفحوص بأداء الحركة لعدد من المحاولات (٥ محاولات) مع تسجيل الزمن بعد كل محاولة.

سادساً: يتم حساب السرعة الحركية لكل محاولة من خلال قسمة المسافة بين الشعاعين على زمن أداء المحاولة .

سابعاً: حساب متوسط السرعة الحركية للمحاولات الخمسة لكل لاعب.

التطبيق الأساسي للبحث:

تم بدء تنفيذ فكرة الجهاز في شهر ابريل سنة ٢٠٠٣ حتى وصل إلى صورته النهائية في شهر أكتوبر ٢٠٠٣، وقد استغرق ذلك عدة مراحل وهي كالتالي:-

المرحلة الأولى: وهي مرحلة تصميم الدائرة الكهربائية والتي قام بها أستاذ أكاديمي من كلية العلوم جامعة قناة السويس، وقد تم ذلك خلال شهر ابريل ٢٠٠٣.

المرحلة الثانية: وهي مرحلة تنفيذ الدائرة الكهربائية وصناعة الجهاز بصورة كاملة، وقد استغرق ذلك شهري مايو و يونيه ٢٠٠٣.

المرحلة الثالثة: تجربة الجهاز بصورة عملية حيث ظهر خلالها بعض أوجه القصور في التطبيق العملي ، مما تطلب إجراء بعض التعديلات في تصميم الدائرة الكهربائية ومن ثم في تنفيذ وصناعة الجهاز، ثم تم إعادة تجربته مرة ثانية، وقد تم ذلك خلال شهري يوليو و أغسطس ٢٠٠٣ .

المرحلة الرابعة: قام الباحثان بتقنين الجهاز علمياً من حيث معاملات الصدق والثبات ، وذلك في شهري سبتمبر و أكتوبر ٢٠٠٣ ، كالتالي :

١- معامل صدق الجهاز:

استخدم الباحثان الصدق التلازمي ، حيث تم قياس زمن حركة بسيطة متمثلة فى رفع الذراع من الجانب لأعلى وذلك من خلال استخدام الجهاز المقترح لعدد عشرة محاولات ، كما تم تصوير نفس تلك المحاولات بآلة تصوير فيديو لحساب زمن تلك المحاولات من خلال برنامج التحليل الحركى، ومن خلال نتائج القياسين تم حساب معامل الإرتباط (معامل بيرسون) جدول (١) .

٢- معامل ثبات الاختبار:

قام الباحثان بقياس السرعة الحركية لمهارة (الركلة العمودية) في التايكندو باستخدام الجهاز المقترح أكثر من مرة للتعرف على مدى الإتساق بين مرات القياس المختلفة، فقد تم قياس السرعة الحركية لكل لاعب ٥ مرات بصورة متتالية بفاصل زمني ثلاث دقائق بين كل محاولة وأخرى ، ثم تم حساب الإنحراف المعيارى لنتائج كل لاعب ، جدول (٢) .

جدول (١)

معامل الإرتباط بين نتائج القياس بإستخدام جهاز التحليل و الجهاز المقترح (صدق الجهاز المبتكر)

رقم المفحوص	زمن الحركة من خلال برنامج الكومبيوتر	زمن الحركة من خلال الجهاز المقترح	معامل الإرتباط
١	٨٣	٨٢	٠,٩٩
٢	٨٩	٨٨	
٣	٩١	٨٩	
٤	٩٢	٩١	
٥	٩٤	٩٤	
٦	٩٩	٩٧	
٧	٩٨	٩٧	
٨	٨٣	٨١	
٩	٩٦	٩٦	
١٠	٨٦	٨٦	

يتضح من الجدول (١) ان هناك ارتباط عالى بين نتائج القياسان (٠,٩٩) ، مما يدل على صدق الجهاز فى قياس ما وضع لقياسه .

جدول (٢)
الإنحراف المعيارى بين نتائج القياسات الخمس
(ثبات الجهاز المبتكر)

رقم المفحوص	نتائج القياس للخمسة محاولات										الإنحراف المعيارى
	١		٢		٣		٤		٥		
	ق	ع	ق	ع	ق	ع	ق	ع	ق	ع	
١	٨١	٠,٧٤	٨٤	٠,٧٢	٨١	٠,٧٤	٧٩	٠,٧٦	٨٠	٠,٧٥	٠٠ ٠,٠٣
٢	٨٨	٠,٦٨	٨٤	٠,٧٢	٨٦	٠,٧٠	٨٧	٠,٦٩	٨٦	٠,٧٠	٠,٠٣
٣	٨٥	٠,٧١	٩١	٠,٦٦	٨٨	٠,٦٨	٨٨	٠,٦٨	٩٠	٠,٦٧	٠,٤٦
٤	٩٠	٠,٦٧	٨٨	٠,٦٨	٩٠	٠,٦٧	٩٢	٠,٦٥	٨٧	٠,٦٩	٠,٠٣
٥	٩٢	٠,٦٥	٩٠	٠,٦٧	٩٢	٠,٦٥	٩٤	٠,٦٤	٩٥	٠,٦٣	٠,٠٠١
٦	٩٩	٠,٦١	٩٣	٠,٦٥	٩٦	٠,٦٣	٩٦	٠,٦٣	٩٨	٠,٦١	٠,٠٠١
٧	١٠٠	٠,٦٠	٩٦	٠,٦٣	٩٨	٠,٦١	٩٧	٠,٦٢	٩٥	٠,٦٣	٠,٠٠١
٨	٨٠	٠,٧٥	٧٥	٠,٨٠	٨٠	٠,٧٥	٨٤	٠,٧٢	٨٢	٠,٧٣	صفر
٩	٩٠	٠,٦٧	٩٣	٠,٦٥	٩٦	٠,٦٣	٩٣	٠,٦٥	٨٩	٠,٦٧	٠,٠٣
١٠	٧٨	٠,٧٧	٨٤	٠,٧٢	٩٠	٠,٦٧	٨٤	٠,٧٢	٨٨	٠,٦٨	٠,٠٥

ملاحظة : ق : تشيرالى الزمن المسجل على الجهاز بالمللى ثانية ؛ ع : تشير الى السرعة المحسوبة من خلال المعادلة .

يتضح من جدول (٢) ان الإنحراف المعيارى بين الخمسة قياسات المختلفة الممنوحة لكل لاعب من أفراد عينة البحث تراوحت من (صفر ــ ٠,٤٦) ، مما يدل على الثبات العالى الذى يتميز به الجهاز المبتكر .

نتائج البحث:

من خلال التطبيق العملي للجهاز المقترح توصل الباحثان إلى النتائج التالية:-

١-إمكانية استخدام الجهاز المقترح في قياس السرعة الحركية لأحد أجزاء الجسم .

٢-حقق الجهاز المقترح مؤشرات صدق وثبات عالية عند استخدامه في قياس السرعة الحركية لمهارة (الركلة العمودية) للاعبي التايكندو.

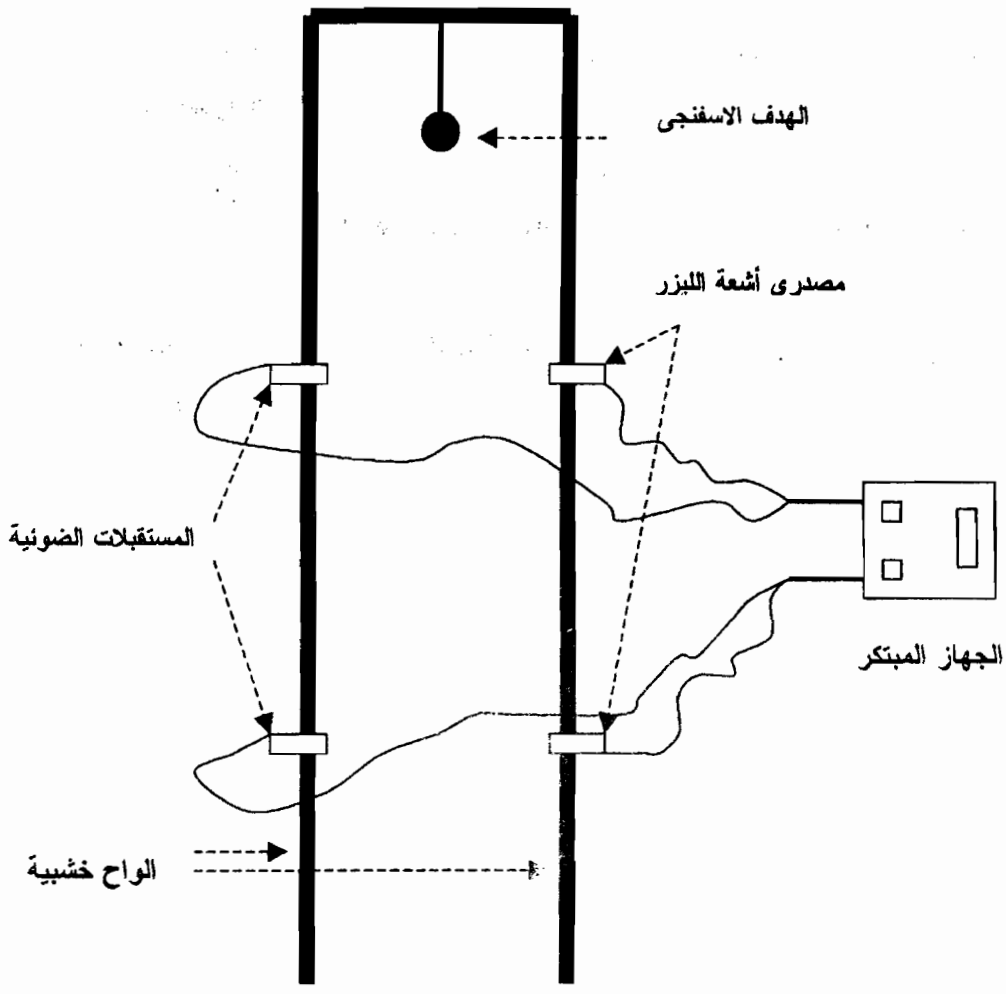
التوصـــــــيات:

١-يوصي الباحثان بتعميم استخدام الجهاز المقترح على مختلف المهارات لما له من نتـــائج إيجابيـــة وصادقة في عملية القياس.

٢-يوصي الباحثان باستخدام الجهاز المقترح في مهارات أخرى.

٣-يوصي الباحثان باستخدام مثل هذه التقنيات العلمية الحديثة فى جوانب تطبيقية أخرى داخل المجـال الرياضي.

٤-استخدام الجهاز في أبحاث تجريبية كوسيلة فعاله لقياس سرعة أجزاء الجسم يتم من خلالها الحكـم على مدى فاعلية البرامج والأساليب التدريبية المختلفة.



رسم توضيحى لكيفية تجهيز الجهاز للإستخدام فى قياس السرعة الحركية لحركات الرجلين

شـــكـــل (١)

المـــراجـــع

١- **طلحة حسام الدين ، وفاء صلاح الدين ، مصطفى كامل حمد ، سعيد عبد الرشيد** : علـــم الحركـــة التطبيقى ، الجزء الأول ، مركز الكتاب للنشر ، ١٩٩٨ .

٢- **عاطف مغاورى** : "دراسة مقارنة لسرعة رد الفعل لدى لاعبى بعض الأنشطة الرياضية الجماعيـــة والفردية " رسالة ماجستير غير منشورة،كلية التربية الرياضية للبنين،جامعة حلوان،١٩٨٧ .

٣- **كـــمال عبد الحميد ، سليـــمان على حسن** : الميكانيكا الحيوية وطرق البحـــث العلمـــى للحركـــات الرياضية ، مركز الكتاب للنشر ، ١٩٩٩ .

٤- **نادر عبد السلام العوامرى** : "العلاقة بين زمن رد الفعل المركب فى كل من المعمل والملعب لناشئ الكرة الطائرة" بحث منشور،المؤتمر العلمى الثالث لدراسات وبحوث الرياضـــة،كليـــة التربيـــة الرياضية للبنين،جامعة الاسكندرية،١٩٨٢.

٥- **نبيل محمد فوزى** : " تأثير برنامج مقترح لبعض العناصر البدنية على المستوى المـــهارى وبعـــض القياسات الوظيفية والجسمية للاعبى سلاح الشيش" رسالة دكتوراه،غير منشورة،كليـــة التربيـــة الرياضية،جامعة حلوان،١٩٩٦ .

٦- **نبيل محمد فوزى** : "جهاز مقترح تنمية الإيقاع الحركى والتوقيتات الزمنية لإحراز اللمســـات فـــى سلاح سيف المبارزة " بحث منشور،المؤتمر العلمى الثالث،المجلد الثانى،كلية التربية الرياضيـــة للبنات،جامعة حلوان،٢٠٠٠ .

7- **AN UN Kim** : Teakwondo text book ,1995 .

8- **Bob Davis , Ros Bull , Jan Roscoe , Dennis Roscoe** : Physical education and the study of sport , third edition , 1997 .

9- **Magill , R. A.** : Motor learning , Concepts and application , Fifth edition , McGraw-Hill , 1998

10- **Schmidt , R.A.** : Motor control and learning , Second edition , Human kinetics publishers , 1988 .

11- **Susan J. Hall** : Basic Biomechanics , third edition , McGraw-Hill , 1999.

12- **The worled encyclopedia** : Volume 12 , 1995 .