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	Angular kinematics completion
عنوان المحاضرة باللغة العربية	تكملة الكينماتك الزاوي
رقم المحاضرة	7
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 السابعة

السرعة الزاوية والسرعة المحيطية

يؤدي مفهوم السرعة دورا مميزا في جميع الفعاليات الرياضية سواء في الحركات الانتقالية أو الحركات الدائرية فكما علمنا أن قياس سرعة الجسم أثناء الحركة الانتقالية هي عبارة عن المسافة المقطوعة في وحدة زمنية.

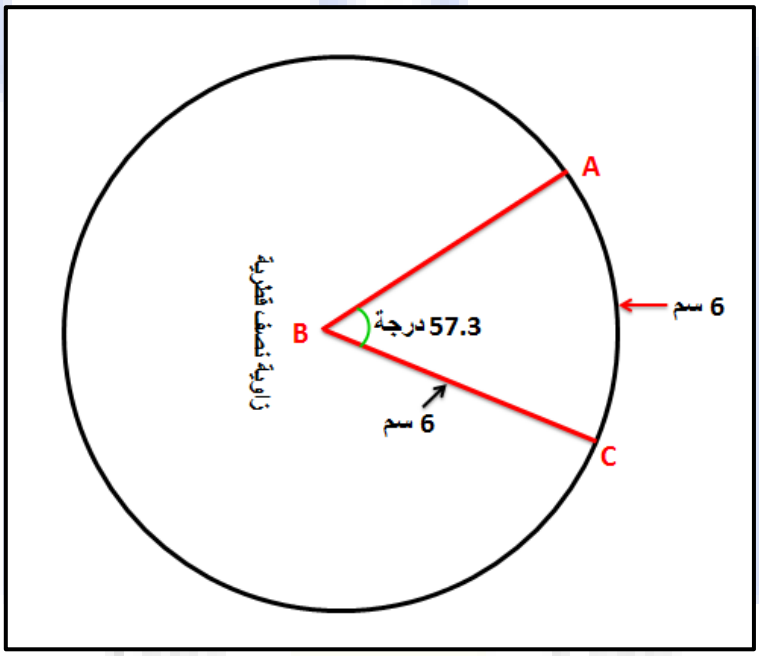
ان انتقال جسم لاعب الجمباز في الشكل السابق قد قطع زاوية معينة وبزمن معين ويطلق على سرعته بالسرعة الزاوية والتي يمكن تعريفها بالآتي: **معدل الانتقال الزاوي للجسم في وحدة الزمن.**

ويمكن استخراج السرعة الزاوية عن طريق القانون التالي:

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{المسافة الزاوية}}{\text{وحدة الزمن}}$$

وللتعبير عن مقدار السرعة الزاوية التي يتحرك بها الجسم أو جزءاً منه أثناء الحركة يمكن ذلك من خلال عدد الدرجات التي يقطعها الجسم في فترة زمنية معينة.

ولتوضيح ذلك لابد من معرفة العلاقة بين الوحدات التي تعرف بها السرعة الزاوية، إن دوران الجسم حول العقلة دورة كاملة فان عدد الدرجات التي يقطعها ذلك الجسم هي(360) درجة، واذا قطع الجسم جزء من محيط الدائرة بحيث يساوي طول ذلك الجزء نصف قطر الدائرة فإن الزاوية المقابلة لذلك الجزء تعرف بزاوية نصف قطرية، كما في الشكل، ويطلق على مساحة المثلث (A, B, C) بالقطاع، وقد وجد أن الدورة الكاملة الواحدة تساوي (6.28) قطاعا، وعلى هذا الأساس فإن القطاع الواحد يمكن احتساب قيمته بالدرجات والتي تساوي (57،3) درجة.



مثال:

أثناء رمي المطرقة تدور المطرقة ثلاث دورات أفقية بزمن قدره (2.5) ثانية، احسب كم درجة تقطع المطرقة في الثانية، وكذلك كم قطاع في الثانية؟

الحل:

بما أن المطرقة تقطع ثلاث دورات فهي تقطع (1080=3×360) درجة

عدد الدرجات في الثانية الواحدة = $\frac{1080}{2.5}$ = 432 درجة/ثانية

عدد القطاعات في الثانية الواحدة = $\frac{432}{57.3}$ = 7.5 قطاع

والعلاقة بين السرعة الزاوية لجسم أثناء دورانه وسرعته المحيطية أهمية كبيرة في دراستنا للحركات الرياضية التي تتم بشكل دائري، والسرعة المحيطية هي سرعة جسم على محيط الدائرة ويمكن استخراج هذه السرعة من القانون التالي:

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف قطر الدوران

ويمكن تفسير سرعة حركة كثير من الأجسام عند دورانها على محيط دائرة ومدى علاقة مقدار السرعة التي يدور بها الجسم مع بُعِد ذلك الجسم عن محور الدوران (نصف القطر)، لو أخذنا لاعب الجمباز على سبيل المثال أثناء دورانه على العقلة نجد أن سرعة مفصل الكتف المحيطية أقل من سرعة مفصل الورك، وسرعة مفصل الورك أقل من سرعة مفصل الركبة وهكذا، وهذا ناتج عن الفرق بين المفصل ومحور الدوران.

مثال:

لاعب كرة قدم أثناء ضربه للكرة كانت السرعة الزاوية للرجل (60) درجة/ثانية، احسب السرعة المحيطية لمفصل الركبة، والسرعة المحيطية لمفصل القدم، علما أن البعد بين محور الدوران (مفصل الورك) ومفصل الركبة هو (40) سم، والبعد بين محور الدوران والقدم (80) سم؟

UNIVERSITY OF ANBAR

الحل:

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

بداية نقوم بتحويل السنتمتر الى متر من خلال تقسيم العدد على 100

(40 ÷ 100 = 0.40) متر

(80 ÷ 100 = 0.80) متر

السرعة المحيطية لمفصل الركبة = 60 × 0.40 = 24 متر/ثانية

السرعة المحيطية لمفصل القدم = 60 × 0.80 = 48 متر/ثانية

نلاحظ مما تقدم أن سرعة القدم المحيطية هي ضعف سرعة الركبة وهذا ناشئ عن الاختلاف في بعد المفصل عن محور الدوران، يقودنا هذا الاستنتاج إلى تطبيق مبدأ إطالة نصف قطر الدوران كي تزداد السرعة المحيطية للجسم الدائر كما في فعالية رمي القرص حيث يوصى المدربون بمد الذراع الحاملة للقرص أثناء دورانها أبعد ما يمكن ليكتسب القرص أكبر سرعة دائرية قبل انتقاله بشكل مماس أثناء الانطلاق، وعلى هذا

الأساس فإن اعتماد هذا المبدأ عند اختيار رامي القرص من حيث المواصفات الجسمية ومدى ملاءمتها لتلك الفعالية يفضل الرامي ذو الذراع الطويلة على الرامي ذو الذراع القصيرة لان الذراع يمثل في هذه الحالة نصف قطر الدائرة التي يدور عليها القرص أثناء الدوران.

التعجيل الزاوي

يختلف معنى التعجيل في الحركات المستقيمة عنه في الحركات الدائرية وان مفهوم التعجيل هو **تغير السرعة في وحدة الزمن**، أي معدل تغير السرعة ويكون في الحركات الانتقالية (المستقيمة) إما بقيمة موجبة عندما يكون تزايديا، أو بقيمة سالبة عندما يكون تناقصيا، إلا أننا نجد نوعين من التعجيل أثناء حركة الجسم حول محور ما، هما **التعجيل الدائري (المماسي)** و**التعجيل القطري (العمودي)**، أو بمعنى آخر هناك مركبتان للتعجيل هما المركبة المماسية والمركبة العمودية.

لنأخذ على سبيل المثال حركة دوران القرص أثناء دوران الرامي في دائرة الرمي فإن حركة القرص تكون عبارة عن حركة متوازنة بين اندفاع القرص الى الخارج عكس اتجاه حركة الجذب باتجاه محور الدوران (الكتف) وبين حركته على مماس محيط الدائرة التي يتحرك عليها أثناء الدوران، فمن الممكن اعتبار القوة التي يسلطها الرامي للسيطرة على القرص أثناء دورانه لعدم تركه بأن يتجه بأحد هذين الاتجاهين، فينتج عن عمل القوة التي يستخدمها الرامي تأثير يسبب تعجيلا للقرص أثناء دورانه ويكون باتجاه مركز دوران القرص (محور مفصل الكتف) أن هذا النوع من التعجيل هو التعجيل العمودي أو المركبة العمودية للتعجيل ويطلق عليها أحيانا المركبة القطرية ويمكن حساب قيمته من المعادلة الآتية:

$$\text{التعجيل القطري (العمودي)} = \frac{\text{سرعة الجسم على محيط الدائرة } \mathbf{2}}{\text{نصف قطر الدوران}}$$

مثال:

أوجد مقدار المركبة العمودية للتعجيل لقرص أثناء دورانه في دائرة الرمي علما ان سرعته اللحظية على مماس الدائرة تساوي (15) متر/ثانية، وكان طول ذراع الرامي (90) سم، طول ذراع الرامي من مفصل الكتف إلى القرص بمثابة نصف قطر دوران القرص؟

الحل:

التعجيل القطري (العمودي) $= \frac{15}{90} = \frac{225}{90}^{2} = 2.5$ متر/ثانية^2

أثناء حركة دوران القرص على محيط الدائرة فإن حركته تتغير قيمتها واتجاهها باستمرار، فلو درسنا تغير سرعة القرص في موضعين مختلفين على محيط دائرة الدوران فإن معدل تغير سرعة القرص بين هاتين النقطتين في فترة زمنية معينة يعد مؤشرا لتعجيل القرص فيكون مقدار التعجيل المماسي عبارة عن السرعة الثانية مطروحا منها السرعة الأولى مقسومة على الزمن، ويمكن ان نعبر عنه في المعادلة الآتية:

$$\text{التعجيل الدائري (المماسي)} = \frac{\text{السرعة الثانية} - \text{السرعة الأولى}}{\text{الزمن}}$$

مثال:

رميت كرة بولينك بسرعة مقدارها (25) زاوية نصف قطرية/ثانية في النقطة (A)، ثم زادت سرعتها في النقطة (B) الى (50) زاوية نصف قطرية/ثانية خلال فترة زمنية مقدارها (0.11) ثانية، ما مقدار التعجيل المماسي؟

الحل:

$$\text{التعجيل الدائري (المماسي)} = \frac{\text{السرعة الثانية} - \text{السرعة الأولى}}{\text{الزمن}}$$

التعجيل الدائري $= \frac{25 - 50}{0.11} = 227.27$ زاوية نصف قطرية/ثانية^2