

## الباب الرابع

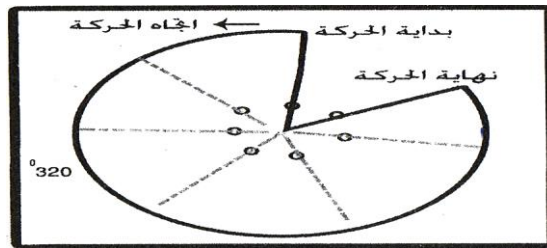
أ.د. أحمد وليد عبدالرحمن

### الكينماتك الزاوي (Angular kinematics) :

هناك فرق بين طبيعة الحركة الانتقالية التي تحدث على خط مستقيم والحركة الدورانية أو الدائرية التي تكون على شكل دوائر كاملة أو جزء من دوائر .  
ان حدوث الحركة الدورانية يشترط بوجود محور للدوران، وقد يكون هذا المحور الذي تتم حوله الحركة اما خارج الجسم كتعلق اللاعب على العقلة (العقلة هي محور الدوران) أو أن يكون المحور داخل الجسم كما في دوران الجسم حول نفسه.

#### 1. المسافة الزاوية والازاحة الزاوية:

المسافة الزاوية.. وهي المسافة التي يقطعها الجسم اثناء حركته ويمكن حسابها من خلال الفرق بين الوضع الاولي الذي ابتداء منه الجسم وصولاً الى الوضع النهائي وتحسب المسافة بعدد الدرجات التي يقطعها الجسم منذ بداية حركته الى نهايتها.  
الإزاحة الزاوية.. وهي أقل مقدار للفرق بين وضعي الجسم بداية الحركة ونهايتها وتقاس أيضاً بالدرجات.  
لاحظ الشكل (1).



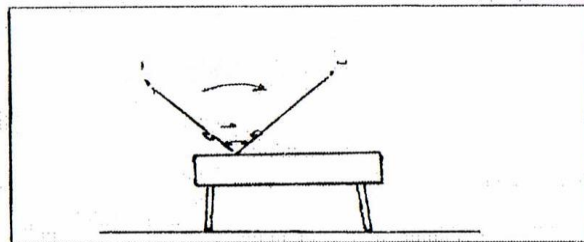
شكل (1)

#### 2. السرعة الزاوية والسرعة المحيطية:

نحن نعلم إن قياس سرعة الجسم اثناء الحركة الانتقالية هي عبارة عن المسافة المقطوعة في وحدة الزمن، وينطبق القول نفسه على المسافة التي يقطعها جسم على منحنى وكمثال على ذلك سرعة الراكض على محيط دائرة.

$$\text{السرعة المحيطية المتوسطة} = \frac{2d}{t} - 2d$$

السرعة المحيطية.. هي النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم على محيط الدائرة الى الزمن المستغرق.  
السرعة الزاوية.. هي معدل الانتقال الزاوي للجسم، وللتعبير عن مقدار السرعة الزاوية التي يتحرك بها الجسم أو جزء منه اثناء الحركة، يمكن من خلال معرفة عدد الدرجات التي يقطعها الجسم في فترة زمنية معينة.. كما هو الحال في انتقال لاعب جمباز من نقطة أ الى النقطة ب ويكون قد قطع زاوية معينة ولتكن (85 درجة). لاحظ الشكل (2).

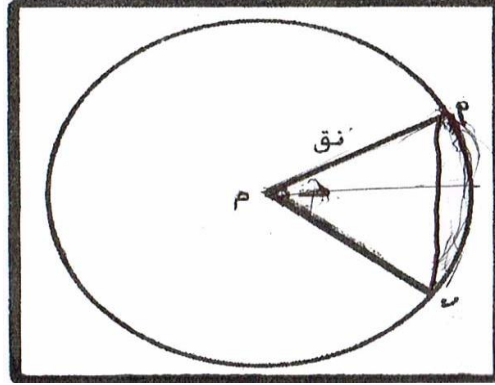


شكل (2)

السرعة الزاوية = عدد الدرجات المقطوعة / t

س ز = عدد الدرجات المقطوعة / t

إن دوران الجسم حول العقلة دورة كاملة، فإن عدد الدرجات التي يقطعها ذلك الجسم هي (360°)، وإذا قطع الجسم جزء من محيط الدائرة بحيث يساوي طول ذلك الجزء نصف قطر الدائرة، فإن الزاوية المقابل لذلك الجسم تعرف بزاوية نصف قطرية. لاحظ الشكل (3).



شكل (3)

يطلق على المثلث أم ب بالقطاع

الدورة الكاملة الواحدة = 6.28 قطاع

قيمة القطاع الواحد بالدرجات =  $360 / 6.28 = 57.324^{\circ}$  ويمكن تقريبه الى  $57.3^{\circ}$ .

مثال/ أثناء رمي المطرقة تدور المطرقة (3) دورات افقية بزمن قدره 2.5 s. احسب كم درجة تقطع المطرقة بالثانية؟ وكذلك كم قطاعا بالثانية؟

الحل/  $3 \times 360 = 1080^{\circ}$  في 2.5 s

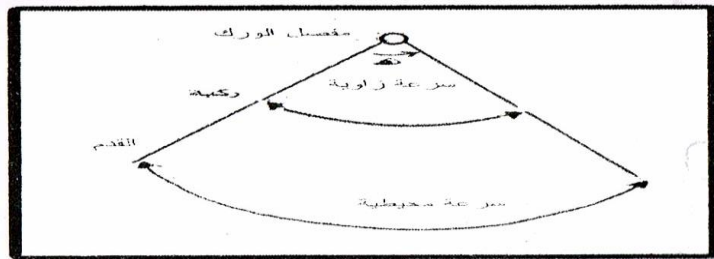
$1080 \div 2.5 = 432^{\circ}$  تقطع المطرقة بالثانية الواحدة.

$432 \div 57.3 = 7.53$  قطاع في الثانية الواحدة.

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية  $\times r$

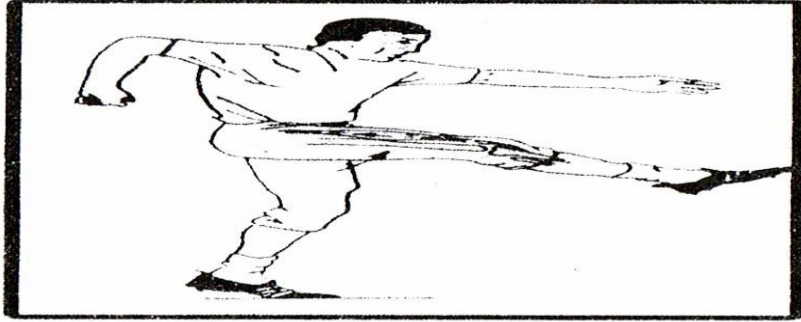
س م = س ز  $\times r$

لاعب الجمباز أثناء دورانه على العقلة، نجد ان السرعة المحيطية للكتف أقل من سرعة مفصل الورك والاخيرة أبطاً من مفصل الركبة، وهذا ناتج عن الفرق في طول نق (البعد بين المفصل ومحور الدوران)، حيث يكون له تأثير كبير على سرعة حركة الجسم عند دورانها على محيط الدائرة. لاحظ الشكل (4).



شكل (4)

مثال/ لاعب كرة قدم أثناء ضربه للكرة كانت السرعة الزاوية  $60^\circ/\text{s}$ . احسب السرعة المحيطية لمفصل الركبة وكذلك السرعة المحيطية للقدم، علماً بأن البعد بين محور الدوران (مفصل الورك) ومفصل الركبة هو (40 cm) والبعد بين محور الدوران والقدم هو (80 cm)؟



مفصل الورك (محور الدوران)

شكل (5)

الحل/  $s = r \times \omega$   
السرعة المحيطية لمفصل الركبة

$$s = 40 \times 60 = 2400 \text{ cm/s}$$

$$= 2400 \text{ cm/s}$$

السرعة المحيطية لمفصل القدم

$$s = 80 \times 60 = 4800 \text{ cm/s}$$

$$= 4800 \text{ cm/s}$$

ان سرعة القدم المحيطية هي ضعف سرعة الركبة وهذا ناشيء عن الاختلاف في بعد المفصل عن محور الدوران.

يقودنا هذا الى الاستنتاج الى تطبيق مبدأ اطالة نصف قطر الدوران كي تزداد السرعة المحيطية للجسم كما في فعالية رمي القرص، حيث يوصي المدربون بمد الذراع الحاملة للقرص أثناء دورانها أبعد ما يمكن ليكتسب القرص أكبر سرعة دائرية قبل الإنطلاق.

على هذا الأساس أيضاً يفضل الرامي ذو الذراع الطويلة عند اختيار رمي القرص من حيث المواصفات الجسمية.

المصادر (references):

1. سمير مسلط الهاشمي؛ البايوميكانيك الرياضي، ط3: (بغداد، النبراس للطباعة والتصميم، 2010). كتاب منهجي.

2. محمد جاسم محمد الخالدي؛ البايوميكانيك في التربية البدنية والرياضة: (بغداد، جامعة الكوفة، 2012). كتاب مساعد.