وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة المستنصرية
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

القوة المركزية والطاردة

م.د سلمان داود طعيمه

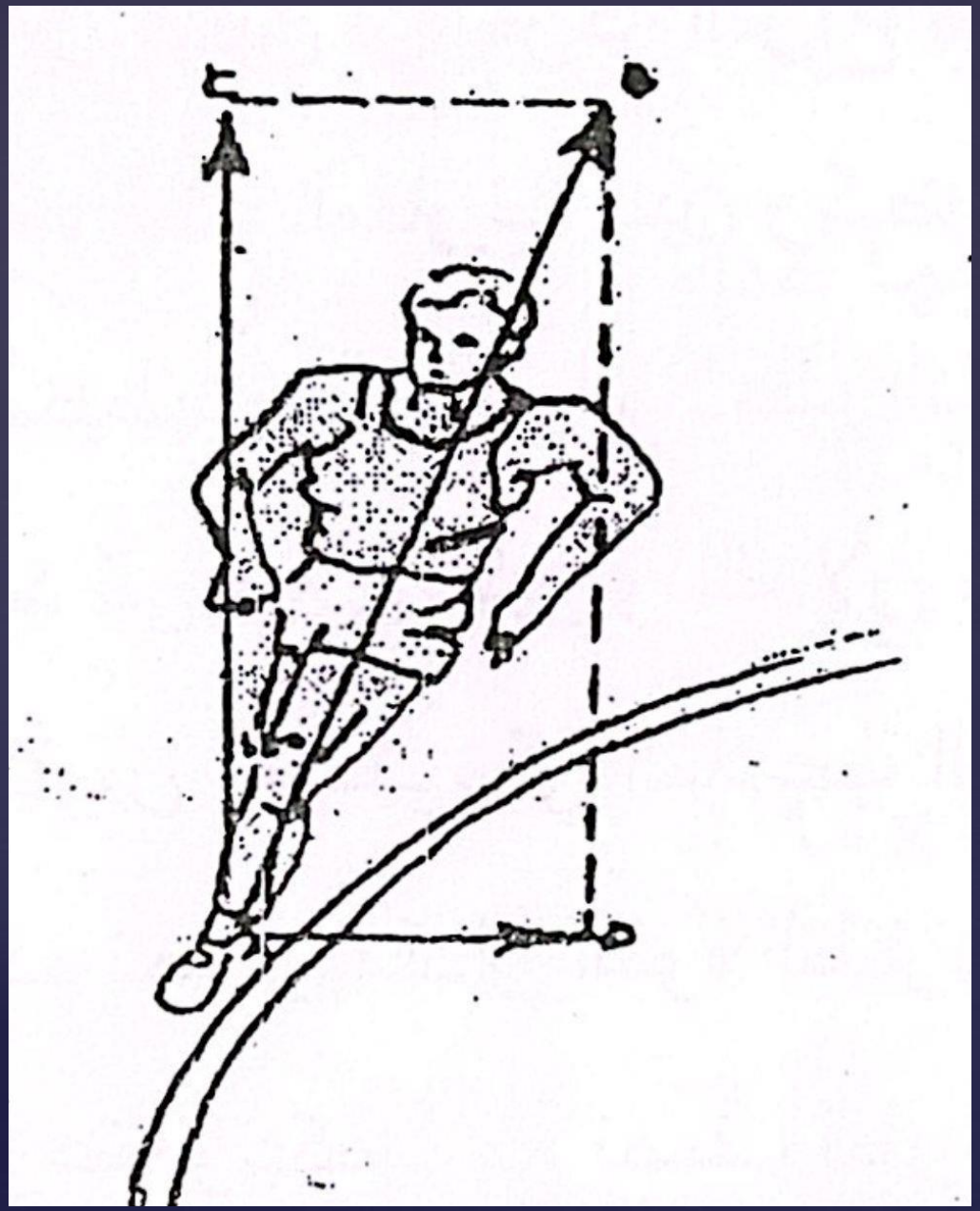
كجزء من متطلبات مادة البايوميكانيك الرياضي

١٤٤٦هـ ٢٠٢٥م

أن حدوث الحركة هو عباره عن مزيج من تأثيرات قوى معينة في الجسم اثناء حركته فمنها يؤثر بشكل ايجابي ، وهنا يعمل الرياضي على تعزيز هذه القوى ورسم مسار حركته بما يتفق والطبيعة الايجابية لتلك القوى المؤثرة ، ومنها ما يؤثر سلبياً وهي القوى التي يحاول الرياضي ان يحد منها ، فنجد ان القوى المؤثرة في حركة جسم اثناء الحركة المستقيمة تكاد تكون متوازنة مقارنه بتأثير القوى الخارجية فيه اثناء حركة الدوران ، فنتيجة الدوران الجسم حول محور نجد ان الجسم يقع تحت تأثير القوة الطاردة الى الخارج ، فلاستمراره في مساره الدائري نفسه يجب علية ان يوازن بين القوى اللامركزية (الطاردة) والقوى التي تحاول الحد من تأثير هذه القوى والتي يطلق عليها القوة المركزية أي التي تسحب الجسم الى مركز الدوران

اثناء تدوير الرامي للمطرقة يظهر تأثير هاتين القوتين على المطرقة ، فالقوة الطاردة تؤثر بشكل يؤدي الى حركة المطرقة بأتجاه المماس بينما القوى التي يصدرها الرامي هي باتجاه مركز دوران المطرقة . فلو توقف تأثير سحب المطرقة الى الداخل لبقيت تحت تأثير القوة الطاردة واستمرت في حركتها الى الخارج وهذا ما يحدث اثناء لحظة الرمي الحقيقية للمطرقة . هناك علاقه بين سرعة الجسم الدائر ومقدار القوه الطاردة عن المركز فكلما كانت سرعة المطرقة كبيره اثناء الدوران كان العبء على الرامي اكبر لتوليد قوة مماثلة ومضادة للقوة الطاردة . وفي الوقت ذاته نجد ان تأثير كتلة الجسم الدائر يؤدي دوراً كبيراً في مقدار القوه الطاردة على الجسم ،

فلو اتينا بمطرقتين احدهما كبيره الكتلة والأخرى صغيره ولهما سرعة الدوران نفسها نجد ان مقدار القوه الطاردة يكون اكبر في حالة المطرقة ذات الكتلة الكبيرة . فعلى هذا الأساس نجد ان القوه التي يبذلها الرامي لاستمرار المطرقة في دورانها اثناء مرحلة الدوران تكون كبيره اذا كانت المطرقة كبيرة الوزن وسرعتها عالية خاصة في المرحلة الاخيرة قبل الرمي . لهذا السبب ينبغي ان يكون الرامي على قدر كبير من القوه .



حركة الراكض حول منحني فيلاحظ ميلان للداخل للحد من تأثير القوه الطاردة نجد في فعاليات اخرى عندما يقع الرياضي تحت تأثير القوه الطاردة اثناء دورانه حول محيط دائرة ، وليس هناك من قوة تسحبه الى الداخل كما في رمي المطرقة والقرص ، ان راكب الدراجة الهوائية عندما يدور حول منحني فهو يحاول الحد من تأثير القوة الطاردة اما بتخفيف سرعته وهذا يؤثر في نتيجته في المنافسة او بتغيير ميكانيكية وضعه اثناء الدوران فيحاول الميلان الى الداخل وان مقدار ميلانه للداخل يزداد كلما ازدادت سرعته ، الأمر الذي حدا بالمعنيين على تصميم المنشآت الرياضية

فنلاحظ ان مضمار سباق الدرجات الهوائية يكون شديد الميلان عند المنحنيات وتتوقف درجة ميلان المنحني على درجة نصف قطر الدائرة التي يكون المنحني جزءاً منها ، فعندما يكون المنحني شديد التقوس (نصف قطر الدائرة قليل) تكون درجة ميلانه اكبر مما لوكان نصف قطر الدائرة كبيرا عندئذ تكون درجة الميلان أقل . يمكننا تطبيق القول نفسه على العداء اثناء الركض على المنحني فهو يحاول الحد من تأثير القوه الطاردة في جسمه بتغيير ميكانيكية الركض من خلال ميلانه الى الداخل

استناداً الى ما تقدم نجد ان مقدار القوه الطاردة للجسم بتناسب تناسباً طردياً مع كتلة الجسم وسرعته وعكسياً مع نصف قطر الدائرة التي تتم حولها الحركة كما توضح المعادلة الآتية :

القوه الطاردة = الكتلة xالسرعة ٢ / نصف القطر

مثال/ احسب نصف قطر المنحنى الذي يدور حوله عداء كتلته ٨٠ كغم وسرعته ٨ م/ثا ، علماً ان مقدار القوة الطاردة المؤثرة فيه ٥٠ نيوتن ؟

الجواب

القوه الطاردة = الكتلة xالسرعة ٢ / نصف القطر

٥٠ = ٨٠ × (٨) ٢ / نق

٥٠ = ٨٠ × ٦٤ / نق

٥٠ = ٥١٢٠/ نق

نق = ٥١٢٠ / ٥٠

نق = ١٠٢.٤

ان معرفة مقدار القوه الطاردة عن المركز ليس هو الاساس في دراستنا للعلوم ، بل الذي يجب معرفته هو مقدار درجة الميلان التي يجب على العناء او راكب الدراجة الهوائية ان يحققها لاستمراره بسرعته دون ان يفقد منها شيئاً يتحقق ذلك من خلال حساب ظل الزاوية التي يجب ان يميل بها وتكون معاملة ظل الزاوية كما يلي :

ظل زاوية الميلان = (السرعة) ٢ / التعجيل الارضي ×نصف القطر

ظل زاوية الميلان = س /٢ ج نق

مثال احسب مقدار الزاوية التي يميل بها عداء يركض بسرعة ٣٠ قدماً/ثا علماً ان نصف قطر الدائرة يساوي ٦٠ قدماً؟

الجواب /

ظل زاوية الميلان = (٣٠) ٢ / ٣٢ × ٦٠

= ٩٠٠ / ١٩٢٠

= ٠. ٤٦٨

نستنتج من هذا ان الزاوية التي يجب ان يميل بها الرياضي هي ٢٥ درجة ، لان ظل الزاوية ٢٥ = ٠.٤٦٦

الوزن والكتلة

كثيرا ما نستخدم هذين المصطلحين في دراستنا الميكانيكية للحركات الرياضية فنقول ان هذا الرياضي وزنة ٦٠ وان كتلة هذا الشيء هو ٥٠ فماذا يقصد في الفرق بين هذين المصطلحين من الناحية العلمية

الفرق بين الكميات القياسية والكميات المتجهة فالكمية القياسية هي التي تعرف بالمقدار فقط ، اما الكمية المتجهة فلا يكفي لتعريفها ذكر مقدارها فقط ، بل ينبغي ذكر اتجاهها ايضاً فالكتلة هي المثال للنوع الأول أي كمية قياسية ، فهي مقدار ما يحتويه الجسم من مـادة ولا تتغير من موضع الى اخر فهي تعبر عن مقدار القصور الذاتي لذلك الجسم ، فحينما نقول ان كتلة العربة هي فارغه تختلف عن كتلتها وهي مليئة بالحمل ،يعبر بشكل غير مباشر عن الفرق بين مقاومة العربة في الحالتين للحركة (قصورها الذاتي) .

من خواص الكتلة انها تبقى بالمقدار نفسه على الرغم من تغيير موضع الجسم ، فالجسم الذي كتله ١٠٠ كغم على سطح الارض يبقى بكتلته نفسها لو ارتفع إلى٢٠٠٠٠٠ قدم

اما بالنسبة الى الوزن فنجده يختلف عن الكتلة فيعتبر كمية متجهه أي (مقدار واتجاه) ويختلف وزن الجسم من موقع لآخر ، فوزن الجسم على سطح الارض يختلف عن وزنه وهو على سطح القمر ، او هناك فرق في وزنه بين القطب وخط الاستواء ، لو ادركنا ماهية الفرق بين وزن الجسم نفسه في مواضع مختلفة الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر (نقطه نسبية) فأن الفرق يأتي (تعجيل الجاذبية الارضية) عند سطح البحر اكبر منه عند المرتفعات العالية نتيجة اختلاف قوة الجاذبية الارضية لذلك الجسم ، فتكون قوة الجاذبية الارضية وانطلاقاً من قانون نيوتن الثاني فأن المعادلة تصبح كالاتي :

$$\text{و} = \text{ك} \times \text{ج}$$

نستنتج من ذلك ان كتلة الجسم نفسه لها اوزان مختلفة باختلاف تعجيل الجاذبية الارضية ، اي يمكننا أن نقول باختصار ان وزن الجسم هو مقدار قوة الجذب الارضي على ذلك الجسم .

اما بالنسبة الى الوحدات التي تعرف بها كل من الكتلة والوزن فوجدنا من الاهمية الاشارة الى الاختلاف بين تسميات الوحدات قديماً وحديثاً ، او حسب النظم المستخدمة في التعبير عن وحدات الكميات الميكانيكية ، وبشكل عام هناك نظامان للوحدات هما النظام البريطاني والنظام المتري حيث يرمز للنظام الاول (ق . ب . ث) أي مختصر للوحدات (قدم . باون . ثانية) ويشتق من النظام المتري نظام جزئي ويرمز له (س . غ . ث) اي مختصر للوحدات (سم . غم . ثانية)ان النظام المعتمد حالياً في قياس الوزن والكتلة والتعجيل ككميات ميكانيكيه هو النظام المتري (م . ك . ث) ويمكن توضيح ذلك بشكل أدق من خلال الجدول الاتي:

نظام الوحدات	القوة	الكتلة	التعجيل
النظام الانكليزي			
ق . ب . ث	باون	سلاك	قدم / ثانية ^{2}
النظام المتري			
م . ك . ث	نيوتن	كيلوغرام	متر / ثانية ^{2}
اجزاء النظام المتري			
سم . غ . ث	داين	غرام	سنتمتر / ثانية ^{2}

الدفع وكمية الحركة

سبق وان عرفنا كمية حركة الجسم بأنها عباره عن حاصل ضرب كتلته في سرعته فنقول ان كمية الحركة التي تمتلكها مطرقه كتلتها ٢٠ كغم وبسرعه ١٠ م/ثا هي نصف كمية حركة المطرقة نفسها فيما اذا تحركت بسرعة ٢٠ م / ثا انطلاقاً من قانون نيوتن الثاني ، فأن التغيير في كمية حركة الجسم تحدث بفعل تأثير القوه ، ومن الطبيعي ان تأثير القوه يحدث بفتره زمنيه معينه لواثرنا في جسم بقوه مقدارها ١٠٠ نيوتن وكان زمن فعل التأثير هو ٢ ثا فأن الجسم سيتحرك بكمية حركه معينه (بزخم معين) ، ولو اردنا ان نكسب الجسم نفسه كمية الحركة الأولى نفسها ولكن بزمن فعل قدره ثانية واحده فعندئذ يجب ان نضاعف مقدار القوه او العكس اذا اردنا ان نستخدم قوه تأثيريه مقدارها ٥٠ نيوتن ففي هذه الحالة ينبغي ان يطول زمن تأثير القوه ليصل الى اربع ثواني من هذا المنطلق نجد ان القوه التي تؤثر فيه فتره زمنيه معينه يطلق عليها ميكانيكياً مصطلح الدفع او دفع القوه أي **دفع القوه = القوه الزمن**

الدفع = ق ×ن

ولما كان التغيير في كمية الحركة هو ناتج عن تأثير القوه الحادثة في زمن معين حيث يمكننا اشتقاق ان دفع القوه = التغيير في كمية الحركة

الدفع = ك × ج × ن لأن قيمة ق = ك × ج

= ك × (س٢ - س ١) / ن) × ن

لان ج = (س ٢ - س ١)

اذن الدفع = ك (س٢ - س ١)

أي ق × ن = ك (س٢ - س ١)

قانون حفظ كمية الحركة (الزخم)

يرمي هذا القانون الى ان كمية حركة الاجسام عند تأثيرها بعضيها في بعض تكون ثابته ، وانطلاقاً من قانون نيوتن الثالث (الفعل ورد الفعل) وحدث ان أثر له كمية حركة معينه في جسم آخر بكمية حركه معينه فأن الفعل سيقابل برد جسم فعل مساوي له مقدارا ويعاكسه اتجاها ، وبما ان قانون نيوتن الثاني ينص على ان التغيير في كمية الحركة في وحده زمنية = القوه المؤثرة في الوحدة الزمنية نفسها يمكننا القول اننا ان تغير زخم الجسم الاول في الفترة الزمنية المحددة يساوي ويعاكس تغير زخم الجسم الثاني بفتره زمنيه نفسها.

ان كمية الحركة هي من الكميات الميكانيكية المتجهة اذ انما يفقده الجسم من زخم بأتجاه معين يساوي الزخم الذي يكسبه الجسم الثاني بالاتجاه المعاكس ، من هذا المبدأ يمكن القول ان كمية حركة الاجسام الكلية عند تأثيرها بعضها فيبعضها يكون ثابت وهذا ما يعرف بقانون حفظ او بقاء الزخم.

شكراً لإصغائكم أتمنى أن تكون
المحاضرة نالت إعجابكم