وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامـــــــــــــــعة المســـــــتقبل
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

التعجيل الخطي

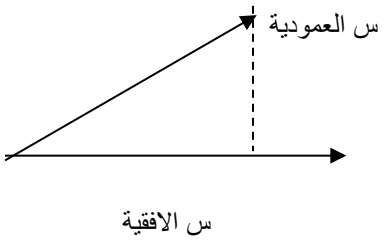
م.م. جعفر حمزة كاظم

١٤٤٦ هـ

٢٠٢٤ م

تحليل السرعة

ان عملية تحليل السرعة هي عكس جمع السرعة ففي هذه الحالة تعمل على تحليل السرعة الى مركباتها (العمودية والافقية) عندما تكون السرعة المحصلة معلومة القيمة مع الاتجاه .



المركبة العمودية للسرعة (أ ب) = م **x** جا

المركبة الافقية للسرعة (أ جـ) = م **x** جتا

مثال / حلل سرعة كرة مقدارها (٧ م/ثا) تصنع مع الخط زاوية مقدارها (٣٠ °) الى مركباتها العمودية والافقية علماً ان جا ٣٠ = ٠,٥ وجتا ٣٠ = ٠,٨٦ .

المركبة العمودية (أ ب) = م **x** جا ٣٠

= ٧ **x** ٠,٥ = ٣,٥ م/ثا .

المركبة الافقية (أ جـ) = م **x** جتا ٣٠

= ٧ **x** ٠,٨٦ = ٦,٠٢ م/ثا .

التعجيل الخطي

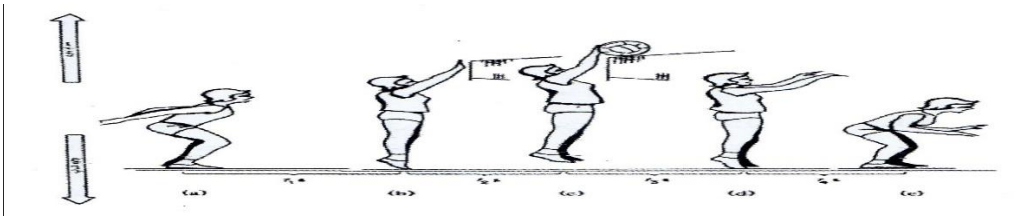
يعني معدل التغير في سرعة الجسم المتحرك على اساسا الزمن المستغرق لهذا التغيير. ويمكن ملاحظة هذا التغيير عندما تتغير سرعة السيارة خلال الزمن الذي تستغرقه حركتها من مكان الى اخر وعلى سبيل المثال/ مسافر يقود سيارته كانت سرعتها (١٠٠كم\ساعة) ووصل بعد (٦٠دقيقة) من بداية سفره فان ذلك لا يعني

ان هذه السرعة البالغة (١٠٠كم\ساعة) هي السرعة ثابتة من بداية الانطلاق وحتى وصوله الى النقطة النهائية, بل يمكن ان هذا هو معدل السرعة الذي تغير حتما خلال السفر والتي استغرقت (٦٠دقيقة) .

اذن قانون متوسط التعجيل = $\frac{\text{السرعة النهائية – السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن}}$

$ج = \frac{س٢ - س١}{ن}$

الاشكال التالية توضح انواع التعجيل:



التعجيل السالب التعجيل الثابت التعجيل الموجب

انواع التعجيل

١. **التعجيل الموجب** : ويقصد به تزايد بالسرعة تدريجيا, والتعجيل الموجب تكون السرعة النهائية اكبر من السرعة الابتدائية وهذا ما نلاحظه لدى عدائي المسافات القصيرة حيث تبدأ سرعتهم من الصفر ثم تزداد تدريجيا الى ان يصل الى اقصاها في السباق , وبذلك فان قيمة التعجيل ستأخذ علامة الموجبة (+) .

مثال/ انطلق عداء من نقطة أ بسرعة ٥ م\ثا وكانت سرعته في النقطة ب ١٥م\ثا وكان الزمن المستغرق في قطع هذه المسافة ٥ثا.فما مقدار التعجيل وما نوع التعجيل؟

الحل / التعجيل= $\frac{س_٢ - س_١}{ن}$ = $\frac{١٥-٥}{٥}$ = ٢ م/ثا^٢ تعجيل موجب

٢. **التعجيل السالب** : يقصد به تناقص بالسرعة تدريجيا, اي اذا كانت السرعة النهائية اقل من السرعة الابتدائية فان قيمة التعجيل ستكون سالبة وتأخذ اشارة (-) وهذا ما نلاحظه في سباقات جري المبتدئين لمسافة ٤٠٠ متر حيث يبدأ المتسابق بسرعة ابتدائية عالية ثم تتناقص تدريجيا.

مثال/ قفز لاعب الكرة الطائرة لصد الكرة باتجاه الشبكة بسرعة انطلاق بلغت (٤م\ثا) واسغرقت حركته (٠,٥ ثا) وعند وصوله للشبكة توقفت سرعته ووصلت الى (صفر) ما هو مقدار التعجيل ونوعه؟

الحل / التعجيل= $\frac{س_٢ - س_١}{ن}$ = $\frac{صفر - ٤}{٠,٥}$ = -٨ م/ثا^٢ تعجيل سالب.

٣. **التعجيل الثابت:** هو التعجيل الصفري ويعني ثبات التعجيل او هو المسافة بين نهاية التعجيل الموجب وبداية التعجيل السالب, ويقصد به التغير بالسرعة تكون ثابت المقدار دائما (كتعجيل الاجسام حرة السقوط) اذ يكون التناقص في سرعة الانطلاق عند لحظة قذف المقذوفان وتزايد سرعته عند الهبوط بشكل متساوي ومنتظم, وعندما يتحرك الجسم بتعجيل ثابت (موجب وسالب ومساوي للصفر) فهناك علاقة متبادلة بين الكميات الميكانيكية للحركات المصاحبة لحركة الجسم , وهذه العلاقة المتبادلة يمكن ان نعبر عنها باستخدام ثلاث معادلات حسب ما اشار اليه عالم (غاليلوا) والمعروفة بـ(قوانين التعجيل الثابت) والمعادلات هي :

١_ السرعة٢=السرعة١+ التعجيل x الزمن

٢_الازاحة=السرعة١x الزمن+$\frac{١}{٢}$ التعجيلx الزمن^{٢}

٣_السرعة٢^{٢}=السرعة١^{٢}+٢التعجيلx الازاحة

لاحظ ان كل معادلة تحتوي على اربعة كميات للحركة المجردة الاربعة وهي (الازاحة والسرعة والتعجيل والزمن) وهذا يؤمن تسهيل في حل المسائل التي يكون فيها ثلاث من الكميات معلومة والمطلوب هو حل او ايجاد الكمية الرابعة.

عند استخدام احد هذه المعادلات السابقة من المهم جدا ان يتذكر الشخص انها يمكن ان تطبق على المركبة الافقية لحركة المقذوف او المركبة العمودية لحركة المقذوف ولكن ليس على محصلة الحركة للمقذوف.

ان الجسم الساقط تزداد سرعته ٩,٨ م/ثا في كل ١ ثانية وتقل بنفس المعدل عند الصعود.

مثال/ تتدحرج كرة كولف الى اعلى تل في اتجاه حفرة الكولف بسرعة ٢ م/ثا وتباطأت بمعدل ٠,٥ م/ثا ما سرعتها بعد مضي ٢ ثانية؟

الحل/السرعة ٢= السرعة ١ + ج x ن

السرعة ٢= ٢ + (- ٠,٥) x ٢

السرعة ٢= ٢- ٠,٥ x ٢

السرعة ٢= ٢- ١

السرعة ٢= ١ م/ثا

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامـــــــــــعة المســـــــــــتقبل

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

الروافع او العتلات

اعداد

م.م. جعفر حمزة كاظم

2023م

1445هـ

العتلات :

وهو شكل هندسي على هيئة جسم يتألف من محور وذراع قوة وذراع مقاومة بالإضافة نقطة تأثير القوة ونقطة تأثير المقاومة . تستخدم العتلات اما لتسهيل حمل وزن او لزيادة سرعة جسم أو لتحقيق توازن بين جسميين . ان الفهم الجيد لتركيبة الهيكل العظمي وطريقة تأثير العضلات على جزء معين من الجسم يؤدي الى معرفة خصائص القوى العاملة , اذ ان غالبية أجزاء جسم الانسان هي عبارة عن عضلات تظهر فيها نقاط القوة (مداغم العضلات العاملة على العظام) وكتلة الجسم ذاتة كمقاومة والمفصل كمحور دوران والتي تعتمد على نظرية العزم .

بعض التعريفات الخاصة بالعتلات او الروافع "

1- **العتلة** :- هي عبارة عن قضيب صلب يدور حول أي محور او نقطة ارتكاز ومفهوم عملها العام هو إعطاء قوة لتحريك مقاومة .

2- **العتلة** :- بانها ماكنة بسيطة تتألف من عارضة صلبة يمكن ان تصنع الدوران حول المحور .

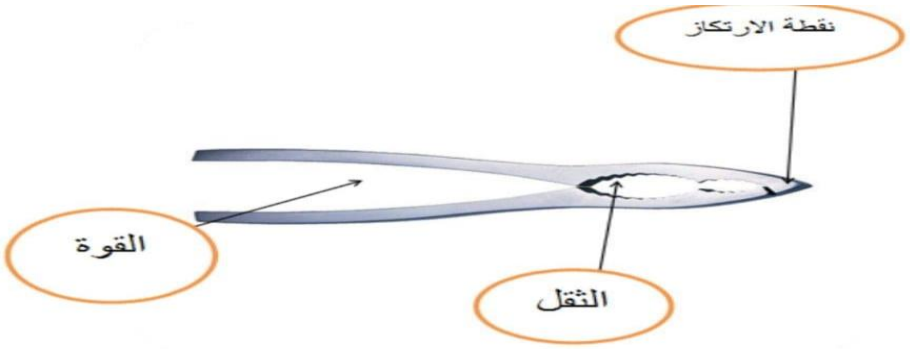
3- **العتلات او الروافع** :- هي اجسام تعتمد على محور في توازنها او مقاومتها او سرعة أدائها وتصنف الى الحركات الدائرية لان لها انصاف اقطار وهي من مصطلحات علم السكون .

4- **الروافع :-** يمكن تعريفها بصوره عامة بانها جسم صلب يدور حول نقطة ثابتة تسمى محور الدوران او محور الارتكاز

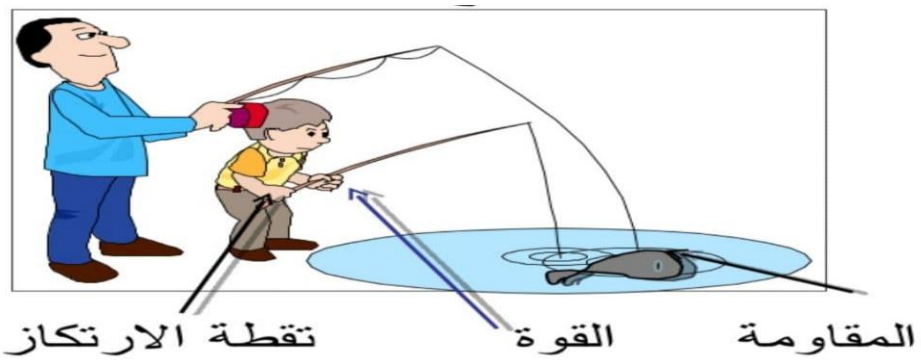
أنواع العتلات :-

1- العتلة من النوع الاول : يكون محور الدوران وسط العتلة ونقطة تأثير القوة في نهاية ونقطة تأثير المقاومة في النهاية الأخرى مثل المقص.

2- العتلة من النوع الثاني يكون فيها محور الدوران في احد نهايتي العتلة ونقطة تأثير المقاومة بالوسط ونقطة تأثير القوة في نهاية الأخرى للعتلة مثل كسارة الجوز .



3- عتلة من النوع الثالث : يكون محور الدوران في احد نهايتي العتلة ونقطة تأثير القوة بالوسط ونقطة تأثير المقاومة في النهاية الأخرى مثل سنارة الصيد .



قانون العتلات

عزم القوة = عزم المقاومة

القوة x ذراعها = المقاومة x ذراعها

اختصارها

(ق × ذ) = (مق × ذ)

ق = القوة وحدة قياسها نيوتن (نت)

ذ = ذراع اقوة او ذراع المقاومة وحدة قيسها المتر وأجزاءه (م)

مق = المقاومة وحدة قياسها نيوتن (نت)

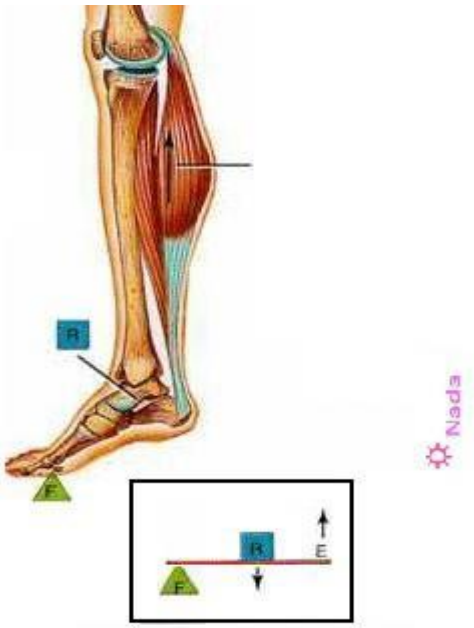
أي ان كل عزم هو يمثل ذراع القوة او المقاومة × القوه او المقاومة نفسها ، فاذا كان العزم هو عزم قوة (فنقول القوة × ذراعها) ، واذا كان العزم عزم مقاومة (فنقول المقاومة ذراعها) ، ولكي تكون العتلة متوازنه فيجب ان يكون عزم القوة = عزم المقاومة .

امثلة على عتلات جسم الانسان وتطبيقاتها في الرياضة :-

- العتلة من النوع الأول يمكننا مقارنة مفصل المرفق بالعتلة من النوع الأول حيث ان القوة الخارجية F تعمل على جانب واحد والقوة الداخلية Fm تعمل على الجانب الاخر ، في هذه الحالة تبقى الذراع ثابتة اذا كانت القوتان في جانبي المعادلة متساويتان .

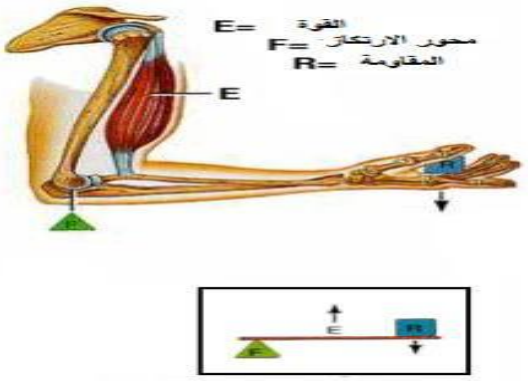
رواقع من النوع الأول

- **العتلة من النوع الثاني** في جسم الانسان تقع فيها نقطة المقاومة بين نقطة تأثير القوة والارتكاز ويمكن توضيحها اثناء عمل العضلة التؤامية من خلال عملية الدفع بالمشط .



روافع من النوع الثاني

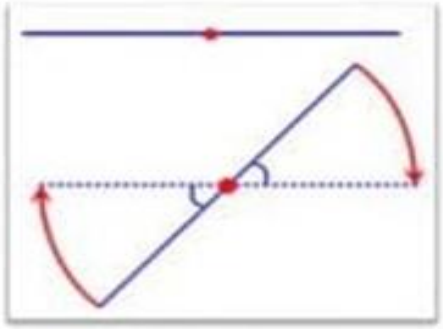
- **العتلة من النوع الثالث** العضلة ثنائية الرؤوس (البايسبس)عزم العضلة ثنائية الرؤوس العضدية تتألف هذه العتلة من المرفق كمحور دوران مدعم العضلة ثنائية الرؤوس يمثل نقطة تأثير القوة ومركز كتلة الساعد هو نقطة تأثير المقاومة كما هو ملاحظ في هذا النوع يكون توضع القوة بين المحور والمقاومة وتبعا لهذا الترتيب يكون دائما في هذا النوع من العتلات ذراع المقاومة أطول من ذراع القوة لذلك تحتاج دائما العضلة الى صرف قوة اكبر من كتلة الطرف الذي يتم تحريكه وهنا يجب ان نعلم معظم عضلات العتلة الثالثة هي عضلات قوية (التي تعطي القوة للعضلة) ، كما ان سرعة حركة الطرف دائما اسرع من تقلص العضلات .



فوائد العتلات :

ان الفائدة من العتلات يمكن ملاحضتها وفقا لما يأتي

1- تغيير الاتجاه :- عندما يتحرك طرف من العتلة من النوع الأول يرافقة حركة مماثلة في الطرف الاخر .



شكل يوضح العتلة من النوع الأول

2-كسب السرعة :- عندما يتحرك طرف من العتلة من النوع الأول يرافقة حركة مماثلة في الطرف الاخر وفي الزمن نفسة وبشرط تساوي ابتعاد الطرفين عن المركز فان لنهايات العتلة السرعة نفسها ، اما اذا اختلف ابتعاد طرف عن المركز عن ابتعاد الطرف الاخر فان مدى او قوس الطرف البعيد من المحور او المركز سيكون اكبر وبذلك نحصل على الفائدة الأولى وهي الحصول على مدى أوسع للحركة واذا حدث ذلك في زمن معين فان المدى الأكبر سيمتلك سرعة اكبر ،ويلاحظ عدم تغير قيمة الزاوية ، وتعد هذه ميزة العتلة من النوع الأول .

عتلة من النوع الاول ذراع المقاومة اطول من ذراع القوة الهدف تحقيق سرعة عالية

كسب القوة :- الفائدة الاخرى من العتلات هو كسب القوى أي التغلب على مقاومة معينة بقوة اقل من مقدارالمقاومة (الاقتصاد في القوة) ، لقد ناقشنا سابقا ان الاتزان يتم بتساوي ابتعاد نهايات الأطراف عن المركز مع تساوي كتلتها (ذراع القوة ذلك عن الآخر يساوي ذراع المقاومة ومقدار القوة يساوي مقدار المقاومة) ، اما اذا اختلف فان العتلة لا تتزن أي ان الجهد الموجود على طرف معين يختلف . الجهد الموجود على الطرف المقاومة فان الجهد الموجود علي طرف القوة ، فلذا كان ذراع القوة أكبر من - الجهد الموجود على طرف المقاومة وفقا لقانون الرواقع (القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها) وهذا هو المكسب الثاني ، وبما ان ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة وان ة أقل ، المطلوب هو تحريك المقاومة فان المدى الكبير الموجود على طرف القوة اكبر من المدى الموجود على طرف المقاومة مما يعني التحرك بمدى كبير للحصول على مدى قليل أي ان كسب القوة يولد خسارة في السرعة والعكس صحيح .

امثلة ومسائل حول تطبيق العتلات

مثال : ما مقدار القوة المطلوبة لاتزان عتلة من النوع الاول اذا علمت ان الوزن الموضع على الطرف (أ) يساوي (٢٠ نيوتن) ويبتعد بمقدار (١ متر) وان الطرف الآخر يبتعد بمقدار (٢ متر) .

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

القوة × ٢ = ٢٠ × ١

القوة = ١ × ٢٠ /2

القوة = ١٠ نيوتن

مثال : ما مقدار القوة المطلوبة للتغلب على مقاومة (200نت) اذا كان ذراع القوة (2م)

وذراع المقاومة (4م) ثم اذكر العتلة من اي نوع ؟

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

القوة × 2 = 200 × 4

القوة = 2\ 4X 200

القوة = 400 نيوتن

العتلة من النوع الثالث لان نقطة تاثير القوة تكون بين المرتكز والمقاومة

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامـــــــــــــــعة المســـــــتقبل
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

الكينماتك الخطي

م.م. جعفر حمزة كاظم

١٤٤٦ هـ

٢٠٢٤ م

الكينماتك الخطي :

وهو العلم الذي يتناول او يعني بدراسة الحركة دراسة ظاهرية دون البحث عن اسباب الحركة وذلك من وجهة نظر المسافة والازاحة والسرعة التعجيلية .

المسافة :

هي انتقال الجسم من نقطة الى اخرى قاطعا فراغ يقاس بالأمتار والمسافة كمية عددية او قياسية وتقاس المسافة بوحدات الطول المعروفة (سم , م , كم) .

الازاحة :

هي معدل الفراغ الموجود بين الوضع الابتدائي والنهائي , او هي المستقيم الواصل بين نقطتين , وهي كمية متجهة وتكون دائما مساوية للمسافة او اقل منها ووحدة قياسها نفس وحدة قياس المسافة وقد يخطي الشخص المسافة وقد لا يخطيها .

الفرق بين المسافة والازاحة [1]

المسافة	الازاحة
١- كمية قياسية (عددية) .	١- كمية متجهه .
٢- يجب معرفة مقدارها فقط .	٢- يجب معرفة مقدارها واتجاهها .
٣- قد تكون أكبر من الازاحة أو قد تتساوى معها .	٣- لا يمكن أن تكون أكبر من المسافة.
٤- يقاس الفارغ الفعلي المقطوعة خلال الحركة ولا يمكن ان يكون مقدارها صفراً لا نها تعني مقدار أو طول الفراغ بين نقطتي الحركة .	٤- قد لا يقاس الفراغ فعلياً خلال الحركة ويمكن ان تصل قيمتها الى الصفر لا نها تعني مقدار التغير بين الوضع الابتدائي والنهائي والذي قد ينطبق كلاهما في نقطة واحدة ويمكن ان نطلق عليها بمحصلة المسافة

السرعة :

وهي كمية متجهه ويمكن قياسها من خلال مقدار المسافة على الزمن .

متوسط السرعة :

هو حاصل قسمة مجموع السرع على عددها .

الكميات العددية او القياسية :

هي مقدار يكفي للدلالة عليها وهي لا تحتاج عند حسابها اكثر من استخدام عمليات حسابية بسيطة وتشمل (الطول , الوزن , المسافة , الكتلة , السرعة العددية) .

الكميات المتجهه :

وهي كميات ميكانيكية ولا يمكن معرفة مقدارها مالم نعرف اتجاهها اي ان لهذه الكميات مقدار واتجاه وتتطلب في حسابها ان تخضع الى حسابات رياضية وجبرية معقدة وتشمل (الازاحة , القوة , التعجيل , السرعة المتجهه) .

الكينماتيك الخطي :

هو فرع من البايوميكانيك وهو يهتم بوصف حركة الاجسام وهكذا الكينماتيك يتعامل مع الاشياء (ما هو بعد حركة الجسم وماهي سرعته وكم هو ثبات حركته انه لا يهتم بكل ما يجعل الجسم يتحرك) .

والكينماتيك هو دراسة هندسة النماذج او اشكال الحركات بالنسبة للزمن ، ويعرف الكينماتيك ايضا بانه الوصف الظاهري للحركة ، الذي يتميز عن الكينتك المختص بدراسة القوى المرتبطة بالحركة .

الكينماتيك الخطي يشتمل دراسة مكون شكل النماذج وتتابع الحركات الخطية خلال الزمن دون الخوض في مصادر القوى المسببه للحركات او الحركة بسبب قوى معينة وان التحليل الكينماتيكي للأداء مهم ولا يقدر بثمن بالنسبة للفحوصات السريرية ،ومدرسي التربية الرياضية ، والمدربين

الكينماتك المستقيم (الخطي) :

إن المقصود بدراسة الحركة من الناحية الكينماتيكية هو " وصف المتغيرات الميكانيكية من حيث مجالاتها الزمنية والمكانية بشكل عام , أما فيما يخص الكينماتك المستقيم (الخطي) فيقتصر على دراسة هذه المتغيرات أثناء الحركات المستقيمة الانتقالية , وقد تكون المتغيرات على شكلين هما :

الكميات القياسية : ويمكن تعريفها بذكر مقدارها فقط مثل (المسافة , الزمن , الطول , كتلة الجسم , الشغل , الطاقة ... الخ) .

الكميات المتجهة : وهي كميات لا يكفي معرفة مقدارها بل لا بد من ذكر اتجاهها مثل (القوة , السرعة , التعجيل , الإزاحة) .

السرعة ككمية متجهة :

تعد السرعة من الكميات المتجهة , حيث يمكن تمثيل هذه الكمية الميكانيكية بسهم يمثل طول المستقيم فيه مقدار السرعة , بينما يمثل تأشير السهم اتجاهها, والشكل الأتي يوضح ذلك .

س= ٥٠ م / ثا

وبما أن خاصية السرعة من الناحية الميكانيكية هي خاصية الاتجاه فعند دراستنا لفعل تأثير السرعة يتم التعامل مع هذه الكمية على أساس بياني , بمعنى أن الجسم إذا سار بتأثير سرعتين في الوقت نفسه فان الفعل التأثيري لهذه السرعة يعتمد على اتجاهاتها وتكون كالأتي

إذا كانت السرعتان في اتجاه واحد فأن محصلتهما هي عبارة عن جمعهما هندسياً أي بمعنى أن (السرعة المحصلة = السرعة الأولى + السرعة الثانية) مثل السبح مع التيار

س المحصلة (س١ + س٢) .

مثال/ اذا ركض عداء بسرعة ٩م/ثا باتجاه خط النهاية وكانت سرعة الريح بنفس الاتجاه مقدارها ٢م/ثا فان محصلة السرعتان هي .

س العداء = ٩م/ثا س الريح = ٢م/ثا

س(المحصلة) = س١+ س٢

= ٩ م/ثا + ٢م/ثا

= ١١م/ثا سرعة المحصلة

٢- إذا كانت السرعتان في اتجاهين مختلفين وعلى خط فعل واحد فأن محصلتهما النهائية هي الفرق بينهما أي أن مثل السبح عكس التيار (السرعة المحصلة = السرعة الأولى – السرعة الثانية) .

س المحصلة = (س١ – س٢)

مثال/ اذا ركض عداء بسرعة ١٢م/ثا باتجاه خط النهاية وكانت سرعة الريح بعكس الاتجاه مقدارها ٢م/ثا فان محصلة السرعتان هي .

س(المحصلة) = س١- س٢

= ٩م/ثا – ٢م/ثا = ٧م/ثا سرعة المحصلة

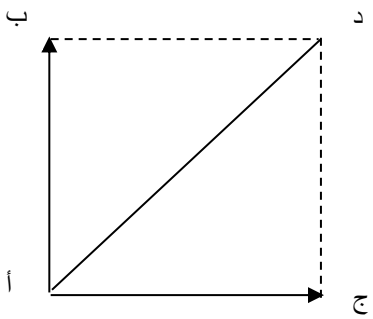
٢- يتأثر جسم الإنسان بأكثر من سرعة ولكن خط عملهما ليس على خط فعل واحد , وإنما يكون عملها بزاوية , فعلى سبيل المثال يحاول اللاعب ضرب الكرة من (أ) إلى (ب) ولكن اتجاه التيار يكون من (أ) إلى (ج) فأن سرعة الكرة يمكن استخراجها عن طريق المحصلة

إذا كانت الزاوية قائمة (٩٠) درجة فيتم استخراج المحصلة عن طريق تطبيق نظرية فيثاغورس وكما يلي

مربع الوتر = مربع الضلع القابل + مربع الضلع المجاور

$(م)^{٢} = (اب^{٢}) + (ب جـ)^{٢}$

مثال / لاعب كرة قدم يحاول ضـــرب الكرة باتجاه الهدف بســـرعة (٨) م/ثا وكان اتجاه الريح افقياً بسـرعة (٦) م/ثا أحسـب مقدار سـرعة الكرة النهائية وما هو مقدار الزاوية التي تشـكل خط سـيرها مع الخط الافقي .



$م^{٢} = (أ ب)^{٢} + (أ جـ)^{٢}$

$= (٨)^{٢} + (٦)^{٢}$

= ٦٤ + ٣٦ = ١٠٠م/ثا

ب – أما اذا كانت الزاوية بين السرعيتين حادة فأن المحصلة هي ·

$م^{٢} = أب^{٢} + أج^{٢} + ٢ X أب X أج X$ جتا هـ

مثال / سباح يتأثر بسرعتين احدهما (٥ م/ثا) وسرعة تيار الماء (٤ م/ثا) وكانت الزاوية بين السرعتين (٤٥ْ) أوجد السرعة النهائية للسباح علماً ان جتاه ٤٥ْ هو (٠,٧٠٧) .

الحل / $م^{٢} = أب^{٢} + أج^{٢} + ٢ X أب X أج X$ جتا هـ

$م^{٢} = (٥)٢ + (٤)٢ + ٢ X ٥ X ٤ X ٠,٧٠٧$

$م^{٢} = ٢٨,٦٩$ م = ٨,٣٢ م/ثا السرعة النهائية للسباح

جامعة المستقبل

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

البايوميكانيك الرياضي

م.م. جعفر حمزة كاظم

٢٠٢٣

مدخل الى علم البايوميكانيك (Biomechanics science)

البايوميكانيك علم من اقدم العلوم نشأ وتطور لتلبية المتطلبات العملية في البناء والصناعة وقد ترك الاشوريون والبابليون والمصريون القدماء اثارا على ذلك حيث ان الحضارات القديمة كانت على الالمام بأسس البايوميكانيك

في بداية القرن التاسع عشر تطور علم البايوميكانيك عما كان عليه في السابق واصبح له اتجاهات مختلفة وواسعة حيث بدأت دراسته تتم من الناحيتين العامة والخاصة

العامة تعني اهتمامه بدراسة القوانين العامة لأنظمة جسم الانسان وحركاته في ميادين الحياة كحركة العامل واوضاع الجلوس الصحيحة , طريقة حمل الحقائب او الاحمال الثقيلة , حركة الطبيب وجلوسه اثناء العمليات حركة رجال القضاء او ميكانيكية الرقص لحركات الباليه وغيرها من الحركات

اما الخاصة فتعني حركة الانسان اثناء الفعل الحركي الرياضي للحصول على الهدف المعني بأسس عملية للوصول الى النموذج المثالي في الحركة للوصول والمستوى العالمي ولو تتبعنا الارقام القياسية المسجلة في الوقت الحاضر ، فأننا نجد تطورا ملموسا في كافة في كافة المستويات وهذا التطور جاء نتيجة للأبحاث المستمرة للحركة وظهور الآلات التقنية ودراسة الحركة دراسة وافية من حيث زمانها اضافة الى القوى المسببة في حدوث هذه الحركة مما سبق نجد ان علم البايوميكانيك قديم قدم الحركة منذ ان كانت الحركة غير مقننة

علم البايوميكانيك علم يبحث في حركات جسم الانسان والحيوان والجماد بصورة علمية او بعض اجزائه بطريقة موضوعية ملموسة سواء على سطح الارض ' الماء ، الفضاء، لهدف تحديد التكنيك المثالي لتلك الحركة ,اي انه يعني بدراسة حركة الكائن الحي وتطبيقات القوانين الميكانيكية التي تؤثر في هذه الحركة وهو علم له علاقة بمختلف العلوم الاخرى مثل الطب والهندسة والفيزياء وغيرها من العلوم حيث انه علم تشخيصي تقويمي يبحث في تطبيقات قوانين الحركة على حركة الكائن الحي

ان مصطلح البايوميكانيك هو مصطلح لاتيني يتكون من مقطعين حيث ان المقطع الاول (Bio) يعني الحيوي والمقطع الثاني (Mechanics) تعني الاله او الميكانيك وبذلك عن جمع المقطعين معا يتكون لنا تسمية الميكانيكيا الحيوية وهذا ما اشارت الية الكثير من المصادر والمراجع العلمية

ولقد مر هذا العلم بعدة مراحل تطور فيا اسمه جنبا الى جنب مع تطور المادة العلمية نفسا فعندما بدأت الانشطة في التربية البدنية التي تخضع للتحليل المركب من زاوية الميكانيكا البحتة كان الاسم الشائع (التحليل الميكانيكي) ثم تطورت المعالجة للتحليل الحركي اطلق علي اسم علم الحركة وكان هذا العلم يصنف المحتوى العلمي المتعلق بتكوين وظيفة الجهاز العضلي – العظمي للإنسان وبعد ذلك انتشرت دراسة الاسس الميكانيكية وتطبيقها على حركة الانسان ضمن نطاق علم الحركة ولذلك بدأت الحاجة الى اختيار اسم جديد يطلق على هذا العلم الجديد ليعبر عن اهدافه ومحتواه وفعلا تم ذلك عام ١٩٦٠ في اول مؤتمر دولي في المانيا الديمقراطية للمهتمين والعاملين والبايوميكانيك حيث تم تحديد مصطلح البايوميكانيك في هذا المؤتمر بتوصيات عديدة عامة وخاصة ولقد تم استخدام هذا العلم بصورة شائعة منذ بداية السبعينات وحتى يومنا هذا ولقد ظهرت تعاريف مختلفة عن ماهية البايوميكانيك منذ ذلك الوقت نذكر بعض منها

- هو علم تطبيق الوانين والمبادئ الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية نفسية تشريحية لأجهزة جسم الانسان
- هو العلم الذي يهدف الى تفهم ودراسة حركات الانسان وتحليلها تحليلا كميا
- هو العلم الذي يبحث تأثير القوى الداخلية والخارجية على الاجسام البايوميكانيكية الحية .
- هو العلم الذي يبحث حركة ومكون الاجسام المختلفة والاحجام والخصائص مستقصيا مقوماتها وكافة صورها .
- هو العلم الذي يهتم بدراسة الحركة وتحليلها تحليلا نوعيا وكميا وفق اسس علمية وصولا الى الاداء الافضل من خلال ايجاد المسار الحركي الذي يحقق هدف الحركة

ان طرق وقوانين البايوميكانيك الرياضي تستعمل اليوم لتطوير نظريات التربية البدنية وطرقها وكذلك كأسس للتقويم والقياس في التربية البدنية لجميع الحركات في الميدان الرياضي

البايوميكانيك الرياضي (biomechanics sports)

يعتبر الحجر الاساس لتقدم الرياضيين في ادائهم الحركي الفني حيث انه العلم الذي يهتم بدراسة وتحليل الحركة من جانبين اساسين على اختلاف تقسيمات الحركة الهندسية والزمانية تحليلا يعتمد على الوصف الفيزيائي (الكينماتيكي kinematic)

بالإضافة الى التعرف على مسببات الحركة الرياضية (الكينتك kinetic) بما يكفل اقتصاد وفعالية بالجهد وصولا الى التكنيك الامثل .

المفهوم العام لمصطلح البايوميكانيك يعني علم دراسة حركة الانسان بشكل عام وفي مفاهيم علوم الرياضة يعني علم دراسة الحركة الرياضية وكيفية الوصول الى تحقيق الانجاز العالي ودراسة التأثير المتبادل بين القوى الداخلية (قوى العضلات) والقوى الخارجية مثل الجاذبية الارضية والاحتكاك ومقاومة المحيط (الهواء والماء) .

اغراض البايوميكانيك

في المجال الرياضي نستفاد من علم البايوميكانيك في :

١. ايجاد الحلول البايوميكانيكية المناسبة لتحقيق الهدف من الحركة .
٢. التشخيص البيوميكانيكي للاختبارات والقياسات لغرض ايجاد التمارين الرياضية المناسبة في تطوير البناء البدني والمهاري .
٣. وضع القوانين الميكانيكية المناسبة لتقنين بعض مكونات الحمل في علم التدريب الرياضي كالشدة والحجم .
٤. توفير المعلومات العلمية باستخدام التقنيات الحديثة من نتائج المقارنات بين المواصفات الجسمية المختلفة ونتائج اختلاف الجنس .
٥. تشخيص العلاقة الميكانيكية بين الاداة والرياضي .
٦. وضع النماذج الميكانيكية المناسبة لغرض التعلم والتدريب .
٧. توفر للرياضي المعلومات المناسبة لتطبيق مبادئ التشريح وقوانين الميكانيك على الحركات المطلوبة مع استمرار التدريب المناسب فيها .
٨. توفر للمدرب اساس علمي سليم لتحليل الحركات والمهارات وتدربه على اكتشاف نقاط الضعف والعمل على اصلاحها .

اهمية البايوميكانيك

يمكن تلخيص اهمية دراسة الميكانيكا الحيوية في المجال الرياضي على النحو التالي:

١. التعرف على تفاصيل الاداء المهاري ووضع الاسس التعليمية والتدريبية له.
٢. التعرف على الخصائص الفنية المميزة لأداء الحركات الاساسية ودراسة تطورها باستمرار .

٣. التعرف على منابع الاخطاء في الاداء الحركي والعمل على تلافيها وعلاجها.
٤. اختيار طريق التدريب المناسبة لنوعية النشاط الممارس .
٥. تطوير الاداء وابتكار الطرق المناسبة لتحقيق افضل النتائج .

ما اهمية معرفة البايوميكانيك ؟

(how important is knowledge of biomechanics ?)

- المعلم : ان النجاح الذي يحققه معلمو التربية البدنية والرياضة مرتبط بمعرفتهم بالمبادئ الاساسية بأسلوب الاداء والتعليم وطرائق التدريب ذات العلاقة والعلوم التي بنيت عليها ومن اهماها البايوميكانيك والتعلم الحركي وفسيولوجيا الجهد البدني كي لا يستخدم التخمين في الاحكام النقدية وتعليم المبتدئين مبادئ الميكانيكا الحيوية .
- المدرب : يعمل على مستويات متقدمة اكثر ولهذا لا يتوقف اهتمامه على المبادئ الاساسية بل يتعداها الى المعرفة التفصيلية .
- اللاعب : مع ارتقاء المتعلم او زيادة عمره وتحسن خبرته يمكن للإشارات اللفظية وتحليل الحركة المساعدة اكثر في زيادة فهم هدف ومعنى المهارة واعطاء ابعاد جديدة لها .

ميكانيكية الاجسام غير المنتظمة (اللينة)

ان اهم ما تحتاجه من العاملين في مجال التربية البدنية هو دراسة حركات الرياضين وتحليلها لمعرفة الدقائق وفهم النواحي البيوكينتيكية في ادائها اي معرفة القوة المسببة للحركة من حيث مكوناتها ومقدارها واتجاهها وصولا الى التكنيك المثالي وكذلك النواحي البايوكينماتيكية في دراسة المسار الحركي الهندسي البيوميكانيكي اي معرفة القوة المسببة لتوازن الجسم الانسان وكذلك نحتاج الى معرفة الاخطاء الحركية والاسباب الرئيسية للتغلب على القصور الذاتي عن طريق القياس والتحليل ولقد تم تقسيم علم البايوميكانيك الى فرعين رئيسين هما :-

١- السكون statics
٢- المتحرك dynamics

السكون او الاستاتيك

هو العلم الذي يغطي الحالات التي كون فيها جميع القوى المؤثرة في الجسم متوازنة والجسم في حالة سكون او ثبات ويتناول هذا الفرع جوانب مهمة في حياتنا اليومية كالعضلات ومركز ثقل الجسم .

المتحرك الديناميك

هو العلم الذي يهتم بدراسة الاجسام المتحركة بتعجيل تزايدي او تناقصي او الاثنين معا ويقسم هذا الفرع الى قسمين مهمين هما :

- **الكينماتيك kinematics**

هو العلم الذي يهم بدراسة الحركة ويصفها وصفا مجردا دون البحث في مسبباتها اذ يصف حركة الاجسام من حيث الازاحة الزمن التعجيل الانطلاق وقد يكون انتقاليا مستقيما ويسمى الكينماتيك الخطي او يكون حول محور ثابت ويسمى الكينماتيك الدائري .

- **الكينتيك kinetics**

وهو العلم الذي يدرس القوى التي تنج او تغير الحركة حيث انه يصف الاجسام من حيث الوزن والكتلة والزخم والقوة والثقل والطاقة ويكون ايضا خطا مستقيما ويسمى (الكينتيك الخطي) او دائريا يسمى (الكينتيك الدائري)

الكميات الميكانيكية للحركة واشكالها

يعد موضوع الحركة من المواضيع الاساسية للعاملين في المجال الرياضي لطبيعة عملهم الذي هو بالأساس مبني على الحركة الهادفة وان الحركة من وجهة نظر البايوميكانيك تتم عندما يغير الجسم مكانه خلال فترة زمنية فالحركة تعني محاولة التغلب على القصور الذاتي من خلال قوة ذاتية وقوة خارجية لينقل الجسم من مكان الى اخر بسرعة معينة وان شرح ووصف هذا التغيير في المكان والزمان يتم بقياس المسافة والزمن بدلالة السرعة والتعجيل ويمكن

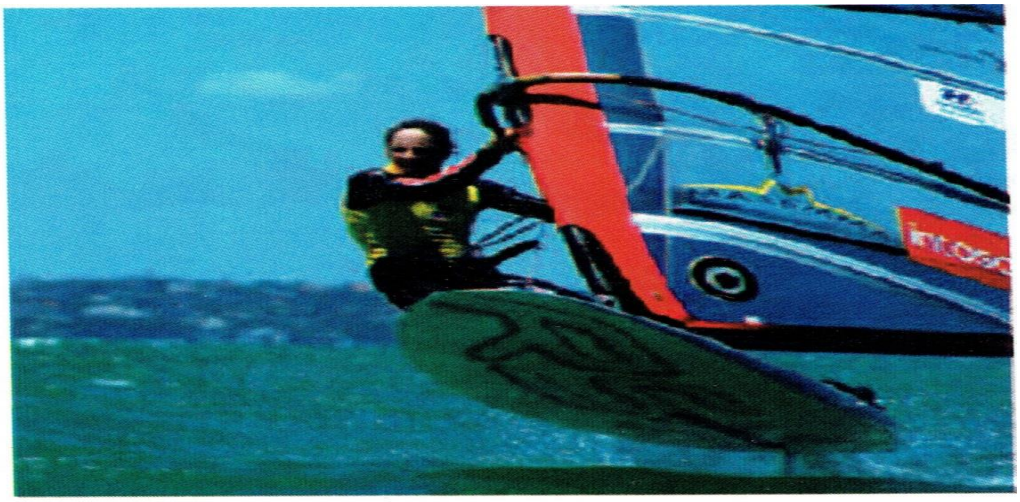
دراسة حركة الاجسام وفق نظام حسابي محدد تستطيع من خلاله معرفة ثلاث كميات ميكانيكية يمكن قياسها وهي كالاتي :-

١. **الزمن** : وهو الفترة التي يستغرقها الجسم في حركته وهي كمية قياسية قابلة للقياس .
٢. **الفراغ** : وهي المساحة او الحجم المشغول من قبل الجسم والمسافة او الزاوية التي يقطعها الجسم خلال حركته .
٣. **المادة** : وهو كل شيء له كتلة ويشغل حيز في الفراغ .

وبذلك فعندما نصف حركة بدلالة متغيرات المكان والزمان ونهمل المؤثر الذي سبب الحركة فان هذا النوع من الميكانيكا نسميه الكينماتيك اما عندما نوصف الحركة بدلالة القوى المسببة لها فان هذا النوع من الميكانيكا يسمى الكينتيك وفي الحركات الرياضية يمكن ان تميز ثلاثة انواع من الحركة هي حركة انتقالية خطية حركة دورانية حركة مركبة وفي البيوميكانيك يمكن تقسيم انواع الحركات وفقا للمجالات المكانية والزمانية وكما يلي :

١. **المسار الهندسي** : ويقسم هذا النوع من الحركات الى عدة انواع استنادا على الاتي :-

أ. **حركات انتقالية مستقيمة** : يحدث هذا النوع من الحركة عندما ينتقل الجسم من مكان الى اخر بكامل اجزاءه حيث ترسم الاجزاء المكونة لذلك الجسم مسارات متوازية مع بعضها في اي لحظة من لحظات حدوث الحركة وتقطع مسافات متساوية اثناء حدوثها وقد تكون هذه المسارات متوازية مع بعضها بشكل افقي كما حركات التزحلق على الجليد او حركة سيارة السباق .

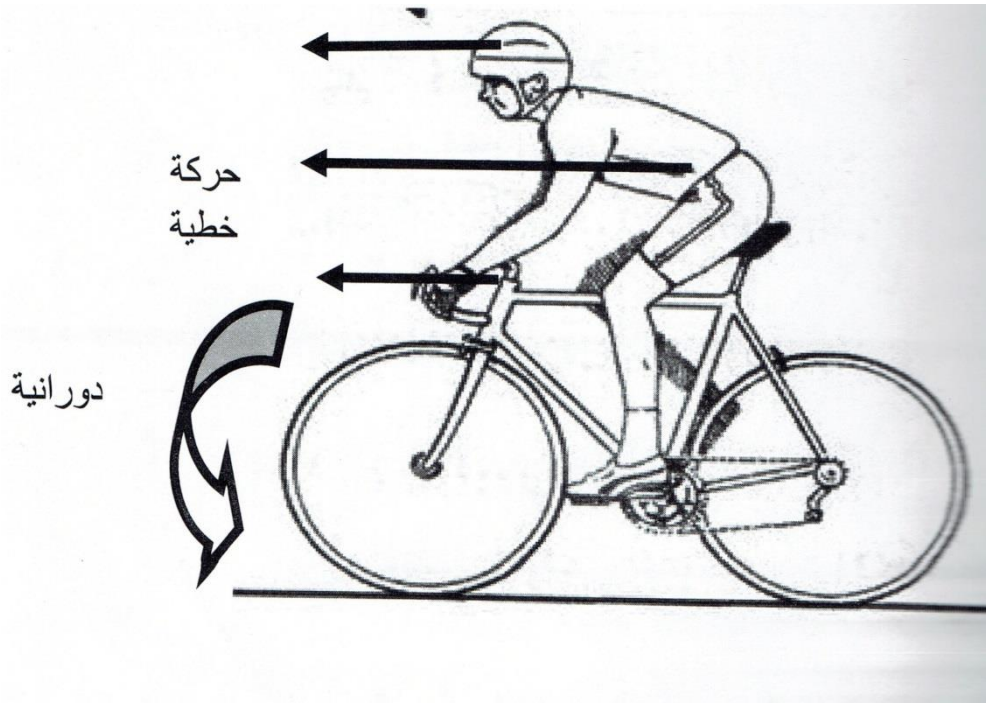


الزوارق حركة انتقالية خطية مستقيمة

ب. **حركات انتقالية دورانية** : تحدث هذه الحركات في معظم الفعاليات الرياضية ويشترط ان يكون هناك محور يدور حوله الجسم الدائر سواء كانت هذه الحركة جزء من الجسم او الجسم بكامله وتكون مسارات حركة اجزاء الجسم عبارة عن دوائر تبعد بمقدار ثابت عن محور الدوران سواء كان المحور داخل الجسم او خارجه مثل حركة جزء من الجسم حركة دورانية كما في حركة التهديف بكرة السلة والتي يدور فيها الساعد حول مفصل المرفق او في حالة حركة الجسم بكامله حركة دائرية كما في الدحرجة الامامية اذ يدور الجسم حول محور داخلي وهمي افقي اما الدوران حول محور خارجي مثل دوران لاعب الجمناستك حول العقلة والعقلة تمثل محور خارجي .

حركة انتقالية دورانية

ج. **الحركات المركبة** : تتكون هذه الحركة من مزيج من الحركتين الانتقالية والحركة الدورانية في نفس الوقت فقد يدور الجسم بكامله حركة دورانية حول نفسه وفي نفس الوقت ينتقل حركة انتقالية كما في حركة القفز والغطس الى الماء وقد تحدث هذه الحركة عندما يتحرك جزء من الجسم حركة دائرية الامر الذي يؤدي بانتقاله حركة انتقالية كما في حركة الركض او ركوب الدراجة الهوائية او حركة رامي المطرقة عند دورانه حول نفسه وفي نفس الوقت ينتقل الى حافة الدائرة .

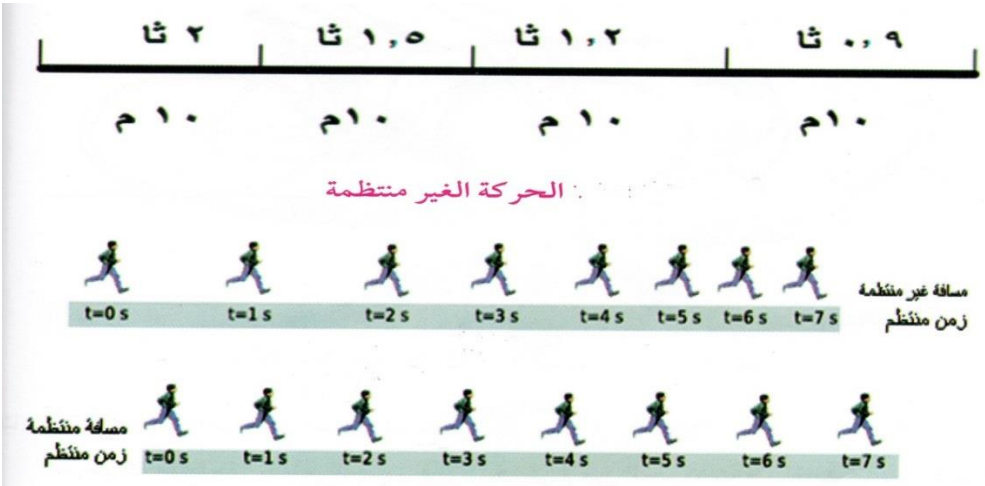


حركة انتقالية مركبة

٢.المسار الزمني :

أ. حركة منتظمة : يقطع الجسم في هذا النوع من الحركات مسافات متساوية في ازمنة متساوية .

ب. حركة غير منتظمة : وفيها يقطع الجسم مسافات متساوية في ازمان غير متساوية فقد يقطع عداء مسافة ١٠ م بزمن ٢ ث وفي ٢٠ م الثانية بزمن ١,٥ ث وفي الثالثة بزمن ١,٢ ث وفي الرابعة بزمن ٠,٩ ث ونظرا لهذا الاختلاف في السرعة ظهر ما يسمى بالتعجيل .



بهذا يتضح لنا ان علم البيوميكانيك يؤكد على تقسيم الحركات ووفقا لمنظور علم الميكانيكا الى :

- حركة منتظمة (سواء خطية او دورانية او مركبة)
- حركة متغيرة

وسواء كانت الحركة منتظمة او متغيرة فأن نقاط مراكز ثقل الجسم ومراكز ثقل اجزاء الجسم تنقل على شكل مسارات حركية والتي تمثل المحصلة النهائية للمقادير الافقية والعمودية للحركة للجسم او لجزء الجسم (سواء اكانت سرعة او قوة)

فالحركة المنتظمة يكون فيها انتقال الجسم بخط مستقيم وبسرعة ثابتة لذا يمكن التعبير عنها بالعلاقة التالية :

تحتسب كل حركة المنتظمة وفقا الى المسافة المقطوعة وزمنها وتقارن بالمسافة الاخرى وزمنها فاذا كانت النتائج متساوية فهذا يعني ان الحركة منتظمة

س= مسافة ÷ زمنها (وحدة القياس م/ث)

مثال / انتقال عداء ١٠٠ متر في المرحلة الوسطية من المسافة بزمن ثابت وليكون المسافة من نهاية ٣٠ متر الاولى الى نهاية ٦٠ متر من بداية المسافة الكلية ويكون قطعها بزمن ٣ ثانية فيكون معدل الحركة (السرعة) هنا ١٠ م/ث

وبذا فالسرعة يمكن اعتبارها كمية ميكانيكية بجانب انها قدرة بدنية اما الحركة المتغيرة فيقصد بها انتقال الجسم بسرعة متغيرة (تزايدية او تناقصية) وتحتسب كل سرعة لكل مسافة على حدة من اجل التعرف على مقدار التغير بالسرعة ويمكن التعبير عنها بالعلاقة التالية :

الحركة المتغيرة (التغير بالسرعة) = السرعة النهائية – السرعة الابتدائية

مثال ذلك , الحركة التي تنتقل بها الاداة عند قذفها عاليا بزاوية معينة هي حركة متغيرة اذ تتناقص حركة الاداة عند الصعود بتاثير الجاذبية وعند النزول يكون العكس والحركة الدورانية ايضا قد تكون حركة منتظمة او متغيرة وهي ايضا في ذلك تخضع لنفس المواصفات التي ذكرناها في الحركات الخطية مع الاشارة الى ان العلاقات التي تربطها وهي :

الحركة الدورانية المنتظمة = المسافة الزاوية ÷ الزمن (وحدة القياس د/ث)

اما الحركة الدورانية المتغيرة =السرعة الزاوية النهائية – السرعة الزاوية الابتدائية

الحركات الاساسية في جسم الانسان

جسم الانسان نظام ديناميكي معقد يحكم تكوين وتركيبه من الناحية التشريحية الجهاز الحركي (الجهازين العظمي والعضلي) وهو المعني بشؤون الحركة اي حركة اجزاء الجسم يسمح بحركات خاصة تتفق وطبيعة المفصل الذي تتم في الحركة ضمن الحركات الاساسية وعموما يمكن تحديد الحركات الاساسية التي يقوم بها جسم الانسان وهي :-

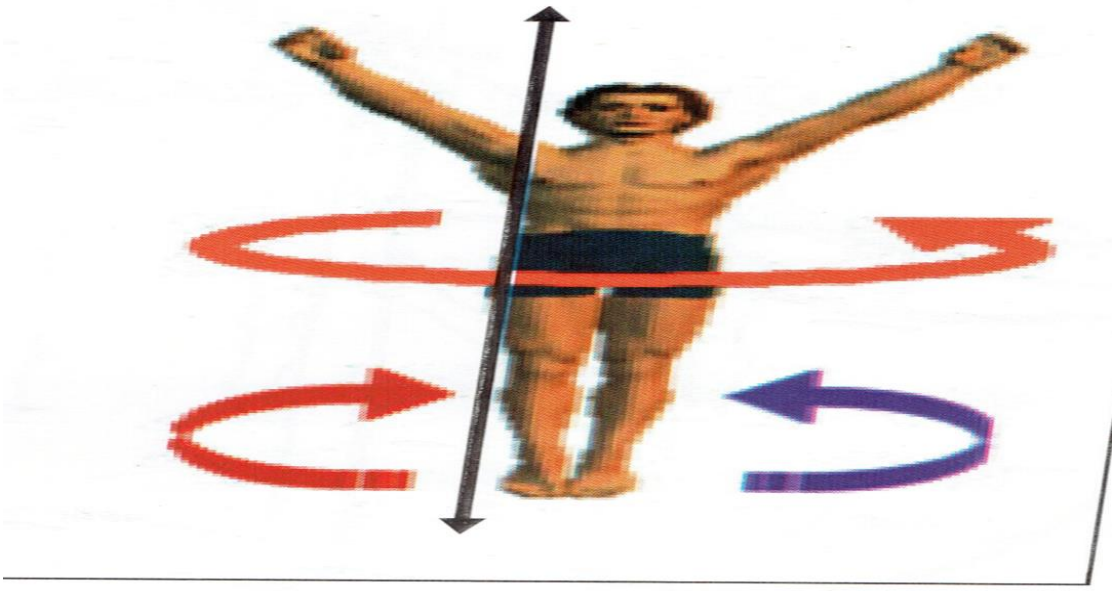
أ- الثني : تقريب العظمين المتمفصلين الى بعضهما بحيث تصغر الزاوية بينهما
ب- المد : ابعاد العظمين المتمفصلين عن بعضهما بحيث تكبر الزاوية بينهما.
ت- التقريب : تقريب اجزاء الجسم باتجاه المحور الشاقولي له .
ث- التبعيد : ابعاد اجزاء الجسم بالاتجاه البعيد عن محوره الشاقولي .
ج- الرفع : وهو رفع اجزاء الجسم الى الاعلى .
ح- الخفض : وهو خفض اجزاء الجسم الى الاسفل .
خ- التدوير : تتم الحركة حول المحور الطولي للعظم .
د- الكب : ويقصد بها تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق الى الداخل وحول المحور الطولي للساعد بحيث تواجه باطن اليد الارض .
ذ- البطح : ويقصد بها تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق الى الخارج بحيث يواجه ظهر اليد الارض .
ر- الدوران: ويقصد بها ان الجزء المتحرك يرسم اثناء حركته دائرة وتشغل هذه الحركة مجموعة حركات الثني , التبعيد , المد والتقريب , الرفع والخفض.

علاقة الحركة بالمحاور والمستويات

ان الحركات التي يقوم بها الانسان لا بد وان تتم حول محور ما وتقع على مستوى وان هذه المحاور والمستويات وهمية وتعتبر مسالة دراستها والتعرف عليها ضرورية في وصف الحركة وتحليلها موضوعيا

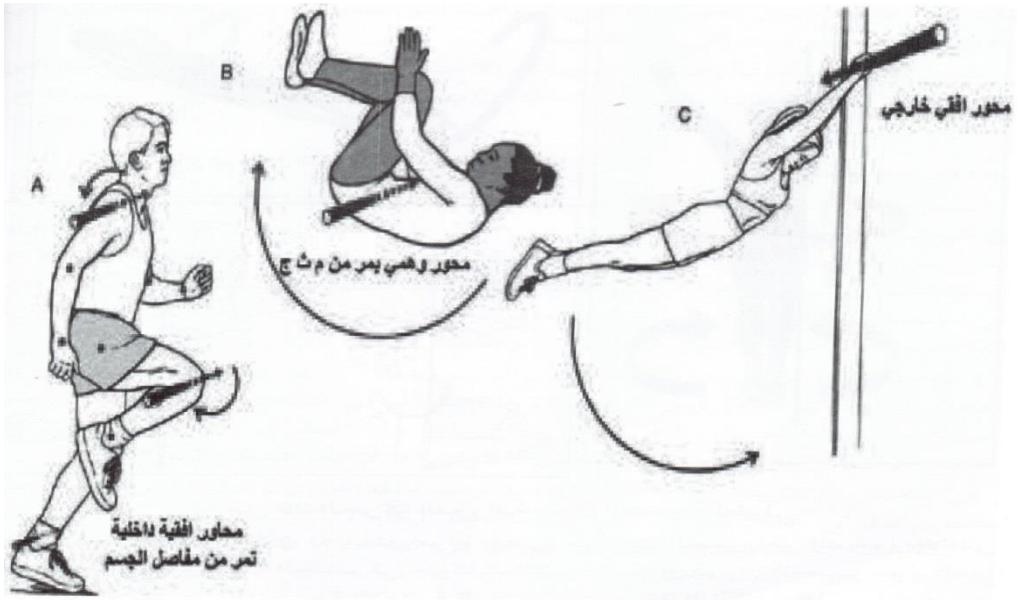
١- المحاور وتقسم الى :محاور خارج الجسم وتكون على نوعين :
ا- ثابتة
ب- شبه ثابتة
محاور داخل الجسم وتقسم الى :-
أ- **المحور الطولي او الراسي (vertical axis)** : هو المحور الذي يكون عموديا على الارض حيث يخترق هذا المحور جسم الانسان من

قمة الراس الى اسفل القدمين على الأرض والحركات التي تتم في هذا المحور هي حركات التدوير وفتل الجسم.

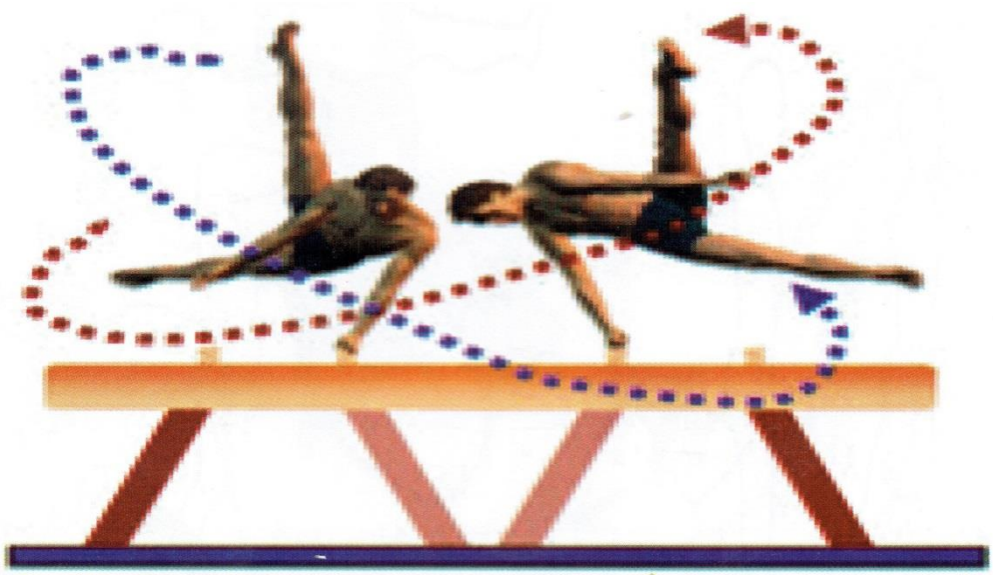


ـل المحور الطولي

ب-**المحور العرضي او الافقي (transverse axis)** : هو الخط المار من الجانب الايمن الى الجانب الايسر من الجسم ،وجميع الحركات التي تحدث في هذا المحور هي حركات الثني والمد مثل دوران الجسم حول العقلة او دوران الجسم في الدحرجة الأمامية المكورة او حركة الجسم والذراعين كما في الرمية الجانبية بكرة القدم وهذا المحور وهمي يدخل من احد جانبي الجسم ويخرج من الجانب الاخر .



ت-**المحور العميق (Anteropsterior axis)** : وهو الخط الوهمي الذي يمر من امام الجسم ويخرج من الخلف فتحدث حوله جميع الحركات الجانبية التي يؤديها الجسم كالعجلة البشرية او حركة لاعب حصان المقابض عند اداءه حركات المرجحة الجانبية وهكذا ... الخ.



اما بالنسبة للمستويات والتي تعزى اليها حركة الجسم فهناك ثلاثة مستويات تقسم الجسم الى قسمين متساويين وعلى الشكل الاتي :

١. **المستوى الامامي (frontal plane)** : يخترق هذا المستوى الجسم من جانب لأخر ويقسم الجسم الى قسمين امامي وخلفي وعند اعزاء الحركة للمستوى يقال انها حصلت في المستوى اما بالنسبة الى المحور فان الحركة تتم حوله ومن الحركات التي تحدث في المستوى الامامي هي حني الجذع الى الجانبين في الوقت الذي تتم فيه هذه الحركة يتعامد كل من حول المحور العميق والمستوى الامامي .

٢. **المستوى الجانبي (sagittal plane)** : يقسم هذا المستوى جسم الانسان الى قسمين ايمن وايسر لأنه يخترق الجسم من الامام الى الخلف ومن الحركات التي تحدث في هذا المستوى حركة ثني الجذع اماما وفي هذه الحركة تتم حول المحور العرضي والمستوى الجانبي متعامدان .

٣. **المستوى الافقي (transverse plane)** : يقسم جسم الانسان الى قسمين علوي وسفلي ويتعامد هذا المستوى مع المحور الطولي لان الحركة التي تتم في هذا المستوى تحدث حول المحور الطولي مثل فتل الرقبة الى الجانبين .

من كل ما سبق نجد ان حركة اجزاء الجسم تتم على اكثر من محور وفي اكثر من مسطح ومن الطبيعي ان هناك علاقة بين المحاور والمستويات حيث ان كل محور يتعامد مع مستوى حيث تمثل نقطة التقاء المحاور والمستويات نقطة مركز الثقل الاجسام .