# الخصائص والمؤشرات الميكانيكية وأنظمة الرصد المكانية والزمانية( تطبيقها في انطلاق المقذوفات وكيفية القياس)

## المحاضرة (10)


## أ.د. صريح الفضلي


## آب 2005

الخصائص والمؤشرات الميكانيكية هي الحالة الميكانيكية لجسم الإنسان الحي والتغيرات الحادثة به ، وتتميز الحالة الميكانيكية للجسم البشري بمميزات ميكانيكية خاصة او تصرفات المنظومة الحية وبطابع التغير. ولذلك فالخصائص والمؤشرات توصف جسم الإنسان باعتباره موضوع الحركة الميكانيكية.

وفي مجال تحليل حركات جسم الإنسان ، فأن هذا المجال يتيح التمييز بين الحركات المختلفة المنسجمة مع بعضها واجزاء الجسم المسؤولة عنه ، وكذلك تتيح الخصائص الميكانيكية إمكانية الوقوف على التغيرات الحادثة في بعض الحركات تحت تأثير البعض الأخر.

والخصائص والمؤشرات البيوميكانيكية – سواء ما يقاس منها أو ما يحسب _ لها قيمة ( عدديه) ، وتعكس ارتباط مقياس بمقياس آخر ، فالسرعة مثلا – هي ارتباط المسافة المقطوعة بالزمن المستغرق في قطعها.

فدراسة الخصائص الكمية يعطي التعريفات او التحديدات ( أي : ماهية الشيء ويضع وسائل القياس ،أي بماذا يمكن إن يقاس هذا الشيء ).

أما الخصائص الكيفية فهي عادة توصف لفظيا بدون مقاييس كمية دقيقه ( مثل حدة جيدة ، قريبة ، رديئة )

وتهتم **كينماتيك حركات الإنسان** بتعين حركات الإنسان ، أي بالتوصيف الهندسي لهذه الحركات ( الشكل الفراغي للحركات ) والتغيرات الحادثة بها في الزمن ( طابع التغير)ر دون أن تأخذ في الاعتبار الكتل والقوى المحركة. لذا **فالكينماتيكا** تقدم صورة

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

خارجية للحركات ، أما أسباب ظهور أو ـ حدوث( وتغير الحركات ) فيجري الكشف عنها وتناولها في **الديناميكا** ( **الكينتيكا**) .

فالخصائص الكينماتيكية لجسم الإنسان ولحركاته ، هي مقاييس أوضاع وحركات الإنسان في الفراغ وفي الزمن : أي الخصائص الفراغية ،والخصائص الزمنية والخصائص الفراغية–الزمنية .

وتتيح الخصائص الكينماتيكية ، إمكانية مقارنة مقاييس ( أو أبعاد) الجسسسسم وأجزاءه ، وكذلك الخواص الكينماتيكية للحركات لدى مختلف الرياضيين ، حيث يتعلق حساب هذه الخصائص - إلى حد كبير – بفردية الاداءات المهارية للرياضيين (التكنيكيات الفردية) وبحث ما يصلح لهم بالذات من خواص مثلى لحركاتهم .

## – أنظمة رصد المسافات والأزمنة :

## – أنظمة رصد المسافات

نظام أو **هيكل الرصد** ( **للمسافات**)، يعني" تحديد موضع جسم صلب بالنسبة إلى أوضاع الأجسام الأخرى في اللحظات الزمنية المختلفة".

وكما هو معلوم انه لا يوجد سكون مطلق في الكون فالأجسام جميعها تتحرك ، إلا أن بعض هذه الأجسام تتحرك بالكيفية التي يكون التغير في سرعتها ( أي تعجيل حركتها ) طفيفا وغير جوهريا بالنسبة لحل هذا الواجب ، الى الحد الذي يمكن إهمالها واعتبارها ساكنه – وهذه هي **أنظمة الرصد القصورية** ( **او ذات القصور الذاتي**) .

وعليه تعتبر الأرض والأجسام المثبتة عليها بدون حركة ( طريق الاقتراب ، منصة الانطلاق ، جهاز الجمناستك، هدف السلة ، المرمى بكرة القدم أو اليد ..الخ) أمثلة لهذه الأجسام الساكنة.

وفي مثل هذا النظام القصوري للرصد ، فأن الأجسام تكون ساكنه لأنها لا تقع تحت تأثير القوى ، بمعنى أنها لايمكن أن تبدأ أي حركة بدون تأثير قوة ، أما الأجسام الأخرى المتحركة بتعجيل تزايدي ، والتي تؤثر جوهريا على حل الواجب المعين- **فهي أنظمة قصورية للرصد** ( مثل : الحلق المتأرجح في الجمناستك ، أو زلاجة متزحلق الجليد ، الدراجة في سباق الدراجات بأنواعها ، قارب التجديف بأنواعها... الخ) ، وفي مثل هذه

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

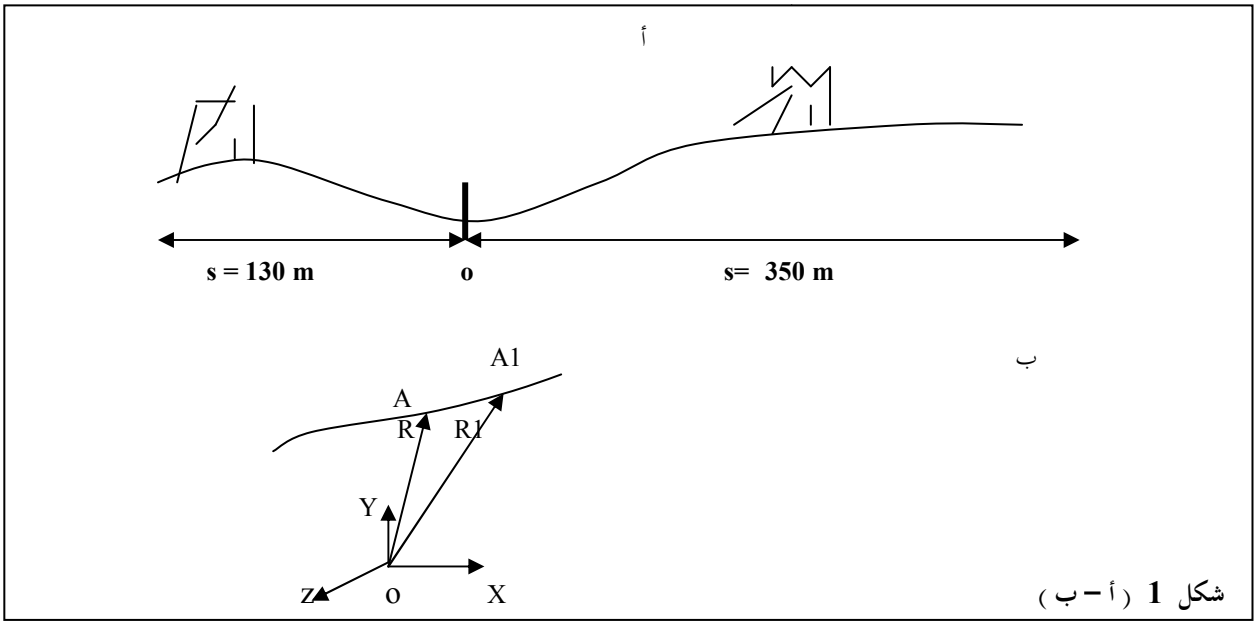
الحالة يكون حساب وتفسير خصائص الحركات مختلفة والتي ينبغي حتمـــا أن تؤخـــذ في الاعتبار . ويرتبط بهيكل رصد الجسم ، بداية واتجاه قياس الأبعاد وتعيين وحدات القياس ، ومن اجل تعيين دقيق للنتيجة الرياضية ، تحدد قواعد المسابقات ذلك الرصد، أي مـــن أي نقطة (نقطة الرصد) يجري حساب النتيجة ( مثل : مستوى تثبيت الزلاجـــات ، الـــنقط المتقدمة من القفص الصدري للعداء ، من الحافة الخلفية لاثر هبوط متسابق الوثب الطويل ..... وما شابه ذلك) .

ويمكن النظر إلى الجسم المتحرك أما باعتباره نقطة مادية ، يجري تعيين مواضـــعها ، واما مجموعة منفصلة من النقاط المادية المرصودة على الجسم ( نقاط معينة علـــى جـــسم الإنسان) ، وفي حالة الحركة الدورانية يجري اختيار خط الرصد ــ بداية القياس واحتساب النتيجة). ومن اجل توصيف الحركة المعطاة ، يجري اســـتخدام الطـــرق : **الطبيعيـــة ، والاتجاهية ، والاحداثيه.**

**فالطريقة الطبيعية** : يجري رصد موضع نقطة ذات أحداثي منحني (S ) من نقطة بداية الحساب ( **نقطة الأصل**) "O " ، المختارة سلفا على المسار المعلوم . شكل 1 –أ .

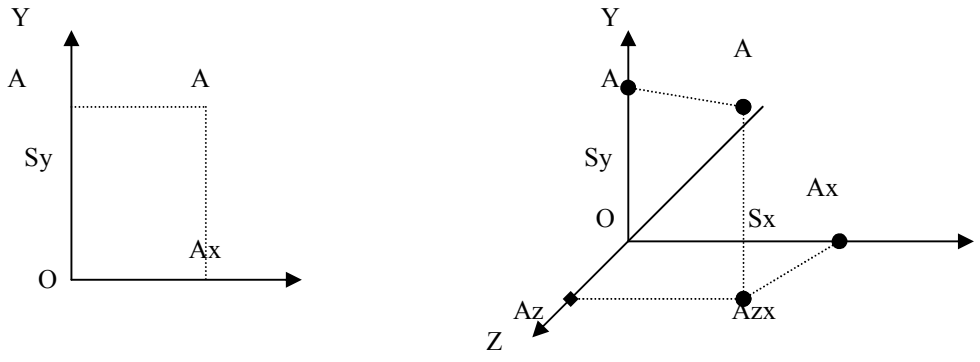
**وفي طريقة المتجهات** – يعين مواضع النقطة بنصف قطر المتجه "r " ( شـــكل 1 –ب ) الممتدة من مركز " O " للنظام الإحداثي المعطي الى نقطة المعينة " A ".

**وفي طريقة الإحداثيات المتعامدة** – تؤخذ نقطة التقاء محاور الإحداثيات المتعامدة "O " (بداية الإحداثي) كنقطة بداية الحساب ( أو نقطة الأصل) (شكل 1 – ج )




شكل **1** ( أ – ب )

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية **2005**
**www.iraqacad.org**



شكل 1 - ج

## -أنظمة رصد أو حساب الازمنه:

يتضمن نظام رصد أو حساب الأزمنة بداية محددة للحساب ووحدات القياس.

في **البيوميكانيك** يتضمن رصد الازمنه عادة ما يؤخذ كبداية لحساب الزمن : أما لحظة بداية الحركة كلها أو أي من أجزائها ،وأما **لحظة بداية ملاحظة الحركة وفي غضون فترة ملاحظة واحدة يستخدم فقط نظام واحد لرصد أو حساب الازمنه.** وغالبا ما يستخدم اتجاه سريان مرور الزمن في الواقع الحقيقي من الماضي الى المستقبل – ولكن عند بحث أو دراسة الحركة ، يمكن حساب الزمن في الاتجاه المعاكس – أي في اتجاه الماضي ( مثل : خلال 0.02 ث قبل الضربه ، 0.05 ث قبل فقد اتصال القدم بالأرض ..... الخ).

## -الخصائص والمؤشرات الفراغية :

تتيح **الخصائص والمؤشرات الفراغية تعيين** : الأوضاع ، مثل الأوضاع الابتدائية والنهائية للحركة ( بواسطة الإحداثيات) – والحركات ( بواسطة المسارات)

وعند دراسة حركات الإنسان فانه يمكن النظر إلى جسمه ( طبقا للواجبات المطروحة) باعتباره نقطة مادية أو باعتباره جسم واحد صلب ،أو كمجموعة أجسام.

فينظر إلى جسم الإنسان **باعتباره نقطة مادية** – عندما تكون إزاحة الجسم اكبر كثيرا من أبعاده ( إذا لم تكن حركه أجزاء الجسم او دوراته عرضه للدراسة). ويجري

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

دراسة جسم الإنسان باعتباره مجموعة أجسام – عندما يكون من المهم أيضا بحث خصائص حركة أجزاء الجسم ، التي تؤثر في تأدية الفعل الحركي أو النشاط أو الأداء الحركي. وقد تكون هذه الدراسة او بحث الحركة من خلال :

- **الوضع الابتدائي ، الذي تبدأ منه الحركة.**
- **الوضع النهائي ،الذي تنتهي فيه الحركة .**
- **مجموعة من الأوضاع اللحظية ( المتبادلة باستمرار) البينية التي يتخذها الجسم خلال حركته.**

من خلال ما تقدم يمكن دراسة حركة المقذوفات بشكل دقيق وذلك لان معظم الفعاليات والمهارات الرياضية المختلفة تعد بحركاتها مقذوفات سواء كان بجسم الإنسان أو بالأداة التي يستخدمها الإنسان في المباريات.

- يجرى رصد حركة المقذوف من خلال اله تصوير تقنية تنصب على حامل ثلاثي ثابت بحيث تكون عملية الرصد بصورة عمودية على المستوى الأفقي الذي يتحرك فيه المقذوف وبمنتصف حركته ، والسبب في ذلك لتلافي أخطاء انحراف الجسم عن المحور البؤري للعدسة عند تحرك هذا الجسم . وحتى تكون أبعاده عند الحركة متساوية على طول مسار الحركة عند التصوير.
- **يتم تحديد النقاط التشريحية للجسم** والتي تم ذكرها سابقا ( في المحاضرة السابقة) ويتم رسم الخطوط الخارجية للجسم عن طريق إيصال خطوط بين هذه النقاط التشريحية ( طريقة الأشكال الخطية ) .
- المعلومات الميكانيكية التي يمكن الحصول عليها من التصوير هي:

❖ **معلومات ألازاحه العمودية أو الافقيه.**

من خلال معرفة طول مقياس الرسم الذي يظهر بالصورة وتحويلة الى ما يساويه في الطبيعة بقسمة ناتج حساب المسافة المقاسة بالمسطرة على ناتج طول المقياس بالصورة المقاس بالمسطرة أيضا.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

❖ **معلومات عن الزمن** :

بمعلومية تردد الكاميرا ( ص/ث) يمكن حساب زمن الصورة الواحدة من خلال المعادلة التالية عدد الصور التي تمثل الحركة \ تردد الكاميرا

❖ **قياس الزوايا** : من أجل قياس زاوية معينه لابد من وجود خطين متقاطعين يشكلان زاوية بينهما ن وعلى هذا الأساس يمكن قياس الزوايا التي تحدث في مفاصل الجسم بالنسبة لمفاصل الجسم وكما يلي:

من الصورة يمكن قياس زاوية الركبه والتغير فيها عند أي لحظة من لحظات الأداء ويتم ذلك برسم خط يمثل الساق يمر من مفصل الركبه ومن مفصل الرسغ ، ثم يرسم خط أخر يمر من مفصل الركبه أيضا ويمر من مفصل الورك ، ثم نقيس الزاوية بواسطة المنقلة من خلال هذه الخطوط بعد تثبيت خط وسط المنقلة ( الذي يمثل $180^{\circ}$ على أحد الخطوط بحيث يكون منتصف خط وسط المنقلة على مفصل الركبه ويمتد أما على طول الساق أو على طول الفخذ وتتم القراءة.

❖ بعد إيجاد متغيرات الازاحه والزمن والزوايا ، **من الممكن إيجاد المتغيرات التي تتعلق بهذه الكميات** مثل( معدل السرعة ، سرعة الانطلاق ،السرعة الزاوية ، الزخم الخطي والزخم الزاوي بمعلومية كتلة الجسم وطوله ، وكذلك الطاقة الحركية والزاوية والطاقة الكامنة والقدرة والشغل .....الخ) وكذلك ( انحراف الجسم عن الخط العمودي في كل لحظة من لحظات الأداء .

كل ما تقدم في الوقت الحاضر يعتبر طريقة أساسية في إعطاء المفهوم الكامل لمبدأ تحليل الحركات من خلال التصوير السيمي أو الفيديوي ، وهي طرق تحتاج الى وقت وجهد كبيرين، ويمكن الاستعاضة عن هذه الطرق باستخدام الحاسوب الإليكتروني .

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

## -البحث في البيوميكانيك:

يعتمد البحث في البيوميكانيك على مجموعة من نظريات وقوانين العلوم المرتبطة بنشاط الجسم البشري والتي من الممكن تطبيقها بعد توفير البيانات المطلوبة من التحليل الحركي ، ويتطلب ذلك الإلمام بالمعلومات الفنية عن أي مهارة في ضؤ مجموعة من المعلومات التي تساعد على تحديد الإجراءات الحركية المطلوبة لإنجاز هذا الأداء ، وكذلك المعلومات العلمية والتي تعني بالأسس المرتبطة بنشاط الجسم سواء كانت تشريحية او فسيولوجيه او نفسية.

## - طرق البحث العلمي في البيو ميكانيك

نستخدم مناهج البحث العلمي التالية لتنفيذ البحوث التطبيقية في مجال البيوميكانيك وهي:

- منهج البحث الوصفي (لدراسية المسحيه – الدراسة المقارنة للأسباب – دارسة الحالة – دراسة علاقات الارتباط)
- منهج البحث التجريبي : تصميم المجموعة التجريبية الواحدة.

  تصميم المجموعتين التجريبيتين .

  تصميم المجاميع التجريبية المتكافئة.
- منهج البحث التجريبي التتبعي : نفس تصاميم البحث التجريبي.

من أهم ميزات الباحث عند إجراء البحوث في مجال البيوميكانيك هو اتباع الأسلوب الصحيح في معالجة مشكلة بحثه من خلال :

**-صياغة المشكلة**

- المتطلبات الخاصة لإجراءات البحث
- المنهج العلمي المتبع في حل المشكلة
- المعلومات الواجب توفرها
- الاستنتاجات الخاصة بمتطلبات البحث

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

على سبيل المثال:

- دراسة العلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية ونصف قطر الدوران
- .العلاقة بين القوة – الزمن وسرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق ..... الخ.

**أما مجالات البحث في البيوميكانيك فقد حددت كما ياتي:**

- **التربية الرياضية وفي جميع العلوم المرتبطة بها.**
- **الأطراف الصناعية**
- **الصناعة والإنتاج.**

ويعتبر مجال التربية الرياضية هو المجال الحيوي لدراستنا التخصصية حيث يهدف هذا المجال إلى :

– اشتراك ألبيوميكانيكي مع التشريح والفسيولوجيا مع بعضها لدراسة الحركة البشرية وخصوصا الحركات الرياضية ذات الطابع التنافسي والحركات التي تعتمد على الأداء الفني والتي يتطلب دراستها التعمق العلمي من اجل البحث في أسرارها ، ويساهم كل علم من هذه العلوم من وجهة نظره في الحصول على المعلومات المتكاملة لمختلف المهارات الحركي المختلفة.

ومن هذا المنطلق كان من واجب البيو ميكانيك ان يفسر لنا كيفية تواجد القوة العضلية وكيفية تأثيرها ميكانيكيا ، وعليه فأننا نقوم بدراسة الحركة ومدى تأثير مختلف القوى عليها والشروط والظروف المحيطة بالأداء الحركي.

لذا يمكن القول أن المجال الرئيسي للبيوميكانيك هو البحث في القواعد والشروط والمبادئ الفنية لمختلف المهارات الحركية في التربية الرياضية بطريقه موضوعيه ملموسة.

وكذلك يلعب البيوميكانيك دورا هاما في مجال التعلم المهاري للمبتدئ في مراحل الدراسة وكذلك للمتقدمين على المستوى المهاري العالي في الأداء لمجال التدريب.

ويساهم البيوميكانيك في ميدان العلاج الطبيعي والتأهيل بعد الاصابه والتمارين العلاجية ووفقا للمبادئ الميكانيكية ، وكذلك في رياضة المعاقين.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

- **مثال تحليلي للسباحة:**

كما هو معلوم أن 70 % من حركة السباح يحصل عليها من خلال حركة الذراعين، و 30 % من هذه الحركة يحصل عليها من حركات الرجلين، لذا فعند دراسة القوى المؤثرة في تحقيق هذه الحركات ، يجب معرفة عدد العضلات العاملة الرئيسية في الذراعين والتي يقع عليها الواجب الرئيسي في حركة السباح ( أي 70 % من هذه الحركة).

**- ميكانيكية البداية في السباحة القصيرة:**

**زاوية الانطلاق** : إن افضل زاوية للانطلاق هي 40° تمكن السباح من قطع مسافة كبيره للأمام مع العلم أن الجاذبية تعمل دائما على سحب السباح للأسفل ،

الجزء العلوي للجسم يكون في أقصى درجات الميل للأمام ويجب أن لا يسقط السباح بزاوية أقرب ما تكون قائمه لانه يفقده المسافة الأمامية عن طريق زيادة سرعته.

**سرعة الانطلاق** : هي قطع مسافة الانطلاق بأقصر زمن ممكن. وأن افضل الأوضاع مقاومة للهواء هو الوضع الأفقي نتيجة لصغر المساحة التي تكون معرضة لمقاومة الهواء ،وعليه مراعاة عدم حدوث انثناءات او زوايا في الجسم.

**الدخول الى الماء** : يجب أن يكون الجسم متماسكا ومستقيما في مستوى أفقي تقريبا وبزاوية (10-20°) عند دخول السباح الماء لكي تكون مقاومة الماء للجسم قليلة أثناء الاصطدام مع الماء لحظة الدخول.

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org

**– كرة السلة :**

**المناولة الصدرية :** يعتمد المبدأ الميكانيكي للمناولة الصدرية على كل من المسافة التي يحققها رسغي اليدين والذراعين لتحقيق اكبر تعجيل من خلال القوى المؤثرة على الكرة مما يزيد من سرعة انطلاقها ، **حيث تتناسب هذه المسافة طرديا مع مرع السرعة** وفقا :

**القوة × المسافة = 0.5 الكتلة × مربع السرعة**

وحيث ان كتلة الكرة ثابتة ، فأن مربع السرعة يتناسب طردياً مع زيادة قوة العضلات **ومسافة التعجيل : ق ( م2 – م1 ) = 0.5 ك (س2 – س 1)**

فإذا كانت **قوى العضلات تساوي مقدار ثابت** ، فأن **مربع السرعة يتناسب طرديا مع زيادة مسافة التعجيل** ، وبما أن المسافة تصل لاقصى قيمة لها عند مد الذراعين لاقصى امتداد وهو محدد بطول الذراعين ، فيميل اللاعب أن يزيد من هذه **المسافة بأخذ خطوه للأمام أثناء المناولة** خاصة إذا كان هدف هذه المناولة إيصال الكرة الى مسافة كبيره ، أما حركة الأصابع فتعمل على إعطاء الكرة دفعاً اضافياً يزيد من سرعة انطلاقها كما تكسبها حركة الدوران المطلوبة ، ويجب أن يتم إطلاق الكرة بزاوية أعلى بقليل من المستوى الأفقي لارتفاع الكتف ، حيث يؤخذ بنظر الاعتبار تأثير الجاذبية على الكرة أثناء مسارها في الهواء ، ويبدأ هذا التأثير بمجرد ترك الكرة اليد ، كلما زاد زمن الطيران ، زاد تأثير قوة الجاذبية على الكرة.

**يمكن مما تقدم ، دراسة باقي المؤشرات الميكانيكية ، كالزخم الخطي للكرة أو الزخم الخطي للذراع والجذع ، وكذلك دفع القوة وتغير الزخم .....الخ .**

جميع حقوق النشر محفوظة للمؤلف وللاكاديمية الرياضية العراقية الالكترونية 2005
www.iraqacad.org