**جامعة بغداد**

**كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات**

**الدراسات العليا / الدكتوراه**

**القوة الميكانيكية والقوة المتزنة وتطبيقها في المجال الرياضي والتأثير المتبادل بين القوة الداخلية والخارجية**

**محاضرة معدة من قبل**

**ا.د هدى شهاب**

**بالتعاون مع طالبات الدكتوراه**

 **شهلاء عبد الهادي لهيمص & سهير كامل**

**1446 هـ 2024 م**

**القوة الميكانيكية :**

من المعروف إن حركة الجسم يمكن إن تحدث بفعل ( تحت تأثير ) القوى المحركة المطبقة عليه ، أو بدون هذه القوى المحركة بالقصور الذاتي ، وعندما تكـــون الـقـوة المعيقة هي القوة المطبقة فقط والقوة المحركة لا تطبق دائما ، فلا توجد حركـــة بـدون القوى المعيقة.

 فالتغير في الحركة يحدث من خلال تأثير القوى ، وفي ذلك تنحصر فكــــرة الجـزء الثاني من القانون الأول لنيوتن عن تغير الحركة تحت تأثير القوى المطبقة ، وبكلمـــات أخرى يمكن القول أن القوة ليست سبب الحركة ، ولكنها سبب التغير في الحركة ، وأن خصائص ومؤشرات القوى تكشف عن العلاقة بين تأثير القوى وبين التغير في الحركة.

 وتعد القوة كمية متجهة تتطلب معرفتها تحديد مقدارها واتجاهها ، وقد تكون ذاتية داخلية مثل القوة العضلية وقوة خارجية مثل قوة الجاذبية الارضية وقوة الهواء والماء والاحتكاك ...الخ .

 والقوة تعني **الفعل او التأثير الميكانيكي الذي يسببه جسم ما ويؤثر بموجبه على جسم اخر مسبباً تأثيراً في حالته الحركية في الثبات او الحركة** . أي ان لها تأثيراً ثابتاً ( ستاتيكي ) وتأثيراً ديناميكياً وتعرف القوة ميكانيكاً بانها **( الفعل الميكانيكي الذي يغير او يحاول ان يغير من حالة الجسم المؤثرة فيه )** اي انها المتجه الذي يحدث تغيرا ( او يعمل على احداثه ) في كمية الحركة الخطية للجسم ، وهذا التعريف مأخوذ من قانون نيوتن الثاني وللقوة ثلاثة خواص هي :

1. المقدار : هو الكمية المحددة للقوة والتي تقاس بوحدة قياس ( النيوتن ) والتي تعادل (0.102 كغم ) .
2. الاتجاه : وهو مسار او طريق القوة كأن يكون اماماً او خلفاً او يميناً او يساراً او عمودياً او بزاوية ( 45° ) مع المستوى الافقي .
3. نقطة التأثير : وهو موضع تأثير القوة في الجسم او الاشياء المراد تحريكها.
4. خط التأثير : هو الخط المستقيم المار بنقطة التأثير عبر الاتجاه المحدد لتأثير القوة ويسمى بخط القوة .

ان القوة تقاس بالنيوتن ( الذي يعبر عن وحدة القوة التي يحتاجها الجسم لرفع كتلة قدرها (0.102 كغم ) او وحدة قياس للقوة التي اذا اثرت في جسم كتلته ( 1 كغم ) تحركه بتعجيل مقداره ( 1 م / ثا2 ) .



من وجهة النظر الميكانيكية ان حدوث اي حركة يقترن بوجود قوة تحدث تلك الحركة وقد تستخدم القوة ولكن دون حدوث حركة ، وعليه فان هناك نوعين من تأثيرات القوة :

* **التأثير الديناميكي للقوة :**

وهو التأثير الذي تحدث نتيجته حركة الجسم مثل كل الحركات الرياضية . ويمكن قياس القوة بالمعادلة الاتية :

1. **القوة = الكتلة × التعجيل ............... في الحركات الخطية**

وبما ان التعجيل = السرعة / الزمن

**فيمكن ان نقول ان القوة ( بالتعويض عن التعجيل ) = الكتلة × السرعة / الزمن**

لو لاحظنا المعادلتين اعلاه للقوة يمكن ان نلاحظ :

1. ان القوة تتناسب طردياً مع الكتلة والتعجيل في المعادلة الاولى.
2. ان القوة تتناسب طردياً مع السرعة ولكنها تتناسب عكسياً مع الزمن في المعادلة الثانية

**مثال :**

ترك الثقل الذي يزن ( 5 نيوتن ) بسرعة ( 10 م / ثا ) يد الرامي خلال ( 0.2 ثا ) . ما هو مقدار قوة دفع الثقل ؟ وما هو مقدار التعجيل ؟

الحل :

السرعة

الزمن

10

0.2

التعجيل = = = 50 م / ثا2 ( المطلوب الثاني)

القوة = الكتلة × التعجيل .

 وبما ان الكتلة مجهولة .

الوزن

التعجيل الارضي

5

9.8

اذن الكتلة = = = 0.5 كغم

اذن القوة = 0.5 × 50 = 25 نيوتن .

لو لاحظنا المثال فاننا نلاحظ ورود مصطلحات الوزن والكتلة ، والتي تختلف فيما بينها اختلاف كبير وكالتالي :

1. الوزن كمية متجهة والكتلة كمية قياسية .
2. الوزن يقاس بالنيوتن والكتلة تقاس بالكيلو غرام .
3. الوزن يعكس مقدار الجاذبية الارضية المسلطة على الاجسام والكتلة تعبير عن (القصور الذاتي) وتمثل مقدار ما يحتويه الجسم من مادة .
4. الوزن يتغير حسب موضعه من مكان الى اخر على سطح الارض او الفضاء الخارجي او بين خط الاستواء والقطبين اما الكتلة فانها ثابتة ولا تتغير بتغير المكان او الموضع.
5. الوزن = الكتلة × التعجيل اما الكتلة = الوزن / التعجيل .

وعليه هناك خطأ شائع اذ يستخدم الناس كلمة الوزن للتعبير عن كتلة الجسم الذي يقاس ب (كغم ) فمثلاً الرجل لا يزن ( 50 كغم ) بل ان كتلته مقدارها ( 50 كغم ) وهو يزن ( 500 نيوتن ) عند سطح الارض لان كتلة ( 1 كغم) تزن ( 10 نيوتن ) اذن 50 × 10 = 500 نت

* **انواع القوى الخارجية .**

**القوة ( اللامركزية ) = الكتلة × التعجيل العمودي ...... في الحركات الدورانية**

* **التـأثير الاستاتيكي للقوة .**

وهو التأثير الذي لا يحدث حركة في اثناء استخدام القوة مثل ( عند رفع ثقل كبير من على الارض فعلى الرغم من تأثير القوة عليه لتحريكه او التغلب على قصوره الذاتي الا انه لا يتحرك) كذلك ( عند دفع الحائط فعلى الرغم من بذل قوة الا انه لا يتحرك ) .

**سؤال :** هل يمكن استغلال قوة جذب الارض بالتدريبات الرياضية لتنمبة القدرات البدنية وكيف ؟

وذلك من خلال تدريبات المقاومة بوزن الجسم وبوزن مضاف ، تدريبات القفز باستخدام الادوات وغيرها لتنمية القدرة العضلية للجسم واجزاءه وحسب خصوصية كل فعالية رياضية .

* **قوة الاحتكاك بين القدمين والارض .**

 الاحتكاك هو القوة التي تحدث عند تحرك سطحين متلاصقين باتجاهين متعاكسين لاتجاه الحركة أو لاحداث حركة ، ويعرف على انه **القوة الناتجة عن مقاومة حركة السطح لجسم معين والمواجه لسطح جسم اخر وتتجه هذه القوة دائماً عكس اتجاه حركة الجسم الاول او الثاني اذا كان احد الجسمين ثابت** ، ولان الاحتكاك هو قوة إذن فهو يحسب بوحدات القوة ، ان قيمة أو مقدار قوة الاحتكاك المتولد تحدد السهولة أو الصعوبة النسبية لحركة مادتين عند الاتصال. اذا حاولنا تحريك جسم حركة افقية على سطح ما فان السطح يرد بقوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه والتي تسمى بقوة الاحتكاك . فحركة الجسم باتجاه القوة تتطلب التغلب على قوة الاحتكاك لاحداث الحركة .

 ان قوة الاحتكاك تتأثر بنوعية السطح ان كان صقيلاً او خشناً ، لذلك فان لاعب الجمناستك يعمل على تقليل احتكاك راحتي يديه خلال دورانه على العقلة باستخدام مسحوق المغنيسيوم لتسهيل انزلاق حركة يديه حول العقلة خلال الدوران ، وكذلك الحال بالنسبة لقافز الزانة الذي يستخدم مواد كيمياوية لاصقة لزيادة الاحتكاك بين القبضة وعمود القفز . لذلك فان للسطوح المتلامسة او المتصلة مع بعضها تأثير كبير في زيادة الاحتكاك اذا كانت السطوح جافة اما اذا كان احدى السطحين مبللاً او مزيتاً فانه يحدث العكس . كما وان قوة الاحتكاك لا تتغير بمساحة السطح ولكنها تتغير بتغير الوزن والتي من شأنها ان تؤثر في مقدار القوة المستخدمة لتغيير الجسم فالجسم الذي وزنه ( 200 نيوتن ) تكون قوة احتكاكه اكبر من الجسم الذي وزنه (150 نيوتن ) اذا كان سطح الاحتكاك موحد للجسمين .

يمكن تحديد معادلة قوة الاحتكاك بالتالي :

قوة الاحتكاك

ضغط الجسم على السطح او ( الوزن )

 معامل الاحتكاك =

او قوة الاحتكاك = معامل الاحتكاك × الضغط

او قوة الاحتكاك = معامل الاحتكاك × القوة العمودية ( الوزن )

**مثال :**

احسب مقدار الاحتكاك بين جسم وزنه ( 100 نيوتن ) وكانت القوة المطلوبة لتحريكه بالاتجاه الافقي تعادل ( 80 نيوتن ) ؟

الحل :

قوة الاحتكاك

ضغط الجسم على السطح او ( الوزن )

معامل الاحتكاك =

80

100

معامل الاحتكاك = = 0.8

ان معمل الاحتكاك نوعين احدهما يسمى بالاحتكاك الشروعي والذي يحدث عندما نحرك الجسم الثابت ، والنوع الثاني يسمى بالاحتكاك الانزلاقي والذي يحدث عندما نحرك الجسم المتحرك ، ويكون معامل الاحتكاك الاول اكبر من الثاني لذلك فان تحريك السيارة وهي ثابتة يتطلب قوة اكبر مما لو كانت متحركة لاكسابها السرعة الحركية . ومعامل الاحتكاك ليس له وحدات قياس وترتبط قيمة معامل الاحتكاك بالنسبة بين القوة العمودية والافقية ، يلاحظ ان قيمة معامل الاحتكاك تتراوح بين ( 1 – 0,00001 ) .

* **القوة الطاردة والقوة المركزية .**

 خلال دوران الجسم حول محوره يتعرض الى وقوعه تحت تأثير قوة تسحبه للخارج وبالاتجاه البعيد عن محور الدوران كما هو الحال برمي المطرقة . لذلك يعمد الرياضي الى موازنة هذه القوة التي يطلق عليها باللامركزية او (القوة الطاردة ) من خلال اعطاء قوة للحد من تأثيرها يكون اتجاهها معاكس للقوة الطاردة أي باتجاه المركز والتي يطلق عليها بالقوة الجاذبة (المركزية) . فالقوة الطاردة تؤثر بشكل يؤدي الى حركة المطرقة على مماس الدائرة والقوة الجاذبة توازن هذا التأثير للحفاظ على الحركة الدائرية وحركة المطرقة المماسية والتي لولاها لانطلقت المطرقة في الهواء كما هو الحال عند لحظة الرمي التي يعمل خلالها الرامي على ايقاف مفعول وتأثير القوة الجاذبة .

ان تأثير القوة الطاردة يظهر جلياً عند ركوب الدراجات الهوائية والنارية والسير بها في الاقواس والمنعطفات وكذلك العدائيين في سباقات ( 400 م ) على سبيل المثال . فالرياضيون هنا يميلون الى تخفيف سرعتهم او زيادة درجة ميل اجسامهم نحو محور الدوران ، ويمكن الحصول على مقادير القوتين الجاذبة او الطاردة بالمعادلة ادناه :

الكتلة × ( السرعة )2

نصف القطر

 القوة الطاردة =

من المعادلة اعلاه يمكن ان نوضح ان كل من القوة الطاردة والجاذبة تتناسب طردياً مع كل من الكتلة ومربع السرعة وتتناسب عكسياً مع نصف القطر .

ان سرعه الدوران هي العامل الاكثر تاثير على كمية قوة الجذب المركزية لان قوه الجذب المركزية تتناسب مع مربع السرعة او السرعة الزاوية . واستنادا الى قانون نيوتن الثالث فهنالك قوه مساوية بالمقدار ومعاكسة بالاتجاه تتولد كرد فعل للقوة المركزية وتسمى هذه القوة قوة الطرد المركزي ولان قوه الطرد المركزية توجد فقط في صيغة رد الفعل فان القوة الطاردة المركزية وقوه الجذب المركزية تاثر دائما على الاجسام المختلفة فعندما تتارجح كرة بسلك في دائرة فان للسلك قوه جذب مركزية على الكرة تسبب البقاء على مسارها الدائري وتسلط الكره قوه طرد مركزيه على السلك ، تحافظ على بقاءه متوتراً . فاذا انقطع السلك وتوقف طيران الكرة على مماس مسارها الدائري فسيختفي حدوث كلا القوتين الجاذبة والطاردة المركزية .

* **قوة الجذب المركزية :** عبارة عن قوة باتجاه مركز الدوران لاي جسم دائري .
* **قوة الطرد المركزية :** هي عبارة عن قوة رد الفعل مساوية في المقدار وفعالة في الاتجاه لقوه الجذب المركزي.



عندما تدور المطرقة فان اللاعب الرامي سيسلط قوه جذب مركزية على المطرقة وبالمقابل تسلط المطرقة قوه طرد مركزية مساوية في المقدار ومعاكسة بالاتجاه على الرامي .

**مثال :**

احسب مقدار نصف قطر المنحنى الذي يجري عليه عداء كتلته ( 80 كغم ) بسرعة ( 8 م / ثا) ومقدار القوة الطاردة المؤثرة عليه ( 50 نيوتن ) ؟

الحل :

الكتلة × ( السرعة )2

نصف القطر

القوة الطاردة =

80 × ( 8 )2

نق

80 × 64

50

50 =

نق = = 102.4 تقريباً .

80 × ( 8 )2

نق

80 × 64

50

ان الاساس الذي تبنى عليه المواجهة هو ليس معرفة مقدار القوة لمواجهة القوة الطاردة بل معرفة مقدار درجة الميلان لجسم العداء او راكب الدراجة للحد من تأثير القوة الطاردة للجسم خارج الدوران خلال السرعة الحركية والتي يمكن حسابها من خلال حساب ظل زاوية الميل وبالمعادلة التالية :

( السرعة )2

 التعجيل الارضي × نصف القطر

 ظل زاوية الميل =

**مثال :**

احسب مقدار الزاوية التي يجب ان يميل بها العداء الذي يجري حول الاقواس بسرعة ( 30 قدم / ثا ) علماً ان نصف قطر الدائرة يساوي ( 60 قدم ) ؟

الحل :

( 30 )2

32 × 60

900

1920

ظل الزاوية = = = 0.648

ثم ذهبنا الى الجدول الخاص بقيم ظل الزاوية ووجدناها تعادل ( 25 درجة ) .

* **العلاقة بين سرعة وكتلة الجسم الدائر والقوة الطاردة .**
1. هناك علاقة بين سرعة الجسم الدائر والقوة الطاردة عن المركز وهي علاقة طردية ، فكلما كانت السرعة كبيرة اثناء الدوران كانت القوة الطاردة المركزية كبيرة وبذلك يكون العبء كبير على العضلات لتوليد قوة مماثلة ومضادة للقوة الطاردة . وهذا يفسر احتياج رامي المطرقة الى كتلة عضلية كبيرة وقوة عضلية كبيرة في الذراعين ولعضلات الجسم
2. هناك تناسب طردي بين كتلة الجسم الدائر والقوة الطاردة المركزية ، اذ ان زيادة كتلة الجسم تؤدي دوراً كبيراً في زيادة مقدار القوة الطاردة ، فكلما كانت كتلة الاداة كبيرة كانت القوة الطاردة كبيرة .
3. تتناسب القوة الطاردة عكسياً مع نصف قطر الدائرة التي تتم حولها الحركة . كلما زاد نصف القطر قلت القوة الطاردة المركزية وبالعكس .

**سؤال :** كيف يمكن التغلب على القوة الطاردة من وجهة النظر الميكانيكية عندما تكون الحركة حول محيط الدائرة مثل الركض على المنحنى في فعاليات عدو 200 م و 400 م وكذلك راكب الدراجة ورمي القرص والمطرقة ؟

**ج/** في الفعاليات اعلاه عندما يقع فيها الرياضي تحت تأثير القوة الطاردة اثناء دورانه حول محيط الدائرة فلكي يتغلب على القوة الطاردة فانه يعمل على .

1. اما تخفيف سرعته وهذا يؤثر على نتيجة المنافسة .
2. او يعمل على تغيير ميكانيكية وضع جسمه اثناء الركض ن ومن العوامل الميكانيكية التي ياخذها العداء بنظر الاعتبار عند الركض على المنحنى او اللاعبين في باقي الالعاب الرياضية ولكي يبقى اللاعب محافظاً على سرعته مع التغلب على القوة الطاردة فانه يعمل على :
* ميلان الجسم الى الداخل .
* الركض على الجانب الوحشي من القدم الداخلية وكلما زادت شدة المنحنى زادت الحاجة الى ميلان الجسم بشكل اكبر الى الداخل ( لان نصف قطر الدائرة قليل) فيحتاج الى ميلان اكبر مما لو كان نصف قطر الدائرة كبير عندئذ تكون درجة الميلان قليلة .
* زيادة حركة الذراع الخارجية .
* **دفع القوة.**

الدفع عبارة عن القوة الموضوعة في وحدة الزمن بمعنى اخر مقدار القوة المؤثرة في فترة زمنية .

حيث ان :

الدفع = القوة × الزمن ويقاس بالنيوتن .

تعتمد قيمة الدفع على :

* الزمن الذي تؤثر فيه القوة
* مقدار القوة المؤثرة

 ان الدفع كمية ميكانيكية تتأثر كما يظهر بالقوة وزمن تأثيرها ويرتبط الدفع المؤثر على جسم ما بالتغيير الذي يحدث في كمية الحركة للجسم نتيجة تاثير القوة عليه . ويمكن ايجاد العلاقة بين كمية الحركة لجسم ما وبين الدفع الواقع على هذا الجسم من خلال قانون نيوتن الثاني ، الذي ينص على انه عندما تؤثر قوة ما ( F ) على جسم كتلته ( m ) فانها تكسبه تعجيلاً ( a ) يتناسب طردياً مع مقدار القوة المرؤثرة وتكون الحركة باتجاه القوة ، ومن خلال ما تقدم نستطيع ان نثبت ان دفع القوة يساوي التغيير في كمية الحركة ، ومن خلال الاشتقاق الاتي :



ان التعامل مع موضوع الدفع في الفعاليات الرياضية يتعلق بالعاملين المؤثرين في قيمة دفع القوة وهما ( القوة والزمن ) حيث ان العاملين يؤثران طردياً في قيمة الدفع ولكن العلاقة ما بين القوة والزمن عكسية اي ان زمن الدفع عند الارتقاء في الوثب العريض يؤدي الى تقليل القوة في لحظة الدفع وهذا له تأثير سلبي على الانجاز ، من هنا فان الزمن القصير والاستخدام العالي للقوة في لحظة الدفع يتعلق بنواحي الاداء المهاري والسرعة الاقترابية للوثب .

* **اهمية دفع القوة للحركة .**
1. الاقتصاد في الجهد المبذول من خلال تنظيم التبادل الامثل بين الانقباض والانبساط ( الشد والارتخاء ) .
2. تاخير ظهور التعب من خلال تنظيم وقت امداد الجسم بالاوكسجين ( التنفس في الزمن المناسب من الحركة ) .
3. رفع مستوى الاداء المهاري والانجاز .
4. توجيه مسار القوة في الفترات الزمنية المناسبة .
* **القوة المعيقة : hindering force )[[1]](#footnote-1)(**

 يجب الاخذ بنظر الاعتبار التداخل بين العوامل الميكانيكية التي تحدد الاداء في معظم الرياضات فعلى سبيل المثال نجد ان معظم المحددات الميكانيكية والتي تدخل في صياغة المعادلات الميكانيكية التي تعد عوامل اساسية في تطبيق معظم الاداءات الحركية كالاحتكاك وقوة الماء ( المائع ) والقوة الطاردة المركزية وقوى مقاومة الهواء والتي تؤثر بشكل مباشر على تعجيل الجسم وسرعته ويمكن ان تكون هذه القوى معيقة او مساعدة في بعض الاحيان.

 تتولد القوة المعيقة عند حركة اللاعب في وسط مائي او هوائي مما يتطلب ذلك من اللاعب ان يبذل شغل عضلي للتغلب على هذه القوى المعيقة الناتجة عن هذا الوسط .

ويمكن حساب القوة المعيقة من خلال المعادلة التالية :

القوة المعيقة = 1 / 2 × كثافة الوسط × مساحة السطح المعرض للإعاقة × معامل الاعاقة × مربع السرعة

**ان القوى الخارجية تقسم الى :**

**القوى الخارجية الايجابية** : وهي تلك القوة التي تتمكن من ان تأتي بحركة كالجاذبية الارضية ، قوة الزميل .

**القوى الخارجية السلبية** : وهي تلك القوة التي تأتي على اساس رد فعل لقوى اخرى او في اكثر الاحيان رد فعل لقوة عضلات الرياضي , مثل مقاومة الماء في السباحة ، قوة الاحتكاك في الركض.

**القوة المتزنة .**

 هي القوى التي توازن بعضها البعض ، عند التصرف بناءاً على جسم ما ، مما يتسبب في الحفاظ على توازنه وعدم تسارعه. إذا كانت القوى التي يتم تطبيقها على الجسم متساوية في الحجم لكن معاكسة في الاتجاه ، فيُقال أن القوى متوازنة.

عندما يتم تطبيق القوى المتوازنة على جسم ثابت ، فإنها تظل ثابتة ، ولكن عندما يتم تطبيقها على جسم متحرك ، فإنها تستمر في التحرك بسرعة ثابتة ونفس الاتجاه. ستكون القوة الصافية ( أي القوة الكلية أو الناتجة الناتجة على الجسم ) صفراً لأن القوى تعمل في الاتجاه المعاكس ، مما يؤدي إلى إبطال بعضها البعض.

وعليه تعني القوة المتزنة القوة التي لا تغير حالة حركة الجسم . على العكس من ذلك ، فإن القوى غير المتوازنة هي تلك التي تؤدي إلى التغيير في حالة حركة الجسم .

* هل سبق لك أن لاحظت أنه كلما أردت نقل جسم ما ، إما يتم دفعه أو سحبه ؟ في الفيزياء ، تُسمى الحركة ( الدفع أو السحب ) للجسم ، باسم القوة ، والتي تنشأ بسبب تفاعل الجسم مع الآخر. القوة تحدث في أزواج ، يمكن أن تكون متوازنة أو غير متوازنة.

**القوى غير المتزنة.**

 هي القوة التي لا تقابلها قوة متساوية في الحجم والاتجاه المعاكس تماما ، مما يؤدي إلى اختلال التوازن في الجسم ويتسارع في النهاية ، تُعرف باسم القوى غير المتزنة . حجم القوى المطبقة غير متساوٍ ، وكذلك الاتجاه الذي تُطبَّق به القوة يمكن أن يكون واحدا أو مختلفا.

في القوى غير المتزنة ، ستكون القوة الصافية غير صفرية ، وسوف يتحرك الجسم في اتجاه القوة الأكبر. وبالتالي ، فإنه يتسبب في تسارع الجسم ، أي تحرك الأجسام الثابتة ، أو تحريك الأجسام بسرعة أو إبطاء أو إيقاف أو تغيير اتجاه الحركة.

**الاختلافات الرئيسية بين القوى المتزنة وغير المتزنة** .

يمكن ان نلخص الفرق بين القوى المتزنة وغير المتزنة بما يلي :

1. عندما تكون القوى الفردية المطبقة على جسم ما بنفس الحجم والاتجاه المعاكس ، فإن القوى تعرف باسم القوى المتزنة. من ناحية أخرى ، عندما تكون القوى المؤثرة على الجسم بأحجام مختلفة ، فإن القوى تعرف باسم القوى غير المتزنة.
2. في القوى المتزنة ، يكون حجم القوتين متساويا ، بينما في حالة القواى غير المتزنة ، يكون حجم القوتين غير متساوٍ.
3. في القوى المتزنة ، تعمل القوتان الفرديتان في الاتجاه المعاكس. على العكس ، في القوات غير المتزنة ، القوات الفردية إما تعمل في نفس الاتجاه أو في الاتجاه المعاكس.
4. القوات المتزنة تتسبب في بقاء الجسم في حالة ثبات. في مقابل هذا ، تتسبب القوى غير المتزنة في تحريك جسم ثابت في اتجاه القوة الأكبر.
5. إذا كان الجسم في حالة حركة وتم تطبيق قوى متزنة ، فسيستمر الجسم في التحرك بنفس السرعة. على العكس من ذلك ، إذا تم تطبيق قوى غير متزنة على جسم متحرك ، فسوف يتباطأ أو يسرع أو يتوقف أو يتغير اتجاهه.
6. إذا كانت القوى التي تطبق على الجسم متزنة ، فستكون القوة الصافية صفرية ، حيث تقوم القوتان بإلغاء بعضها البعض ولن تؤدي إلى تغيير في حالة الثبات / الحركة.
7. على عكس ، إذا كانت القوة المطبقة على جسم ما غير متزنة ، فإن القوة الصافية ستكون غير صفرية ، مما يؤدي إلى التغيير في حالتها.

**س /** ما الذي يحدث للجسم اذا زادت القوة غير المتزنة المؤثرة عليه .

**ج /** اذا زادت القوة غير المتزنة المؤثره على جسم فأن الجسم يبقى مستمراً في حالة السكون أو يغير من حركته في اتجاه القوة الاكبر.

* **التاثير المتبادل بين القوى الخارجية والداخلية**

 عندما يسلط الرياضي قوة على الأرض للنهوض إلى الأعلى فهذا يعني أن رد فعل الأرض سيساوي القوة المسلطة ويعاكسه في الاتجاه ، ومن المعلوم لدينا أن اتجاه الوزن ( وزن الرياضي) دائما إلى الأسفل كتوضيح لمفهوم جذب الأرض للأشياء فان اتجاه رد فعل الأرض سيكون إلى الأعلى أي بمعنى أن الرياضي عندما يؤثر بقوة إلى الأرض فان الأرض سيرد ذلك إلى الأعلى أي إن رد الفعل سيكون بالاتجاه الموجب ومع اتجاه قوة العضلات أي:

رد الفعل = قوة العضلات

وبما أن وزن الجسم في اتجاه معاكس لرد الفعل فإننا نستطيع أن نستنتج أن

**رد الفعل = قوة العضلات – وزن الجسم**

 ولتوضيح ذلك في مثال ، لو أدى الرياضي حركة ثني مفصلي الركبتين من الوقوف بشكل غير مبالغ فيه ( انسيابي ) فهذا يعني تغلب وزن الجسم على قوة العضلات وافتراضا أن وزن الرياضي كان ( 1000 نيوتن ) وكانت قوة العضلات في لحظة الثني ( 800 نيوتن ) فان علامة رد الفعل ستكون سالبة لان

رد الفعل = قوة العضلات – وزن الجسم

رد الفعل = 800 – 1000

رد الفعل = - 200 نيوتن

 ونستنتج من ذلك أن رد الفعل سيكون اقل من وزن الجسم في حالة الثني وبالضبط سيكون (1000-200 = 800 أما إذا عكسنا الحالة أي إن الرياضي سيمد مفصلي الركبتين من وضع الجلوس فللتغلب على وزن الجسم الذي مقداره 1000 نيوتن نحتاج إلى 1200 نيوتن ( افتراضا ) فان علامة رد الفعل ستكون موجبة لان

رد الفعل = قوة العضلات – وزن الجسم

رد الفعل = 1200 – 1000

رد الفعل = 200 نيوتن

 ونستنتج من ذلك أن رد الفعل سيكون اكبر من وزن الجسم في حالة المد وبالضبط سيكون ( 1000 + 200 = 1200 نيوتن ) وكما موضح في الشكل



المصادر

|  |  |
| --- | --- |
| **1.** | **صريح عبد الكريم الفضلي. تطبيقات البايوميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي، بغداد: دار دجلة، 2010 .**  |
| **2.** | **صريح عبد الكريم الفضلي ووهبي علوان البياتي. البايوميكانيك الحيوي الرياضي، بغداد: الغدير للطباعة والنشر، 2012 .** |
| **3.** | **حسين مردان عمر, اياد عبد الرحمن : البايوميكانيك في الحركات الرياضية, ط1, العراق, النجف الاشرف, مطبعة النجف الاشرف, 2011 .** |
| **4.** | **محمد جاسم محمد : اساسيات البايوميكانيك, ط1, بغداد, شركة دار الاحمدي للطبع, 2010 .** |

1. www.books.google.iq [↑](#footnote-ref-1)