المحاضرة //الثامنة

المقذوفات، تحليل القوة وكيف تؤثر على مسار المقذوف

إعداد

ا.د إنتصار كاظم عبد الكريم

2024 /2023 م

المقذوفات

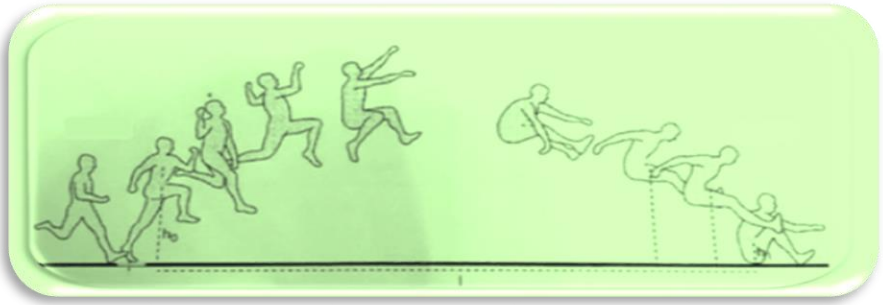
إن معظم الحركات المقذوفة تتحرك بفعل تأثير الجاذبية الأرضية ، ويرتبط مفهوم المقذوفات بعدد كبير من الحركات الرياضية ويكون المقذوف اما جسم اللاعب او الاداة . وفيها يدرس انتقال الجسم الذي يتحرك على شكل منحني هندسي .

يطلق على الجسم الذي ينقطع اتصاله مع سطح ما ، بالجسم المقذوف في الهواء، ويتحرك بخط منحني إلى أن يصل إلى أعلى ارتفاع بعد ذلك يبدأ بالهبوط باتجاه الأرض بحركة انزلاقية هادئة ؛ إن المثال التقليدي لِمثل تلك الحركات هو قذف (جسم أو كرة ، رمي الرمح ، القفز والوثب وحركات اخرى كثيرة) ، وتتأثر تلك الأجسام المقذوفة بديناميكية الهواء وكذلك بالجاذبية الأرضية والذي يكون تأثيرها سلبياً عندما تكون حركة المقذوف باتجاه الأعلى (معاكس لعمل الجاذبية الارضية) ، ويكون تأثير الجاذبية إيجابياً عندما تكون حركة المقذوف باتجاه الأسفل (اتجاه عمل الجاذبية الارضية) .

إن زمن تنفيذ الواجب الحركي للجسم المقذوف يختلف باختلاف المهارة الحركية وكذلك تبعاً للواجب الحركي ؛ إذ نرى في بعض مهارات الجمناستك مثل (القلبات الهوائية) يؤكد على ضرورة زيادة الزمن أي بقاء الجسم في الهواء لمدة طويلة لتحقيق أكبر مسافة عمودية ممكنة بوصفه شرطا أساسيا في نجاح تنفيذ أكثر من قلبة هوائية ،في حين نرى العكس في فعاليات (الرمي والقذف).

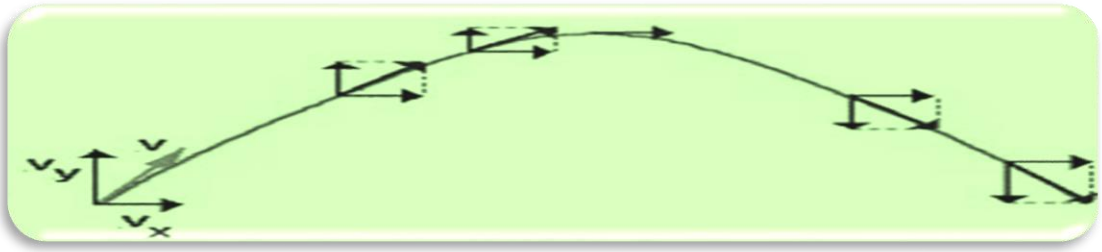
وعلى سبيل المثال في فعالية (قذف الثقل، ورمي القرص) يكون الهدف الرئيسي هو تحقيق مسافة أفقية كبيرة ، لذلك يؤكد على ضرورة تحقيق سرعة أفقية عالية على حساب السرعة العمودية لحظة قطع الإتصال من أجل تسجيل أبعد مسافة أفقية ممكنة.

ويلعب متغير زاوية الانطلاق دور هام جداً في تحديد مقدار المسافة الافقية ، ولا يشترط في المقذوفات أن يكون المستوى الذي ينطلق منه هو نفس مستوى الهبوط ، ولو أردنا تتبع مسار مركز ثقل الجسم للاعب أثناء الوثب العريض، فإن نقطة مركز الثقل تختلف تبعاً للحركة الذي يقوم بها اللاعب ، وإن نقطة مركز الثقل لحظة النهوض تكون أبعد عن الأرض مقارنة بنقطة مركز الثقل في الهبوط إذ تكون قريبة جداً من الأرض .



وتحكُم الأجسام المقذوفة بعاملين أساسيين هما ، سرعة وزاوية الانطلاق ؛ وإن لحظة قطع اتصال الجسم مع الأرض أي (انطلاقة) سوف تتحلل سرعة الجسم إلى مركبتين الأولى عمودية والثانية أفقية .

وتتأثر المركبة الأولى بفعل الجاذبية الأرضية ، لذلك تبدأ السرعة العمودية تقل تدريجياً أثناء ما يكون الجسم في الهواء إلى أن تصل صفر، حينها يبدأ الجسم بالهبوط ، ولا تتأثر السرعة الأفقية بل يبقى مقدارها ثابت من لحظة الانطلاق إلى حين هبوطها (في حالة إهمال تأثير مقاومة الهواء) .



إن حساب سرعة وزاوية الانطلاق في المقذوفات يختلف تبعاً للمستوى التي ينطلق وينتهي به المقذوف ، فعندما يوجد اختلاف بين مستوى نقطة انطلاق وهبوط المقذوف هذا يشير الى وجود عوامل عدة يمكن أن تؤثر على نتيجة المسافة التي يقطعها الجسم المقذوف ؛ ومنها مقدار الفرق بين مستوى الانطلاق والهبوط ، وفيها يتم اعتماد قاعدة المثلثات لغرض قياس معلمات السرعة والمسافة الافقية والعمودية للجسم المقذوف.

ومن الجدول أدناه يمكن ملاحظة مقدار زاوية الرمي والمسافة الأفقية والعمودية في حالة افتراض إن سرعة الانطلاق في جميع محاولات الرمي (15 م / ثا) ، ونرى أن أكبر مسافة أفقية كانت عندما تكون زاوية الرمي هي (45 درجة) . وكما يتبين في الجدول ادناه

مثال: ما هو مقدار المسافة الأفقية والعمودية لرمية الثقل عندما يكون مقدار زاوية الرمي (30) وسرعة انطلاق الجسم (15 متر / ثانية) ، مع حساب زمن طيران الثقل من لحظة انطلاقه إلى لحظة هبوطه، علماً إن جا زاوية (30) تساوي (0.5) ؟

المسافة العمودية =(سرعة الانطلاق)^2 ×(جا الزاوية)^2 / 2 × التعجيل الارضي

المسافة العمودية = (15)^2 ×(جا30)^2 / 2 ×9.8

المسافة العمودية = (225)× (0.25) / 19.6

المسافة العمودية = 2.86 متر

المسافة الأفقية = (سرعة الانطلاق)^2 × 2جا الزاوية / التعجيل

المسافة الافقية = (15)^2 × 2جا 30 / 9.8

المسافة الافقية =(225) × 2 (0.5) / 9.8

المسافة الافقية =22.95 متر

$$\text{الزمن} = 2 \times \frac{\text{السرعة} \times \text{جا الزاوية}}{\text{التعجيل الأرضي}}$$

الزمن $= 2 \times \frac{0.5 \times 15}{9.8} = 1.53$ ثانية

(مع افتراض Y ، Xعندما تقع نقطة انطلاق الجسم المقذوف أو القافز في نقطة الصفر للإحداثيات إن مقاومة الهواء تساوي صفرا ، فإن : المسافة الأفقية = المسافة العمودية = صفر

وعندما تكون نقطة الانطلاق في نفس مستوى نقطة الهبوط ، فإن الزمن الذي يستغرقه المقذوف للصعود يساوي الزمن الذي يستغرقه للهبوط .

مثال2: قام لاعب كرة قدم بضرب الكرة إلى الأعلى وكان أقصى ارتفاع وصلت إليه الكرة (20 م) ، المطلوب حساب زمن المستغرق للوصول الى أقصى ارتفاع .

المسافة العمودية = التعجيل الارضي × (الزمن) ^{2} / 2

20 = 9.8 × (الزمن) ^{2} / 2

(الزمن) ^{2} = 20 ×2 / 9.8

(الزمن) ^{2} =4.08

الزمن =2.02 ثانية وصول الكرة إلى أعلى أرتفاع

مثال3:

تنطلق كرة إلى الأعلى بزمن قدره (2.2 ثانية) ، المطلوب حساب أقصى ارتفاع تصله الكرة .

المسافة العمودية = التعجيل الأرضي × (الزمن) ^{2} / 2

= 9.8 × (2.2)^2 / 2

= 9.8× 4.84 / 2

= 47.432 / 2

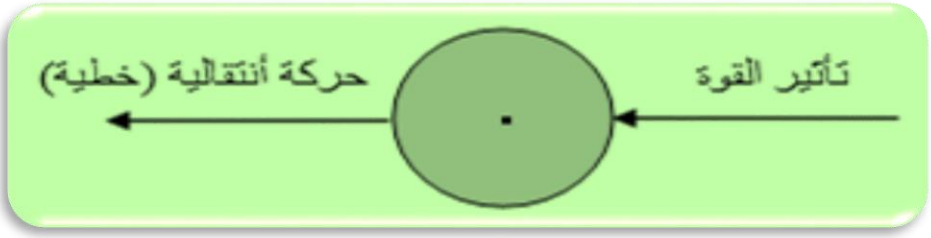
= 23.72 متر أقصى مسافة عمودية للكرة

✍تحليل القوة وكيف تؤثر القوى على مسار حركة المقذوف

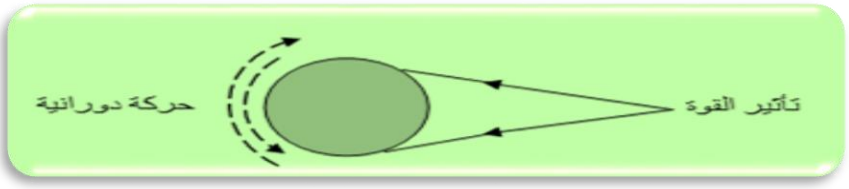
يتبادر دائماً إلى الأذهان تساؤل هو ، ماذا يحدث للقوة لحظة تنفيذ الحركة ؟ وما القوى التي تساهم في التأثير على مسار حركة الجسم المقذوف؟

وللإجابة على هذا التساؤل سوف نوضح عمل القوة المستخدمة ، وكيف يكون تأثيرها على المسار الحركي للجسم المقذوف ، وهل توجد قوى أخرى مؤثرة على الجسم ؟ وسنوضح ذلك عند تنفيذ الضربة الأمامية بتنس الطاولة .

في البدء يقوم اللاعب أو اللاعبة بمرجحة المضرب للخلف وإلى والأمام ، ومن ثم ضرب الكرة ، إن لحظة التقاء الكرة بالمضرب تمثل نقطة تأثير القوة ، وإن اتجاه الجذب بعيدا عن نقطة التأثير يمثل اتجاه القوة ، وعندما يكون تأثير القوة ماراً في مركز كتلة الكرة تحدث نتيجة ذلك حركة خطية ويكون اتجاهها للأمام ؛ لاحظ الشكل ادناه .



وفي ضربات أخرى يكون فيها تأثير القوة ماراً في أي نقطة خارج مركز كتلة الكرة سينتج عن ذلك حركة دورانية للكرة قد تكون بالاتجاه الأمامي أو الخلفي ، ويعتمد تحديد اتجاه الدوران على مكان أو نقطة تماس الكرة مع سطح المضرب ، ويطلق على تلك الضربات بما يسمى بالضربة اللولبية أو الدورانية ؛ لاحظ الشكل في أدناه.



ومن أهم العوامل التي تعمل على تحديد شكل الجسم المقذوف (الكرة) وسرعته، هي قوة الضربة إضافة إلى بعض القوى الخارجية مثل الجاذبية الأرضية ومقاومة الهواء اللذان يعدان من العوامل التي يمكن أن تؤثر في تحديد مسار الكرة ؛ ومن لحظة انطلاق المقذوف (الكرة) سوف يتحدد كل من اتجاه دوران الكرة وسرعتها، وتكتسب الكرة بعد التماس مع المضرب مقدار من السرعة تتحلل إلى مركبتين متعامدتين وهي مركبة رأسية وأخرى أفقية .

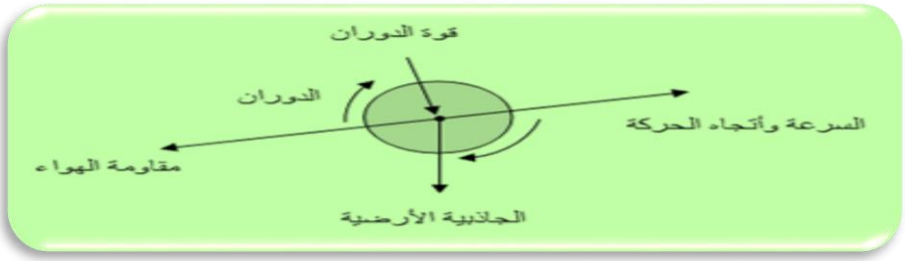
وقد وضحنا ذلك انفا في موضوع القوى الخارجية . أذ يبدأ تأثير الجاذبية الأرضية على المركبة الرأسية من لحظة انطلاق المقذوف حيث تبدأ سرعة طيران الكرة في التناقص تدريجياً حتى تصل سرعتها إلى الصفر في أعلى نقطة ثم يبدأ هبوط الكرة بقوة سحب في الاتجاه إلى الأسفل ، أما المركبة الأفقية للكرة

تكون ثابتة على طول مسار الطيران ، إذ لا توجد قوى مؤثرة على المركبة الأفقية في حالة إهمال تأثير مقاومة الهواء .

وتشير نتائج بعض الدراسات والبحوث على تأثير بعض القوى على سرعة الكرة واتجاهها الى أن تأثير مقاومة الهواء يكون مساويا أو بنفس مقدار تأثير قوة الجاذبية الأرضية تقريباً على الكرات المقذوفة من دون دوران نسبياً أو عندما تكون سرعة الكرة (8.5 متر/ ثانية) ، وتزداد مقاومة الهواء بزيادة سرعة الكرة (مقاومة الهواء تتناسب طردياً مع مربع السرعة) ، وعندما تصل السرعة إلى (17 متر/ ثانية) أي الضعف يصبح مقدار مقاومة الهواء ما يعادل أربع مرات من مقدار تأثير قوة الجاذبية الأرضية ،

ونرى في الضربات التي يكون فيها مسار الكرة مستقيم نسبياً ، حيث يكون تأثير الجاذبية على طول مسار الكرة تأثيرا عمودياً باتجاه الأسفل ، أما مقاومة الهواء، فتعمل في اتجاه معاكس لاتجاه حركة الكرة ومقدار تأثيرها يعتمد على سرعة حركة المقذوف ، وكما موضح في أدناه .

أما في الكرات ذات الدوران من الأعلى التي يمس فيها المضرب الجزء العلوي من الكرة فإن تأثير قوة الدوران الناتجة بعد مرحلة التماس مع المضرب تعمل بنفس اتجاه الجاذبية الأرضية حيث تكون من الأعلى وبشكل متعامد مع محور الدوران والسرعة مما ينتج عنه دوران الكرة للأمام والأسفل إذ يؤدي إلى إعطاء مسار منحني ومنخفض وسريع للكرة ، كما موضح في أدناه.



ويكون عمل كل من الجاذبية الأرضية وقوة الدوران باتجاهين متعاكسين في الكرات ذات الدوران من الأسفل ، إذ إن قوة الدوران الناتجة بعد مرحلة التماس مع المضرب تؤثر على الجزء الأسفل من الكرة بقوة تتجه إلى الأعلى وتؤدي إلى دوران الكرة باتجاه الأعلى والخلف ، وإن تأثير قوة الدوران في مثل تلك الضربات يكون أكبر من تأثير الجاذبية الأرضية ، ومن ثم يكون مسار الكرة عالياً نسبياً وأقل سرعة من الكرات بدوران من الأعلى .، كما موضح في أدناه .