

Biomechanics and its divisions

أ.د. أحمد وليد عبدالرحمن

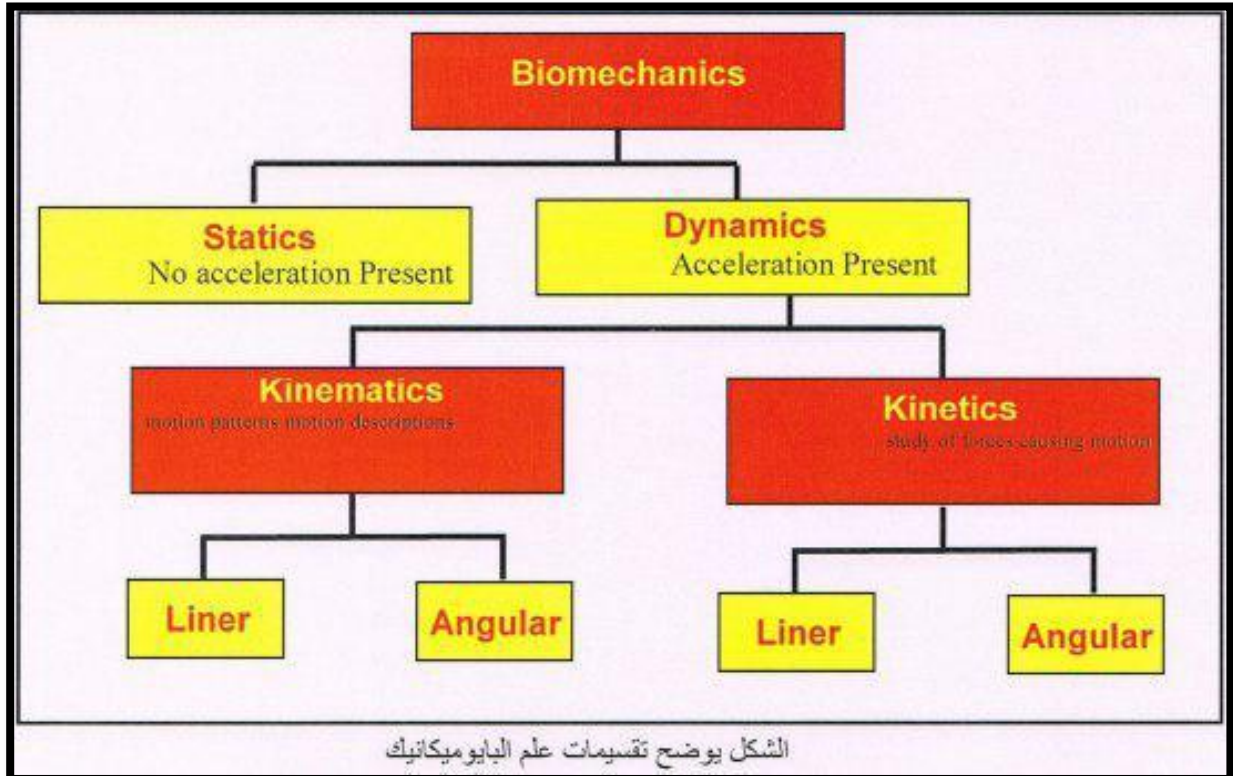
تعرفنا في المحاضرات السابقة على مفهوم البايوميكانيك (Biomechanics) والذي يعني تسليط الضوء على الارتباط الوثيق بين الجانبين البيولوجي الحيوي (Bio) والميكانيكي (Mechanic) لدراسة الحركة الرياضية وبالتالي الوصول بالاداء الى الافضل من خلال إيجاد التكنيك الامثل واستثمار وتوظيف القوى بشكل جيد ورسم المسارات الحركية الملائمة لأجزاء الجسم بأكمله.. وعموما ينقسم الميكانيك الى قسمين أساسيين:

1. السكون أو الستاتيك Statics: وهو العلم الذي يغطي الحالات التي تكون فيها جميع القوى المؤثرة على الجسم متوازنة والجسم في حالة سكون أو ثبات.

2. المتحرك أو الديناميك Dynamics: وهو العلم الذي يبحث طبيعة القوى المتحركة وغير المتوازنة والتي تسبب تغيراً في سرعته وإتجاهه، وينقسم هذا العلم الى قسمين داخليين:

* الكينماتيك Kinematics: وهو العلم الذي يعني دراسة الحركة دراسة وصفية من حيث زمانها ومكانها بصرف النظر عن القوى التي تسبب الحركة، وقد يكون الكينماتيك إنتقالياً مستقيماً ويسمى بـ (الكينماتيك الخطي) أو يكون حول محور ثابت ويسمى بـ (الكينماتيك الدوراني أو الزاوي).

الكينيتيك Kinetics: هو العلم الذي يتناول دراسة القوى في حالات الثبات أو الحركة، وقد يكون الكينيتيك خطياً مستقيماً ويسمى بـ (الكينيتيك الخطي) أو دائرياً ويسمى بـ (الكينيتيك الدوراني أو الزاوي)



الشكل يوضح تقسيمات علم البايوميكانيك

الكينماتيك المستقيم **Linear Kinematics**: هو أحد فروع الكينماتيك الذي يقوم بدراسة متغيرات الحركة دراسة وصفية ظاهرية خلال الحركات المستقيمة أو الانتقالية.

المسافة والازاحة:

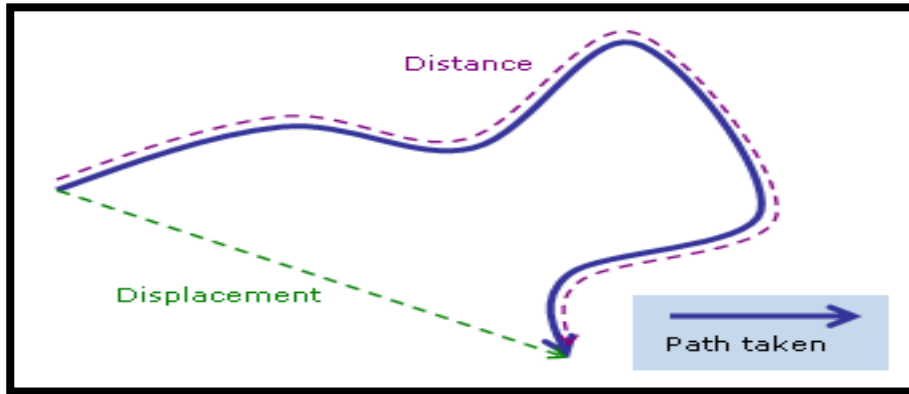
المسافة Distance: طول المسار الذي يتحركه الجسم (المسار الكلي للحركة) وتقاس بالمتري وهي كمية قياسية.

الازاحة Displacement: أقصر مسافة متجهة من نقطة بداية الحركة الى نهايتها (المستقيم الواصل بين نقطتين) وتقاس بالمتري وهي كمية متجهة يجب ذكر اتجاهها لتعريفها.

الازاحة = الموقع النهائي - الموقع الابتدائي

المسافة Distance	الإزاحة Displacement
1- كمية قياسية (عددية) .	1- كمية متجهه .
2- يجب معرفة مقدارها فقط للتعرف عليها .	2- يجب معرفة مقدارها واتجاهها للدلالة عليها.
3- قد تكون اكبر من الإزاحة أو تتساوى معها.	3- لا يمكن أن تكون اكبر من المسافة.
4- يقاس الفراغ الفعلي خلال الحركة المقطوعة ولا يمكن أن يكون مقداره صفرًا لأنها تعني مقدار أو طول الفراغ بين نقطتي الحركة .	4- قد لا يقاس الفراغ فعلياً خلال الحركة ويمكن أن تصل قيمتها إلى الصفر لأنها تعني مقدار التغيير من الوضع الابتدائي والنهائي والذي قد ينطبق كلاهما في نقطة واحدة ويمكن أن نطلق عليه بمحصلة المسافة .

جدول يبين الفرق بين المسافة والإزاحة



شكل يوضح الفرق بين المسافة والازاحة

الكميات القياسية والكميات المتجهة:

تقسم الكميات الفيزيائية (الميكانيكية) إلى نوعين:

• **الكميات العددية (القياسية) Scalar Quantities**

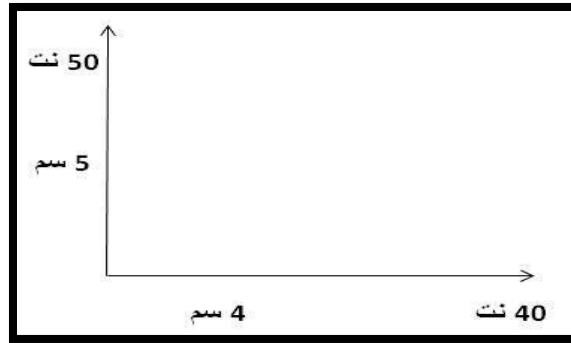
وهذه الكميات يلزم لتعريفها ذكر مقدارها (عدد حقيقي) ووحدة قياسها فقط، ومن هذه الكميات المسافات، والزمن، والطول، والحجم، والكتلة ودرجة الحرارة.

فمثلاً نقول أن حجم الكرة = 250 سم³، وكتلة الكرة = 400 غم ودرجة حرارة الجو بمقدار معين.

• الكميات المتجهة Vector Quantities

وهي الكميات التي يلزم لتعريفها ذكر مقدارها، ووحدة قياسها وإتجاهها، ولايكتمل تعريفها إلا بهذه العناصر الثلاث، ومن هذه الكميات المتجهة القوة، حيث عند دراستنا للقوة ككمية ميكانيكية يجدر بنا أن نذكر بجانب قيمتها ووحدة قياسها، يجب أن نذكر إتجاهها، فمثلاً نقول أن قوة مقدارها $N100$ قد أثرت على جسم أو بذلها جسم الرياضي، فهنا يجب ذكر إتجاهها لأن النتيجة سوف تختلف باختلاف الإتجاه، وكذلك الحال بالنسبة للكميات المتجهة الأخرى مثل الازاحة، والتعجيل، والوزن وكمية الحركة والسرعة المتجهة.

مثال: إذا قلنا أن قوتين أحدهما $N50$ والأخرى $N40$ فما مقدار التأثير النهائي لهاتين القوتين؟ هنا لا يمكننا من معرفة محصلة القوتين ما لم نحدد إتجاهاتها، عندئذ يتحدد التأثير النهائي بالإتجاه فضلاً عن المقدار، ويمكن تمثيل الكميات المتجهة بيانياً، وكما في الشكل الآتي:



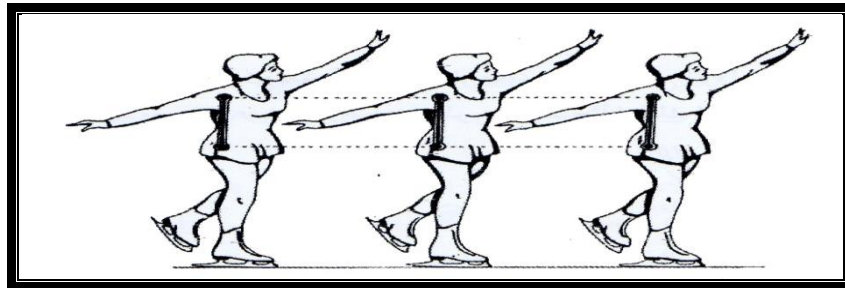
مثال واجب: إرسم التمثيل البياني لثلاث سرعات تؤثر على كرة الأولى $s/m10$ في الإتجاه الأفقي، والأخرى $s/m5$ وبزاوية 30° مع الخط الأفقي، والثالثة $s/m8$ وبزاوية 20° مع الخط الأفقي.

أنواع الحركات

أنواع الحركات Types of Motion:

إن الحركات التي يقوم بها الإنسان تختلف من موقع لآخر ومن هدف لآخر، ولدراسة هذا الجانب من الناحية الكينماتيكية أي وصف الحركات من حيث أشكالها الهندسية، حيث يكون تقسيمها (التقسيم الهندسي) إلى 3 أنواع:

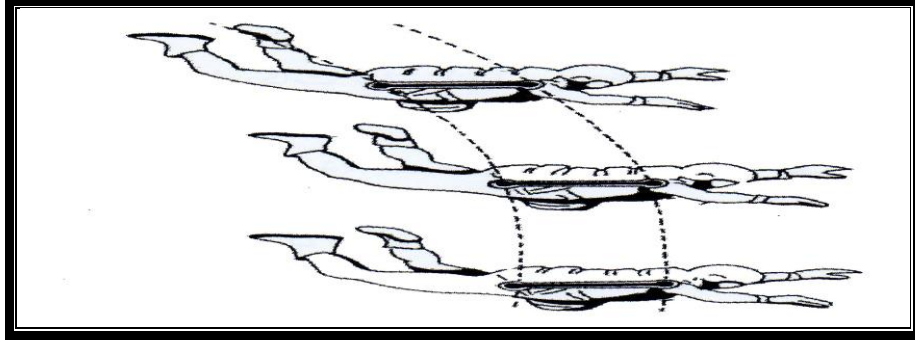
1. الحركة الإنتقالية (Transitional Motion): وتسمى في بعض المصادر بالحركة الخطية ويحدث الانتقال في هذا النوع من الحركات عندما يتحرك جسم ما بشكل تكون فيه المسافات المقطوعة لكل نقطة من نقاط الجسم يوازي بعضها البعض الأخر ويطباق كل منها تمام المطابقة ومن أبسط صورها حركة جسم متماسك بخط مستقيم دون أن يكون له دوران ذاتي حول المحور مثل حركات التزلح على الجليد وكما مبين في الشكل.



التزلح على الجليد (نقاط الجسم ترسم مسارات متوازية)

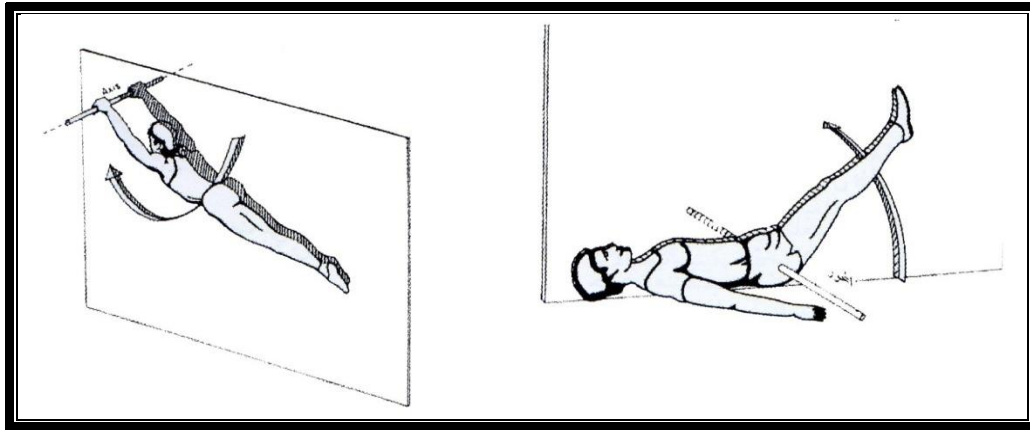
نلاحظ من الشكل السابق أن نقاط مفاصل الجسم فضلاً عن نقطة مركز ثقل الجسم (C.G) ترسم مسارات متوازية متطابقة فيما بينها وهذا التطابق من الصعب الحصول عليه في الفعاليات الرياضية وحتى في المهارات الحياتية اليومية إلا في حالات قليلة..

من الممكن أن تحدث الحركة الانتقالية على محيط الدائرة وتسمى حركة منحنية أو إنتقالية على محيط الدائرة مثل الهبوط بالمظلات وكما يظهر في الشكل.



الانتقال في شكل منحني أو خط منحني

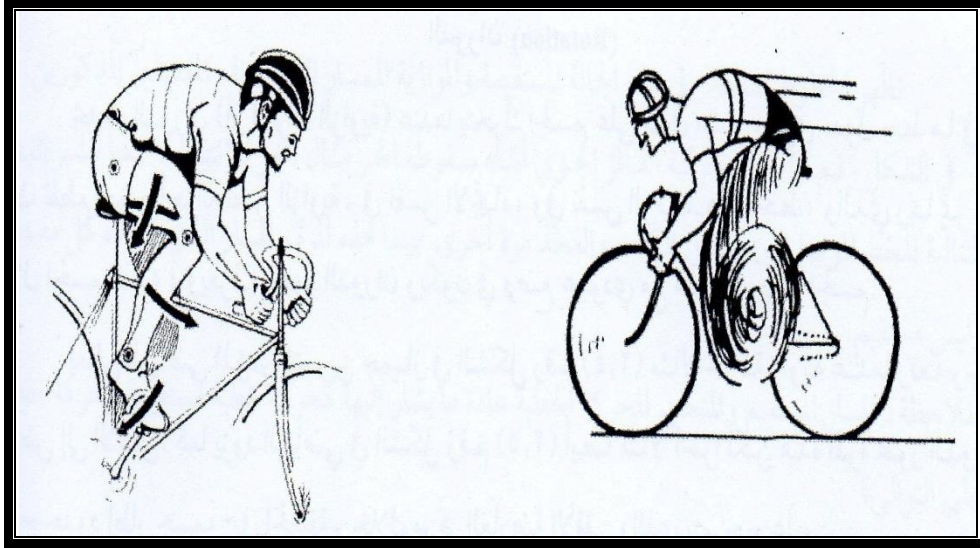
2. الحركة الدورانية (Rotation Motion): بالنسبة للحركة الدورانية فإنه يوجد نقطة داخل أو خارج الجسم تسمى محور الدوران ويكون في وضع عمودي مع مستوى حركة الجسم والذي لا يتغير من حيث الوضع باختلاف نقطة الملاحظة، أما بالنسبة لباقي أجزاء الجسم فإنها ترسم دوائر متداخلة حول هذا المحور وكما في الشكل.



حول محور داخلي (داخل الجسم) حول محور خارجي (خارج الجسم)

ومن الامثلة على ذلك حركة جزء من الجسم حركة دورانية كما في ثني المرفق، حيث تتم حول محور مفصل المرفق (المحور العرضي) أو في حالة حركة الجسم بأكمله حركة دائرية كما في الدحرجة الامامية، وقد تكون الحركة الدائرية للجسم بأكمله تتم حول محور خارجي كما في دوران لاعب الجمناستيك حول العقلة، ففي هذه الحالة ترسم الاجزاء المكونة للجسم دوائر متحدة المركز وتختلف أنصاف اقطارها باختلاف بعد الجزء عن محور الدوران.

3. **الحركة المركبة (General Motion):** كثيرا ما يتحرك الجسم حركة انتقالية واخرى دورانية في آن واحد ومثال ذلك حركة الغطس من فوق القفاز الى الماء وحركة راكب الدراجة، حيث يتحرك الجزء العلوي من جسمه حركة انتقالية في حين يتحرك الجزء السفلي حركة دورانية حول المحور الذي يمر من مفصلي الورك والمفاصل الاخرى للساقين وكما في الشكل.



حركة عامة معقدة

حركة عامة أو متداخلة

ويمكن تقسيم الحركات وفقا للعلاقة بين المسافة المقطوعة ووحدة الزمن (التقسيم الزمني) الى نوعين:-

1. **الحركات المنتظمة:** وتعني ان يقطع الجسم مسافات متساوية في ازمة متساوية مثل عداء يقطع كل $m10$ في $s1$ لكل مسافة في السباق اي ان الحركة منتظمة.

2. **الحركة غير المنتظمة:** يقطع الجسم مسافات غير متساوية في ازمة متساوية, فقد يقطع العداء مسافة $m10$ في الثانية الاولى و $m12$ في الثانية التي تليها و $m8$ في الثالثة، من هنا فإن حركة العداء غير منتظمة نظرا لاختلاف سرعته و هنا يعرف ذلك بالتعجيل, و هي اما تكون متزايدة بتعجيل موجب او تناقصي بتعجيل سالب او متذبذبة بين الزيادة و النقصان و بحسب طبيعة الواجب الحركي.

المصادر (refrences):

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.