ماهية القوة ميكانيكياً وتطبيقاتها في المجال الرياضي

What is force mechanically? and its applications in the field of sports

Prepared by:

Prof. Dr. Ahmed Waleed Abdulrahman **Assist. Prof. Dr. Mohammed Mutlak Badr**

Postgraduate Studies (Ph.D)

2025 – 2026

مفهوم القوة (The Concept of Force)

- القوة - ميكانيكياً هي الفعل الميكانيكي الذي يغير أو يحاول تغيير حالة الجسم الحركية أو الشكلية الذي يؤثر فيه وتقاس القوة بوحدات النيوتن أو الداين.
- وتمتلك القوة أهمية كبيرة في المجال الرياضي كونها تحتل موقع الصدارة في تسلسل عناصر القدرات البدنية لجميع الفعاليات الفردية والجماعية وبنسب مختلفة.. وتتمثل هذه القوة بالقوة الذاتية للرياضي أي قوته العضلية، والتي هي نوع من أنواع القوى الكثيرة ومنها المغناطيسية والكهربائية وغيرها.. ولكن ما يهمنا في دراستنا للبايوميكانيك هي القوة المسببة للحركة والتي تنتج عن التأثير المتبادل بين القوى الداخلية التي تتمثل بقوة العضلات والقوى الخارجية المحيطة بالفرد والتي تؤثر بشكل فاعل في مقدار القوة التي يستخدمها الفرد لاداء حركة معينة.
- القوة من الكميات المتجهة و التي يمكن تمثيل محصلتها بسهم مرسوم على المحاور الديكارتية فالقوة دائما لها نقطة تأثير و اتجاه عمل.
- و يمكن أيضا ان نبين كميتها بيانيا من خلال (طول سهم المحصلة).

القوة ممكن أن:

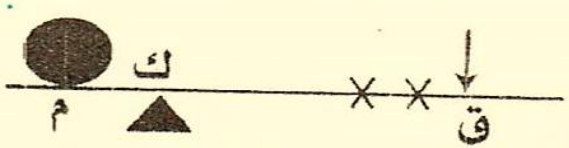
1. تكسب الجسم حركة
2. توقف حركة الجسم
3. تغير إتجاه حركة الجسم
4. تقلل أو تزيد من سرعة الجسم
5. موازنة تأثير قوة اخرى لغرض إبقاء الجسم في حالة ثبات.

Force	F
mass	m
acceleration	a

- من وجهة النظر الميكانيكية إن حدوث أي حركة يقترن بوجود قوة تحدث تلك الحركة ولكن العكس غير صحيح.
- يمكن التعبير عن التأثير الديناميكي للقوة (أي انتاج حركة معينة) بالمعادلة:
- **القوة(F)= الكتلة(m) × التعجيل(a)**.. كما هو الحال عند دفع ثقل أو سحب زميل أو رمي كرة.
- كما لا بد من التذكير بأننا اشرنا سابقا للعلاقة الجوهرية بين الكتلة و التعجيل الأرضي و التي تمثل (الوزن)، و هي فلسفيا تمثل قوة حيث ان $W=m \cdot a$ الوزن يساوي حاصل ضرب الكتلة بالتعجيل الأرضي.

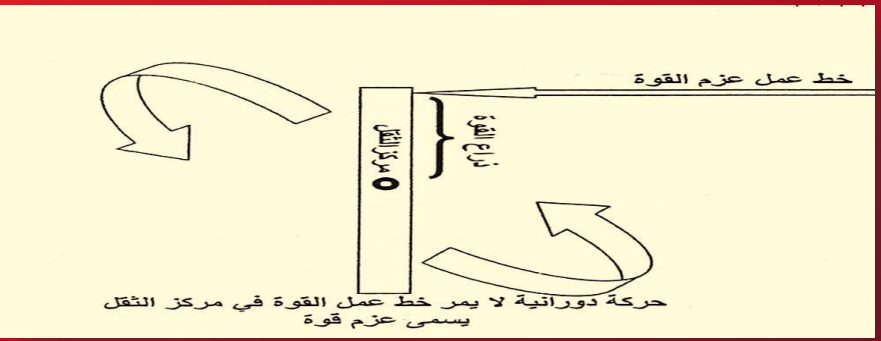
- التأثير الاستاتيكي الذي لايحدث عنه حركة عند إستعمال القوة.. كما في حالة دفع الحائط أو محاولة التغلب على ثقل كبير على الارض.
- لدراسة القوة ككمية ميكانيكية.. يجب ذكر خصائص (مواصفات) القوة أي وصف كمي لها وهذا يتضمن: مقدارها – إتجاهها (خط عملها) – نقطة تأثيرها.

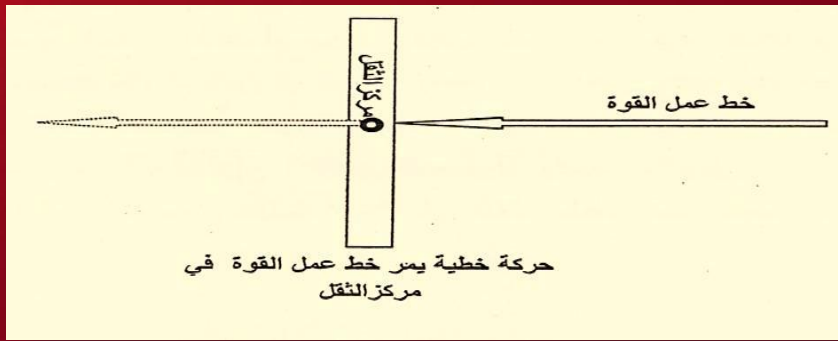
يبين الشكل مقدار القوة من خلال طول السهم الممثل لها
وإتجاه القوة (خط عملها) من خلال رأس السهم



يبين الشكل نقطة تأثير القوة

- إن خط عمل القوة ونقطة تأثيرها هما اللذان يحددان طبيعة الحركة، حيث إذا مر خط عمل القوة في مركز ثقل الجسم أي تطابقت نقطة تأثير القوة مع مركز ثقل الجسم، إكتسب الجسم كمية حركة خطية، أما إذا أثرت القوة على الجسم في نقطة خارج مركز ثقل الجسم أي ببعد عمودي عن محور الدوران، إكتسب الجسم حركة دورانية تعتمد كميتها على مقدار البعد عن المحور وكما في الشكلين الاتيين.





مجموع قوى مفاصل الجسم:

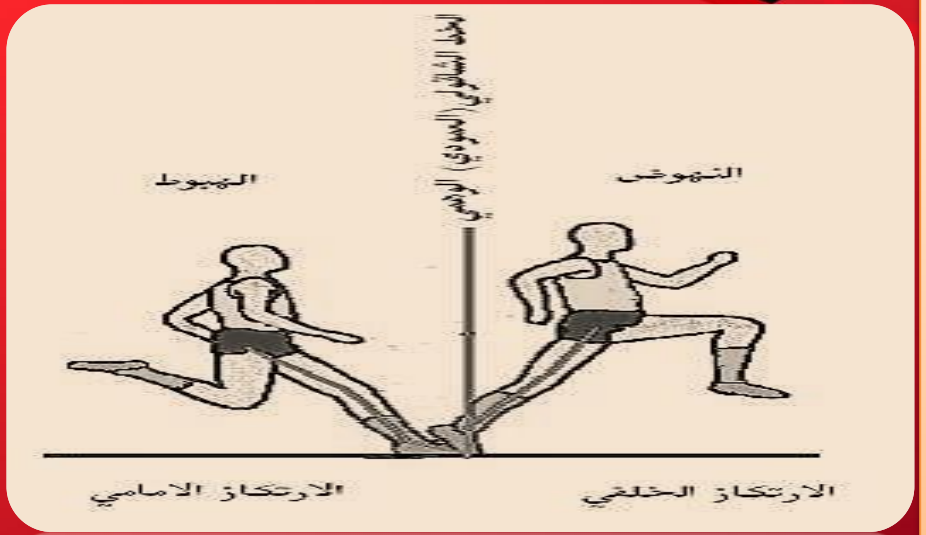
- في في جميع مفاصل الجسم في المهارات الرياضية:
- استخدام المفاصل من الكبير الى الصغير يسهم في تسريع العمل الحركي.
- استخدام المفاصل من الصغير الى الكبير يسهم في إبطاء الحركة.
- السؤال الذي يخطر بالبال هنا:
هل يمكن توصيف عمل بعض العضلات العاملة على (تثبيت المفصل) كعضلات منتجة لقوة ثابتة (استاتيكية) بينما باقي المجموعة العضلية العاملة تسمى (عضلات الواجب الحركي) او (دينماتيكية).
- يبرز هنا مسطلح علمي بايوميكانيكي و تشريحي و هو (عضلة الواجب الحركي) و يمكننا ان نحددها من خلال فهم مراحل المهارة و تحديد متطلباتها البدنية (القوة الازمة لتنفيذها) او بعبارة اكثر دقة (واجب انتاج القوة يقع على أي مجموعة عضلية) و بالتالي تحديد دور كل مرحلة منها (تحضيري،رئيسي،ختامي) و من ثم يمكننا تحقيق مختلف الأهداف البحثية.
- ذراع العزم و الكفاءة الميكانيكية: من المسلمات البايوميكانيكية ان معظم حركات الجسم البشري هي حركات دورانية وفق مبدأ العتلات و التفسير الفيزيائي هو $t=F.r \sin$ او جيب زاوية نصف القطر مضروبا بمقدار القوة (القوة المنتجة من العضلية) يمثل مقدار العزم الازم لتحريك أي طرف في جسم الانسان.

- الدفع (Impulse):
- الدفع عبارة عن القوة الموضوعة في وحدة الزمن بمعنى أخر مقدار القوة المؤثرة في فترة زمنية، ويقاس بـ النيوتن.ث.
- الدفع (Impulse)= القوة (F) × الزمن (t)
- إن الدفع كمية ميكانيكية تتأثر بالقوة وزمن تأثيرها، ويرتبط الدفع المؤثر على جسم ما بالتغير الذي يحدث في كمية الحركة للجسم نتيجة تأثير القوة عليه.
- العلاقة بين الدفع وكمية الحركة من خلال قانون نيوتن الثاني:
- الدفع (Impulse)= القوة (F) × الزمن (t) .....(1)
- القوة (F)= الكتلة (m) × التعجيل (a)
- يتم التعويض عن القوة في المعادلة (1)
- الدفع (Impulse)= الكتلة (m) × التعجيل (a) × الزمن (t).....(2)
- التعجيل (a)= (V1 –V2)/ الزمن (t)
- يتم التعويض عن التعجيل في المعادلة (2)
- الدفع (Impulse)= الكتلة (m) × (V1 –V2)/ الزمن (t) × الزمن (t).....(3)
- يتم إختصار الزمن (t) في المعادلة (3)
- إذن: الدفع (Impulse)= الكتلة (m) × (V1 –V2)
- أي أن الدفع يساوي التغير في الزخم

تطبيق رياضي (مؤشر رياضي) عن الدفع:

كلما كانت قيمة التغير في الزخم موجبة، فإن ذلك يعني ان دفع القوة كبيراً وأن تغير الزخم كان نحو تحقيق سرعة اكبر، والعكس صحيح وهذا يمكن أن يكون مؤشراً تدريبياً يعطي فكرة عن كمية الدفع الذي يحققه اللاعب أثناء الارتقاء، مثلاً في حركات التهديف في بعض الالعاب أو في لحظات الارتقاء في فعاليات القفز بألعاب القوى أو في الحركات المشابهة، ولنأخذ المثال الاتي:

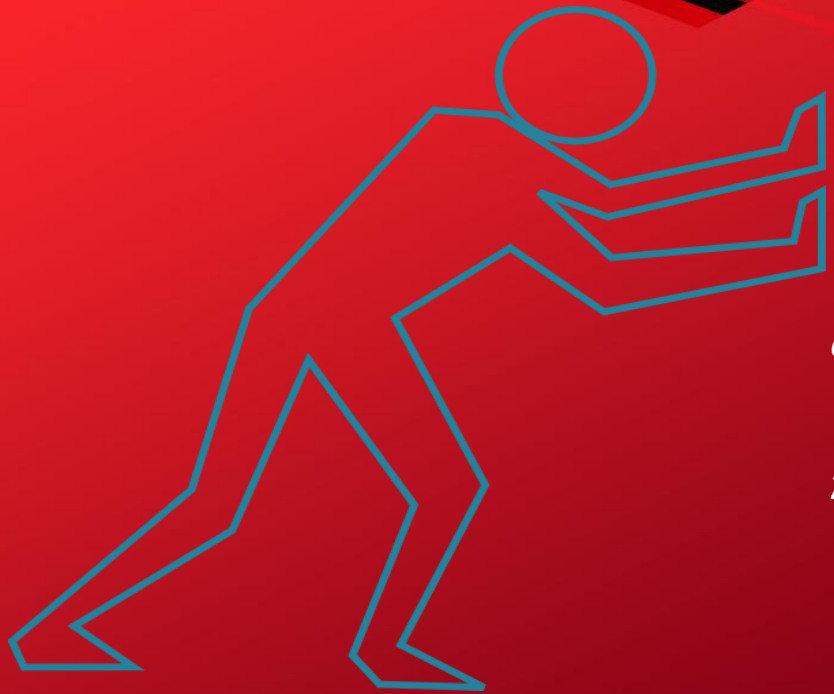
لحظة الدفع للارتقاء بالوثب الطويل مثلاً فأن دفع القوة هنا يكون:



الدفع (Impulse)= الزخم الثاني – الزخم الاول
فلو كانت كتلة اللاعب kg70 والسرعة الاولى لحظة مس القدم الارض قبل الارتقاء s/m8 والسرعة التي ينطلق بها العداء بعد الارتقاء s/m5، فأن دفع القوة يكون هنا (70×5) – (70×8) ويساوي (- s/m.kg210)، وهذه القيمة تدل على ان دفع القوة كان غير مناسب.

أما اذا كان العكس، أي أن السرعة الثانية هي s/m8 والسرعة الاولى s/m5، فأن دفع القوة يكون (+ s/m.kg210) وهي تدل على ان دفع القوة كان عالياً، وأن التأثير إيجابي في الحصول على تزايد في السرعة بسبب بذل قوة أكبر لحظة الدفع.

إن هذا المؤشر يعطي دلالة للمدرب عن كمية دفع القوة المطلوبة والتي يجب على اللاعب أن يطبقها في حركات متعددة، كحركات (الدفع عند الركض السريع – حركة الارتقاء للتهديف بكرة اليد أو السلة أو الكبس بالكرة الطائرة... الخ).



أهمية تطور دفع القوة في التدريب الرياضي:

- **يظهر التأثير المباشر لهذه القدره في كل المهارات الرياضية لمختلف الفعاليات والالعاب، والتي تحدث فيها عملية وثب، ومن المنطقي ان تكون هذه القدرة (دفع القوة) احد العوامل المحددة للمستوى في هذه الالعاب وبذلك تشكل أحد اهداف التدريب الرئيسية، ويؤدي أي تقدم يحدث في دفع القوة الى تقدم في مسافة أو ارتفاع الوثب، ويمكن التفريق بين ثلاثة تأثيرات مباشرة لدفع القوة وكما يأتي:**
- **1.ان تطور دفع القوة من خلال التدريب يؤدى الى حدوث زيادة في مسافة أو ارتفاع الطيران وهذا ايضا يرجع الى تقدم مستوى الصفات البدنية بشكل عام، مثل الوثب العالي والوثب الطويل والثلاثية.**
- **2.إن تطور دفع القوة يؤدي أيضاً الى زيادة مسار الطيران للجسم والذي يشكل احد المقاييس التي تدل على تطور دفع القوة، حيث يشكل استمرار طيران الجسم والحركات الصعبه التي يؤديها اللاعب خلال هذا المسار** دليلا على مقدار دفع القوة الفعال الذي بذله اللاعب، مثل قفزة الحصان ووثبات الجمناستك الأرضي والوثب طويل.
- 3.قد يوفر دفع القوة الفعال قفزه بارتفاع عمودي كبير وبالتالي تهيئة ظروف مناسبة لاداء بعض المهارات مثل مهارة التصويب مع القفز بكرة السلة، وكرة اليد، والضربة الساحقه، ومهارة الصد والارسال الساحق بكرة الطائرة، وضرب الكرة بالرأس، والقفز لمسك الكرات العالية لحامي الهدف بكرة القدم.

س/ – علل – وضح لايتوقف مستوى تدريب هذه القدرة (دفع القوة) على مستوى القوة الحركية للعضلات المادة الرجلين.

ج/ يعتمد على نوع التدريبات المطبقة، وفي جميع الأحوال يجب ملاحظة الامورالتي تخص الجانب الميكانيكي عند تدريب هذه القدرة.

س/ وضح أهمية التدريبات الارتدادية في مبدأ دفع القوة وعلى ماذا ترتكز؟

ج/ تلعب التدريبات الارتداديه دورا هاما في تحديد مستوى هذه القدرة، وتعتمد على:

1.ارتباط عمليتي الامتصاص والدفع عند اداء هذه التدريبات 2.عمل الذراعين بما يحقق انتقال الزخم المتولد فيهما الى الجذع 3.تحديد الزوايا المناسبة لباقي أجزاء الجسم بما يحقق اقل قيم لعزوم قصور الجسم الذاتية.

س/ على ماذا تدل تطور قدرة الارتداد؟
ج/ تدل على ان اللاعب يفقد سرعه اقل خلال عملية الارتقاء عن السرعة التي حققها بالاقتراب، حيث دلت نتائج بعض البحوث ان لاعبي الوثب الطويل ذوى المستوى الافضل يتفوقون على اولئك من ذوي المستوى الاضعف في هذه الناحية (اي تغير الزخم سلبيا)، وطبقا لنتائج تلك الدراسات فأن مجموعة ذوي المستوى الافضل يفقدون من سرعتهم خلال عملية الارتقاء بمقدار s/m0,55،أما المجموعة الثانية (الأضعف) فيفقدون من سرعتهم بمقدارs/m0,75، وهذا يدل على ان التغير في الزخم يكون باقل قيمه للمجموعة الاولى، حيث ان كتلة الجسم تعتبر كمية شبه ثابته ولاتدخل في بشكل مباشر في كمية فقدان السرعة ، وانما الذي يؤثر تأثير مباشر هو مقدار دفع القوة والذي يعني تناسب عكسي بين القوة المنفذة وزمنها والذي يتناسب طرديا مع تغير الزخم.

إن دفع القوة عبارة عن قدرة ميكانيكية مركبة يشترك في تطويرها الأسس التدريبية الاتية:

* تدريبات لتطوير ردود أفعال عضلات الرجلين (جميع تدريبات القفز الارتدادي).
* مقدار القوة النسبية لعضلات الرجلين (باستخدام أوزان مضافة).
* المرجحات المساعدة والتي تهدف الى نقل الزخم للجسم (التأكيد على السرعة الزاوية وانسيابيتها بين أجزاء الجسم أثناء الأداء).
* الأداء الفني من خلال اتخاذ الزوايا المناسبة التي تعطي اقل قيم لعزوم قصور الجسم الذاتية
* (في مفاصل الوركين والركبتين والكاحل وزوايا الذراعين ووضع الجسم ككل).
* إيجاد المسار الحركي الصحيح الذي يحقق طريق للتعجيل وبتوافق مثالي مع دفع القوة.

أهم التدريبات المستخدمة لتحقيق الاسس التدريبية أعلاه:

وثبات عمودية وافقية بوزن الجسم او باضافة اوزان بنسب محددة.

وثبات وحيدة (وثب طويل من الثبات) اومتكرره (وثب ثلاثي من الثبات).

وثبات بقدم أو بالقدمين (بلايومترك).

وثبات بدون حركات مساعدة (بدون مرجحات).

وثبات بدرجة امتصاص بسيطه وعاليه (على الصناديق).

وثبات على قاعدة ذو ارتداد صلب (الارض، ارض خشبية) أوقاعدة مرنه (ترامبولين، حشيش، اسفنج).

ويجب ان تكون التدريبات وفق الاداء الحركي للمهارة، حيث تكون بعض الوثبات بالاتجاه العمودي فقط (مثل الكرة الطائرة والتهديف بالسله) ويغلب الاتجاه العمودي مع تحقيق مقادير قليله بالاتجاه الافقي كما في (الوثب العالي والزانة) بينما يكون الاتجاه الافقي في البعض الاخر سائدا بشكل اكبر كما في (وثب طويل، ثلاثي ، حالات التهديف باليد ..الخ).

الزخم (كمية الحركة) (Momentum):

إن كل جسم متحرك يمتلك كمية حركة (زخم) يساوي حاصل ضرب كتلة ذلك الجسم في سرعته سواء في الحركة الخطية أو الدورانية، وإن وحدات الزخم هي وحدات الكتلة مضروبة بوحدات السرعة ويعبر عنها (كغم.م/ ث).

كمية الحركة (M)= الكتلة (m) × السرعة (V)

كمية الحركة	Momentum
الكتلة	mass
السرعة المتجهة	Velocity

مثال/ عداء كتلته (kg75) يركض بسرعة (s /m5).. إحسب كمية الحركة.

الحل/

الزخم كمية متجهة ترتبط بإتجاه السرعة المؤثرة، وفي الحركات الدورانية فإن السرعة الزاوية تحدد قيمة الزخم الزاوي بالاضافة الى الكتلة.

يرتبط الزخم الخطي بالعديد من القوانين الميكانيكية المشتقة من قانون نيوتن الثاني، إذ أن قانون نيوتن يقول أن:

القوة (F)= الكتلة (m) × التعجيل (a)

ولما كان التعجيل هو تغير السرعتين مقسوم على تغير الزمنين فإن:

$$(F) = m \times (V1 - V2) / (t1 - t2)$$

$$(F) = (V1m - V2m) / (t1 - t2)$$

(F)= التغير في الزخم/ التغير في الزمن

$$(F) = m \times V / t$$

*من خلال مبدأ كمية الحركة.. يكون الجانب التدريبي لزيادة كمية الحركة هو بزيادة سرعة الجزء أو الجسم ككل، حيث أن الكتلة ثابتة وخلال الاداء الرياضي فأن الكتلة أيضا تكون مهمة فقد تكون هي المقاومة التي يجب ان تتغلب عليها العضلات، من هنا يكون الاتجاه في مثل هذه الفعاليات (الجمناستك مثلاً) الى تقليل الكتلة مع زيادة القوة العضلية للتغلب على كتلته.

*من الحالات التي تتغير فيها كمية الحركة هو عند تغيير الاتجاه في الالعاب الفرقية، وهذا التغير يرجع الى تناقص السرعة وليس الى التغيير في الكتلة، ومن الممكن ان تزداد كمية الحركة في لحظات الدفع اللحظي والذي يعتمد على العلاقة ما بين القوة والزمن (ونقصد هنا القوة الانفجارية) كما الرمي والوثب والضرب.
تتحدد كمية الحركة في هذه الحركة على تحقيق أقل مقدار من الفقدان في السرعة في لحظات تغيير الاتجاه (V1m × V2m).. حيث نلاحظ أن الكتلة ثابتة والذي يتغير هو السرعة بالزيادة أو بالنقصان.

* إن كمية الحركة تشمل الجسم ككل أو جزء منه، فعند تحريك الذراع بسرعة معينة فأن الزخم للذراع هو عبارة عن حاصل ضرب سرعة الذراع في كتلتها.
مثال/ لاعب تنس كتلته (kg75) يحمل مضرب تنس كتلته (kg0,5) ويتحرك بسرعة (s /m8).. إحسب كمية الزخم لكامل كتلة اللاعب مع كتلة المضرب، ثم احسب الزخم للذراع اليمنى عند أداء ضربة الكبس من فوق الرأس علماً أن كتلة الذراع اليمنى (kg3,675) وكانت سرعة الذراع أثناء اداء الكبس (s /m11).
ج/
(M)الكلي= (m اللاعب + m المضرب) × (V) اللاعب
(M)الكلي= (kg0,5 + kg75) × s /m8 =s /m.kg604
(M)للذراع= (m الذراع + m المضرب) × (V) الذراع
(M)للذراع= (kg0,5 + kg3,675) × s /m11 =
s /m.kg45,925

- عندما توثر قوة خارجية في جسم فإن حالته من حيث كمية الحركة ستتغير، و التغيير في كمية الحركة لا يعتمد فقط على مقدار هذه القوة المؤثرة و لكنه يعتمد على زمن تأثير هذه القوة، لذلك فأن ناتج مقدار القوة في زمن تأثيرها هو ما يسمى بالدفع.
- و مثال على ذلك لعبة (curling) و هي من الرياضات الشتوية التي تعتمد بشكل مباشر على احداث تأثير مباشر في الكتلة الصخرية في زمن معين لإكسابها كمية حركة (زخم) مناسب لتحقيق الهدف.
- فلو اردنا اكساب الكتلة الصخرية زخم معين و اثرنا فيها بقوة 100 نيوتن في زمن فعل 2 ثانية فأن الكتلة ستتحرك بزخم معين ، اما لو اردنا لهذه الكتلة ان تتحرك زمن اكبر فيجب زيادة مقدار القوة اكثر من 100 نيوتن او العكس نقلل القوة لنجعل الكتلة تتحرك مسافة اقل!

- و عندما يتأثر أي نظام ميكانيكي بالدفع فأن النتيجة تكون عبارة عن التغيير في كمية الحركة الكلية ، و هذا ما ينص عليه قانون نيوتن الثاني حيث:
- دفع القوة = القوة X الزمن

- ومن خلال هذا القانون يمكننا ان نؤكد حقيقة ان كمية الدفع ستزداد بديهيا كلما زدنا القوة او زدنا زمن تأثيرها او الاثنين معا، مثلا في اختبار القفز العمودي (سيرجنت) لكي يحقق الرياضي اعلى ارتفاع عليه ان يحاول الوصول الى الحد الأقصى من الدفع عن طريق تحقيق التناغم بين مقدار القوة المبذولة و زمن تأثيرها.
-

و هنا لابد من الإشارة الى أهمية الدفع في استخدام الكرة كما هو الحال في كرة السلة او كرة اليد خصوصا عند تمرير الكرة بسرعة عالية حتى يمكن استلام الكرة و السيطرة عليها و إيقاف سرعتها فكلما زاد الزمن المستغرق في استلام الكرة (مسافة التمريرة) كلما قلت القوة المطلوبة لإيقافها (الاستلام).

قانون حفظ كمية الحركة (الزخم):

- هناك قاعدة كونية ثابتة مفادها (الطاقة لا تفنى و لا تخلق من عدم) و استنادا لما تقدم فنحن الآن مدركين لمفهوم الدفع و اكتساب الزخم من خلال التأثير بقوة ما في الاجسام، و حسب قانون نيوتن الثالث فان الاجسام تتأثر ببعضها ، فمثلا عند ارتداد كرة السلة من الأرض في عملية الطبطبة وحسب قانون نيوتن الثاني فان كمية الزخم التي اكتسبتها الكرة من يد الاعب سترتد نفسها لكن بالاتجاه المعاكس و بأتجاه الرياضي.
و ان كمية حركة الاجسام الكلية عند تأثيرها ببعضها تكون ثابتة دائما و هذا ما يعرف بمبدأ حفظ كمية الحركة او حفظ الزخم.

- فلو تحرك لاعب كرة سلة وزنه 90 كيلوغرام بسرعة 6 متر/ثانية و تصادم مع لاعب مدافع كتلته 80 كيلوغرام و يتحرك بسرعة 7 متر في الثانية فأن كمية الحركة للاعب الأول تكون:
- كمية الحركة = الكتلة Xالسرعة
- للاعب الأول = 90 x540 = 6 كلغم.م/ثا
- و للاعب الثاني = 80 x560 = 7كلغم.م/ثا
- و نظرا الى ان كمية حركة الاعب الثاني اكبر فان كلا الاعبين سوف يستمران في الحركة و باتجاه حركة الاعب الثاني.

- هناك عدة عوامل أخرى يمكن ان تؤثر في كمية الحركة النهائية و مع ذلك فانه من الممكن حساب مقدار السرعة المركبة من سرعتي الاعبين في المثال السابق بالاعتماد على قانون الأول لنيوتن حيث يمكن صياغة قانون بقاء كمية الحركة.
- أي (تبقى كمية الحركة لأي نظام ثابتة ما لم تؤثر فيها قوى أخرى) أي ان الجسم يبقى في حالته من الثبات او الحركة ما لم تؤثر فيه قوى إضافية تغير حالته الحركية او كمية حركته.
- و اذا ما طبقنا هذا المبدأ على مثال افتراضي لاعبي هوكي الجليد يتصادمان اثناء حركتها فان محصلة كميتي الحركة للاعبان يمكن حسابها بمعرفة كتلة و سرعة كل لاعب و في حقيقة الامر فان للاحتكاك و مقاومة الهواء تأثيرا على كمية الحركة النهائية.
- من ما تقدم دعونا نضع تعريفا اجرائيا لمفهوم (عمل النظام الميكانيكي) من خلال مفاهيم الزخم و كمية الحركة للجسم او جزء منه.

التأثير المتبادل للقوى

- يمكننا الآن ان ندرك ان كل جسم سواء كان ثابت او متحرك فأنه يتأثر بمجوعة من القوى المختلفة فعند محاولة رفع الثقل عن الأرض فأن الرياضي يستخدم قواه الذاتية التي ينتجها من عضلاته لغرض التغلب على وزن الحديد او الجاذبية الأرضية و بطبيعة الحال فأن مقدار هذه القوة يزداد او ينقص تبعا لمقدار الوزن الذي يرفعه الرياضي.
- و في مثال آخر لو اردنا تحريك جسمين تبلغ كتلة كل منهما 10 كيلو غرام لكن احدهما مكعب الشكل و الآخر كروي الشكل فسنجد انه يلزمنا قوة اكبر لتحريك الجسم المكعب و ذلك تبعا للمساحة التي يحتك بها على السطح.
- و يمكننا أيضا ان نتصور مقدار القوة الكبيرة التي سنبذلها اذا ما حاولنا الركض في حوض السباحة مقارنة بالركض العادي في الهواء الطلق.

التأثير المتبادل للقوى

لو حاولنا تحليل حركة التصويب من القفز بكرة السلة فأننا سنلاحظ محاولة الرياضي إيجاد التوازن بين مجموعة من العوامل و هي:

1. وزن الكرة (الجاذبية الأرضية).
2. ارتفاع السلة .
3. البعد عن السلة.

حيث سيحاول الرياضي اختيار الزاوية المناسبة لتحقيق محصلة قوة إيجابية تمكنه من جعل الكرة تتطير في الهواء لمسافة مناسبة حتى تصل للسلة قبل ان تسحبها الجاذبية الأرضية و بنفس الوقت تحقيق الدقة من خلال موازنة الزاوية و البعد عن السلة مع مقدار القوة التي يستخدمها للتنفيذ.

في مجالنا الرياضي نستفيد من دراسة التبادل في تأثير القوى على الجسم في المجالات التالية:

1. معرفة الزوايا المثالية للمقذوفات حسب الفعالية.
2. معرفة تأثير الأوساط المختلفة التي يتعامل معها الرياضي و بالتالي مراعاة ذلك في الأداء المهاري او في تصميم الأدوات المختلفة و مثال ذلك تصميم الزوارق الرياضية.
3. حساب القوى الخارجة التي قد تعرقل الرياضي مثل قوة الاحتكاك و محاولة التغلب عليها مثلا في رياضة التزلج على الجليد حيث يقوم الرياضي بإضافة الشمع للزلاجة لغرض تقليل الاحتكاك ، او في فعاليات أخرى يلجأ الرياضي لزيادة الاحتكاك مثلا في تصميم احذية العدائين للمسافات القصيرة.

التوازن الديناميكي Dynamic Equilibrim

- في كل لحظة حركة فان الجسم يحاول ان يوازن القوى الداخلة عليه و الخارجة منه وفق متطلبات الحركة (متطلبات الأداء او متطلبات المهارة).
- مثلا لاعب الجمباز الثابت بوضع التعلق على الحلق فان مجوع القوى يساوي صفرا بينما اذا بدأ برفع ساقيه الى اعلى فأنه في الحقيقة يغلب قوة على قوة أخرى.
- و يمكننا الدخول لمفاهيم القوة و تأثيراتها المتبادلة من خلال **مفهوم (النمذجة الرياضية Mathematical Modeling)** و هي عملية تفسير الحركة من الربط بين القوانين الفيزيائية و مفاهيم الحركة التشريحية و بناء معادلات يمكن للحاسوب ان يفهمها و بالتالي التمكن من تحقيق مختلف الأهداف البحثية بواسطة الحوسبة الالية.

ملاحظة: إن حساب كتلة أجزاء الجسم المختلفة يكون من خلال الطريقة التحليلية المتعلقة بالاوزان النسبية لاجزاء الجسم، وذلك بضرب كتلة الجسم الكلية بالنسبة المئوية للجزء والتي هي نسب ثابتة.

س/ قافز عريض تبلغ كتلته 70كغم، كانت سرعة الاقتراب 10م/ ث، وبلغت السرعة الافقية في لحظة الدفع 8,8م/ ث والسرعة العمودية في لحظة الدفع 3,4م/ ث، وكانت زاوية انطلاقه 21درجة.. علماً ان جتا21= 0,933...فأن كمية الحركة لحظة الدفع تساوي؟؟؟

الضغط (Pressure):

هو كمية القوة العاملة (F) على مساحة معينة (A)، ويقاس الضغط بوحدات N/Cm^2

الضغط (P)= القوة (F)/ المساحة (A)

الضغط	Pressure
القوة	Force
المساحة	Area

يختلف الضغط المسلط عندما يكون الشخص واقفا عما هو مستلقيا لان مساحة الاستلقاء اكبر بكثير من مساحة الوقوف .. لو قارنا بين ثلاث حالات يقف فيها شخص على أرض رخوة، حيث يقف في الحالة الاولى على رجل واحدة (A= 30Cm^2) وفي الحالة الثانية على كلتا الرجلين (A= 40 Cm^2) وفي الحالة الثالثة على لوح خشب (A= 100Cm^2) وكانت القوة التي يسلطها N600 ..

نستنتج أن الضغط في الحالة الاولى هو أكبر من الحالات الاخرى.. P= 600 /30 =20 N/Cm^2
والحالة الثانية أكبر من الحالة الثالثة.. P= 600 /40 =15 N / Cm^2
والحالة الثالثة يكون الضغط الاقل قيمةً.. P= 600 /100 =6 N / Cm^2

نستنتج من هذا أن القوة تكون في أكبر حالات تأثيرها عندما تتركز في مساحة صغيرة جداً، لهذا نجد لاعبي كرة القدم يعمدون الى وضع واقيات الساق تفادياً لخطورة القوة التي قد يتعرض اليها من الخصم والتي تؤدي فيما اذا تركزت في نقطة معينة على الساق الى الكسر، فيكون الهدف من استعمال الواقيات هو توزيع القوة على مساحة كبيرة من الساق وبالتالي تخفيف حدة الضربة وتقليل الضغط.

س/ رياضية باليه وزنها (N556)، مساحة المنطقة للحذاء الخاص المدبب من الامام (4Cm^2)، ومساحة المنطقة لحذاء المشي الاعتيادي المستوي (175Cm^2).. أوجد:
1.قيمة الضغط المبذول بواسطة كل حذاء 2.مقارنة بكمية الضغط بواسطة كلا الحذائين.
ج/

الشغل (Work):
هو عبارة عن حاصل ضرب القوة في الازاحة.. وهو كمية متجهة لان القوة والازاحة كميتين متجهتين.
الشغل (w)= القوة (F) × الازاحة (D)

الشغل	Work
القوة	Force
الازاحة	Displacement

مثال/ احسب مقدار الشغل المنجز من قبل شخص يصعد درج مكون من (30 درجة) إرتفاع الدرجة الواحدة (m0,25)، علما أن وزن الشخص (N580).
الحل/
الشغل (W)= القوة (F) × الازاحة (D)
الشغل (W)= N580 × (0,25×30)= 4350 m.N
مقدار الشغل المنجز
إن الشغل الموجب متعلق بعملية تحول الطاقة التي يمتلكها الرياضي، فإذا كانت الطاقة في تزايد أو ان تتغير من طاقة كامنة الى طاقة حركية فإن الشغل يكون موجب كما في حال رمي الكرة أو المناولة في كرة القدم، وبالعكس في حالة الاستلام فأن الطاقة التي تمتلكها الكرة تقل نتيجة الاخماد أو الاستلام.
أما في حالة الجسم الساقط من ألاعلى بإتجاه الارض فأن مقدار الشغل المبذول بفعل تاثير قوة الجذب الارضي (وزن الجسم) فأن:
الشغل (W)= الوزن (Wt) × المسافة العمودية (الارتفاع) (h)

القدرة (Power):

هي الشغل المنجز في وحدة الزمن، وتقاس القدرة بوحدة الشغل (جول) مقسومة على وحدة الزمن (ثانية) فتسمى وحدة القدرة (واط).

القدرة (P)= الشغل (W)/ الزمن (t)

القدرة (P)= القوة (F)× الازاحة (D)/ الزمن (t)

وبما أن الازاحة/ الزمن تساوي السرعة

إذن: القدرة (P)= القوة (F) × السرعة (V)

القدرة	Power
الشغل	Work
الزمن	time
القوة	Force
الازاحة	Displacement
السرعة	Velocity

استناداً الى هذا القانون يمكننا ان نتوصل الى حقيقة مفادها ان فعل تأثير القوة يكون أكبر عندما تؤدى الحركة بسرعة (بفترة زمنية قصيرة)، أي أن هناك تناسباً طردياً بين قدرة الشخص وسرعة الحركة، لذا ينبغي على الرياضيين والمدربين أن ياخذوا بنظر الاعتبار الفترة الزمنية التي تتم فيها الحركة الفعلية كما في حركة النهوض في العالي والعريض، حيث يجب ان تكون الفترة الزمنية قصيرة جداً كي يتحقق مبدأ القوة المميزة بالسرعة والتي ترمي الى استخدام أقصى قوة باقصى سرعة ومن الضروري أن يتمتع الرياضي بهذه الصفة في الفعاليات التي تتطلب سرعة الحركة.

المصادر

.سمير مسلط الهاشمي؛ البايوميكانيك الرياضي، ط3: (بغداد، النبراس للطباعة والتصميم،2010).

2.صريح عبدالكريم الفضلي؛ تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي، ط2: (بغداد، جامعة بغداد، 2010).

3.صريح عبدالكريم الفضلي ووهبي علوان البياتي؛ موسوعة التحليل الحركي، ج1: (بغداد، مطبعة دي العكيلي، 2007).

4.طلحة حسام الدين؛ مباديء التشخيص العلمي للحركة: (القاهرة، دار الفكر العربي، 1994).

5.محمد جاسم محمد الخالدي؛ البايوميكانيك في التربية البدنية والرياضة: (بغداد، جامعة الكوفة، 2012).

6.ياسر نجاح حسين واحمد ثامر محسن؛ التحليل الحركي الرياضي: (النجف الاشرف، دار الضياء للطباعة، 2015

7.د.حسين مردان؛ محاضرات في البايوميكانيك: (كلية التربية الرياضية، جامعة القادسية).

8.James G.Hay; The Biomechanics of Sports Techniques, 3rd edition: (New Jersey, prentice – Hall,1985).

9.Susan J.Hall; Basic Biomechanics, sixth edition: (New York, McGraw – Hill, 2012).

شكرا لطيب الاستماع