المرحلة الثانية

كلية التربية الرياضية

جامعة كربلاء

البايوميكانيك الرياضي

أعداد

د. نادية شاكر جواد

في الوقت الحاضر يعد علم البايوميكانيك من أهم العلوم في التربية الرياضية لاستعمالاته الواسعة في مختلف المجالات بل أصبح العلم الجوهري لكل العمليات التعليمية والتدريبية ولايمكن الاستغناء عنة وعلى أساسة يتم تفسير مجريات العمليات كافة .

والبايوميكانيك الحديث يعتمد على أساسيات المدرسة القديمة للميكانيك بقيادة رائد الميكانيك العالم إسحاق نيوتن وقوانينه التي لازالت تدرس ويعتمد عليها كمادة أساسية في بناء المدرسة الحديثة للبايوميكانيك بالرغم من مضي قرابة اربعة قرون على وفاته.

والبايوميكانيك باختصار هي العلم الذي يبحث في تأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام الحية، ونعني بالقوة الداخلية العضلات و الأعصاب ، أما القوى الخارجية كالجاذبية الأرضية ومقاومات الوسط ...وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة، كما وان كلمة بيوميكانيك تتكون من كلمتين يونانيتين هما بيو Bio وتمثل علم الحياة(Biology) و الميكانيكا (Mechanics).

تشمل الميكانيكا بشكل خاص فرعين اساسين هما الاستاتيكا(الثابت)والديناميكا (المتحرك)، الاستاتيكا تدرس النظم التي تكون فيها الحركة ثابتة سواء بدون تحرك او بحركة ثابتة ، أما الديناميكا فتدرس النظم التي يظهر فيها التعجيل.

يبحث موضوع البيولوجيا في حركة الكائنات الحية بدءً من الخلية والحركات الصغيرة فيها وانتهاءً بحركة الأجزاء الظاهرة الكبيرة المتكونة من عدد كبير من الخلايا والأجهزة المختلفة كالجهاز العضلي العصبي على سبيل المثال .

أما عن مدى علاقة البيولوجيا في البيوميكانيك، فهي إن نظريات البيولوجيا وتطورها واندماجها مع قوانين الفيزياء والرياضيات في وضع مناهجها حتم على الإنسان فهم الحركات على مستوى الخلية العضلية الصغيرة وعلى مستوى الأجهزة الوظيفية والشكل الظاهري للحركات. وهذا أحد الجوانب التي يعتمد عليها البيوميكانيك، أما الجانب الآخر، فهو إن نظريات الميكانيكا المعتمدة على دراسة الظواهر الطبيعية وتأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام يشكل أحد الأسس الهامة في تقييم الأداء الحركي.

<u>لذا فالبيوميكانيك، يعني تفاعل القوى الميكانيكية الأساسية في حركة الجسم البشري من خلال تطبيق المبادئ البيولوجية والميكانيكية.</u>

ظهرت تعريفات كثيرة لإصطلاح (البايوميكانيك) نذكر منها مايلي :-

١- هي الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البايولوجي ودراسة المبادئ والعلاقات المتواجدة .
٢- **هي تطبيق القوانين الميكانيكية على الأجسام الحية وخاصة على الجهاز الحركي لجسم الإنسان** .
٣- هي العلم الذي يدرس القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على جسم الإنسان والآثار الناتجة عن هذة القوى .

عموماً يعرف biomechanics :-

هو العلم الذي يدرس حركة الكائن الحي الداخلي ويحللها تحليل علمي تحت شروط ميكانيكية وبايولوجية من ناحية القوة والسرعة .

مجالات البحث في البايوميكانيك :

- التربية الرياضية .
- الإطراف الصناعية .
- الصناعة والإنتاج

ويعتبر مجال التربية الرياضية هو المجال الحيوي بالنسبة لدراستنا الحالية حيث يهدف هذا المجال الى :-

اشتراك الميكانيكا والتشريح والبيولوجي والفسيولوجي جنبا الجنب لدراسة الحركة البشرية في المجال الرياضي ، خصوصا" إن حركة الجسم البشري معقدة الى حد كبير ويتطلب دراستها التعمق العملي من اجل البحث في أسرارها .

وعلية فأننا نقوم بدراسة الحركة ومدى تأثير مختلف القوى عليها ، والشروط والظروف المحيطة بالأداء الحركي .

لذا يمكن ان يساهم علم البيوميكانيك مع باقي العلوم الاخرى التي تدخل في علم الحركة في دراسة حركة جسم الانسان من خلال بعض الانواع الاخرى من العلوم كالطب الرياضي والتعلم الحركي والتدريب الرياضي والفسلجة الرياضية والاختبارات والقياسات.

ومن الواضح ان الاسس البيوميكانيكية طبقت عن طريق العلماء والمهتمين في العديد من المجالات تحت مشاكل ارتبطت بصحةالانسان وادائه اذ تكون معرفة وبناء المفاهيم البيوميكانيكية ضرورية من اجل تكوين المعلومات لمدرس التربية الرياضية واخصائي العلاج الطبيعي والمدرب ..... الخ

واجبات البايوميكانيك :-

١- وضع البحوث الخاصة بالأداء الرياضي الأنسب ، ومعنى ذلك إيجاد انسب الحلول الميكانيكا الحيوية لتحقيق هدف الحركة الرياضية .
٢- دراسة إشكال الحركة من خلال تأثير القوى المختلفة .
٣- دراسة مسببات الحركة .
٤- دراسة الشروط التي تنجز تحت تأثيرها الحركة .
٥- أدراك وفهم الاصطلاحات الأساسية للحركة كالمكان والزمان .
٦- استخدام القوانين الميكانيكية لحركة الإنسان لأجل الحصول على قياس كمي للحركة.
٧- استخدام أسس البايوميكانيك في التدريبات الخاصة المتمثلة بـ (القوة ، السرعة ، .....الخ) .

البايوميكانيك الرياضي :-

إن فهم البيوميكانيك سيؤدي حتما إلى فهم الأساسيات المتعلقة بالنواحي والتشريحية والفسيولوجية والميكانيكية لحركة الرياضي وهذا سيساعد بلا شك في تعلم وتعليم المهارات وتحسين الأداء الحركي الدقيق، بالإضافة إلى إن فهم المبادئ البيومكانيكية تساعد اللاعب في قدرته على أدراك الخطأ عند التقليد العشوائي لأسلوب خاص بلاعب معين خصوصا إن الميزات البدنية ليست متماثلة بينهم(كالقوة والسرعة والمطاولة والتوافق والقدرة والمرونة والميزات الجسمانية) بالإضافة إلى عدم تماثل الخواص النفسية مما قد يؤدي إلى نتائج عكسية. أصبحت

الحاجة إلى البيوميكانيك ماسة كونه يمثل أحد علوم الرياضة التي تعتمد عليها الألعاب بدرجة كبيرة من الأهمية، وقد يرجع ذلك إلى سببين هما:

- أصبحت الفروق الفنية (التكنيك) بين الأبطال العالميين والمستويات الرياضية محدودة يصعب ملاحظتها بالعين المجردة.
- عادة ما تكون متطلبات العمل أو الأداء على أجهزة وأدوات التدريب والمنافسات كبيرة بالدرجة التي يصعب معها إن ينهي عددا كبيرا من الرياضيين حياتهم الرياضية دون التعرض للإصابة.

مجالات التحليل في البيوميكانيك الرياضي :-

يمكن تقسيم البيوميكانيك إلى قسمين ووفقا للحركات التي يؤديها الإنسان وكما يلي:

- القسم العام والذي يبحث في القوانين والأنظمة الأساسية التي تحكم الأجسام الحية أثناء الحركة واثناء السكون وبذلك يسمى الثابت(الستاتيك) والمتحرك (الديناميك)..
- أما الجزء الآخر فهو تطبيقي والذي يهتم في حل المشاكل الحركية العلمية التي تعترض حركة الإنسان وتحسينها وكذلك الأوضاع المثالية والاقتصادية في الجهد خلال ممارسة الفعاليات الرياضية المختلفة أو تطبيق البرامج العلاجية أو التأهيلية.

- إن تفاعل القوى الميكانيكية الأساسية خلال حركة الجسم البشري مع السيطرة والتحكم الكامل بهذا الأداء من خلال الجهاز العصبي و ردود الأفعال والإدراك الحسي ووفقا للهدف من الأداء أو الحركة لغرض تنفيذ هذا الأداء وتحقيق الإنجاز بالاعتماد على توضيح العلاقة بين السبب والنتيجة أعطى ذلك في إن يكون هناك مجالين رئيسين للبيوميكانيك في الرياضة وهما:

١- مجال تحليل الأداء: وفي هذا المجال تطرح عادة بعض الاسئله منها

- ماهي خصائص تكنيك افضل الرياضيين (مثلا، ما لذي يميز لاعبي أو فرق الأدوار النهائية عن اللاعبين أو الفرق الذين تم إقصائهم في الأدوار التمهيدية)
- إلى أي مدى يمكن إن تؤثر عوامل معينة في الأداء الحركي واداء الحركات المختلفة ككل.(مثلا، إلى أي مدى يمكن أن تؤثر خطوات الاقتراب في مسافة القفز أو الادء لأي مهارة تتطلب ذلك).

- ماهي الاختلافات الفنية بين كل من الرجال والنساء عن تطبيق الأداء لمختلف الحركات الرياضية.(مثلا، هل هناك اختلاف في نسب مراحل الوثب الطويل بين الرجال والنساء)

٢- مجال تحليل الجهد البدني: ونستعرض بعض الأسئلة في هذا المجال

- ماهي القوى المؤثرة في حركات متعددة.(مثال، ماهي قيمة الحمل الواقع على قدم الارتقاء أثناء الدفع والنهوض)
- كيف تتغير الأحمال كنتيجة طبيعية للتعب (بداية اللعب أو المنافسة ونهايتها، كما عند عداء ١٠٠ متر، حيث يكون هناك اختلاف في نمط الخطوة بين بداية ونهاية السباق).
- كيف يمكن التغيير في التدريب لتخفيض الأحمال.
- لماذا يمتلك الرياضيون من الرياضات المختلفة ابعاد جسمية مختلفة

التطور التاريخي للبايوميكانيك :-

- في عام (٣٢٣ – ٢٨٤ ق.م) كان أرسطو أول من أشار إلى هذا العلم في مؤلفاتة إذ تناول مركز ثقل الجسم وقوانين الروافع وإثرها على حركة الأجسام ، كما وصف المشي .

- في عام (١٤٥٢ _ ١٥١٩ م) جاء العالم والفنان والمهندس الإيطالي ليونارد دافن شي قام بدراسة حركة الإنسان ، و تكوين جسم الإنسان على الجثث البشرية ، وأعلن إن جسم الإنسان خاضع للقوانين الميكانيكا .

- في عام (١٦٤٢ – ١٧٢٧ م) كان إسحاق نيوتن علامة بارز من علماء تطوير علم البايوميكانيك و علم الحركة ، بوضعة لقوانين الميكانيكية الأساسية التي تعد أعمدة علم البايوميكانيك .

- في عام (١٨٧٧م) جاء اختراع التصوير الذي دفع بأبحاث الحركة إلى الإمام .

- في عام (١٩٠٩ م) ادخل لجافت طريقة بحث جديدة مرتبطة بالتشريح والبايوميكانيك ، وكان أول من وضع الأساس الفسيولوجي التشريحي للإجابة على استفسارات التربية البدنية .

- في عام (١٩٣٩م) لعب كتاب الميكانيكا الحيوية للتمرينات البدنية الذي ألفة كوتونيكوفا وهو أستاذ الميكانيكا الحيوية بمعهد لينينجراد للثقافة البدنية دورا" كبيرا" في إعداد الرياضيين حيث ظهرت العديد من الكتب بعد ذلك .

اساسيات الباي ميكانيك :-

الحركة :- الحركة بوجة عام هي انتقال جسم أو دورانة في المكان لقطع مسافة معينة في زمن معين ، والحركات الرياضية هي انتقال أو دوران أجزاء الجسم في المكان لقطع مسافات مختلفة في أزمنة مختلفة لتحقيق هدف معين للحركة ويجب أن يكون للحركة مستوى معين بمعنى أنها تتقيد بطريقة أداء خاصة .

خصائص الحركة الرياضية :-

١- لها هدف محدد .
٢- تتحرك جميع أجزاء الجسم المختلفة متعاونة لتحقيق هذا الهدف .
٣- تتميز بطريقة أداء خاصة .

لدراسة حركة أي جسم يلزمنا مايلي :- قبل تحديد طبيعة الحركة يجب الاهتمام بتحديد النظام الميكانيكي .
في معظم الحالات يعتبر النظام الداخلي لجسم الانسان هو المحدد للنظام الميكانيكي ، لذا فان اصطلاح النظم في محتوى البيوميكانيك في مجال الرياضه **يعني "مركب او اكثر يجمع ويربط بين اجزاء تشكل في مجموعها تركيباً كلياً موحد يمكنه من اداء بعض الواجبات المرتبطة باداء حركة جسم الانسان او الرياضة ، ربما يشمل الجسم كله او جزء منه".**

وفي جسم الانسان الذي يعد اساس دراستنا للبيومكانيك الحيوي

- نجد ان **النظم الميكانيكية ترتبط بما يسمى بالمحاور والمسطحات** وارتباط حركة اجزاء الجسم المختلفة كانظمة ميكانيكية وحركة الجسم ككل بهذه المحاور والمسطحات، اي ان الجسم يمكن اعتباره نظاما يتكون من عدة

اجزاء قابله للحركة ولاجل سهولة الدراسة ، فأن الجسم البشري يمكن ان يقسم الى اجزاء رئيسه وهي : الرأس والرقبة ، الطرف العلوي ، الطرف السفلي.

- ومن الناحية الوظيفية يمكن تقسيم الجسم الى ١١ جزء وهي:
- الرأس والرقبة ، الفقرات الصدرية، الفقرات القطنية، الحوض ، الفخذ ، الساق، حزام الكتف ، الذراع ، الساعد ، اليد .

ومن الناحية الفنية فإن هناك بعض من هذه الاجزاء يمكن تقسيمها الى اكثر من جزء (كحزام الكتف والعمود الفقري ،واليد والقدم)عند تحديد ودراسة حركات الجسم واجزائه المختلفة يجب الرجوع الى نظم الحركة التي تحدد حركات هذا الجسم واجزاءه ووفقا لطبيعة الواجب المراد تحقيقه وكما يلي:

النظام الذي يحدده المدى الذي يتحرك فيه الجسم في الفراغ

يتطلب فهم الانظمة البيوميكانيكية فهم بعض النواحي الميكانيكية الحيوية التي يطلق عليها **درجات الحرية** لحركة الجسم البشري وهناك مثال عملي لايضاح مفهوم درجات الحرية للجسم البشري والتي تعتبر من الامور الهامه لاداء أي حركة ، والمثال هنا على احد الذراعين ابتداء من الحزام الكتفي حتى رسغ اليدين والاصابع:

١. **يمكن اداء الحركة في منطقة الحزام الكتف على ثلاث محاور للحركة وهي الثني والمد والتدوير** ، حيث الحزام الكتف له ثلاث درجات من الحرية في ضؤ الجسم البشري.

٢. مفصل المرفق له درجة حرية واحدة وهو عملية الثني والمد.

٣.من مفصل المرفق حتى رسغ اليد نجد ان اليد تتحرك عاليا واسفل ويعني ذلك ان اليد لها درجة حرية واحدة اما الكتف والمرفق واليد معاً فلهم خمس درجات حرية للحركة.

٤.يستطيع مفصل رسغ اليد الانقباض والانبساط والتحرك تجاه الناحية الانسية والوحشية لذلك فهو يتمتع بدرجتين للحرية . اما الحزام الكتفي والمرفق واليد فلهم سبع درجات حرية معاً. في ضؤ ماسبق يمكننا حصر درجات الحركة في الاصابع واليد في ضؤ الهدف الخاص لاداء اي حركة او مهارة ، فنحن نعمل على ايجاد التوافق العضلي العصبي وحل المشكلات الخاصة بالتحكم في الحركة عن طريق استخدام اجزاء الجسم المختلفة.

* المحاور التي تتم عليها الحركة:-

هيكل رصد مكون من ثلاث محاور متماسكة وملتقية في نقطة تكون متعامدة بعضها على بعض :-

١- المحور الأفقي :- يكون في أتجاه الحركة الرئيسي موازي لسطح الأرض .

٢- المحور السهمي :- يكون موازي لسطح الأرض ولكن عمودي على المحور الأفقي أي يقطع الاتجاة الرئيسي للحركة .

٣- المحور الطولي :- يكون مار من الرأس للقدمين وعمودي على سطح الأرض .

* المستويات التي تتم عليها الحركة :-

هو المستوى الفراغي المنتظم ، وتحدد الحركة في الفراغ بثلاثة مستويات فراغية متعامدة تلتقي في نقطة هي مركز ثقل الجسم .

١- المستوى السهمي (الاوسط):- ويمر بالجسم عموديا" ليقسمة الى نصفين متساويين أيمن وايسر ، فهو يمر بالجسم من الامام الى الخلف .

٢- المستوى الجانبي (الامامي):- يمر بالجسم عموديا" ليقسمة الى نصفين متساويين امامي وخلفي ، فهو يمر بالجسم من جانب لاخر .

٣- المستوى الافقي (المستعرض):- يمر بالجسم عموديا" ليقسمة الى نصفين اعلى واسفل ، فهو يمر بالجسم في مستوى موازي لسطح الارض .

أنواع الحركة :-

يمكن تقسيم الحركة وفقا" لعدة اسس على النحو التالي :-

١- الاسسس الفسيولوجية :-

ا- الحركات الارادية :-هي يقوم بها الانسان وفقا" لارادتة الشخصية من امثلة هذا النوع مختلف انواع المهارات الحركية في مجال النشاط الرياضي .

ب- الحركات اللاارادية :- وهي التي يقوم بها الفرد نتيجة لمؤثرات لاتخضع للارادة مثل حركات الامعاء والمعدة في عملية الهضم والامتصاص والقلب وغيرها .

٢- الاسس المرتبطة بمراحل الحركة (الشكلية) :-

ا- الحركة الوحيدة :- تؤدى لمرة واحدة فقط ، كما تعتبر حركة متكاملة ولها هدف ولها بداية واساس ونهاية ، يتميز هذا النوع بان لة ثلاث مراحل يمكن مشاهدتها بوضوح وهي :-الجزء التمهيدي (التحضيري) ، الجزء الرئيسي ، الجزء النهائي . امثلة على هذا النوع (حركات الجمباز ، رمي القرص ، دفع الثقل ، رمي الرمح ... وغيرها).

ب- الحركات المتكررة :-هي التي تكررنفسها بنفس الاسلوب ، تسمى حركات ثنائية المراحل لانها تبدو من الشكل الخارجي حركات ذات مرحلتين وهي مرحلة رئيسية التي يتم فيها انجاز الهدف الحركي والمرحلة المزدوجة(تحضيري ، الختامي) .ومثال على ذلك (السباحة ، المشي ، التجذيف ... وغيرها).

ج-الحركات المركبة :- وهي الحركات الي تجمع بين الحركات الوحيدة والحركات المتكررة وتسمى **بالجملة الحركية كما في الحركات الارضية في الجمناستك** .

٣- الاسس الميكانيكية :-

ا- التقسيم وفقا" للمسار الزمني :-
* حركة منتظمة :- وهي الحركة التي يقطع فيها الجسم مسافات متساوية في ازمنة متساوية .
* حركة غير منتظمة :- وفيها يقطع الجسم مسافات غير متساوية في ازمنة متساوية مثال (الحركات الرياضية).
ب- التقسيم وفقا" للمسار الهندسي للحركة :-
* الحركات الانتقالية :- وفيها تقطع نقاط الجسم خطوطا" متوازية مع بعضها ، وتقسم الى نوعين :-

١- الحركة المستقيمة (الخطية) :- وتعني كل جزء من اجزاء الجسم يتحرك نفس المسافة في نفس الاتجاة ونفس السرعة .

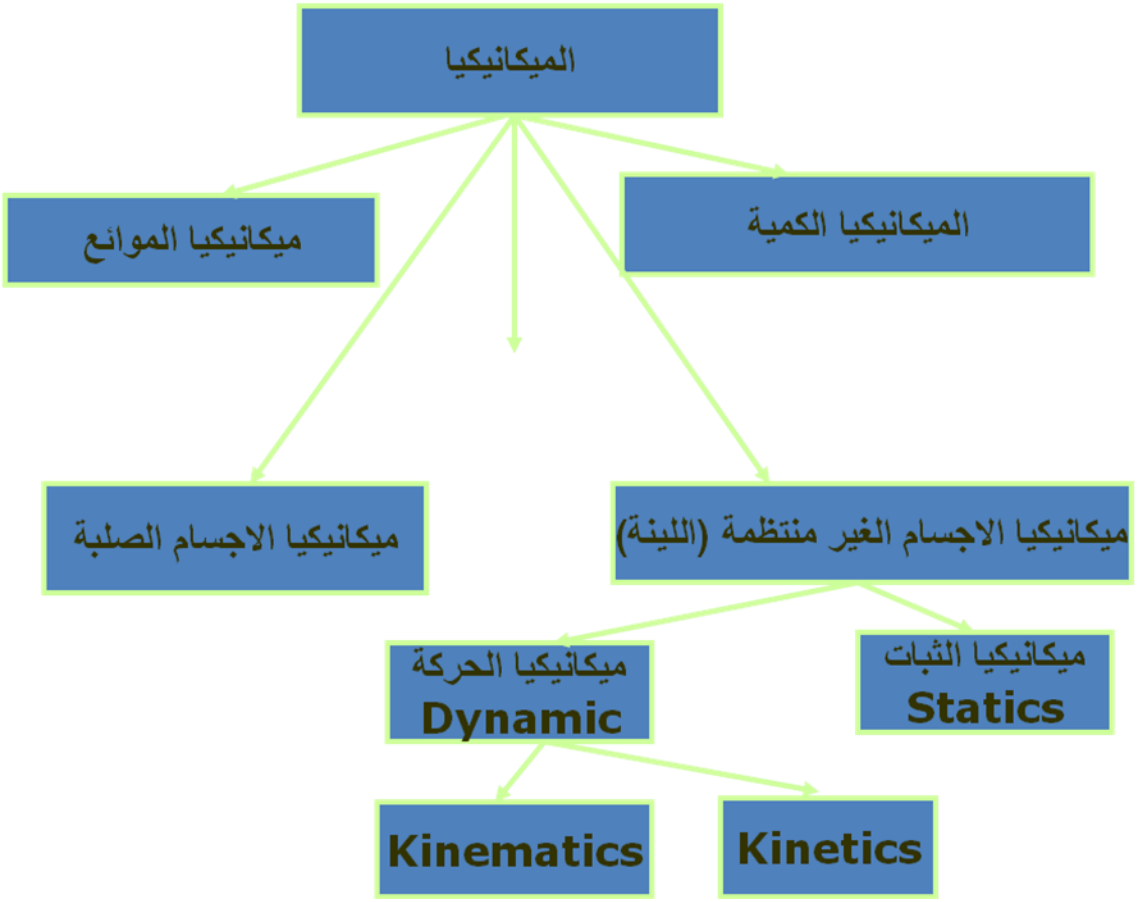
٢- الحركة الانتقالية المنحنية :- وهي حركة انتقالية لاتتم في خط مستقيم ولكن تتحرك في مسار منحني ومثال على ذلك رجال المظلات بالنسبة للجذع .

* الحركات الدائرية او الزاوية :- وهي الحركات التي يرسم فيها أي نقطة من نقاط الجسم قوس او دائرة حول محور دوران يكون داخل الجسم او خارجة ويسمى محور ثابت اذا كانت الحركة دائرية كما في المرجحة على العقلة او المتوازي .

* الحركة العامة :-وهي تجمع بين خصائص الحركة الدائرية والحركة المستقيمة اذ يمكن ان تؤدى المهارة بحيث يسير الجسم حول محور والمحور يسير بتجاة معين كما في حركات الغطس والمشي والدراجات .

وحدات القياس المستخدمة في البيوميكانيك:-

- وحدات القياس المستخدمة في البيوميكانيك تعطي دلالة على طبيعة القوانين المستخدمة والتي يمكن الاستدلال من خلالها على طبيعة المتغير البيوميكانيكيى المستخدم وكما يلي:
- المسافة المتر (م)
- الكتلة الكيلو غرام (كغم)
- المساحة م ^{٢}
- التعجيل م / ث ^{٢}
- القوة نيوتن
- كمية الحركة الخطية كغم.م/ث
- الدفع نيوتن.ث
- كمية الحركة الزاوية كغم/ م ^{٢} .ث
- عزم القصور الذاتي كغم. م ^{٢}
- الشغل م.نيوتن (جول)
- العزم نيوتن. م
- القدرة م.نيوتن/ث (واط)
- الطاقة الحركية ٠.٥ كغم.(م/ ث) ^{٢}
- من المهم جدا معرفة مبادئ حساب المثلثات:
- فيثاغورس
- النسب المثلثية (جا ،جتا ، ظا)
- حساب المثلثات في الدائرة (٦,٢٨ قطاع) القطاع = ٥٧,٢ ْ



يقسم علم البايوميكانيك الى مايأتي:

أ- **البايوستاتك:-**

ويعني دراسة الانظمة الثابتة سواء القوه الثابتة او السرعة الثابتة .

وتوضيح طرق الاداء التي يقوم بها الجسم .

ب- **البايوديناميك :-**

ويعني بدراسة الاجسام المتحركة ،ويقسم الى قسمين :-

١- الكينتك :-علم يعنى بدراسة اسباب الحركة والقوى المصاحبة سواء أكانت ناتجة عنها او محدثة لها ، ويبحث في مسببات الحركة ونتائج الانقباض العضلي وعلاقتة بمثالية الاداء .

٢- **الكينماتيك** :- وهو دراسة الحركة دراسة وصفية من حيث الزمان و المكان دون التطرق الى القوة المسببة لها . وان الخصائص الكينماتيكية لحركة الانسان

تتحدد من خلال دراسة الشكل الخارجي الهندسي ورسم المسار الحركي للانسان في الفضاء وتغيراته في الزمن ، أي يهتم بالجانب المظهري او الشكلي للحركة مثل (المسافة ، الزمن ، السرعة، الازاحة ، التعجيل) ورسم مساراتها ، ونجد ان الكينماتيك يعنَى بالجانب الكمي والنوعي ، فعلى سبيل المثال يمكن وصف حركة ركل كرة القدم كينماتيكيا" عن طريق المفاصل الرئيسة العاملة فيها بما في ذلك انقباض عضلات الفخذ ومد الركبة وما الى ذلك من وصف لحركات المفاصل العاملة المشاركة في الركل كما انه يمكن تحديد توالى اشتراك هذه المفاصل في العمل ودراسة ازمنة مشاركتها في الاداء ككل. الدراسة الكمية في مجال الكينماتيك تشمل تحديدا فعليا لقيم المتغيرات الوصفية ،كأن تقول مثلا إن الفرق بين لاعب متدرب تدريبا جيداً واخر على مستوى اداء اقل في زمن مد مفصل الركبة عند ركل الكرة هو حوالي (0.76 ث)وإن السرعة النهائية للكرة هي (29.5–30.7 م /ث) . لذا غالبا ماتكون دراسة كينماتيك| الاداء بهدف التعرف على خصائصه الكمية او بهدف دراسة اسباب قصور اداء بعض اللاعبين وكيفية التغلب على هذا القصور.

يمكن تقسيم الكينماتيك الى قسمين هما :-

* الكينماتيك الزاوي
* الكينماتيك الخطي هو توصيف للحركة في خط مستقيم وما يعتريها من تغيرات بالنسبة للزمن *ويهتم بدراسة* :-

المسافة :- هو مايقطعة الجسم من نقطة الانطلاق الى نقطة الثبات .

الازاحة :- هي الخط المستقيم الواصل بين نقطة الانطلاق الى نقطة الثبات او هي اقل مسافة بين نقطة الانطلاق ونقطة الثبات .

س / ماالفرق بين المسافة الإزاحة

س/ جسم تحرك من نقطة أ الى نقطة ب ثم الى النقطة ج فما هي المسافة المقطوعة وماهي الازاحة .

س/ جسم تحرك من نقطة أ الى نقطة ب ثم عاد الى النقطة أفماهي المسافة وماهي الازاحة .

س/ جسم تحرك على ملعب دائري دورة وثلاث ارباع الدورة فما هي الازاحة .

الكميات القياسية والكميات المتجهة :-

- الكمية القياسية :- هي الكمية التي تكفي قيمتها بالدلالة عليها والاستفادة منها في حل مشاكل البايوميكانيك المختلفة مثل (درجة الحرارة ، الطول ، الكتلة ، المسافة) .
- الكمية المتجهة :- هي الكمية التي تمتلك مقدارا" واتجاه وهناك كميات متجهه كينماتيكية مثل :الازاحة والسرعة والتعجيل ، وكميات متجهه كيناتيكيه مثل : القوة والوزن والضغط والعزم .

السرعة :- هو معدل المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن .

- تقاس السرعة بالمتر / ثانية
- المتر: هو وحدة قياس المسافات ، ومن مضاعفاته وحدة الكيلومتر ، ومن أجزاء المتر وحدة السنتيمتر.
- الثانية: هي وحدة قياس الزمن ، ومن مضاعفاتها الدقيقة والساعة ، ومن أجزائها الملي ثانية
- كما ان الوقت المستغرق في انجاز واجب معين يعد ايضا سرعة بمفهوم قطع المسافة بذلك الزمن.
- مثل قطع مسافة ٣٠ متر ركض سرعة بزمن ٤.٥ ث
- **تكرار حركة معينة في اقل فترة زمنية ممكنة هو ايضا سرعة.** مثال عدد تكرارات التحرك المكوكي(زكزاك) لمسافة ٥ متر في ٢٠ ثانية.

- نسبة مساهمة السرعة في الانجاز في اي رياضة معينة تستند على الرياضي نفسه وعلى مدى اتقانه للمهارة المعينة في الرياضة.

فمعدل السرعة بالنسبة للعداء هو قدرته على اداء حركات متكررة متتالية من نوع واحد في اقل زمن ممكن .

عند دراسة احد الارقام القياسية المتحققة بركض ١٠٠م نلاحظ ان تحقيق هذا الرقم تأثر بكميات هي معدل السرعة والذي يرتبط بكل من المسافة وزمن المستغرق من جهة ويرتبط من جهة اخرى بمتغيرات ومكونات خطوة العداء التي ترتبط بالعديد من المتغيرات البدنية ذات العلاقة بتطبيق الشروط الميكانيكية لاداء هذة الخطوات .اذن معدل السرعة هو ناتج لكل من طول الخطوة وترددها .

معدل السرعة للعداء = طول الخطوة * ترددها .

السرعة = المسافة / الزمن

اذن طول الخطوة هو مقياس كمي يقاس بالمتر ويعبر عنة (بالطول الزمني)

اما تردد الخطوة فهو يعني عدد الخطوات في زمن محدد ويعبر عنة (بالتردد الزمني) .

المسافة = السرعة * الزمن

متوسط السرعة = (السرعة الابتدائية + السرعة النهائية) /٢

السرعة اللحظية = اصغر فرق في المسافة / اصغر فرق في الزمن .

س/ ماهوالفرق بين كمية السرعة speed والسرعة المتجهة velocity.

العوامل المؤثرة على سرعة الجسم :-

١-الاحتكاك :- مؤثر سلبي على السرعة حيث يمتص جزء من الحركة .

٢-تغير اتجاة الحسم المتحرك :- عند تغير الاتجاة تتكون سرعتيين احدهما طاردة والاخرى مركزية تؤدي الى تقليل السرعة .

٣- كتلة الجسم :- كلما زادت كتلة الجسم زاد معامل القصور الذاتي لة مما يزيد القوة وتقل السرعة .

٤-الجاذبية الارضية :- تقلل سرعة الجسم في حالة الصعود ال مرتفع لكن يكون تأثيرها قليل في حالة كون الجسم يسير على الارض .

السرعة ككمية متجهة :-

هي من الكميات المتجهة التي يجب ذكر مقدارها واتجاهها معا" اذ يمكن تمثيل هذة الكمية الميكانيكية بسهم يمثل طول المستقيم فية مقدار السرعة ، بينما يمثل تاشير السهم اتجاهها .

* اذاسار جسم بتاثير سرعتين فاذا كانت السرعتين باتجاة واحد فان محصلتهما باتجاه واحد . محصلة السرع = س١ + س٢ .

* اما اذا كانت السرعتان في اتجاهات مختلفة وعلى خط عمل واحد فان محصلتهما النهائية هي الفرق بينهما .

السرعة المحصلة = س١ _ س٢ .

- اما اذا كانت السرعتان بتجاهين مختلفين :-

اذاكانت متعامدتين . م٢ = (اب)٢ + (ب ج)٢

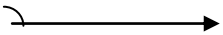
بتطبيق نظرية فيثاغورس ،

ظل الزاوية = المقابل / المجاور .

اذا كانت السرعتين غير متعامدتين ، اما اقل من ٩٠ درجة او اكثر من ٩٠ درجة .

م٢= (اب)٢ + (ب ج)٢ + ٢اب * ب ج * جتا اب ج .

ظل الزاوية = ا ب جا الزاوية / اب +اج جتا الزاوية

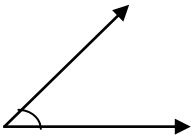


تحليل السرع:-

تتحلل محصلة السرعة الى سرعتين (مركبتين)احدهما افقية والاخرى عمودية

جا الزاوية = المقابل / الوتر

جتا الزاوية = المجاور/ الوتر

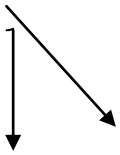


المركبة الافقية = جتاالزاوية * المحصلة .

المركبة العمودية = جا الزاوية * المحصلة .

المركبة العمودية = جتاالزاوية * المحصلة

المركبة الافقية = جا الزاوية * المحصلة .



التعجيل :-

عند قطع مسافة معينة تكون فيها الحركة منتظمة فأن ذلك يعني ان السرعة في اي لحظة من لحظات الحركة هي ثابتة .
اما اذا كانت الحركة غير منتظمة فعندئذ تتغير السرعة من لحظة لاخرى اذ يطلق على التغير في مقدار السرعة (مصطلح التعجيل) .
يعبر عن تزايد السرعة تدريجيا" (بتعجيل الموجب)
اما اذا كانت السرعة تتناقص تدريجيا" (تعجيل سالب)

أحد التعجيل :هو مقدار التغير في السرعة خلال و حدة الزمن .

أنواع التعجيل :

١- التعجيل سالب هو التعجيل تباطئي

٢- تعجيل موجب هو تعجيل تزايدي .

٣- تعجيل منتظم في المقذوفات : يظهر فية زيادة السرعة ونقصانها بشكل منتظم (اي تزداد السرعة وتقل بالمقدار نفسة في الوحدات الزمنية .

وحدة التعجيل هي م /ث٢ .

ان وحدة التعجيل هي عبارة عن وحدة السرعة مقسومة على وحدة الزمن

العلاقة بين المسافة المقطوعة والتعجيل والزمن المستغرق

في:-

المقذوفات :-

هي حركة الجسم أو الأداة في الفضاء تقع تحت تأثير قوانين ثابتة تحدد بمساره الحركي واتجاهه والجاذبية الأرضية .

حركة المقذوف سوف تمثل بمركز ثقل الجسم ، عندما يتحرك الجسم بشكل موازي لسطح الأرض سيكون للسرعة مركبة أفقية فقط ، بينما إذا تحرك الجسم بشكل مستقيم باتجاه الأعلى آو الأسفل فيكون له مركبة عمودية فقط .يعتمد مقدار كل من المركبة الأفقية والعمودية على قيمة زاوية القذف لذلك الجسم فبتغير زاوية المقذوف سوف يؤدي الى تغير حجم المركبة الأفقية أو العمودية للسرعة وان سرعة المقذوف لها المقدار نفسه في جميع الحالات . هنالك زاوية مثالية لتحقيق ابعد مسافة ممكنة وأعلى مستوى هي(٤٥) درجة بشرط أن يكون مستوى الانطلاق بمستوى الهبوط وفيها يكون المركبة الأفقية مساوية للمركبة العمودية ، في حين الزاوية الأعلى من ٤٥ ستعطي مركبة عمودية اعلى بالمقدار بالنسبة للمركبة الأفقية وعلى العكس أي الزاوية الأقل من٤٥ ستعطي مقدار أعلى للمركبة الأفقية بالمقارنة مع المركبة العمودية .

هنالك نوعان من المقذوفات هي:-

١- الأداة .
٢-الرياضي نفسه .

الجسم المقذوف شاقوليا"

وتكون فيها السرعة الابتدائية للجسم المقذوف الى الاعلى اقصى مايكون لحظة الرمي وبعدها تبدأ السرعة بالتباطئ ثم التعجيل يبدأ بالتباطئ الى ان تصبح السرعة والتعجيل صفر، عندها تتحول الطاقة الحركية الى طاقة كامنة وثم تتحول الطاقة الكامنة الى حركية لحظة الهبوط وتبدأ السرعة بالتزايد والتعجيل الى ان تبلغ السرعة اقصى مايكون لحظة الاصطدام بالارض.
نلاحظ هنا ان زمن الصعود في اي لحظة اواي نقطة يساوي زمن الهبوط في تلك النقطة ، كذلك السرعة والتعجيل .

ملاحظة :-

- يقل الجذب الأرضي كلما ابتعدنا عن سطح الأرض ويزداد عند مستوى سطح الأرض(عند خط الاستواء)

س/ اذكر أمثلة على أجسام تتحرك بتعجيل منتظم .

العوامل التي تؤثر على الجسم المقذوف شاقوليا" هي :-

١- مقاومة الهواء :تكون حركتها عكس حركة الاجسام المقذوفة ، فاذا كان الجسم ساقطا" فان مقاومة الهواء تعمل على رفعة وتكون باتجاة الاعلى عكس الجاذبية الارضية ، اما اذا كان الجسم مقذوفا" نحو الاعلى عموديا" فتعمل مقاومة الهواء مع الجاذبية الارضية على تقليل سرعة وجذبة .

٢- الجاذبية الأرضية :- يتأثر الجسم المقذوف شاقوليا"بالجاذبية الارضية ويعمل على جذبة نحو الارض .

قانون استحداث المسافة في الأجسام المقذوفة شاقوليا"

بدلالة الزمن

بدلالة السرعة

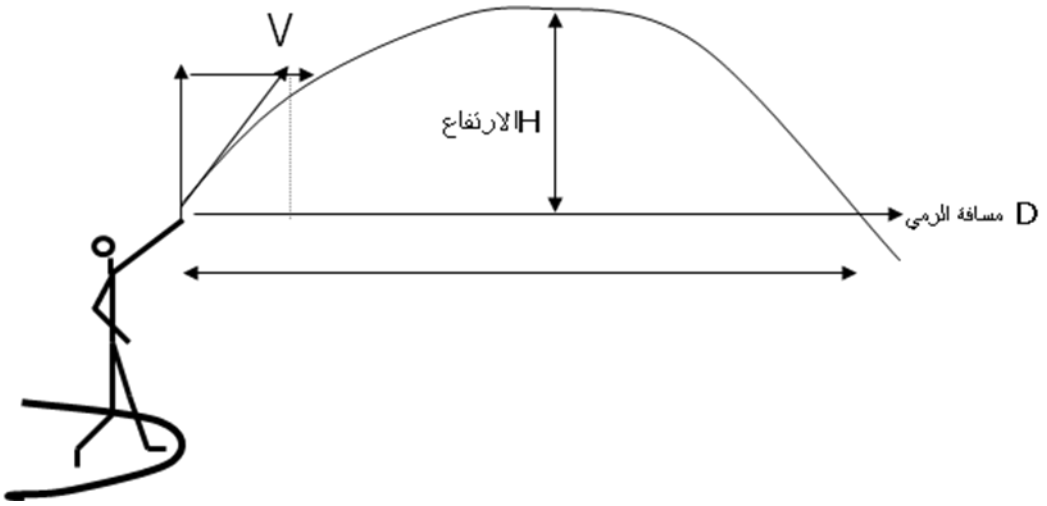
الأجسام المقذوفة بزاوية :-

فيها تتحلل السرعة الانطلاق إلى مركبتين احدهما أفقية موازية الأرض والأخرى عمودية وتشكل مع بعضها زاوية قائمة ، ونتيجة لوقع الجسم المقذوف تحت تأثير الجاذبية الأرضية إثناء الحركة نجد أن مقدار السرعة العمودية يقل تدريجيا" اثناء حركة الجسم في الهواء إلى أن تصل إلى (صفر) في منتصف المسافة وتصبح قيمتها بالسالب إلى أن تصل الأرض إما السرعة الأفقية فتبقى ثابتة من لحظة الانطلاق إلى لحظة الهبوط .

العوامل التي تؤثر على الجسم المقذوف بزاوية وتحدد مسافته هي :-

١- سرعة الانطلاق .
٢- زاوية الانطلاق .
٣- ارتفاع نقطة الانطلاق .
٤- سرعة الرياح (مقاومة الهواء) .
٥- الكتلة .

قانون استخراج المسافة في الأجسام المقذوفة بزاوية :-



تظهر أهمية تأثير الجاذبية الأرضية في جميع مسارات الطيران بغض النظر عن كونها مسارات طيران للجسم ككل أو مسارات طيران للأدوات المختلفة ، فأنها لايمكن أن تستمر في الطيران في اتجاه خطي ، حيث تتخذ مسارا وتتجه نحو الأرض تحت تأثير الجاذبية الأرضية ، مع ثبات مقدار واتجاه هذا الجذب على مسار الطيران ، الذي يتخذ مسارا منحنيا .

- يمكن حساب ارتفاع المنحني (في القمة) من العلاقة التالية
- $H = (V2/ 2 g) \times \sin 2$
- أما مسافة الرمي فيمكن حسابها عن طريق القانون التالي
- $D = (V2/ g) \times \sin$
- نلاحظ أن كلا القانونين تدخل الجاذبية كمتغير رئيسي في حسابهما
- أما في الارتفاعات العمودية فيمكن حساب الارتفاع المتحقق من خلال القانون التالي
- $H = V2/ 2 g$
- ولقد تم تحديد القانون التالي لقياس المسافة الأفقية التي يحققها المقذوف بالعاب القوى (قرص – ثقل – رمح – مطرقة – لاعب وثب طويل) من خلال سرعة انطلاق المقذوف وقوة الجذب الأرضي وكما موضح بالعلاقة التالية
- $D = V2/ g$
- حيث V م/ث سرعة الانطلاق و g التعجيل الأرضي (9.8 م / ث 2) لكل ما ورد من قوانين في أعلاه، حيث يلاحظ إن قوة الجاذبية تدخل في معظم القوانين الخاصة بالمقذوفات والتي تعتبر أحد المقاييس المهمة في التأثير على المسافات التي يحققها المقذوف سواء عموديا أو أفقيا.
- من اجل إيجاد أعلى ارتفاع لمسار القرص الذي ينطلق بسرعة نهائية مقدارها 25.8 م/ث وبزاوية انطلاق29.7 ْ(هذه السرعة حقق بها اللاعب ريدل مسافة 68.24 متر في بطولة العالم باثينا1997)نستخدم القانون أعلاه وهو
- $H = (V2/ 2 g) \times \sin 2$
- $= \{2 (25.8) / 2\times9.8 \} \times$ جا $(29.7) 2$
- = 10متر ارتفاع القرص في اعلى قمة لمساره
- اي ممكن ان نعمل جدار على بعد 3 م بارتفاع 2.82 م لتحقيق السرعة والزاوية المطلوبة للرمي من خلال هذا التحليل
- كذلك يمكن ايجاد اعلى ارتفاع لمسارمركز كتلة واثب الطويل مثلا بنفس الطريقة من اجل ايجاد الوسائل التدريبية لتطوير هذا المسار.

الكينماتيك الزاوي :-

الكينتك :-

هو فرع من فروع علم البايوميكانيك يهتم بدراسة مسببات الحركة والقوة المؤثرة فيها سواء أكانت ناتجة عنها او محدثة لها .ويبحث في مسببات الحركة ونتائج الانقباض العضلي وعلاقته بمثالية الأداء .

- ان الحركة التي تحدث في المجال الرياضي او في الحياة الاعتيادية هي " عبارة عن تأثير متبادل بين القوى الداخلية للرياضي اي قواه الذاتية (العضلية) والقوى الخارجية المتمثلة بقوة الجاذبية الأرضية وقوة الاحتكاك وقوة دفع الماء .....الخ من القوى المحيطة بالفرد والتي تؤثر بشكل مباشر في الأداء .
- عند دراسة الحركة نلاحظ وجود او اشتراك عوامل عديدة تؤثر سلبا" او ايجابا" فيها لذا وجب تحديد العوامل الايجابية التي تساعد

على اداء الحركة وبلوغ الهدف المحدد بجهد اقل وبطريقة ميكانيكية تتناسب وطبيعة الاداء ،والحد قدر الامكان من تأثير القوة السلبية من خلال تغير اوضاع الجسم مثلا"واتباع مسار معين .... الخ .

- يجب المام المدرب او المعني بشؤون الحركة بالقوانين الميكانيكية التي تؤثر في الحركة وطبيعة تأثيراتها السلبية والايجابية ومدى تطبيق نواح متعددة (ميكانيكية ،تشريحية ،وفسيولوجية) وغيرها التي تحدد طبيعة الأداء لكل فرد وفق امكاناتة الشخصية والظروف التي تؤدي فيها الحركة ودرجة صعوبة الحركة .

الكينتك العلمي :-

يهتم بدراسة

١- قوانين نيوتن .
٢- الاحتكاك .
٣- الطاقة .

قوانين نيوتن :-

كانت الحركة في الماضي تدرس من قبل العلماء ضمن اطر مختلفة وتفسيرات غير واضحة ولم يبت بها بشكل نهائي ، وعند مجئ العالم الانكليزي اسحق نيوتن تمكن من وضع ثلاثة قوانين أساسية تعتبر اعمد علم البايوميكانيك في عام (١٦٤٢-١٧٢٧) .

القانون الأول :قانون القصور الذاتي في الحركات العملية :-

ينص هذا القانون على انه من طبيعة الاجسام اذا تركت في مكان معين وهي ثابتة فسوف تستمر في ثباتها الى مالانهاية مالم تؤثر فيها قوة اخرى لتحريكها او العكس اذا كان الجسم متحركا" فأنه يميل الى الاستمرار في حركتة اذا لم تحاول قوة اخرى ايقاف حركتة او تقليلها او زيادتها عندئذيمكن صياغة القانون بالشكل التالي :

" كل جسم يحاول الاستمرار في سكونه او حركته مالم تؤثر فيه قوة اخرى لتغير حالته "

اذن القانون الاول يدرس الاجسام من حيث قصورها الذاتي وتعتبر الكتلة مقياسا" لها

القصور الذاتي = الكتلة

العوامل المؤثرة في القصور الذاتي:-

١- كتلة الجسم :-
كلما كبرت كتلة الجسم كلما زادالقصور الذاتي لذلك الجسم والعكس صحيح .

٢- طبيعة الارض او السطح تتم عليها الحركة :-
اذا كان السطح املس او صقيلا"يتطلب الجسم قوة اقل مما اذا كان السطح خشنا"اوغير مستوفي حالة تحريكه للتغلب على القصور الذاتي .

٣- قاعدة ارتكاز الجسم واتجاهها :-
لها اثر كبير في القصور الذاتي للجسم فلتحرك جسم ذو كتلة معينة وله قاعدة ارتكاز كبيره يتطلب قوة اكبر للتغلب علية ، بينما تكون القوه المستخدم اقل في حالة قاعدة ارتكاز صغيره .

٤-طبيعة حالة الجسم من حيث السكون او الحركة .

قانون القصور الذاتي في الحركات الدائرية :-

بما ان الحركات الدائرية تحدث الابوجود محور دوران وان ابتعاد اطراف الحركة عن المركز محكم بانصاف الاقطار فأن عزم القصور الذاتي في الحركات الدائرية تقابل القصور الذاتي في الحركات الخطية اي ان مقاومة الحركة الدائرية لاتتوقف على الكتلة وانما على بعد الجزء العمودي عن محور الدوران ، فعندما تدور الذراع او الرجل فأن زوايا المفاصل تؤثر في قيم عزم القصور الذاتي لانة يساوي :

عزم القصور الذاتي = الكتلة x (نصف القطر)^{٢}

اما علاقة عزم القصور الذاتي بالسرعة الزاوية فتتناسب تناسبا عكسيا معها فعندما يحاول الرياضي الدوران في الرقص على الجليد بسرعة يقوم بتقريب اجزاء الجسم نحو محور الدوران لتقليل عزم القصور الذاتي فتزداد السرعة الزاوية وعند ابعاد الاجزاء يتم تقليل سرعة الدوران بزيادة عزم القصور الذاتي .

- كمية الحركة في الحركات الدائرية يساوي الكتلة في نصف القطر تربيع في السرعة الزاوية .

كمية الحركة الدائرية = الكتلة x نق ^{٢} x السرعة الزاوية

القانون الثاني :- قانون التعجيل

إن كل حركة تحدث لابد من ان تكون نتيجة تأثير قوة سواء كانت داخلية أو خارجية ويكون مقدار الحركة الحاصلة متناسبا" مع القوة ألمؤثره فكلما كانت القوى المستخدمة كبيره كانت نتيجة الحركة الحادثة اكبر والعكس صحيح ، واتجاه الحركة بأتجاة القوة ألمؤثره نفسه .

كمية الحركة = الكتلة x السرعة

التغير في كمية الحركة = الكتلة (السرعة ٢ – السرعة ١)

فإذا كان الجسم يسير بسرعة س١ فان كمية السرعة الأولى = ك س١ أثرة فيها قوة فأصبحت السرعة س ٢ إذن كمية الحركة الثانية = ك س٢

أن الفرق في كمية الحركة في الحالتين هي :

كمية الحركة الأولى – كمية الحركة الثانية = ك س١ – ك س ٢

لكن التغير في كمية الحركة من الحالة الأولى إلى الحالة الثانية كان بفعل تأثير القوة فتصبح المعادلة كالأتي :-

ق = ك (س ٢ – س ١)

وان التغير الذي حدث في كمية الحركة لذلك الجسم في فترة زمنية معينة ، فتصبح المعادلة كالأتي :-

ق = ك (س – س)/ن

وبما أن (س – س) / ن هو التعجيل للجسم

أذن

يمكننا القول أن المعادلة (القانون) النهائي هو ق = ك x ج

التعجيل = س / ن ، ق = (ك x س) / ن

يعرف قانون نيوتن الثاني :-

" إن تعجيل الجسم يتناسب طرديا" مع القوة المؤثرة وتحدث الحركة بأتجاة القوة "

أو

"يتناسب التغير في كمية الحركة تناسبا" طرديا" مع القوة المؤثرة وتحدث الحركة بأتجاة القوة نفسه "

القانون الثالث :- قانون رد الفعل

إن القيام بأي حركة تتم من خلال قوة يصدرها الجسم (الرياضي) من الممكن إن نعبر عن تلك القوة (بالفعل) ونتيجة لهذا الفعل يحصل الرياضي على قوة مضادة مساوية لمقدار الفعل يمكن ان نطلق عليها (رد الفعل).
فالقوة التي يسلطها الجسم إثناء وقوفه الاعتيادي على الأرض هي عبارة عن وزنه فنجد ان سطح الأرض يرد بقوة مماثلة بالمقدار وعكس اتجاه خط عمل الجاذبية الأرضية .
أما إذا كان الفعل الذي يصدره الرياضي بزاوية معينة مع الأرض فأن رد الفعل يكون بأتجاه الفعل نفسه كما في حركة البدء في الاركاض السريعة .

ويجب ان تكون القوى التي يصدرها الرياضي في اتجاه واحد كي يحصل على قوة مضاده عكس الاتجاة ، فقافز العالي يجب عليه ان تكون حركة الرجل الحرة والذراعين بالاضافة الى الدفع بالرجل الناهضة بما يتناسب وطبيعة المسار الحركي الميكانيكي وبالزاوية المعينة وباتجاه العارضة .

وبذلك ينص قانون نيوتن الثالث :-

" لكل فعل رد فعل مساوي له بالمقدار ومعاكس له بالاتجاه "

القوة من الناحية الميكانيكية

تعرف القوة على انها "المتجه الذي يحدث تغيراً(أو يعمل على احداثه) في كمية الحركة الخطية للجسم. وهذا التعريف مأخوذ من قانون نيوتن الثاني ، ويلاحظ ان القوة اذا اثرت على جسم فانها تؤثر عليه عند نقطة معينة محددة، بمعنى انها اذا اثرت على جسم فانها تؤثر عليه عند نقطة معينة محددة ، لذا فالقوة تتحدد بمقدار واتجاه ونقطة تاثير.خط عمل القوة هو الشعاع المنطبق على اتجاه القوة ماراً بنقطة التأثير.

تأثير القوة :

١- التأثير الاستاتيكي : فيها لاتحدث حركة .
٢- التاثير الديناميكي : الذي يحدث حركة ويمكن التعبير عنة بالمعادلة الرئيسية للميكانيك هي ق = ك x ج

اذن القوة :

- **هي مؤثر إذا أثر على جسم فإنه قد يغير من حالته**
- **والقوة الميكانيكية كمية متجهة تقاس بوحدة (نيوتن)**
- **النيوتن**

هو القوة التي تجذب بها الأرض جسماً كتلته(١كغم) تقريباً لتكسبه تعجيلا مقداره ٩,٨ م/ث^2

- **الوزن :**

الوزن = الثقل = قوة جذب الأرض للجسم = جـ × ك

- **الوزن هو حالة خاصة من القوة حيث يعرف على أنه قوة جذب الارض للأجسام**

فإن الوزن هو قوة وهو كمية متجهة ووحدة قياسه هي الـ (نيوتن). هناك خطأ شائع إذ يستخدم الناس كلمة الكتلة للتعبير عن الوزن (كغم) فمثلا الرجل لا يزن (50 كيلو غرام) بل أن كتلته مقدارها (50 كيلوغرام) وهو يزن (500 نيوتن) عند سطح الأرض وأن كتلة (1 كيلو غرام) تزن (10 نيوتن)

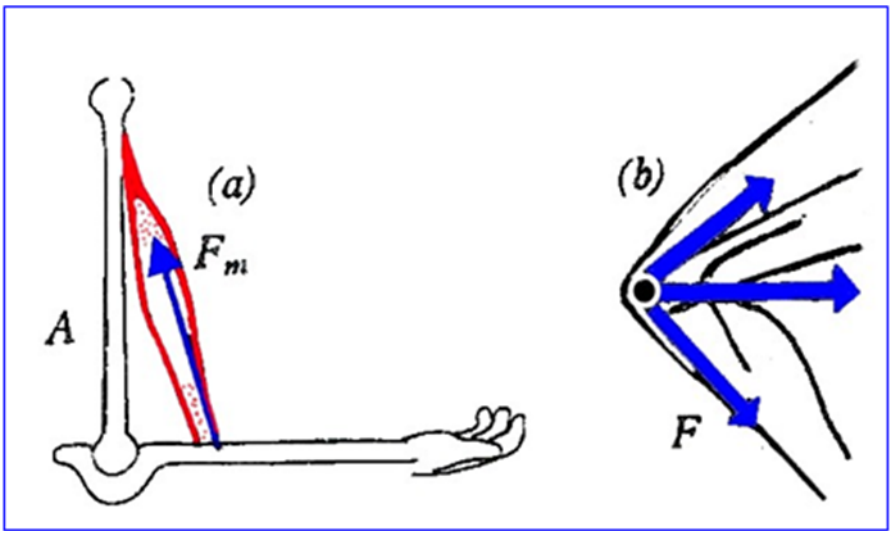
- القوة تمثل بسهم ويدل طول السهم على مقدار القوة ويؤشر رأس السهم على اتجاه القوة ، يجب التمييز بين القوى الداخلية و القوى الخارجية، وكلاهما يجب ان تؤخذ في الحساب عند دراسة ميكانيكية الألعاب الرياضية.

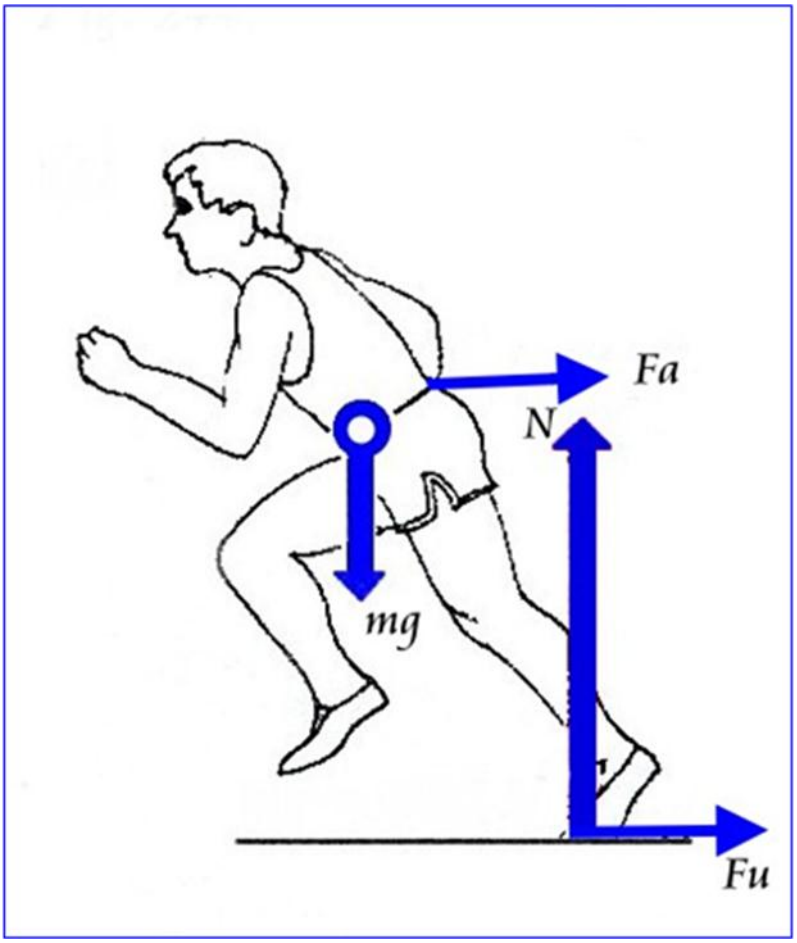
القوة الخارجية في (الشكل ١):

- الجاذبية الأرضية التي تعمل على السحب الجسم (mg).
- القوة التي تظهرها الأرض ضد الجسم (وتسمى بالقوة الطبيعية (N)– رد فعل الأرض).
- قوة الاحتكاك بين القدمين والأرض Fu
- قوة مقاومة الهواء Fa

أما القوة الداخلية:

- قوة العضلة
- قوة الوتر و الرباط والأنسجة الضامة F





شكل (١) يوضح القوى الخارجية

قوة الجاذبية الأرضية :

تعرف قوة الجاذبية على أنها القوة التي تعمل على الجسم في مركز كتلته (راجع الشكل ١)، هذه القوة ناتجة عن سحب الأرض للأشياء باتجاه مركزها، وحجم القوة يعتمد على وزن او كتلة الجسم التي تعمل عليه ،مثال إذا كان وزن جسم يساوي ٦٠كغم فانه يمثل قوة مقدارها ٦٠٠نيوتن، وتستعمل القيمة التالية التي تدل على ان ١كيلوغرام = ٩.٨١ نيوتن عند تحويل الكيلوغرامات إلى نيوتن(نت) و يرمز الى هذه الجاذبية بالحرف(ج)، كذلك يرمز الى كتلة الجسم التي تؤثر عليها قوة الجاذبية بالحرف(ك) لذا فأن القوة نيوتن)=**ج x ك .**

تصنف اتجاهات القوة الى :-

١- القوة على خط عمل واحد :-
تكون هذه القوة بأتجاة واحد أو باتجاهين مختلفين ، يكون استخراج محصلة القوة في هذه الحالة على اساس الفرق بين القوتين في حالة القوى متعاكسة (حدوث حركة) او جمعهما اما اذا تساوت القوتين فتكون المحصلة (صفر).

٢- المتوازية :-
تحدث القوة بشكل متوازي وليس على خط عمل واحد كما في حالة رفع ثقل باليدين لتحقيق وضع ثابت .مثال " اتجاه وزن الجسم او جزء منة + وزن الثقل = باتجاه الأسفل ، القوة المتولدة نتيجة عمل العضلات = باتجاه الأعلى "

٣- المتلاقية :-
عندما يتأثر الجسم بأكثر من قوة مختلفة الاتجاه لكنها تؤثر في نقطة واحد ، يستخدم هذا النوع في تثبيت الاجسام .

٤- العامة :-
يختلف هذا النوع عن الأنواع الأخرى من حيث مقاديرها واتجاهها ونقاط تأثيرها في الجسم وخطوط عملها .

جمع القوى :-

القوة كمية متجهه للتعبير عنها ينبغي ذكر مقدارها واتجاهها .

- عندما تؤثر أكثر من قوة في الجسم فأن محصلتها تساوي المجموع الجبري لهما أذا كانا بالاتجاه نفسه . **م = ق١ + ق٢**
- أذا كان اتجاه هاتين القوتين متعاكسة فأن المحصلة تساوي الفرق بينهما ، أذا كانا على خط عمل واحد وتحدث الحركة باتجاه القوى الأكبر.

م = ق١- ق٢

- في حالة تعادل القوتين تكون المحصلة (صفر) .
- أذا أثرت أكثر من قوة في جسم بينهما زاوية فأن محصلة هذه القوى هي قطر متوازي الأضلاع، اذا كانت الزاوية اقل من ٩٠ او اكثر منها تستخرج المحصلة من القانون التالي .

$م^{٢}$ = $(ق_{١})^{٢}$ + $(ق_{2})^{٢}$ +٢ x ق١xق٢ x جتا ^ .

تحليل القوى :-

ان عملية تحليل القوى هي عكس عملية جمعهما او تركيبهما ففي هذه الحالة نعمل على تحليل القوة الى مركبتيها الافقية والعمودية عندنا تكون المحصلة المؤثره في جسم معلومة .

جا الزاوية = (المقابل)/ الوتر
جتا الزاوية = (المجاور)/الوتر

القوة الطاردة والقوة المركزية :-

ان حدوث اي حركة هو عباره عن مزيج من تأثيرات قوى معينة في الجسم اثناء حركتة فمنها مايؤثر بشكل ايجابي وهنا يعمل الرياضي على تعزيز هذه القوى ورسم حركته بما يتفق والطبيعة الايجابية لتلك القوى المؤثرة ومنها مايؤثر سلبيا"وهي القوى التي يحاول الرياضي ان يحد منها .

- وفي الحركة المستقيمة يكون تأثير القوة متوازنة .

- في الحركات الدورانية :- نتيجة دوران الجسم حول محور نجد ان الجسم يقع تحت تأثيرالقوة الطاردة (لامركزية) الى الخارج ، والقوة المركزية التي تعمل على سحب الجسم نحو مركز الدوران (للداخل) .

العوامل التي تؤثر في مقدار القوة الطاردة المركزية :-

١- سرعة الأداة او الجسم :- كلما كانت السرعة كبيرة اثناء الدوران كان مقدار القوة الطاردة كبير، وبذلك يحتاج الى قوة اكبر لتوليد قوة مضادة .

٢- كتلة الجسم الدائر :- يؤدي دور كبير في مقدار القوة الطاردة على الجسم ، إذ إن بزيادة الكتلة تزداد القوة الطاردة .

٣- نصف القطر ودرجة ميلان الملعب :- كلما كان نصف قطر الملعب صغير (المنحنى شديد التقوس) تكون درجة ميلان الملعب كبيرة كما في مضمار سباق الدرجات الهوائية كانت القوة الطاردة كبيرة .

إذن نجد ان مقدار القوة الطاردة للجسم يتناسب طرديا" مع كل من الكتلة للجسم وسرعته وعكسيا" مع نصف قطر الدائرة التي تتم حولها الحركة ، كما في المعادلة الآتية :-

القوة الطاردة = الكتلة X السرعة تربيع / نصف القطر

يجب معرفة درجة ميلان العداء او راكب الدراجة الهوائية لاستمرار سرعتة دون ان يفقد منها شيئا" يتم ذلك من خلال حساب ظل الزاوية التي يجب ان يميل بها وتكون معادله ظل الزاوية كما يأتي :-

ظل زاوية الميلان = (س)^{٢} / ج x نصف القطر

الوزن و الكتلة :-

تعتبر الكتلة كمية قياسية فهي " مقدار مايحتويه الجسم من من مادة ولاتتغير من موضع لآخر فهي تعبر عن مقدار القصور الذاتي للجسم ، فالجسم الذي كتلته ١٠٠كغم على سطح الارض تبقى كتلتة نفسها لو ارتفع الى ٢٠٠٠٠ الف قدم ، ووحدة الكتلة هي كغم ، غم .

اما الوزن يعتبر كمية متجهه اي (مقدار واتجاه) ويختلف وزن الجسم من موقع لآخر ، فوزن الجسم على سطح الارض يختلف عن ما هو علية سطح القمر ، ايضا" هنالك اختلاف في وزن الجسم بين القطبين وخط الاستواء ، ويعود ذلك الى اختلاف قوة الجذب الارضي لذلك الجسم ، اذا

يختلف مقدار الجذب الارضي عند سطح البحر عنة في المرتفعات ، وحدة الوزن هي نيوتن ، الداين .

وانطلاقا" من قانون نيوتن الثاني :-

و= ك x ج

نستنتج إن كتلته الجسم نفسه لها أوزان مختلفة باختلاف الجاذبية الأرضية .
إذن وزن الجسم هو مقدار الجذب الأرضي على ذلك الجسم .

الشغل ، القدره ، الطاقة .

الشغل :-

كمية فيزيائية غير متجهة تقاس بوحدة ''الجول'' ويعرف الجول بانه'' مقدار الشغل المبذول عندما تقوم قوة ثابتة مقدارها ١ نيوتن بازاحة جسم ما مسافة ١ متر واحد في اتجاه تاثير القوة''.

عند تأثير قوه معينه في جسم وتحرك بفعل تأثير القوه فأنه يكون قد أنجز شغلا" .

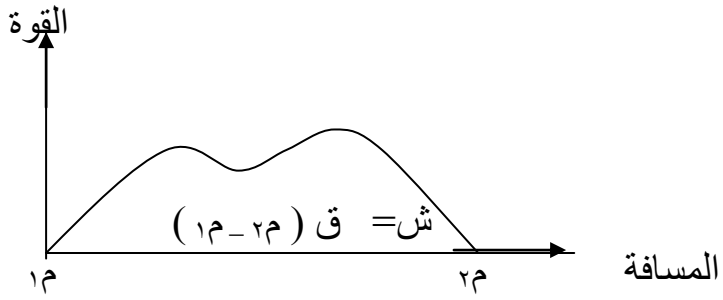
فاذا تحرك جسم بفعل تأثير القوه وقطع مسافة معينه ويعود لنفس النقطة التي بدأ منها فمن " المفهوم الميكانيكي لايوجد شغلا" ، اي يشترط بالشغل ان يكون هنالك ازاحه نتيجة تاثير القوه ، وكلما كانت المسافه المقطوعه كبيره كان الشغل المنجز اكبر .

الشغل = ق x ز

وحدة قياس الشغل هي (نيوتن . متر) يطلق عليها الجول لذا فالشغل هو **"عبارة عن المسافة التي يقطعها الجسم بفعل تاثير قوه معينه ".**

الشغل في الحركات الرياضية يمثل بدالة (القوه – المسافة)

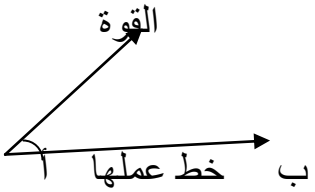
القوة في الحركات الرياضية غير منتظمة فيمكن التعبير عن المسافة التي يتحركها الجسم بفعل تأثير القوة بدالة (القوة – المسافة) ، اي ان الشغل المنجز يساوي المساحة الواقعة تحت منحنى (القوة – المسافة) .



- اما في حالة سقوط الجسم من الاعلى بأتجاة الارض فأن مقدار الشغل المبذول بعفل تأثيرقوة الجذب الارضي (وزن الجسم) .

ش = و x المسافة العمودية (الارتفاع)

يحدث في بعض الاحيان ان تكون حركة الجسم من نقطة الى اخرى بفعل تأثير القوة لاينطبق خط عملها على مسار الازاحة بزاوية معينة .

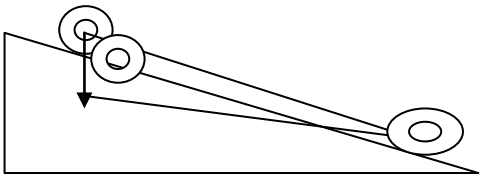


ش = ق x ز x جتا ^

- مقدار الشغل المنجز يكون اكبر كلما كانت الزاوية المحصورة بين خط عمل القوة والازحة صغير وبالعكس .

- اذا حدثت الحركة بفعل تأثير القوة على سطح مائل وليس على سطح مستوا" فأن الشغل في هذة الحالة :-

ش = ق x ز x جا ^



القدرة :-

هو الشغل المنجز خلال وحدة الزمن .

لنفرض أن رباعيين تمكنا من رفع ثقل وزنة ٢٠٠ نت إلى ارتفاع واحد متر فكلاهما يكون قد أنجز الثقل نفسه ولكن اختلافهما في زمن رفع الثقل الى الأعلى فالرباع الأول أنجز الشغل في ثانية واحدة و الرباع الثاني أنجز الشغل في ثانية ونصف فان التفاضل بينهما هو أن انجاز الشغل بفترة زمنية اقل يكون لدية قدرة اكبر.

القدرة = الشغل / الزمن = ق x ز / ن

بما أن ز/ن = السرعة أذن يمكن صياغة المعادلة الآتية :-

القدرة = ق x س

اعتمادا" على هذا القانون نتوصل إلى حقيقة مفادها ان فعل تأثير القوة يكون اكبر عندما تؤدى الحركة بسرعة (بفترة زمنية اقصر) أي أن هنالك تناسب طردي بين قدرة الرياضي وسرعته الحركية .

- وحدة قياس القدرة هي (الجول / الزمن) ويمثل الواط .

الطاقة :-

هنالك أنواع متعددة من الطاقة والذي يهمنا في هذا المجال هو الطاقة الميكانيكية ، اذ ان الرياضي عند ادائة حركة معينة فأنة يمتلك طاقة ميكانيكية تختلف أنواعها باختلاف وضعة إثناء الحركة .

ويقال ان لدى هذا الجسم طاقة تقاس بوحدة الجول/ث ، وتصنف طاقة الحركة الميكانيكية الى طاقة حركية وطاقة وضع(كامنه) .

١- الطاقة الحركية للجسم فتعرف بقدرته على بذل شغل بسبب حركته . فإذا كانت كتلة الجسم ك وسرعته حركته س فإن طاقته الحركية تعطى بالمعادلة الاتية:

الطاقة الحركية = ٢/١ ك x س^{٢}

أي يختلف مقدارها باختلاف كتلة الجسم المتحرك وسرعته أثناء الأداء ،لذا فان الطاقة الحركية يمكن ان تستخدم لتحديد الشدة لزمن الاداء القصوي السريع باعتبارات هذا الزمن وكتلة الرياضي.

٢- طاقة الوضع (الكامنه) لجسم فتعرف بقدرته على بذل شغل بسبب وجوده في موضع يمكنه من بذل ذلك الشغل فمثلا اذا كان الجسم على ارتفاع معين من سطح الارض وتُرك ليسقط سقوطاً حراً فإن الشغل المبذول في السقوط يساوي قوة جذب الارض للجسم (أي وزن الجسم) مضروبا في مسافة السقوط ، اي ان طاقة الوضع تعطى بالمعادلة الاتية :-

الطاقة الكامنة = و x ع

و= ك x ج

وينص قانون بقاء الطاقة على ثبات كمية الطاقة الموجودة في نظام معين (كجسم الانسان مثلا) بحيث يمكن ان تتحول من صورة الى اخرى،
ان تحول الطاقة من شكل لأخر لايقلل من قيمة الطاقة الميكانيكية الكلية وهذا ما نص عليه القانون العام للطاقة (الطاقة لاتفنى ولاتستحدث) اذان الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة = مقدار ثابت .

الكينتك الزاوي :-

تتضمن دراسة الكينتك الزاوي ماهية القوى المسببة للحركات الدائرية التي تحدث حول محور معين ، فقد ذكرنا الكميات الميكانيكيا اثناء الحركات المستقيمة كالقوة والقصور الذاتي ...الخ ولكن يعبر عن هذة الكميات اثناء الحركات الدائرية (الزاوية) بعزومها مثل عزم القوة وعزم القصور الذاتي .
ان الفرق بين حدوث الحركة المستقيمة والدائرية يتمثل في موضع تأثير القوة المسببة للحركة فاذا كان خط عمل القوة مارا" بمركز ثقل الجسم المؤثر فيه تحدث الحركة الانتقالية ، اما اذا كان خط عمل القوة

لايمر بمركز الثقل عندئذ تحدث حركة دائرية وبالاضافة الى ذلك تحدث حركة انتقال الجسم الى موضع اخر في حالة عدم تثبيتة من محور الدوران .

فيتحدد بذلك مقدار تاثيرها فاذا كان موضع ثاثير القوة قريب من مركزالثقل فان كمية حركة الجسم تكون اقل مما لو كان موضع تاثيرها ابعد من ذلك لان القوة في الحركات الدائرية تكون اقل مما لو كان موضع تاثير ابعد من ذلك لان القوة في الحركات الدائرية (الزاوية) لايكون تاثيرها بمقدارها فقط وانما ببعدها عن محور الدوران .

محاضرة نوعية

تطبيقات القوانيت الميكانيكية في الحركات الرياضية

١- دراسة *قانون السرعة في الحركات الخطية* :-

يعني النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم إلى زمن قطع هذه المسافة، فأنه يمكننا من التعرف على العديد **من المميزات البدنية والتدريبية التي يمكن أن نطورها بالتدريب لدى اللاعب.** فمثلا عند دراسة أحد الأرقام العالمية المتحققة بركض (١٠٠) متر مثلا **كلعبة فرديه تعتمد في انجازها على الزمن المتحقق والذي يعني الإنجاز المتحقق، نلاحظ إن هذا الإنجاز يتأثر بكميات ميكانيكية متعددة وهي كل من معدل السرعة والذي يرتبط بكل من المسافة والزمن المستغرق لقطعها، من جهة، ومن جهة أخرى يرتبط هذا الرقم أيضا بمميزات ومكونات خطوة العداء التي ترتبط بالعديد من المميزات البدنية ذات العلاقة بتطبيق الشروط الميكانيكية لاداء هذه الخطوة وهي(زمن الارتكاز وتكراره تردد الخطوات، وزمن الطيران وتكراره ، أي طول الخطوات)**، وبهذا

يمكن إن يكون معدل السرعة هو نتاج لكل من طول الخطوة وترددها ويمكن إن تكون العلاقة التي تربطهم معا هي

معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها

فمعدل السرعة بالنسبة للعداء هو قدرته على أداء حركات متكررة متتالية من نوع واحد في اقل زمن ممكن

السرعة = المسافة / الزمن

وكذلك معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها

إما تردد الخطوات فهو يعني عدد الخطوات

- يمكن من خلال تحليل زمن الـ (١٠٠متر) وبمعرفة مجموع الخطوات التي يقطع بها العداء هذه المسافة ، التعرف على قيم كل من طول الخطوة وترددها وتحديد الضعف في هذه العوامل الذي يؤدي الى ضعف في معدل السرعة والانجاز الكلي والذي يعطي فكرة عن الصفات البدنية التي تؤثر بشكل مباشر على هذه المتغيرات ، وبالتالي المساعدة في بناء برنامج تدريبي لتطويرها .

٢- ***نظرية الطاقة الحركية*** **في تحديد شدة التدريب للاركاض القصيرة:**

من المسلم به إن تحديد الشدة التدريبية عند تدريبات السرعة لعدائي المسافات القصيرة، لغرض تطوير السرعة اومطاولة السرعة الخاصة فان ذلك يتطلب منا اولاً تحديد الزمن القصوى لقطع هذه المسافة القصيرة التي نريد نتدريب لاعبينا عليها، وهذا الزمن يمثل الشدة القصوي له (أي الشدة القصوية ١٠٠%) ثم يتم تحديد الشدة المراد التدريب عليها من هذه الشدة، فمثلا لاعب ١٠٠ متر زمنه القصوى في هذه المسافة هو (١٠ ثانية) وهو يمثل الشدة القصويه له (١٠٠%) واريد لهذه العداء التدريب بشدة ٩٠% وبتكرار (٣ مرات لهذه المسافة) فان تحديد الشدة بالطريقة المعروفة في التدريب يكون بقسمة الزمن القصوى على الشدة المراد التدريب عليها وتكون بذلك:

- ١٠ ثانية \ ٠.٩٠ = ١١,١١ ث هذا الزمن يمثل بشدة ٩٠%
- وهذه الشدة يكون التدريب عليها من قبل العداءين الذين يمتلكون زمن (١٠ ثانية) دون مراعاة أوزانهم او الفروق الفردية لهم. لهذا فقد جاءت نظرية الطاقة الحركية لتعطي واقع الفروق في أزمان هذه الشدة من خلال متغيرات معدل السرعة والكتلة لكل رياضي وكما يلي:

- الطاقة الحركية لعداء يمتلك ١٠ ثانية في مسافة ١٠٠ مثلا وكتلته ٧٠ كغم ، هي
- ط ح = ٠.٥ الكتلة × مربع السرعة
- = ٠.٥ ×٧٠× (١٠٠\ ١٠)٢
- =٣٥٠٠ جول وهي تمثل طاقته الحركية ١٠٠ %
- فلو أريد لهذه العداء إن يتدرب بـ (٩٠%) من طاقته الحركية فنقول:
- ٩٠% من طاقته الحركية = ٠.٩٠×٣٥٠٠
- = ٣١٥٠ جول تمثل شدة ٩٠% من طاقته الحركية الكلية
- وبالرجوع بشكل عكسي الى المعادلة الأولى نقول :
- ط ح= ٠.٥ ك س ٢
- ٣١٥٠= ٠.٥×٧٠× (١٠٠\ن)٢

ن = ١٠.٥٠ ث

اذناً فـ (الزمن = ١٠.٥٠ ث) وهو زمن التدريب بشدة ٩٠% وهذا الزمن يأخذ بنظر الاعتبار كتله اللاعب والتي تعتبر أحد المقاومات الهامة التي يتعرض لها العداء أثناء أداء حركات الركض (عمليات الارتكاز والطيران) ، وبذلك فأن العداء يبذل القوة الحقيقية التي يفترض إن يبذلها ضد الجاذبية وبقوة تتناسب مع هذه المقاومة (كتلة جسمه)،

الكتلة في القوانين الميكانيكيا :

- تدخل الكتله في العديد من القوانين الميكانيكية بدءً من كونها تعبر عن مقدار قصور الجسم الذاتي ،، الى علاقتها بقوة الجاذبية والتأثيرات المحتمله في حركة الجسم او جزء الجسم والتي قد تكون ايجابية في حركه هذا الجسم بزيادة هذه كتلته من جهة ، او سلبية بنقصان هذه الكتله من جهة اخرى، أو العكس ، ووفقاً للقانون الميكانيكي التي يحكمها ، فمثلا قانون نيوتن الاول يقول ان زيادة الكتله يزيد من مقدار القصور الذاتي لها ، وا ن هذه الزيادة في القصور الذاتي مطلوبة عند القيام ببعض المهارات الرياضية (مثل المصارع ، او عداء ١٠٠ متر ،،، الخ) وذلك لارتباط هذه الزيادة أو النقصان بمبدأ **الاتزان والثبات** المطلوب للمصارع عند تطبيق بعض الحركات ، ولعداء ١٠٠ متر للحصول على افضل وضعيه تمكنه من الانطلاق.وعلى هذا الاساس سيتم تناول موضوع **الكتله كأحد المتغيرات الميكانيكية المهمة التي تدخل في العديد من القوانين الميكانيكية والتي من الممكن اعتبارها مؤشرا**

لتقويم العملية التدريبية ، وكذلك عند تعليم بعض المهارات الاساسية التي لها علاقة بهذا الموضوع.

- **أن قانون عزم القصور الذاتي يمكن ان يستخدم في تطوير الحركات والمهارات الرياضية وبدلالته الرياضية التالية :**

- **عزم القصور الذاتي = الكتله × نق** ٢ أي ان (ع ق ص) يتناسب طرديا مع كتلة الجسم ومربع طولها ، وان الكتله تتناسب عكسيا مع مربع الطول، وهذه حقائق يشير اليها هذا القانون الرياضي ، السؤال هنا ، هل من الممكن استخدام هذه المؤشرات وفق هذا القانون في تدريب صفة القوة مثلا ، او في تطوير بعض مهارات القفز او الرمي.....

- في مجال تدريب القوة مثلا يمكن ان تكون كتلة الجسم او جزء الجسم تمثل مقاومة لحركة ذلك الجسم بحكم ارتباطها بقوة جذب الارض والتي تؤثر دائما باتجاه الارض ، لهذا فان حركة هذه الكتله ضد الجاذبية تعني ان الجسم يقاوم هذه الجاذبية ، وتقوم العضلات بتنفيذ العمل ضد هذه المقاومة ووفقا لخصوصية جسم الانسان ،،، ولما كانت كتلة الجسم أو أي جزء من اجزاءه تقريبا ثابتة لايمكن تغييرها لذا يمكن زيادة قسمة المقاومة المتمثله بعزم القصور الذاتي من خلال اتجاهين هما:

- **- بزيادة طول الجسم**

- **- بزيادة كتلته**

- يكون **استخدام الاتجاه الاول لتطوير الاداء المهاري** ، وذلك من خلال التأكيد على اتخاذ الزوايا المناسبة والتي تعطي اقتصادية عالية في الاداء وما يترتب عليه من اقتصاد في استخدام القوة المناسبة في العضلات العاملة على هذه المفاصل ،،، حيث نستطيع من خلال التحكم بزوايا المفاصل العاملة التحكم بأطوال اجزاء الجسم دون أي تناقص في كتلة هذه الاجزاء ، وبالتالي يكون الاتجاه في التعامل بحركة هذه الاجزاء من خلال تطوير القوة لإمكانية احداث هذه الحركة،، فمثلا حركات لاعب الجمناستك (حركات الترك) عند ترك الاجهزة (العقلة او المتوازي او .... الخ)افأنه يميل الى الاقلال من انصاف اقطار الجسم لإمكانية تقليل القوى المقاومة لحركته ولاعطاء هذه الحركة انسيابية عالية وجمالية في الاداء ، حيث ان الاقلال هنا يكون على حساب طول الجزء (سواء كان الذراعين او الرجلين او حتى الجذع) وهذا الاقلال سوف يؤثر في متغير اخر هو **السرعة الزاوية** لهذا

الجزء والذي يعطي بمجمله حركة وسرعة انتقالية عالية للجسم ووفقا للقانون التالي :

السرعة الانتقالية = السرعة الزاوية للجسم × طول الجسم

حيث يظهر التناسب العكسي بين طول الجسم وسرعته الزاوية والتي بمجموعها تتناسب عكسيا مع السرعة الانتقالية.

ومن جهة اخرى يمكن ان تكون الزيادة في السرعة الزاوية على حساب نقصان طول الجسم دليلا لزيادة الزخم الزاوي لذلك الجسم اثناء الاداء ، وهذا الاخير يمكن ان يزيد او ينقص من زخم الجسم الكلي اثناء الانتقال (الحركة). حيث **ان**

- **الزخم الزاوي = عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية**

وعلى هذا الاساس يكون مؤشر عزم القصور الذاتي من المؤشرات التي يمكن التأكيد عليها عند تطبيق المهارات المختلفة وعند تدريس هذه الحركات يجب الاخذ بنظر الاعتبار على اتخاذ الزوايا المناسبة والصحيحة والتي تسهل الاداء الحركي وتسهل عملية تعلم هذه الحركات

- هذا من جهة التأكيد على تحقيق الاطوال في الجسم او في اجزاء الجسم المختلفة عند اداء الحركات ،، أما كيف يمكن استغلال هذه الاطوال كمقاومة لحركتها (حيث يمثل الزيادة في طول هذه الاجزاء زيادة في عزوم قصورها) فيمكن تطبيق بعض الحركات بزيادة نسبية في زوايا الاداء التي تتحقق في مفاصل الجسم ، ولنعطي مثال تدريبي على ذلك ..

يمكن اداء حركات القفز على الاجهزة مثل الحواجز او المساطب بحيث يكون الجسم ممدودا عند اجتياز هذه الحواجز او المساطب ،، وذلك يشكل مقاومة حقيقية لعضلات الجسم العاملة في هذه الحركات .....

من جهة اخرى ،، وعندما لا يمكننا من استخدام مؤشر الطول ليمثل المقاومة المطلوبة ، فيكون الاتجاه نحو زيادة كتلة هذه الاجزاء لزيادة المقاومة والتي ينتج عنها زيادة في القوة التي تتغلب على هذه المقاومة ،،،، ولنأخذ المثال التالي لذلك

،، عند اداء حركات الضربه الساحقة او الارسال الساحق سواء للاعبي الكرة الطائرة او التنس او حركات التهديف للاعب كرة السلة فأننا لايمكن تغير زاويا الاداء لأجل تصعيب الحركة ،، **وإنما يمكننا أن نضيف كتله الى اجزاء الجسم العاملة من اجل زيادة المقاومة والذي يعني زيادة عزوم قصورها ، وهذه الزيادة في العزوم تعني زيادة العبء الملقى على العضلات العاملة والتي يجب ان تتكيف وفقا للزيادة في هذا المتغير ، وبذلك نضمن تطوير القوة في هذه العضلات وفقا لزوايا العمل بالتالي تطوير القوة الخاصة بالأداء.**

ان العمل البدني سواء بإضافة الوزن المضاف أو بزيادة طول الجسم (نق) يجب ان يكون وفقا للاسس التدريبية الصحيحة ، ووفقا للحمل التدريبي العلمي، حيث يجب ان نحدد شدة التدريب وحجمه وكثافته ووفقا لنوع الصفة المراد تطويرها ، حيث يمكن ان يكون العمل بهذين المبدأين باتجاه تطوير السرعة والسرعة الزاوية والقوة الانفجارية والسريعة وبهذا تكون شدة التدريب بحدودها الشبه قصوية والقصوية والراحة وفقا لهذه الشدة . اما اذا كان الاتجاه لتطوير تحمل القوة ومطاولة السرعة فتكون الشدة بحدودها الشبه قصوية او الاقل من الشبه القصوية لتطويرها وفقا لمبدأ القصور الذاتي.

وفي حالة جسم الانسان والذي يتكون من اجزاء متعددة ، فأن عزم القصور الذاتي الدائري يقاس بجمع عزم القصور الدوراني لكل النقاط المكونه للجسم ،

ان مبدأ القصور الذاتي له ارتباط بالزخم الزاوي التي يتحقق في الذراع اثناء الاداء ، وبما ان **الزخم الزاوي = ع ص ذ × السرعة الزاوية**

أذنا جميع الحركات التي تم ذكرها سابقا انما تهدف الى تحقيق الزخم الزاوي المطلوب والذي يتناسب مع طبيعة الحركة الزاوية التي تؤدى في جميع اجزاء الجسم وحسب طبيعة الاداء، ويلاحظ ان الكتله تدخل بقياسات الزخم الزاوي ، حيث ان كل جسم يدور حول محور فأنه يمتلك كمية حركة زاوية (زخم زاوي) ويتعلق هذا الزخم بكل من عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية له ، أي يتناسب الزخم الزاوي طرديا مع كل من عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية (وكلما زادت السرعة الزاوية بنقصان عزم

القصور الذاتي) يزداد الزخم الزاوي ، والعكس صحيح ، أي كلما يزداد القصور الذاتي بثبات السرعة الزاوية يزداد الزخم الزاوي.

ان بزيادة الزخم الزاوي عند تدريب الحركات الزاوية يؤدي الى زيادة الزخم الخطي والذي قانونه (الزخم الخطي = كتلة الجسم × سرعته الخطية) ، لو رجعنا الى قانون السرعة الخطية (الانتقالية) السابق والذي قانونه (السرعة الخطية = السرعة الزاوية×نق) فان احد نواتج الزخم الزاوي هو (د/ث) والذي يعني لنا سرعة زاوية لذا فإننا يمكن ان نعيد صياغة قانون الزخم الزاوي كما يلي:

الزخم الزاوي = ك نق ^{٢} × سرعة خطية/نق

باعتبار السرعة الخطية = السرعة الزاوية × نق ،

لذا فان القانون الجديد يكون **الزخم الزاوي = ك ×نق×س**

وبما س × ك = زخم خطي

لذا فان **الزخم الزاوي = نق ×الزخم الخطي ،**

لذا فان تفسير ذلك هو انه كلما يزداد الزخم الزاوي فان ذلك يكون سببا كافيا لزيادة الزخم الخطي للجسم اثناء الدوران مع ثبات نسبي في طول ذلك الجسم وهذا ما يحدث لدى متسابقي الرمي بألعاب القوى ، ولاعبي الجمناستك في حركات الانتقال الدورانية ، وحركات لاعبي الكرة الطائرة اثناء اداء بعض الحركات الهجومية وكذلك حركات لاعبي كرة القدم ، وحركات الرجلين اثناء التقدم سواء بالاركاض القصيرة او الحركات السريعة المختلفة لمختلف الالعاب ، وحركات ذراعين السباح اثناء التقدم في الماء ..... الخ.

أما فيما يخص ظاهرة **انتقال الزخم** بين اجزاء الجسم ومدى تأثير ذلك في ظهور الحركات وانسيابية الاداء بين اقسام الحركة ، فأن المبدأ الذي يجب الانتباه اليه هو **ان الكتله الاكبر هي التي يجب ان تتحرك اولا في جميع المهارات سواء كان انتقال الزخم من الجذع الى الاطراف أو العكس** ، حيث لايمكن ان نبدأ الحركة بجزء الجسم الاقل كتله من الذراع او الرجل ثم

تحريك الجذع ، ويمكن ملاحظة هذه الظاهرة عند اداء الحركات المثالية للمهارات المختلفة لأبطال العالم في جميع الفعاليات الرياضية سواء كانت العاب جمناستك او العاب قوى او العاب منظمة وألعاب المضرب او الالعاب القتالية ، او المصارعه والملاكمة او حركات الركض المختلفة. **وتشكل هذه الظاهرة الميكانيكية القاعدة الاساسية في تطبيق الاداء الفني الصحيح للمهارات التي ذكرت اعلاه** ، ووفق مبدأ انتقال الزخم بين اجزاء الجسم المختلفة ، والذي يطلق عليه في علم التعلم الحركي ظاهر النقل الحركي ، حيث يمكن اعطاء قيم رقمية لهذا المبدأ وفق القانون الميكانيكي اعلاه وبالتالي يمكن تحويل هذه الظاهرة النوعية الى ظاهرة كمية يمكن تفسيرها وتحليل نتائجها واعتمادها مؤشر من مؤشرات التعلم الحركي ويعكس مدى اتقان اللاعب للمراحل الفنية وانسيابية الاداء بالشكل الفني الصحيح.

ان جميع ما تكلمنا عنه يؤكد حقيقة علمية واحدة ، هي ان ظاهرة انتقال الزخم سواء كان خطي او زاوي او عزوم قصور الجسم والتغلب عليها ، يعني ارتباط تلك المفاهيم بمفهوم القوة الداخلية (العضلية) التي يتميز بها جسم الانسان والتي تسبب حركته ، فلا يغير أي جسم سواء كان لاعب او الاداء من حالته بالحركة او تغيير سرعته ، مالم تؤثر عليه بعض القوى الخارجية والداخلية.

- وهذا المفهوم يربطنا بمفهوم التأثير المتبادل بين هذه القوى ، فإذا كانت القوة الداخلية من الكفاءة العالية والقدرة الكبيرة والكافية للتغلب على القوى هنووالخارجية ، فأن المسارات الحركية لمختلف اجزاء الجسم سوف تظهر بمظهر عالي من المثالية والتوافق والتحكم .