الدراسات العليا / الدكتوراة

مادة البايوميكانيك

المحاضرة العاشرة

السرعة وتطبيقاتها الميكانيكية

إعداد

ا.د إنتصار كاظم عبد الكريم

1444هـ / 2023 م

✍ السرعة

تعرف السرعة على أنها ما يقطع من مسافة في فترة زمنية معينة ؛ وتعد من الكميات المتجهة ، ومن أجل توضيح مفهوم السرعة من الناحية الميكانيكية فلابد من الاشارة إلى الاختلاف بين كل من (Velocity ، Speed) ، الاولى ناتجة عن قسمة المسافة المقطوعة على الزمن المستغرق ؛ ويمكن أن تعبر او تصف سرعة حركة اللاعب من خلال المقدار الكلي ، ويطلق عليها بالسرعة القياسية .

السرعة = المسافة / الزمن

أما بالنسبة إلى المصطلح (Vilocity) فأنه يعبر عن مقدار التغير في الوضع وفي زمن محدد مع ذكر الاتجاه ويطلق عليها بالسرعة المتجهة ؛ ولتحقيق وصف دقيق لحركة جسم ما لا بد من ذكر القيمة والاتجاه .

◎ أنواع من السرعة

- **السرعة المنتظمة :** عندما يتحرك الجسم ويقطع مسافة متساوية في فترات زمنية متساوية .
- **السرعة الغير منتظمة :** عندما يتحرك الجسم ويقطع مسافات مختلفة في فترات زمنية متساوية .
- **متوسط السرعة :** يتم تعريفها ، بأنها السرعة التي يتم الحصول عليها من نسبة المسافة الإجمالية التي يقطعها الجسم إلى إجمالي الوقت الذي يستغرقه الجسم .

  = المسافة المقطوعة الكلية / الزمن الكلي للمسافة
- **معدل السرعة** = التغير في الموضع (لازاحة) / التغير في الزمن ؛ وهي أيضا كمية متجهة ، لذا يتم حسابها على أنها الإزاحة مقسومة على التغير في الزمن .
- **السرعة اللحظية :** سرعة الجسم المتجهة المحددة عند لحظة زمنية معينة او فترة زمنية مقتربة من الصفر ويستخدم التفاضل في حسابها لجعل التغير في الوقت عبارة عن فترة صغيرة تكون قريبة من الصفر.
- السرعة الزاوية: قيمة متجهة تمثل التغير في الموضع الزاوي في وحدة الزمن.

مثال //

سجل عداد قراءة السرعة والمسافة لسيارة صغيرة زمن قدره (6 ثانية) تحركت فيه السيارة للأمام وقطعت مسافة (39 م) ، بعدها مباشرة تحركت السيارة للخلف (10 م) في (4 ثوان) ؛ **المطلوب !**

1. ما المجموع الكلي لحركة السيارة ؟
2. ما مقدار مسافة الانتقال الفعلية للسيارة ؟
3. ما متوسط السرعة خلال السياقة للأمام ؟

4. ما متوسط السرعة خلال السياقة للخلف ؟
5. ما متوسط السرعة للسياقة الإجمالية للسيارة ؟

المطلب (1)

39 م + 10 م = 49 م (تمثل المجموع الكلي لحركة السيارة وهو عدد الأمتار الذي تحركت فيها السيارة بغض النظر عن اتجاه حركتها) .

المطلب (2)

39 م + (ـــ 10 م) = 29 م مقدار مسافة الانتقال .

المطلب (3)

متوسط السرعة = المسافة الكلية / الزمن الكلي = $\frac{39}{6}$ = 6.5 م/ ثانية حركة السيارة للأمام .

المطلب (4)

متوسط السرعة = $\frac{10-}{4}$ = 2,50 متر/ثا ، (إن علامة السالب هنا تشير إلى أن الحركة كانت بإتجاه الخلف) .

المطلب (5)

أما متوسط السرعة لانتقال السيارة الاجمالي = 39 + (ـــ 10) / 6 + 4

= $\frac{29}{10}$ = 2.9 م/ثا .

◎ التعجيل

نرى إنه من النادر جداً أن تكون الحركة ذات سرعة ثابتة ، إذ كثيراً ما تتغير السرعة مع تغير الزمن ، إن كل من السرعة والتعجيل كميات متجهة ؛ والتساؤل هنا يدور في كيف نميز بين السرعة والتسارع ؟

عندما نشاهد عداء يجري مسافة (400 م) ، فإن كثيرا منا يذكر إن هذا العداء يركض بسرعة ، ولكن ما المقصود بذلك ؟ وهل يوجد فرق بين الركض بسرعة والتسارع ؟

وعلى سبيل المثال يمكن لشخص أن يتحرك أو يركض بسرعة عالية ولكن دون أن يكون هناك تسارع ، إذاً ما التسارع ؟

إذا كانت سرعة العداء (8 م / ثا) على طول مسافة الركض فهذا يدل على أن العداء يركض بسرعة ثابتة أي لا يحدث تسارع في حركته أثناء الركض ، أما إذا حدث وكانت السرعة على طول المسافة المقطوعة غير متساوية أي أن السرعة في الثانية الأولى ليس بمقدار متساو في الثواني المتتالية ، ففي هذه الحالة يفسر على أنه يوجد تسارع لأن العداء يقطع مسافات مختلفة بأزمنة متساوية .

إن التغير في السرعة يطلق عليه بالتسارع أو التعجيل ، وقد يكون التسارع إيجابيا عندما ما تزداد سرعة الجسم تدريجياً ويكون سلبياً إذا تناقصت سرعة الجسم او حدث تباطئ في سرعة الجسم .من الممكن أن يحدث تزايد أو نقصان في المسافة المقطوعة في كل ثانية ، وعلى أساس الزيادة والنقصان نستطيع أن نشير إلى أن التعجيل موجب أو سالب .

ويعرف التعجيل بأنه المعدل الذي تتغير فيه السرعة خلال زمن معيناً وهو المعدل الزمني للتغيير في السرعة ، وأن وحدة القياس هي وحدات المسافة مقسومه على وحدات الزمن .

@ = م/ثا^2

التعجيل= السرعة النهائية – السرعة الابتدائية / التغير بالزمن

مثال //

رياضي يركض من نقطة البداية (أ) بسرعة (4 م / ثا) ، وعندما وصل إلى نقطة (ب) بلغت سرعته (10 م / ثا) ، وكان زمن قطع المسافة هو (1.2 ثا) ، ما هو مقدار التعجيل ؟

التعجيل = س2- س1 / ن

= 10-4 / 1.2 = 5 م / ثا^2

✍ تحليل فعالية (100 م)

تعد فعالية ركض (100 م) حرة إحدى الفعاليات التي تتميز بالسرعة العالية مما يجعل عملية تشخيص الأخطاء في الأداء أو الحكم على أي متغير بايوميكانيكي بالعين المجردة صعبة جداً وغير دقيقة من دون استخدام الكاميرات ذات السرعات العالية ؛ وبرامج التحليل الحركي المتطورة التي ترفد المدرب بمعلومات كثيرة تخص تفاصيل الحركة وتساهم مساهمة كبيرة في بناء البرامج العلمية التدريبية الحديثة لتحقيق أفضل إنجاز رياضي .

إن الزمن الكلي لفعالية (100م) يتوقف على الناتج الإجمالي لعدد من المؤشرات الميكانيكية وأهمها العلاقة الجيدة ما بين طول وسرعة تردد الخطوة ، لذلك ومن أجل تقيم الأداء وما يحققه اللاعب من إنجاز في ركض (100 م) حرة لابد من تحليل عدد من العوامل وتفسيرها وهي :

- معدل السرعة للعداء = طول الخطوة × ترددها .
- تردد الخطوات = عدد الخطوات / الزمن تردد الخطوة .
- طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات .

مثال//

- عداءين بكتلة (60 كغم) في سباق (100 م) يحقق العداء الأول (9.92 ث) زمن انجاز ويعمل (48) خطوة على طول مسافة السباق ،العداء الثاني يحقق (9.97 ث ، زمن إنجاز) ، ويعمل (50) خطوة على طول مسافة السباق؟ المطلوب معدل السرعة لكل عداء وأيهما افضل ؟

العداء الأول : نستخرج تردد الخطوات

تردد الخطوات = عدد الخطوات / الزمن

= 48 / 9.92 = 4.83 خطوة / ث العداء الاول

= 50 / 9.97 = 5.02 خطوة / ث العداء الثاني

ثانيا طول خطوة الركض للعداء

طول الخطوة اللاعب = المسافة الكلية / عدد الخطوات

= 100 م / 48 = 2.08 م طول الخطوة للعداء الاول

= 100 م / 50 = 2 م طول الخطوة للعداء الثاني

ثالثا / نستخرج معدل السرعة للعداء

معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها

= 2.08×4.32 = 8.9 م / ث معدل سرعة العداء الاول

= 2×5.02 = 10.04م / ث معدل سرعة العداء االثاني

✍ تحليل متغير السرعة – الزمن والتعجيل لفعالية ركض 100 م

من الجدول (1) يمكن أن نرى بعض المعطيات ولمسافات مختلفة إذ يقاس الزمن والسرعة لكل عشرة أمتار ، ومن تلك القيم يمكن مراقبة حالة التسارع لدى الرياضي وتحليلها على طول مسافة السباق ، اضافة إلى إمكانية حساب مقدار التعجيل في أي مرحلة من مراحل السباق .

جدول (1) يوضح قيم بعض المتغيرات الميكانيكية في فعالية ركض (100 م) للاعب Mauric Greene

السرعة (م / ثا)	المسافة (م)	الزمن (ثا)
000	0	0.00
5.84	10	1.71
9.61	20	2.75
10.86	30	3.67
11.36	40	4.55
11.49	50	5.42
11.76	60	6.27
11.76	70	7.12
11.62	80	7.98
11.49	90	8.85
10.63	100	9.79

مثال //

لو أردنا حساب التعجيل بين مسافة (20 – 30 م) ، حيث نرى من الجدول (1) أن مقدار الزمن المقطوع في مسافة (20 م) بلغ (2.75 ثا) وكان مقدار السرعة (9.61) ، ولقد بلغ مقدار الزمن في مسافة (30 م) المقطوعة (3.67 ثا) وبسرعة (10.86) م / ثا .

التعجيل = س$_2$– س$_1$ / ن$_2$– ن$_1$

= 10.86 – 9.61 / 3.67 – 2.75]

= 1.25 / 0.92

= 1.35 م/ ثا^2

مثال //

عداء قطع مسافة من (70 م الى 80 م) بزمن قدره (.....) والى مسافة (90 م) بزمن قدره (.....) المطلوب حساب سرعته في العشرة متر الأولى والثانية ؟

الزمن الأول 0.86 س 11.62

الزمن الثاني 0.87 س 11.49

((وبنفس الطريقة يمكن حساب التعجيل في كل مرحلة من مراحل الركض في مسافة 100 م.))

وفي الجدول (2) الذي يبين مؤشرات كلاً من الزمن ، السرعة والتعجيل من لحظة الانطلاق إلى خط النهاية ، ومن خلال قيم هذا الجدول يمكن مشاهدة في إي مرحلة من مراحل السباق تحدث حالة التعجيل السلبي عند المتسابق ، إذ نرى حدوث تعجيل سلبي ما بين الفترة الزمنية (6.27 ـــ 7.12) وإذا تم تتبع قيمة الزمن المذكور مع المسافات المقطوعة يتبين أن حدوث التعجيل السلبي يبدأ في المسافة

المحصورة ما بين (60 ـــ 70 م) إذ نرى مقدار السرعة (11.80 م / ثا ـــ 11.68) ويستمر التعجيل السلبي إلى نهاية مسافة 100 متر ؛ لاحظ الجدول أدناه :

جدول (2) يوضح التسارع (التعجيل) في فعالية ركض (100 م)

المسافة (م)	الزمن (ثا)	السرعة (م / ثا)	معدل التعجيل (م / ثا^2)
0 ـــ10	0.00 -1.71	0.00-8.71	0.09
10ـــ20	1.71-2.75	8.71-10.47	1.69
20 ـــ 30	2.75-3.67	10.47-11.14	0.73
30ـــ 40	3.67-4.55	11.14-11.50	0.41
40ـــ 50	4.55-5.42	11.50-11.67	0.20
50 ـــ 60	5.42-6.27	11.67-11.80	0.15
60 ـــ 70	6.27-7.12	11.80-11.68	-0.14
70 ـــ 80	7.12-7.98	11.68-11.57	-0.13
80 ـــ 90	7.98-8.85	11.57-11.51	-0.07
90 ـــ 100	8.85-9.79	11.51-11.30	-0.22
100	9.79	11.30	

مثال //

عداء قطع مسافة (40 م) بزمن قدره (4.67 ثا) ، واستمر في العدو وقطع مسافة (50 م) في مدة زمنية (5.53 ثا). المطلوب :

أولاً : حساب الزمن المستغرق في قطع مسافة ما بين (40 ـــ 50) ؟

ثانياً: معدل السرعة لتلك المرحلة ؟

الإجابة //

حساب الفرق بالزمن

5.53 – 4.67 = 0.86 ثانية من أجل قطع مسافة (10 م).

معدل السرعة = المسافة في الزمن الثاني – المسافة في الزمن الاول / الزمن2 – الزمن1

معدل السرعة = 50 – 40 /5.53 –4.67

= 10 / 0.86

=11.63 م / ثا

✍ المسافة والإزاحة

تعد كل من المسافة والازاحة متغيرات ميكانيكية مهمة في الفيزياء وتكون وحدة قياسهما المتر؛ وتعرف المسافة بانها الطول الفعلي للمسار الذي يقطعه جسم ما وهي كمية عددية أي ان المسافة الإجمالية المقطوعة هي نفسها بغض النظر عن عدد المرات التي يتم فيها تغير الاتجاه .

اما الازاحة فهي تتعلق بالتغير في موضع الجسم فيما يتعلق بنقطتي البداية والنهاية ؛ وتعرف على انها طول أقصر مسافة ، او الخط المستقيم بين نقطتي البداية والنهاية ، او هي اقصر طريق بين نقطة البداية والنهاية وهي كمية متجهة ، ويشار إلى الإزاحة بواسطة (متجه) ؛ ويتم رسم السهم من النقطة التي يبدأ فيها الجسم بالحركة وينتهي بنهاية حركة الجسم عبر اقصر مسار .

ويمكن أن تكون للإزاحة قيم سلبية أو إيجابية أو صفر ، واحيانا تكون المسافات أكبر من قيمة الإزاحة ، ويتم قياس الإزاحة دائما على طول خط مستقيم بينما يمكن قياس المسافة على طول مسار غير مستقيم .

مثال 1 //

تسير سيارة بسرعة ثابتة مقدارها (60) ميلاً في الساعة ، كم من الوقت ستستغرق السيارة لقطع مسافة 120 ميلاً ؟ ما هو إزاحة السيارة ؟

الإجابة //

المسافة = السرعة × الزمن

إذا كانت السيارة تسير بسرعة ثابتة قدرها 60 ميلاً في الساعة ، فيمكننا التعويض بالقيم في الصيغة :

120 ميل = 60 × الزمن

الزمن = 120 / 60 = ساعتان (تستغرق السيارة ساعتين لتقطع مسافة 120 ميلاً)

إزاحة السيارة هي أقصر مسافة بين نقطة البداية ونقطة النهاية. وبما أن السيارة تسير في خط مستقيم، فإن الإزاحة تساوي المسافة المقطوعة ، وهي 120 ميلًا.

مثال 2 //

أُطلق صاروخ رأسيًا من الأرض بسرعة ابتدائية قدرها (100 متر في الثانية) ، إلى أي مدى سيصل الصاروخ ؟ وكم من الوقت سيستغرق الصاروخ للوصول إلى أقصى ارتفاع له ؟ ما هي إزاحة الصاروخ ؟

الإجابة //

اقصى ارتفاع = س2 / 2 × التعجيل

اقصى ارتفاع = $(100)^2$ / 2× 9.8 = 509.9

لحساب الزمن المستغرق للوصول الى اقصى ارتفاع

الزمن = السرعة / التعجيل

الزمن = 100 / 9.8 = 10.19 ثا

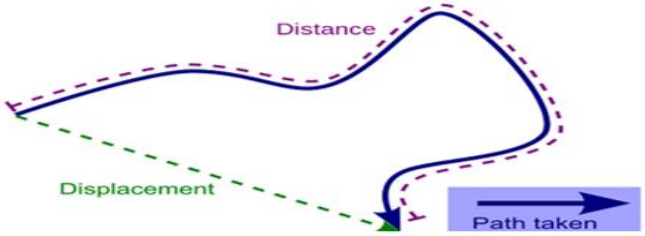
لحساب الزمن الذي يستغرقه الصاروخ للهبوط على الأرض

الزمن = 2× السرعة / التعجيل

الزمن = 2× 100 / 9.8 = 20.38

الازاحة = السرعة × الزمن حيث س تمثل السرعة الاولية

الازاحة = 100 × 20.38 = 2038 م



✍ تحليل السقوط الحر

الإعتقاد السائد إن سرعة سقوط الأجسام تعتمد على كتلة الجسم بشكل أساسي ، إي إن الأجسام الأثقل تكون الأسرع سقوطاً، العالم (غاليلو) قام بتفسير حالة السقوط وذلك من خلال إسقاط مجموعة من الأجسام مختلفة الأوزان في الفراغ (عدم وجود مقاومة للهواء) من مكان مرتفع إلى الأرض وتوصل في نهاية المطاف إلى استنتاج يؤكد إن جميع الأجسام التي تسقط من نفس الإرتفاع تصل إلى الأرض في نفس الزمن ، وذلك بسبب تأثير الجاذبية الأرضية على الأجسام الساقطة بتعجيل ثابت مقداره (9.8 متر /ثانية^2) ، وان كتلة الجسم لا تؤثر على سرعة الجسم أثناء السقوط ولكنها تعطي إشارة إلى أن الأجسام الضخمة تتمتع بزخم أكبر . **الزخم =السرعة × الكتلة.**

إن سقوط جسم ما تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية تدعى بظاهرة السقوط الحر ، إذ تكون حركة الجسم متسارعة بإنتظام وبثبات بفعل الجاذبية الأرضية بمقدار (9.8 متر) لكل مربع الثانية ، شرط أبعاد كل ما يتعلق بمقاومة الهواء الذي ممكن أن تؤثر على حركة الجسم وسرعة السقوط . على سبيل المثال عند قذف جسم للاعلى فان سرعته تتناقص الى ان تصل الى الصفر، تم تعود السرعة تتزايد اثناء رجوع الجسم الى الأرض هذه الحالة تسمى بالسقوط الحر أي ان الجسم يكتسب تسارع بسبب الجاذبية يدعى بتسارع الجاذبية قيمته ثابتة وهذا يفسر سبب زيادة سرعة الاجسام الساقطة

✍ أهمية تدريب السرعة للأداء الرياضي

- يحسن الأداء الرياضي بشكل عام ويكسبه ميزة تنافسية
- تعد السرعة عاملاً الأساسي في بعض الألعاب الرياضية كما في العاب الساحة .
- يقلل من خطر الإصابة : ان التدريب على السرعة بشكل آمن وفعال يمكن أن تساعد الرياضيين على بناء القوة وتحسين حركتهم ، مما يقلل من خطر الإصابة .
- يساعد على تنمية القوة العقلية ان تحسين سرعة وقدرة الرياضي على التحمل يساعد الرياضي في تطوير القوة العقلية.