قوانين نيوتن في الحركة (Newton's Laws of Motion):

في القرن السابع عشر الميلادي، اقترح عالم الرياضيات الإنجليزي السير إسحق نيوتن ثلاثة قوانين للحركة، وقد مكَّنت هذه القوانين العلماء من وصف وتفسير حركات الاجسام الجامدة والحية على حد سواء ، والذي يهمنا في دراستنا في البايوميكانيك الرياضي هو كيفية التعامل مع هذه القوانين وبما يفسر المسارات الحركية للفعاليات الرياضية وكيفية حدوثها سواء اكانت خطية او دورانية ومن خلال معرفة او فهم هذه الحركات من الناحية الميكانيكية فأن ذلك يمكننا من تطوير انجازات الرياضيين في البطولات الدولية والمحلية ، مع الاخذ بنظر الاعتبار ان هناك خصوصية في التعامل لهذه القوانين في الفعاليات الرياضية او الحركات العامة التي يقوم بها الانسان لاسباب عدة متداخلة منها فسلجية واخرى نفسية وبدنية فضلا عن اسباب اخرى تتعلق بطبيعة الجسم البشري ، وعليه فأن قوانين نيوتن ما هي الا تفسيرات لعلاقة القوة بالحركة.

1 – قانون نيوتن الاول في القصور الذاتي Inertia:

ينص قانون نيوتن الاول على ان (يبقى الجسم في حالة السكون أو في حالته الحركية مالم تؤثر عليه قوة خارجية أخرى) ، ومعلوم أن القصور الذاتي

للجسم يعني مقدار قيمة مقاومة الجسم لقوة ما تحاول تغيير حالته الساكنة او الحركية ان كانت خطية حركة زاوية .

وعندما نتحدث عن تطبيقات هذا القانون نيوتن في الحركات الرياضية والمتعلق بمقاومة الاجسام لتغير حالتها الحركية ،لابد لنا من طرح مجموعة من الامثلة فمثلا العداء في سباقات الاركاض والمسافات القصيرة يستمر في الركض الا اذا كانت هناك قوة ما توقفه او تقلل من سرعته ، حيث اذا اراد التوقف بتلقاء نفسه فيكون التوقف تدريجيا لان يصعب عليه التوقف فجأة، وكذلك فأن القفز لمسافة بعيدة للامام يتطلب من الرياضي القيام بركضة تقربية يكتسب تعجيلا مناسبا ومتوافق مع قدراته البدنية ومواصفاته الجسمية لكي يحقق تلك المسافة الجيدة التي يطمح بتحقيقها، اي هناك قوة لتغير حالة الجسم الحركية تتغلب على قصوره الذاتي ان كانت قوة داخلية او قوى خارجية .

ان التعامل مع قانون نيوتن الاول يكون من خلال حالتين هما السكون او الحركة ففي حالة السكون فأن محصلة القوى المؤثرة على الجسم يجب ان تساوي صفراً وفي حالة عدم التساوي في هذه القوى فأن الجسم يتحول من حالة السكون الى حالة الحركة ان كانت حركة خطية أو دائرية ، و يرتبط القصور الذاتي للاجسام بمقدار ما تحمله من مادة أي مقدار كتلتها حيث ان مقدار القوة التي يبذلها الجسم للمحافظة على وضعه الحركي أو حالة السكون يعتمد على مقدار كتلته ، ومن هنا جاء تقسيم بعض من الفعاليات الرياضية ان يكون التنافس بنزالات فردية مثل رفع الاثقال والمصارعة والملاكمة وغيرها من الالعاب والفنون القتالية وحسب مقدار كتلة الرياضي ، ومن هنا يمكن معرفة اهمية قيم كتلة الرياضيين.

ويلاحظ هنا بان الجسم الساكن يحتاج الى قوة اكبر للتغلب على قصوره الذاتي من الجسم المتحرك اذا كانت القوة في نفس اتجاه مسار الجسم الحركي، اي ان زيادة الحالة الحركية للجسم المتحرك يكون اسهل من تحريك نفس ذلك الجسم من حالة السكون وبنفس مقدار القوة المؤثرة ، وبتعبير اخر أن تغيير الحالة الحركية هو زيادة سرعة ذلك الجسم من خلال زيادة مقدار القوة المؤثرة مع ثبات كتلته ، يظهر ذلك

ايضا في تنفيذ الركلات الثابتة والمتحركة في كرة القدم وكذلك عند حدوث التصادم بين لاعبين احدهما ثابت والآخر متحرك في الارض او في الهواء اثناء القفز ومن الاهمية ان يكون لدى المدرب الالمام الكافي بهذه المعلومات حيث ان العمل على تنمية السرعة او التغيير في مقدار التعجيل اثناء الاداء يكون له الاثر الكبير في احداث التطور البدني المطلوب ، وبما أن كتلة الرياضي ثابتة فإن تغيير السرعة وتنميتها هو الهدف المطلوب كجانب تدريبي مهم. واما ارتفاع مركز ثقل الجسم فيعتبر من العوامل التي تحدد مقدار القصور الذاتي للاجسام وان العلاقة عكسية بينهما حيث ان زيادة ارتفاع مركز ثقل الجسم يقلل من حالة قصوره الذاتي على عكس في حالة انخفاضه فانها تزيد من حالة القصور الذاتي.

ان قاعدة الارتكاز التي ينطلق منها الجسم لتنفيذ الواجب الحركي، لها علاقة طردية ومقدار القصور الذاتي للجسم، من هنا تظهر اهمية وقفة الاستعداد والتهيوء في العديد من المهارات الرياضية الاثر الكبير في تحقيق استقرار اكبر لدى الرياضي، فالملاكم والمصارع ولاعب الفنون القتالية يؤكد على الوقفة بقاعدة واسعة للمحافظة على استقراره العالي المطلوب في النزال سيما اثناء الاشتباك مع الخصم لإن وقفة الاستعداد تكتسب أهمية كبيرة لمنع سقوط اللاعب بسهولة، ان القاعدة الواسعة والمتوازنة للجسم تقلل من خروج مركز ثقله خارج هذه القاعدة .

و ايضا لقوة الاحتكاك مع طبيعة الارض تعتبر من العوامل المؤثرة في القصور الذاتي للجسم ، و لكي نتغلب على القصور الذاتي لجسم ما على سطح املس او صقيل نحتاج الى قوة اقل مما لو كان السطح خشنا او متعرج، و يتضح ذلك جليا من خلال ممارسة فعاليات رياضية مختلفة على ارضيات مختلفة، فحركة كرة القدم على التارتان تختلف عن حركتها على العشب الطبيعي او على ارض رملية.

هذا ويرتبط القصور الذاتي بحكم ارتباطه بالكتلة والقوة المؤثرة بعامل الزمن ومن ذلك فأن قوة دفع الجسم هي القوة المؤثرة في وحدة الزمن بمعنى اخر هي مقدار القوة المؤثرة في فترة زمنية حيث إن:

الدفع = القوة X الزمن ويقاس بالنيوتن. ثانية

اما في الحركات الدورانية والزاوية فيلعب عزم القصور الذاتي دورا مهما في ذلك حيث ان القوة المطلوبة لاحداث الحركة الدورانية لاي جسم تعتمد على مقدار بعدها العمودي عن محور دورانها، حيث ان :

عزم القصور الذاتي= ق x نق ^{2}

ويزداد عزم القصور الذاتي بزيادة البعد عن محور الدوران مع ثبات الكتلة وهذا العامل هو الذي يحدد سرعة الدوران او التعجيل الزاوي، و لابد هنا من الانتباه الى تأثير القوتين المركزية واللامركزية في الحركات الدورانية، مع ملاحظة ان اجزاء الجسم ترتبط فيما بينها من خلال مفاصل تتم الحركة عليها.

2 – قانون نيوتن الثاني Acceleration في التعجيل او تسارع الجسم:

قانون نيوتن الثاني ينص على انه (إذا أثرت قوة على جسم ما فانها تكسبه تعجيلا او تسارعا يتناسب طرديا مع هذه القوة وعكسيا مع كتلته) أي إذا أثرت محصلة قوى لا تساوي صفر على جسم أكسبته عجلة في اتجاهها تتناسب طرديا مع مقدار هذه القوة وعكسيا مع كتلة ، والصيغة الرياضية لهذا القانون الذي يعد القاعدة الرئيسية لجميع الحركات هي:

القوة = الكتلة X التعجيل

بما ان التعجيل = السرعة \ الزمن

$$\text{عليه يمكن ان تكون القوة} = \frac{\text{الكتلة X السرعة}}{\text{الزمن}}$$

وكما معلوم ان التعجيل عبارة عن معدل تغيير السرعة بالنسبة للزمن و ان الحركة عبارة عن ناتج التأثير المتبادل بين القوة الداخلية والقوى الخارجية اي هناك عملية فعل ورد فعل وكما سيتم التطرق اليه في القانون الثالث، وهذا يلاحظ في القوة الداخلية التي يمتلكها الرياضي والمتمثلة في قوة انقباضاته العضلية و التي

حصيلتها انتاج حركة او مجموعة حركات الجسم خلال اداءه للمهارات الرياضية المختلفة، وهنا يتناسب التغيير في كمية الحركة (الزخم) طرديا مع القوة المؤثرة وهذا جانب مهم في تحقيق الانجازات الرياضية بعد تنظيم البرامج التدريبية وفق هذه الاسس الميكانيكية .

وهنا نؤكد ان كتلة الرياضي تلعب دورا مهما في تحكم الاداء الحركي سيما في الفعاليات التي تلعب فيها الكتلة دورا حاسما في تحقيق الانجاز مثل المصارعة والملاكمة والكثير من الفعاليات الاخرى ومنها الاركاض فأن القوة المنتجة من قبل العداء تتناسب مع مقدار كتلته.

مثال: ما مقدار التعجيل الناتج من قوة مقدارها(800N) على ثقل كتلته (80 KG) ؟

الحل : القوة = الكتلة × التعجيل

$$F=m.a$$

$$800= 80 \times A$$

$$A= 800 \div 80$$

$$A = 10\ m/s^2$$

ومن خلال هذا القانون يمكن ان تتم البرامج التدريبية باستخدام اوزان مختلفة ضمن تمرينات تشكل وفق المسارات الحركية للمهارة نفسها ، مثلا ان تدريب المصارعين مع خصوم اكثر من وزنهم او استخدام ادوات رمي اثقل في فعاليات الرمي بالعاب القوى ، وان ثبات كتلة الرياضي يقابلها زيادة القوة الموضوعة لزيادة سرعة الاداء وهذا ما يحدث ايضا في الفعاليات التي تتطلب السرعة في الاداء مثل الاركاض القصيرة.

مثال : ما هو مقدار كتلة العداء الذي لديه قوة مقدارها 800N تمكنه من قطع مسافة سباق 100m بتعجيل قدره 10 m/s^2 ؟

$$F = m.a$$

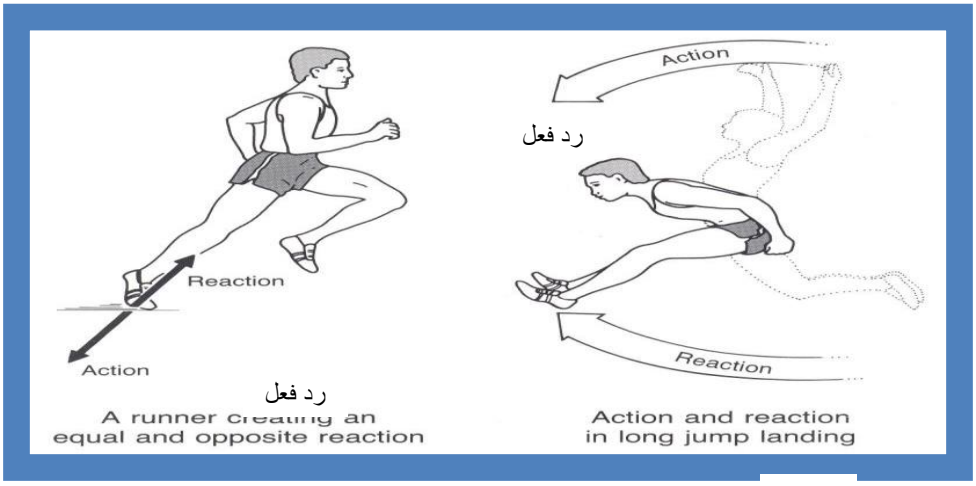
$$800 = m \times 10 m^2 / s$$

$$m = 800 / 10$$

$$m = 80 Kg$$

3- قانون نيوتن الثالث (قوة الفعل و رد الفعل) Action & Reaction :

قانون نيوتن الثالث ينص على انه " لكل قوة فعل قوة رد فعل مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الإتجاه " هذا القانون يحتاج في تطبيقه إلى جسمين تتم الحركة خلالهما بالتبادل والقوى المتبادلة تؤثر عليهما ولذا فإنهما لا تلغيان بعضهما ، ويفسر هذا القانون التأثير المتبادل بين القوة الداخلية والقوى الخارجية ايضا ، مثال ذلك القفز العمودي الى الاعلى والقفز للامام الاعلى يظهر رد الفعل على جسم الانسان وليس على الارض لكبر كتلة الارض مقارنة بجسم الانسان .



فعل

رد فعل

الفعل ورد الفعل اثناء الوثب الطويل

الرياضي ينتج رد فعل معاكس اثناء الركض

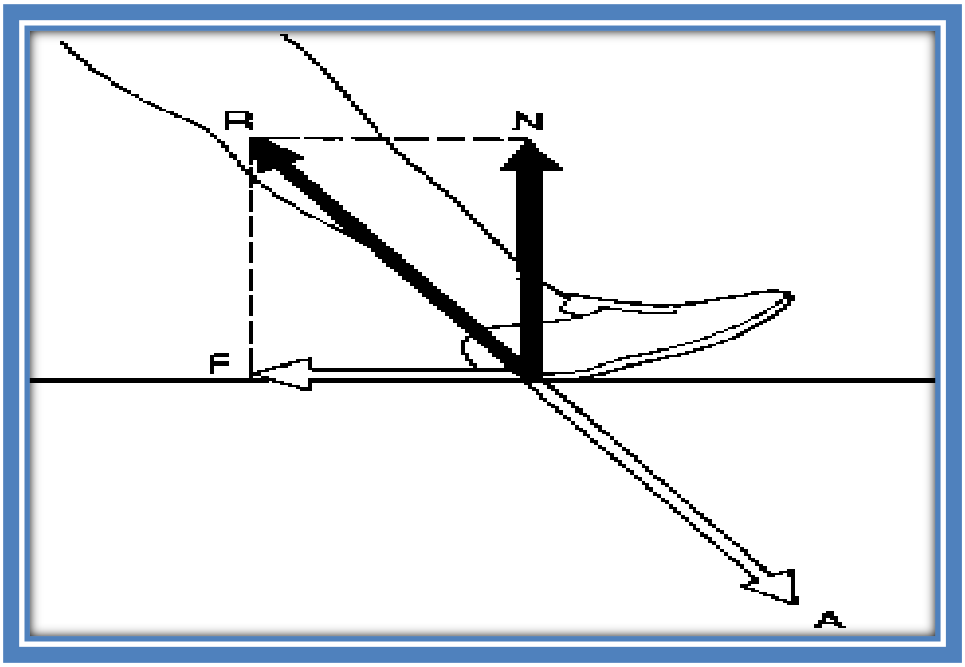
(5-,

رد فعل معاكس اثناء الركض

ان وجود قوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه هي عبارة عن فعل ورد فعل وبحسب نوع المهارة الرياضية، وهذا هو ما يطلق عليه بالتأثير المتبادل بين قوة العضلات والقوى الخارجية الاخرى مثل قوة الجاذبية والاحتكاك.

ان القوة التي يسلطها الرياضي على الارض عبارة عن قوة وزنه وهي تكون كما معلوم باتجاه الارض، وفي اغلب المهارات الرياضية فأن القوة المسلطة تكون باتجاه واحد وتكون قوة رد الفعل بالاتجاه المعاكس.

وتعد تمارين اسلوب البليومتركس (انقباضات التقصير والتطويل العضلي) احد انواع التمرينات التي تعتمد على مبدأ استخدام القفز في ارتفاعات مختلفة وبالتالي الحصول على ردود افعال عضلية مختلفة تسهم في تطوير العمل العضلي باتجاه نفس المسارات الحركية، وهي تعتمد على مقدار رد فعل السطح الذي يقوم الرياضي بالتمرين عليه ، وقوة رد الفعل قوة متجهة تتعلق بالزاوية التي يتم التأثير فيها وتكون على نفس خط عمل القوة المؤثرة وكما يظهر في الشكل (54).



الشكل (54)

يمثل خط عمل القوة المؤثرة

و فـي مسـابقات الاركـاض فـي العـاب القـوى عنـدما يتـرك العـداء بلـوك الانطـلاق يدفعـه بقوة للامـام بنفس القوة المسلطة من العداء ، وكـذلك فـي السباحة حيث ان عملية السحب تولد في الوقت نفسه دفع الجسم الى الامام وتناسب ذلك مع مقدار قوة السحب بالذراع اثناء السباحة الحرة، ومن الامثلة الاخرى ارتداد كرة السلة من الارض حيث ان ارتفاعها يتحدد من خلال مقدار قوة ارتطامها بالارض كرد فعل لذلك، اما في الحركات الدورانية والزاوية فان لكل عزم قوة مؤثر لعزم قوة اخر مساوي لـه ومعاكس لـه بالاتجاه ويحدث فـي نفس اللحظـة فـي حركـات التـي يؤديها لاعب الجمناستك في حركات الحلق والعقلة .

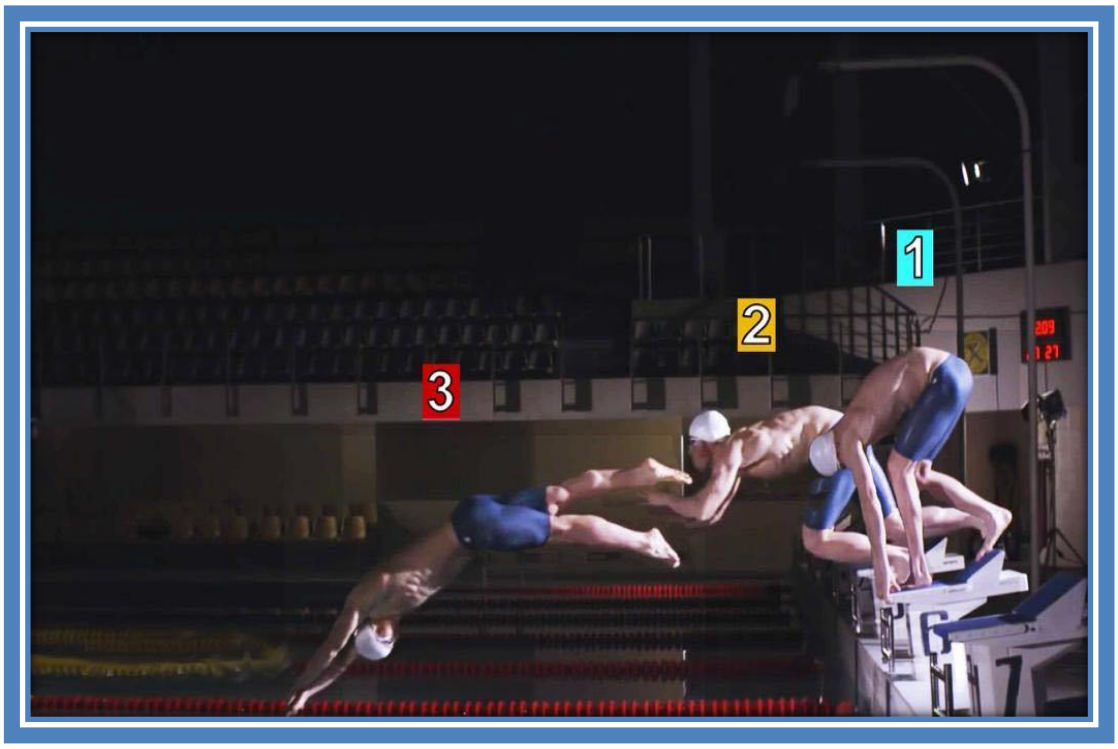
فـي تحليل رد فعل قافز العالي الفوسبري فلوب فأن عملية ارجاع الرأس نحو الخلف بعد اجتياز العارضة يؤدي الى رفع الورك فوق العارضة كرد فعل لحركة الراس للاسفل شكل (55).

شكل (55)

و اما في سباق 110م حواجز فأن عملية ثني الجذع للامام لحظة اجتياز الحاجز تؤدي الى ان مسار الرجل القائدة مع أتجاه الجذع للامام مما يكسب سرعة في اجتياز الحاجز كحركة رد فعل معاكسة شكل (56) .

شكل (56)

وبعد ان تم دراسة الحركة بجميع اشكالها لابد لنا من اعطاء مثال لاحدى المهارات الرياضية والتي تعتمد في اداء متطلباتها على جميع تلك الاشكال والانواع التي ذكرت فيما سبق فعلى سبيل المثال نأخذ حركة انطلاق السباح في احدى فعاليات المسافات القصيرة نلاحظ وكما في الشكل ادناه ثبات السباح على منصة الانطلاق تعتبر حالة ثبات او سكون Static كما شكل (57) في اللقطة رقم (1) وعند البدء بدفع منصة الانطلاق فتعتبر الحركة بشكلها الكينتيكي Kinetic كما في اللقطة رقم (2) من نفس الشكل (57) ، اما انطلاق السباح وطيرانه ولحظة مس الماء فيمكن هنا استخراج المتغيرات الكينماتيكية kinematic كما في اللقطة (3) كالسرعة والتعجيل والزوايا والمسافات وما الى ذلك ، لذلك تعتبر هذه الصورة معبرة عن اقسام البايوميكانيك بقسميه الاستاتيكي والديناميكي.



شكل (57)

- Dr.Hikmat Abdulkarim Almadhkhori
  -
  - الميكانيكا الحيوية والتحليل الحركي في المهارات الرياضية
  - Edition: 1
  - Chapter: 4-3
- Publisher: ضوء القمر للطباعة والنشر ، Moon Print,baghdad,Iraq.2
- البايوميكانيك (الميكانيكا الحيوية)في المهارات الرياضية Biomechanic In Sport Skills

Newton's Laws of Motionقوانين نيوتن في الحركة