الكلية	التربية البدنية وعلوم الرياضة
القسم	.....
المادة باللغة الانجليزية	Sports biomechanics
المادة باللغة العربية	البايوميكانيك الرياضي
المرحلة الدراسية	الثانية
اسم التدريسي	م.د. جاسم نافع حمادي
عنوان المحاضرة باللغة الانجليزية	Complementary straight kinetics and Newton's laws
عنوان المحاضرة باللغة العربية	تكملة الكينتك المستقيم وقوانين نيوتن
رقم المحاضرة	9
المصادر والمراجع	البايوميكانيك الرياضي للدكتور سمير مسلط 1999
	البايوميكانيك في الحركات الرياضية – الدكتور حسين مردان، عمر اياد 2018
	البايوميكانيك الرياضي – اياد عبدالرحمن، غفار سعد 2022

محتوى المحاضرة

المحاضرة التاسعة

قانون نيوتن الثاني: قانون التعجيل

ان كل حركة تحدث لابد ان تكون نتيجة تأثير قوة سواء أكانت قوة داخلية أو خارجية وإلا لما حدثت الحركة ويكون مقدار الحركة الحاصلة متناسبا مع القوة المؤثرة فكلما كانت القوى المستخدمة كبيرة كانت الحركة الحادثة أكبر والعكس صحيح، ومن الطبيعي ان اتجاه حدوث الحركة يكون باتجاه القوة المؤثرة نفسها.

ذكرنا عند دراستنا لقانون نيوتن الأول أن الكتلة ترتبط ارتباطا وثيقا بالقصور الذاتي للجسم حيث تعد مقياسا للقصور الذاتي لذلك الجسم، فلو أخذنا على سبيل المثال جسما بكتلة معينة ويسير بسرعة معينة فإن حاصل ضرب كتلته × سرعته يطلق عليها كمية حركة ذلك الجسم، أي أن **كمية الحركة = الكتلة × السرعة**.

فإذا كان الجسم يسير بسرعة (س1) ثم أثرنا فيه قوة حتى أصبحت سرعته (س2).

فإن كمية حركته في الحالة الأولى = الكتلة × السرعة الأولى

وكمية حركته في الحالة الثانية = الكتلة × السرعة الثانية

ان الفرق بين كمية حركة الجسم في الحالتين، تكون كالآتي:

كمية الحركة الثانية – كمية الحركة الأولى

الكتلة × السرعة الثانية – الكتلة × السرعة الأولى

ولكن التغيير الذي حدث في كمية الحركة الأولى إلى الحالة الثانية كان بفعل تأثير القوة فتصبح المعادلة كالآتي:

ق = ك (س2 – س1)

وحيث أن التغيير الذي حدث في كمية حركة ذلك الجسم في فترة زمنية معينة أي (معدل تغيير كمية الحركة) فتصبح المعادلة السابقة كالآتي:

$$ق = ك \frac{(س2 - س1)}{ن}$$

وبما أن $\frac{(س2 - س1)}{ن}$ هو التعجيل

إذن يمكننا القول ان القانون النهائي يكون:

ق = ك × ج

وبذلك يمكن وضع صيغة قانون نيوتن الثاني كما يلي:

(ان تعجيل الجسم يتناسب طرديا مع القوة المؤثرة وتحدث الحركة باتجاه القوة)

يتناسب التغيير في كمية الحركة تناسبا طرديا مع القوة المؤثرة وتحدث الحركة باتجاه القوة نفسها.

ويمكن صياغة المعادلة بشكل آخر، التعجيل = $\frac{\text{معدل تغير السرعة}}{\text{الزمن}}$

إذن القوة = الكتلة × $\frac{\text{معدل تغير السرعة}}{\text{الزمن}}$

مثال:

جسم أثرت فيه قوة مقدارها (120) نيوتن، أكسبته سرعة مقدارها (6) متر/ثانية ولفترة زمنية (20) ثانية، ما مقدار كتلة ذلك الجسم؟

الحل: يمكن حل هذا السؤال بطريقتين:

الأولى:

القوة = الكتلة × التعجيل

القوة = الكتلة × $\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$

$120 = \text{الكتلة} \times \frac{6}{20}$

$120 = \text{الكتلة} \times 0.3$

الكتلة = $\frac{120}{0.3}$ ، إذن الكتلة = 400 كغم

الثانية:

القوة × الزمن = الكتلة × السرعة

$120 \times 20 = \text{الكتلة} \times 6$

الكتلة = $\frac{20 \times 120}{6}$ = 400 كغم

مثال:

أثرت قوة مقدارها (4) نيوتن على جسم كتلته مجهولة، فأكسبته تعجيلاً مقداره (3.3) متر/ثانية^2، فما مقدار كتلة الجسم؟

الحل:

القوة = الكتلة × التعجيل

4 = الكتلة × 3.3

$$\text{الكتلة} = \frac{4}{3.3}$$

الكتلة = 1.2 كغ

مثال:

انطلق لاعب كتلته (60) كغم من الثبات من النقطة (A) وبعد (3) ثانية مر من النقطة (B) بسرعة مقدارها (4) متر/ثانية، احسب مقدار القوة التي بذلت للوصول الى النقطة (B)؟

الحل:

القوة = الكتلة × التعجيل وبما ان التعجيل = $\frac{\text{معدل تغير السرعة}}{\text{الزمن}}$

إذن القوة = 60 × $\frac{4}{3}$ ، وهنا نضرب الكتلة × السرعة ثم نقسم على الزمن

القوة = 60 × 4 ÷ 3

القوة = 240 ÷ 3

القوة = 80 نيوتن

UNIVERSITY OF ANBAR

يمكن الاستفادة من تطبيق قانون نيوتن الثاني في المجال الرياضي في جميع الفعاليات الرياضية وبالشكل الذي يجعل المدرب واللاعب قادرين على تحديد كثير من العوامل التي تؤثر في الاداء وبالتالي على النتيجة، انطلاقا من مبدأ كمية الحركة الذي هو عبارة عن كتلة الجسم في سرعته، نطبق هذا المبدأ على رماة الثقل فإن كمية الحركة التي يمتلكها الرامي كبير الكتلة ويتحرك بسرعة (4) متر/ثانية تختلف عن كمية الحركة التي يمتلكها الرامي صغير الكتلة وبنفس السرعة، من هذا المنطلق نجد ان طبيعة الفعالية المعينة والعوامل الميكانيكية تحدد مواصفات الشخص اللائق لها وعلى ضوء القوانين الميكانيكية التي تحدث يمكنه تحقيق نتائج أفضل، لتطبيق هذا المبدأ على فعالية أخرى وهي الأركاض السريعة فنجد القوة المبذولة من شخص كتلته (60) كغم لقطع مسافة (100) متر بزمن (12) ثانية هي نصف القوة التي يبذلها شخص كتلته (120) كغم لقطع نفس المسافة بنفس الزمن.

قانون نيوتن الثالث: قانون رد الفعل

يتضح في كثير من الفعاليات التي يقوم بها الإنسان خلال حياته اليومية وفي حركاته الرياضية ما ينص عليه هذا القانون والذي يرمي إلى أن القيام بحركة معينة تتم من خلال قوة يصدرها الرياضي ومن الممكن أن نعبر عن تلك القوة بمصطلح الفعل ونتيجة لهذا الفعل يحصل الرياضي على قوة مضادة ومساوية لمقدار الفعل يمكن أن نطلق عليها رد الفعل وعلى ذلك يمكن صياغة القانون كالآتي:

(لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار ويعاكسه في بالاتجاه)

ان القوة التي يسلطها الجسم أثناء وقوفه الاعتيادي على الأرض هي عبارة عن وزنه، فتجد أن سطح الأرض يرد بقوة مماثلة بالمقدار وعكس اتجاه خط عمل الجاذبية الأرضية، أما اذا كان الفعل الذي يصدره الرياضي بزاوية معينة مع الأرض فإن رد الفعل يكون عكس اتجاه الفعل كما في حركة البدء في الركض السريعة.

في جميع الحركات الرياضية ينبغي ان تكون القوى التي يصدرها الرياضي في اتجاه واحد كما يحصل بالمقابل على قوة مضادة من قبل الأرض، ففي حركة القفز العالي مثلا وهي حركة أرجحة الرجل الحرة وكذلك أرجحة الذراعين بالإضافة إلى الدفع بالرجل الناهضة بما يتناسب وطبيعة المسار الميكانيكي وبالزاوية المعينة باتجاه العارضة.

ذكرنا أن وقوف الرياضي على الأرض عبارة عن قوتين متعادلتين هما وزن الجسم باتجاه الأسفل ورد فعل الأرض باتجاه الأعلى، وعندما يريد الرياضي القفز إلى الأعلى عليه أن يسلط قوة أكبر من وزن الجسم، ويعتمد الارتفاع الذي يريد بلوغه إلى الأعلى على مقدار القوة التي يبذلها الرياضي باتجاه الأرض أو بالاتجاه الذي تؤدى فيه الحركة.

جامعة الانبار
1987 1428
UNIVERSITY OF ANBAR