وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

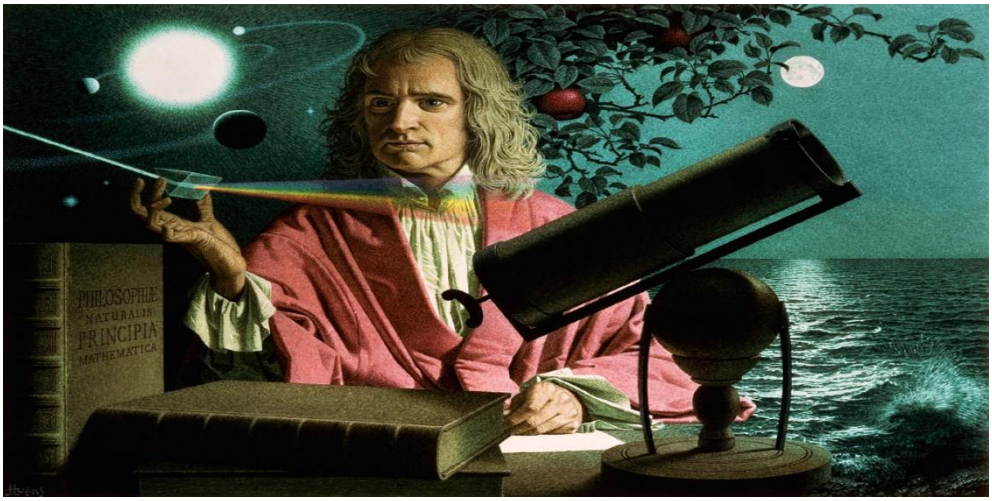
جامعه بغداد/

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات

قسم الدراسات العليا / ماجستير

المحاضرة السابعة

قوانين نيوتن في الحركات الخطية والدورانية



ا.د بشرى كاظم الهماشي

1445هـ 2023م

التطبيقات الاساسية لقوانين نيوتن

إكتشف العالم إسحاق نيوتن (1662-1727) كثيرا من العلاقات الأساس التي تشكل المؤسسة الجديدة لمجال البايوميكانيك الحديث هذه الاساسات مهمة جدا للعلاقات الداخلية بين الكميات الكينيتيكية.

قانون نيوتن الأول (قانون القصور الذاتي)

((كل جسم يستمر في سكونه أو حركته الخطية أو الدائرية ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تحاول تغيير حالته الحركية او شكله))

- يعرف هذا القانون تقانون الاستمرارية أو القصور الذاتي وإن التفسير المتعلق بمقاومة الاجسام لتغير حالتها ينطبق أيضا على الفعاليات الرياضية، حيث أن العداء في سباق 100م يستمر في

ركضه إلا اذا كانت هناك قوة توقفه او تقلل سرعته، حيث يصعب عليه التوقف فجأة، وكذلك فأن القفز لمسافة بعيدة يتطلب من الرياضي الركض من مسافة وبسرعة معينة لتحقيق تلك القفزة، أي هناك قوة لتغيير حالة الجسم الحركية.. إن مادة جسم الرياضي أو الاداة التي يستخدمها تحاول الاستمرار في حالتها من السكون أو الحركة الا إذا حدث تأثير من قوة خارجية تتغلب على قصورها الذاتي.

- ان التعامل في قانون نيوتن الاول يكون من خلال حالتين هما السكون أو الحركة، ففي حالة السكون فأن محصلة القوى المؤثرة على الجسم يجب أن تساوي صفرا وفي حالة عدم تساوي هذه القوى فيتحول الجسم الى حالة الحركة وهذا ينطبق على الحركة الخطية والدائرية.

العوامل الموثرة في قانون نيوتن الاول:-

كتلة الجسم : فكلما زادت كتلة الجسم كلما كان القصور الذاتي اكبر للتغلب على القوة التي تحاول ترك الجسم مثال على ذلك لايمكن ان يتصارع مصارع كتلته 100 كغم مع مصارع كتلته 60كغم لان صاحب الكتلة الأكبر سوف يكون علية سهل جدا من تغيير حركة الاعب ذو الكتلة الأقل

٢ طبيعة الأرض ؛ يملك الجسم قصورا كبيرا على الاراضي الخشنة ،أي يصعب تحريكه بسهولة في حين يمتلك قصورا أقل في الاراضي الزلقة او الجليدية.

٣الكاعدة الأريكاز : عندما يراد تحريك جسم ذي كلة معينة وله قاعدة ارتكاز كبيرة

يتطلب ذلك قوة كبيرة للتغلب عليه ،بينما تكون القوة أقل فيما لو كانت للكتلة نفسيا قاعدة صغيرة ، ولنطبق هذا المبدأ في رياضة المصارعة حيث ان المصارع يحاول دائما توسيع قاعدة الارتكاز بتوسيع المسافة بين القدمين للتقليل من تأثيرالقوة التي يستخدمها الخصم ضده لان الخصم في هذه الحالة يحتاج الى قوة كبيرة لاسقاطه.

عز القصور الذاتى

عزم القصور الذاتية الكتلة ×نق2

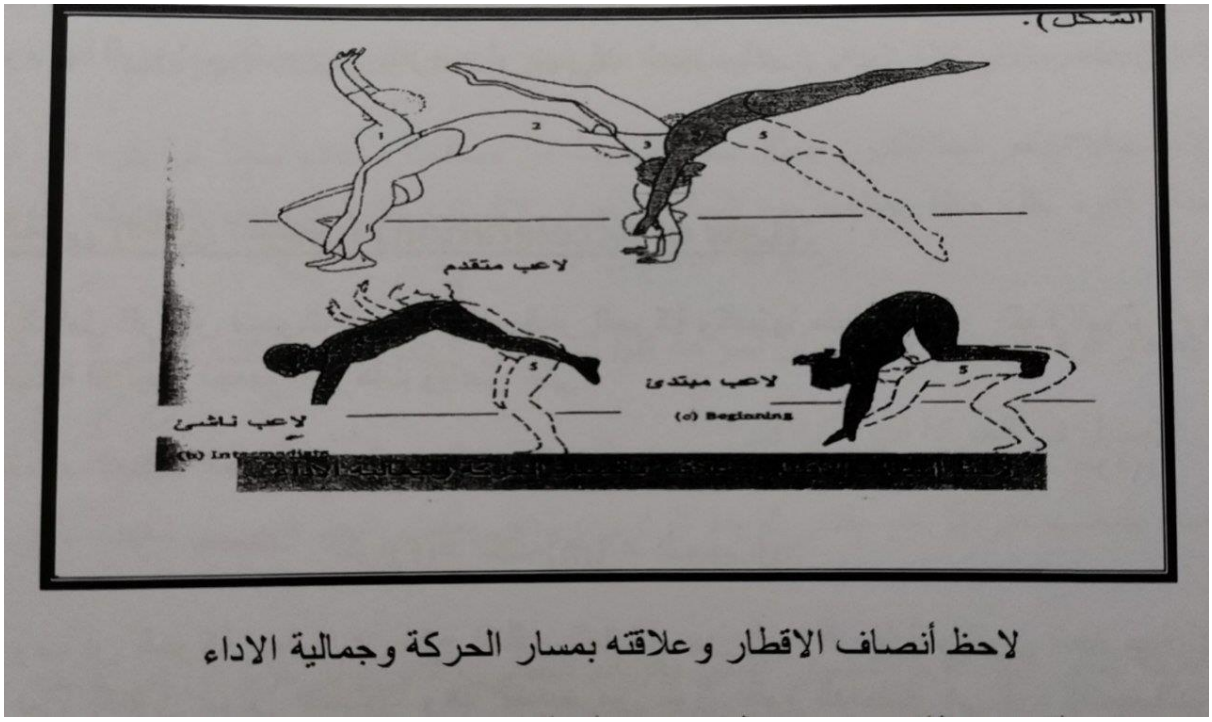
يزداد عزم القصور الذاتي بزيادة البعد عن محور الدوران مع ثبات الكتلة وهذا العامل هو الذي يحدد سرعه الدوران أو التعجيل الزاوي، ويمكن الاستفادة من ذلك في التدريب من خلال تقليل أنصاف الاقطار لزيادة السرعة الزاوية او زيادة اوزان الأجزاء من خلال استخدام اوزان إضافية

إن عزم القصور الذاتي هو العامل الرئيس في الحركة الدورانية، علما بأن الكتلة لها نفس التأثير في الحركة الخطية وان سرعه الدوران او التعجيل الزاوي يكون ذات تاثير كبير في تحديد قيمة الزخم الزاوي او كمية الحركة

كمية الحركة الزاوية (الزخم الزاوي= (الكتلة × السرعة الزاوية × نق2

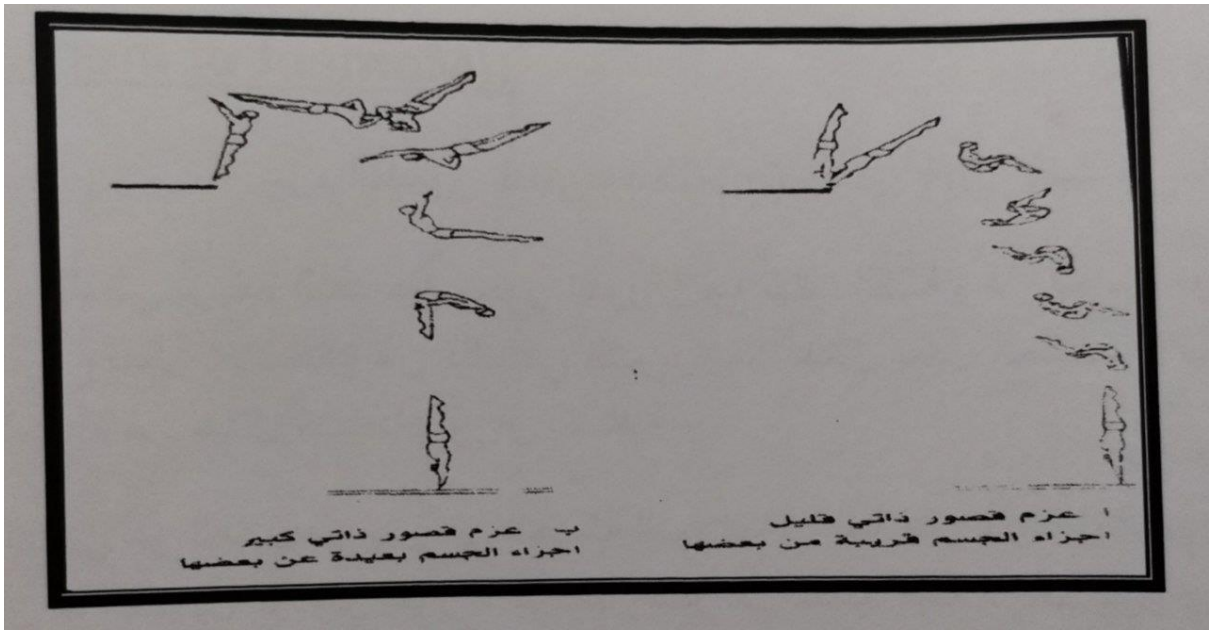
إن المبدأ السابق من الممكن أن يدخل في تحديد شكل الاداء المهاري الجيد للاعب متقدم والاداء للاعب

مبتديء عند أداء نفس المهارة ويظهر لدينا ذلك من خلال المسار الحركي الظاهري للمهارة وكما في الشكل.



لاحظ أنصاف الاقطار وعلاقته بمسار الحركة وجمالية الاداء

ان مفهوم عزم القصور الذاتي يتوضح لنا من خلال الكثير من الفعاليات الرياضية مثل الرقص على الجليد والحركات الاكروباتيكية في الجمناستك والغطس، حيث أن اللاعب يعمل على تقريب أجزاء جسمه من محور الدوران عند زيادة السرعة ويبعد أجزاء جسمه عن مركز الدوران عندما يريد أن يقلل من سرعة الدوران وكما في الشكل.



أي أن تنظيم العلاقة بين عزم القصور الذاتي والسرعة الزاوية يتم من خلال التحكم بأنصاف اقطار الدوران، وهذا ناتج من خلال العلاقة العكسية بين السرعة الزاوية ونصف قطر الدوران.. حيث أن:

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نق

وبما أن: الزخم الزاوي = الكتلة × السرعة الزاوية × نق2

ومن تنظيم العلاقة والتعويض عن السرعة الزاوية في معادلة الزخم، نجد ان العلاقة السابقة هي التي توضح فاعلية الحركات التي يقوم بها الرياضي أثناء رمي القرص أو مهارات الجمناستك.

قانون نيوتن الثانى قانون التعجيل

تعد القوة العامل الرئيس لحدوث الحركة وإن مقدار الحركة وكميتها متعلق بمقدار القوة المؤثرة وهذا القانون يعد القاعدة الميكانيكية الرئيسة لجميع الحركات وينص على:

(يتناسب تعجيل الجسم طرديا مع مقدار القوة المؤثرة عليه وتكون الحركة بإتجاه القوة))

القوة = الكتلة × التعجيل

من المعروف أن الحركة عبارة عن ناتج التأثير المتبادل بين القوة الداخلية والقوى الخارجية أي أن هناك عملية فعل ورد فعل (قانون نيوتن الثالث)، وهذا يتحدد من كون القوة الداخلية هي قوة (العضلات والاربطة والانسجة الضامة) التي تعمل على إنتاج حركة الجسم خلال اداء المهارات الرياضية، ويتناسب التغير في كمية الحركة (الزخم) طرديا مع القوة المؤثرة وهذا هو الاساس في الانجاز الرياضي وتنظيم عمليات التدريب، حيث تلعب كتلة الرياضي دورا مهما في الاداء الحركي ولاسيما في الفعاليات التي تلعب فيها الكتلة دورا حاسما في تحقيق الانجاز مثل المصارعة والملاكمة وحتى في **الاركاض فأن القوة المنتجة من قبل الرياضي تتناسب مع مقدار كتلته.**

التعجيل = س2 – س1 ÷ ن

مثال :

إحسب مقدار التعجيل الناتج من قوة مقدارها 100نيوتن على ثقل كتلته 10كغم؟

القوة = الكتلة × التعجيل

100 =10 × ج

= 10/100 = 10م /ثا مقدار التعجيل الذي يكتسبه الثقل

مثال 2 /

رامي ثقل يصدر قوة مقدارها 1200 نيوتن بسرعة 6 م/ثا وبزمن 0,5 ثانية ، احسب كتلة الرامي؟

وطبقا لرأي نيوتن، فأن القوة هي مقياس لرد الفعل الداخلي للجسم، لذا فأن التغيير في

كمية الحركة يرجع الى مقدار كمية رد الفعل الداخلي (ردود أفعال الجهاز العصبي العضلي المشتركة)، وأن معدل التغير في كمية الحركة يتناسب طرديا مع القوة المنتجة لهذا التغير.

والقوة الداخلية هنا هي التي تمثلها قوة الانقباض العضلي ، أما الجاذبية وقوى الاحتكاك

والمقاومات الاخرى فهي قوى خارجية . أن مبدأ تغير كتلة الجسم والذي يحتم على اللاعب زيادة القوة المبذولة لكي يحقق التعجيل المناسب، من خلال التحكم بثلاث متغيرات اساسية هي (القوة – الكتلة - التعجيل) كما

1- اذا كانت الكتلة ثابتة فانه كلما زادت القوة المؤثرة زاد تعجيل الجسم . ق = ك × ج

اذا كانت الكتلة ثابتة فانه كلما زادت القوة المؤثرة زاد تعجيل الجسم.

وهذا يفسر انه كلما بذل اللاعب قوة اكبر لدفع الاداة زادت سرعة الاداة وقطعت مسافة اكبر الى

الامام او الاعلى .

هذه المبادئ الميكانيكية تعد مبادئ اساسية في عملية التعلم والتدريب الرياضي والتي من الممكن

ان تصاحبها التغذية الراجعة على شكل معلومات ميكانيكية ذات علاقة بالكتلة والتعجيل والقوة

التي تستخدم في رياضية متعددة كالتهديف والمناولة بكرة القدم واليد والسلة والطائرة والعاب

المضرب والعاب الرمي

2 - يتناسب تعجيل الجسم يناسبا عكسيا مع كتلة الجسم فكلما زادت الكتلة قل تعجيل الجسم

ج = ق/ ك .

فمثلا اذا كانت كتلة الكرة (1) كغم ضربة بقوة (10) نيوتن فان نتيجة تعجيل الجسم(IO م/ثا) اما اذا كانت الكتلة (2) كغم وبنفس القوة (10) نيوتن فان الكرة تتحرك بتعجيل (5) م/ثا

وهذا فان العلاقة يبين الكتلة والتعجيل والقوة تستخدم في مهارات رياضية متعددة (كالتهديف والمناولة في كرة القدم واليد والسلة والطائرة والعاب المضرب وفعاليات الرمي بالساحة والميدان والملاكمة وغيرها من الالعاب).

- **هذه المبادئ الميكانيكية تعد مبادئ اساسية في عملية التعلم والتدريب الرياضي**

اذ انه بثبات الكتلة (مثل كتلة الكرات او الاثقال او الادوات) يمكن زيادة القوة للحصول على تعجيل عالي ،

- **ايضا بثبات القوة (القوة العضلية المستخدمة في الاداء) وتغير كتل الادوات المستخدمة يعطي**

ايجابية عالية في تطوير القوة السريعة في الالعاب.

- **ويمكن التحكم بتعجيل هذه الادوات (مثل استخدام اقصى قوة عضلية لرمي الادوات).**

وهذا ما يخدم الاداء الفني وما يرتبط بهذا الاداء من صفات بدينة اساسية لتطبيقة كالقوة في تدريب

وتعليم اللاعبين .

قانون نيوتن الثاني(قانون التعجيل) في الحركات الدورانية

- ينص على إن العزم المؤثر على جسم ما يتناسب مع التغير في كمية الحركة الزاوية، لذا يكون العزم له مواصفات القوة في تغير كمية الحركة للأجسام الدورانية ،
- وعندما يرتبط العزم بزمن الفعل عند الأداء ، فنطلق علية عزم دفع القوة الذي يكون السبب في تغير كمية الحركة الزاوية:
- عزم دفع القوة = التغير في كمية الحركة الزاوية (التغير في الزخم الزاوي)

ولما كانت كمية الحركة الزاوية =عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية

وبما أن عزم القصور الذاتي = الكتلة × نق 2

والسرعة الزاوية = السرعة المحيطية / نق (الطول)

اذا عزم دفع القوة = كتلة الجسم × نق × السرعة المحيطية

وبما السرعة × الكتلة تعنى كمية الحركة الخطية (زخم خطي)

اذ عزم دفع القوة = الزخم الخطي ×نق

ويزداد عزم دفع القوة بزيادة القوة الداخلية للعضلات العاملة على أجزاء الجسم ويرتبط عزم القوة في التغلب على عزم وزن الجسم (عزم الجاذبية) المصاحب للأداء في كثير من المهارات الرياضية والذي يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار عند تنفيذ هذه الحركات ،

قانون الثالث لنيوتن(قانون رد الفعل)

وينص القانون على ان ((لكل فعل رد فعل يساوية في المقدار ويعاكسه في الاتجاه) اي قوتين متساويتين في المقدار متعاكستين في الاتجاه.

وكمثال لقانون نيوتن الثالث في فعالية اجتياز الموانع .

الاول: مرحلة عبور المانع في ركض الموانع:

اثناء الجزء الاول من مرحلة عبور المانع تتحرك كلا من الرجل الحرة (القائدة) والجذع في اتجاه بعضهما البعض وهذا يؤدي الى تقريب مركز ثقل الجسم باتجاه الاجزاء السفلى

للجسم (غلق الزاوية مابين الجذع والرجل القائدة)ويكون اقرب مايكون من المانع، ففي اللحظة التي تعبر فيها قدم الرجل الحرة (القائدة) المانع فان الجذع والرجل القائدة يتحركان بصورة عكسية

وكتطبيق لقانون نيوتن الثالث) اذ ان حركة ميلان الجذع للامام كفعل ينتج عنه حركة الرجل الحرة القائدة للاعلى كرد فعل وكما هو واضح من الشكل اعلاه ، ان التطبيق الصحيح لقانون نيوتن الثالث خلال مرحلة عبور العارضة سيضمن للعداء عبور المانع ومركز ثقله اقرب مايكون من العارضة (اقل زمن ممكن) وكذلك عدم ارتطام رجله القائدة بالعارضة مما قد يسبب ضياعا في القوة.

مثلا: في حركات الركض او القفز او الرمي، هي عبارة عن حركات فعل ورد فعل بين القوة الداخلية (العضلية) والقوة الخارجية (الجذب الارضي).

ان وقوف الرياضي على الارض عبارة عن قوتين متعادلتين هما وزن الجسم باتجاه الاسفل ورد فعل الارض باتجاه الاعلى ، واذا اراد الرياضي القفز الى الاعلى عليه ان يسقط قوة اكبر من وزن جسمة. ليحصل على ارتفاع اكثر الى الاعلى وبالاتجاه الذي يؤدي به الحركة.

قانون نيوتن الثالث في الحركات الدورانية .

((ينص القانون على إن لكل عزم مؤثر من جسم الى أخر هناك عزم آخر مساوي له في المقدار ومضاد له في الاتجاه، ويكون لحظيا من الجسم الثاني إلى الجسم الأول))

في الحركات الدائرية (الدورانية الزاوية) يجب معرفة العزم المؤثر من الجسم والذي يساوي العزم المضاد له في الاتجاه والذي يكون لحظيا من الجسم الثاني الى الجسم الاول.

ويظهر تطبيق ذلك في الكثير من الفعاليات الرياضية ففي القفز العالي فأن عملية ارجاع الراس الى الخلف فوق العارضة كفعل يؤدي الى رفع القدمين فوق العارضة كرد فعل

إن فهم قانون نيوتن الثالث للحركات الدورانية يعطي مفاهيم عديدة عن طبيعة ما يجب ان يتم من حركات لاجزاء الجسم المتعددة اثناء اداء مختلف الحركات الاساسية لجميع المهارات الرياضية والتي تساعد المدرب واللاعب في الفهم الحقيقي لما يجب ان يؤدي من حركات صحيحه ليعطي المظهر والمسار الحركي الصحيح الذي يتميز بظهور قوة الحركة وانسيابيتها وايقاعها الصحيح

المصادر

1- الاستاذ : صريح عبدالكريم الفضلي . جامعة بغداد , كلية التربية الرياضية , محاضرات البايوميكانيك الرياضي , 2008 – 2009 .

2- الاستاذ : سمير مسلط الهاشمي . جامعة بغداد , البايوميكانيك الرياضي , ط1 , 1999 .

3- الاستاذ : نجاح مهدي شلش . جامعة البصرة , مبادئ الميكانيكا الحيوية في تحليل الحركات الرياضية .