بعض القوانين الميكانيكية المفسرة لحركة الجسم

★ كمية الحركة الخطية :

تسبب القوة فى تأثيرها على أى كتلة حركة لهذه الكتلة لها سرعة معينة أوانها قد تغير من سرعة هذه الكتلة إذا كانت فى حالة حركة ويمكن أن نسمى ما يحدث فى هذه الحالة بمقدار الحركة، الذى يتمثل فى ناتج ضرب كل من الكتلة والسرعة.

ومقدار الحركة قابل للتغيير تحت تأثير أى قوى مضافة سواء بالزيادة أو النقص وهو يعبر عن كمية الحركة والتى يرمز لها بالرمز (M) ويمكن حسبها عن طريق : $M = mv$

حيث (m) هى الكتلة، (v) هى السرعة، وتستخدم وحدات الكيلوجرام متر/ث لتمييز هذا المتغير.

وبناءً على ذلك فإنه عندما تؤثر أى قوة على جسم ما وتغير من سرعته فإنها بذلك تعمل على تغيير كمية حركته، وكلما زاد مقدار القوة وزمن تأثيرها زادت كمية حركة الجسم.

ومن الممكن أن يحدث تغيير فى كمية الحركة بمعدلات سريعة ولكن يتطلب ذلك قوى عالية القيمة وسريعة التأثير كما هو الحال فى تسارع جسم العدّاء فى بدايات السباق.

★ **الدفع :**

إن المعدل السريع فى تغير كمية حركة الجسم يقودنا إلى مفهوم جديد يعرف بالدفع، حيث الدفع ما هو إلا قوة كبيرة لزمن محدود تؤثر فى تغيير كمية حركة الجسم تغييراً كبيراً.

فالتغير فى كمية حركة الجسم تحت تأثير قوة كبيرة لزمن محدود يعنى الفرق بين كميتى الحركة قبل وبعد حدوث تأثير القوة ($\frac{mv_2 - mv_1}{t}$)

وهذا يعنى أن زمن التأثير هنا يلعب دوراً جوهريًا، فقوة قليلة تؤثر لفترة زمنية طويلة قد تؤدى إلى نفس النتيجة فى حالة إذا كانت القوة كبيرة وتؤثر لفترة زمنية قليلة.

لذا فإنه يمكن صياغة قانون العجلة لنيوتن بالشكل الذى يوضح التغيير فى كمية حركة الجسم على النحو التالى :

$$F(t) = M_2 - M_1 = \Delta M$$

حيث (F) هى القوة، (t) هو زمن تأثيرها، (M_2) هى كمية الحركة النهائية (M_1) هى كمية الحركة الابتدائية، ، (Δ) هى معدل التغيير.

كمية الحركة الزاوية :

يقاوم أى جسم الحركة بفعل خاصيته القصورية التى تمثل الكتلة فى الحركة الخطية وقصور الدوران فى الحركة الدورانية. فالجسم يقاوم التغير فى حالته سواء كانت خطية أو دورانية، وبمجرد أن يتحرك الجسم حركة دورانية فإنه يكتسب كمية حركة زاوية وقيمة هذه الحركة الدورانية عبارة عن قصوره الدورانى مضروبًا فى سرعته الدورانية أو الزاوية.

ويستخدم مصطلح عزم القصور الذاتى فى التعبير عن الخاصية القصورية المقاومة لحركة الجسم فى مسار دائرى، ويستخدم القانون التالى فى إيضاح ذلك حيث $L = I\omega = mk^2 . \omega$

حيث (L) هى كمية الحركة الدورانية، (m) هى كتلة الجسم، (k) هى نصف قطر القصور، (I) هى قيمة ثابتة تعبر عن قصور الدوران ولها جداولها الخاصة، (ω) هى السرعة الزاوية.

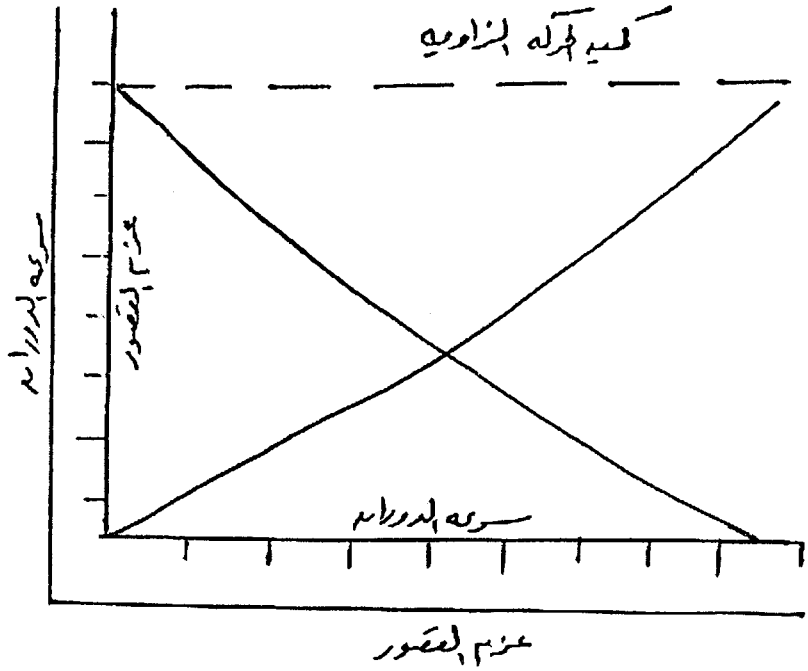
وتمثل كمية الحركة الزاوية لأجزاء الجسم المختلفة الدور الأساسى فى جميع الأداءات الرياضية وتتأثر الخاصية القصورية الدورانية للجسم البشرى بتغيير الأوضاع التى يتخذها أثناء الدوران سواء كان هذا الدوران حرآ فى الهواء أو حول محور ثابت، بمعنى أن قيمة هذا القصور أو المقاومة الطبيعية للدوران تصل إلى أدنى حد عندما يكون الجسم فى حالة تكور أى باقتراب الأجزاء من المحور الرئيسى للجسم كما تصل إلى أعلى حدودها فى حالة الامتداد الكامل.

فمن السهل أن نلاحظ سهولة الدوران والجسم فى حالة تكور عنه والجسم في حالة امتداد بل وأن مقاومة الجسم للدوران فى حالة دوران الجسم وهو مستقيم قد تصل إلى أربعة أضعاف مقاومته للدوران وهو فى حالة تكور.

وعلى نفس النمط الذى نتعامل به مع الجسم فى الحركة الخطية فإن دوران الجسم فى الهواء تحكمه كمية الحركة الزاوية التى انطلق بها فهذه القيمة لا تتغير منذ لحظة الانطلاق وحتى الهبوط إلا أنه يمكن استغلال الارتباط القوى بين كل من سرعة الدوران (ω) وعزم القصور الذاتى (I) فى تشكيل الأوضاع والسرعات التى تتطلبها الأداءات الرياضية.

بمعنى أن تقليل قيمة عزم القصور الذاتى إراديًا يؤدى إلى زيادة السرعة الزاوية أو سرعة الدوران، فلكى يحقق لاعب الجمباز أو الغطس أعلى سرعة دوران ممكنة فإنه يقوم بعمل تكور أى بمعنى تقريب أجزاء جسمه من المحور المراد الدوران حوله، فى حين يعمل على مد جسمه فى الإعداد للهبوط للتقليل من سرعة الدوران وتحقيق الهبوط المناسب.

من ذلك يتضح أن هناك علاقة ثابتة تفسر حركة الجسم فى الهواء بعد انطلاقه بكمية حركة دورانية لها قيمة معلومة ويوضح ذلك شكل ( ).



شكل ( ) علاقة عزم القصور الذاتى بالسرعة الزاوية خلال الطيران

وبنفس الأسلوب الذى اتبعناه فى حساب الدفع فى الحركة الخطية وهو يعادل التغير فى كمية الحركة فإنه يمكن حساب ما يسمى بدفع الدوران أو الدفع الزاوى الذى يرتبط بمعدل التغير فى كمية الحركة الدورانية فدفع الدوران يساوى ($I\omega_2 - I\omega_1$)

حيث ($I\omega_1$) هى كمية الحركة الدورانية قبل تأثير دفع الدوران، ($I\omega_2$) هى كمية الحركة الدورانية بعد تأثير دفع الدوران.

ودفع الدوران لا يتحقق إلا إذا تأثر الجسم بعزم دورانى، أى بمعنى تأثر الجسم بقوة أو بمجموعة من القوى لا يمر خط عملها بمركز ثقله.

العزم والحركة الدورانية :

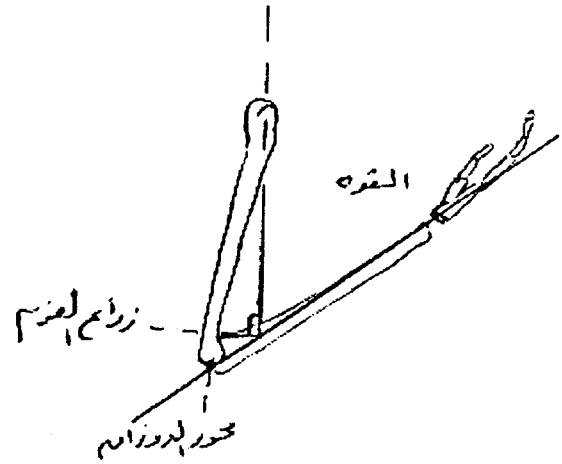
يؤدى تأثير أى قوة خارجية على أى جسم أو نظام ميكانيكى حر إلى حركة هذا النظام حركة خطية. أما إذا كان هذا الجسم أو النظام مقيدًا من أحد أطرافه، فإن القوة المؤثرة فيه سوف تؤدى إلى دورانه حول نقطة تثبيته وهى تسمى بمحور الدوران، وذلك بشرط ألا يمر خط تأثير القوة بنقطة التثبيت. أى بمعنى أن تؤثر القوة فى نقطة تبعد عن محور الدوران ويوضح ذلك فى الحياة العامة حركة فتح باب أو شباك حيث تعتبر المصَّلة محور لدوران الباب تحت تأثير قوة الفتح التى تؤثر بخط عمل يمر بالأكره.

وتسمى هذه القوة فى هذه الحالة بالقوة اللا مركزية ويسمى تأثيرها الدورانى بالعزم (torque) وتسمى المسافة العمودية بين محور التثبيت أو الدوران وخط عمل القوة بذراع العزم أو ذراع القوة ويرمز لها الرمز ($\perp d$) ومع زيادة هذه المسافة يزيد مقدار العزم لنفس القوة.

خصائص العزم :

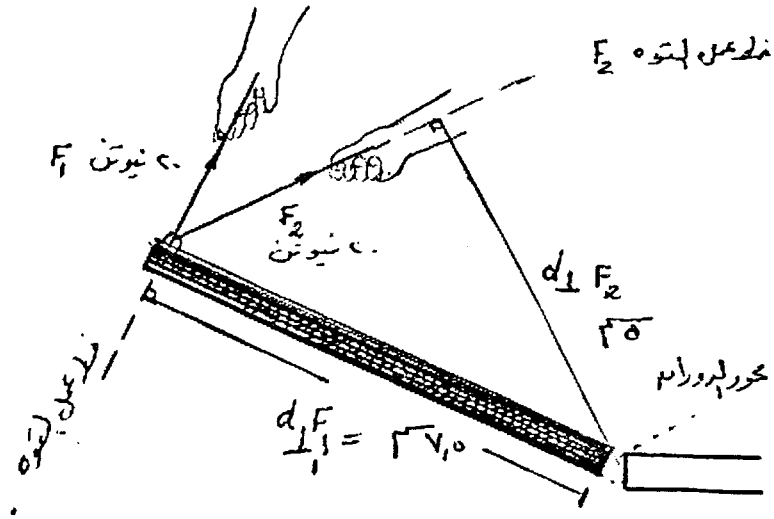
تستخدم نفس خصائص القوة المشار إليها سلفًا (المقدار ـ الاتجاه ـ خط العمل ـ نقطة التأثير) فى تناول العزم كصورة تطبيقية للقوة حيث يعنى المقدار القوة فى ذراع العزم (Fd1) ، والاتجاه إما أن يكون فى اتجاه عقارب الساعة أو عكسها.

ونود الإشارة هنا إلى أن الانقباض العضلى يعمل على المفاصل بعزم وناتج هذا العزم هو دوران للطرف الذى تعمل عليه العضلة ويوضح شكل( ) ناتج العزم على المفصل.



شكل ( ) ايضاح مكونات العزم فى العمل العضلى

مثال : لحساب العزم لقوتين مختلفتى الاتجاه وتوثران فى نقطة تأثير واحدة



شكل ( ) حساب العزم لقوتين متساويتين فى المقدار مع اختلاف اتجاه الشد

يوضح شكل ( ) قوتين (F_2 & F_1) قيمة كل منهما ٢٠ نيوتن وذراع عزم القوة الأولى (٥ ,٧سم) فى حين ذراع عزم القوة الثانية (٥سم) وبذلك يكون عزم القوة الأولى

($F_1 d_{\perp 1}$) هو (١٥٠ نيوتن.سم) فى حين يكون عزم القوة الثانية

($F_2 d_{\perp 2}$) هو (١٠٠ نيوتن.سم)

ويجب ملاحظة أنه كلما قلت المسافة العمودية ($d_{\perp}$) قل مقدار العزم حتى إذا وصلت هذه المسافة إلى الصفر كان مقدار عزم القوة (صفر) حيث أن هذه القوة لن تؤثر بعزم ولكنها سوف تؤثر بمقدارها المباشر فى المحور.