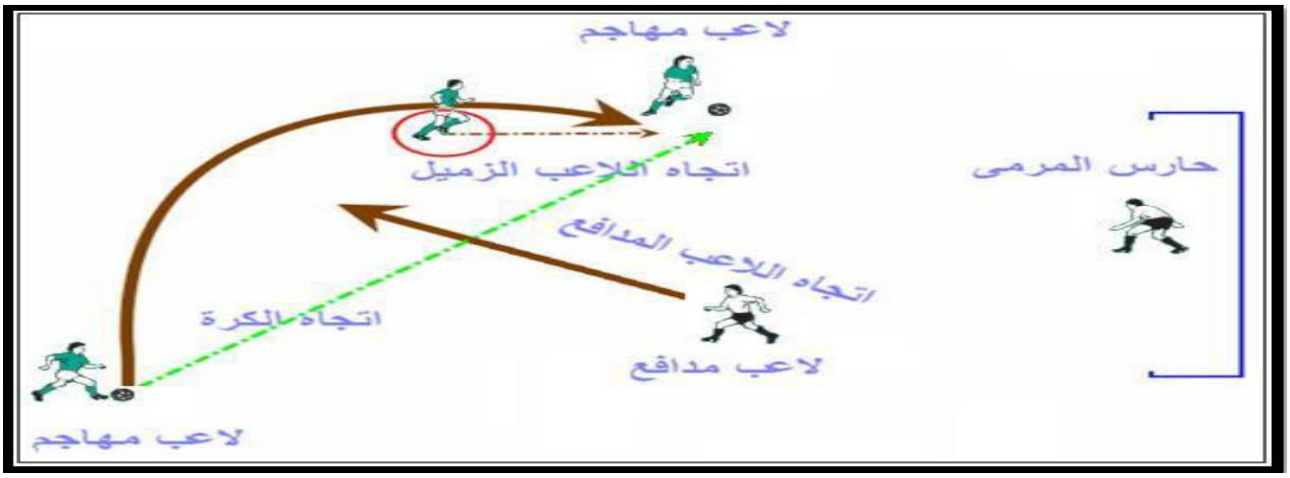
* المقذوف بزاوية مع الخط الأفقي:

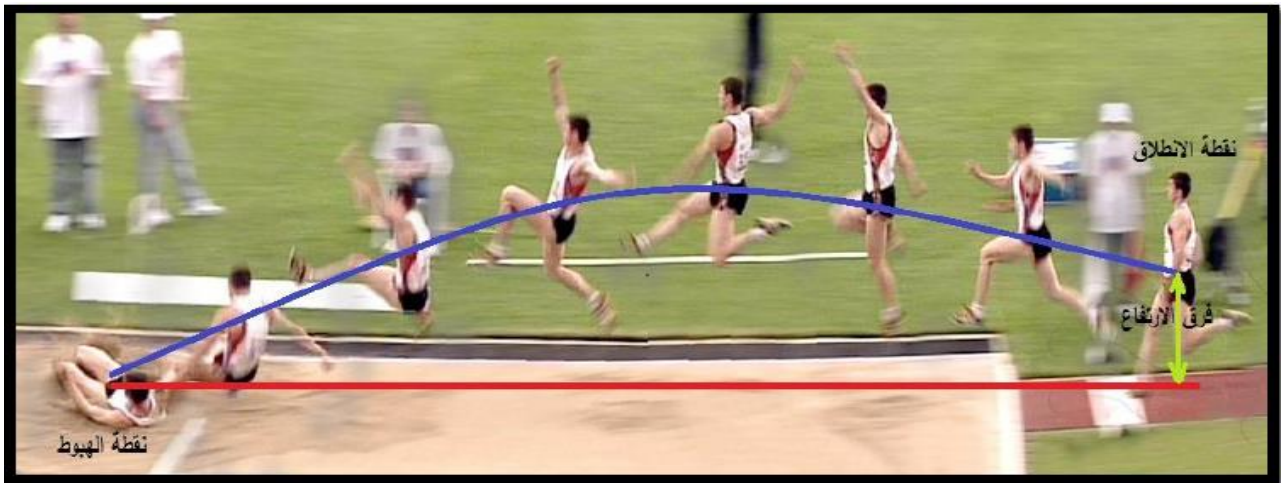
تظهر أهمية دراسة هذا المقذوف في المجال الرياضي، إذ نجد أن حركة الثقل أو الرمح أو القرص أو واثب العريض أو القفز العالي وغيرها من الفعاليات الرياضية تكون محكمة بقوانين ونظم ميكانيكية وتتجسد هذه في عوامل رئيسية تُقرر المسافة التي يقطعها هذا المقذوف، والتي سنأتي على ذكرها.

* أنواع المقذوف بزاوية مع الخط الأفقي هي:

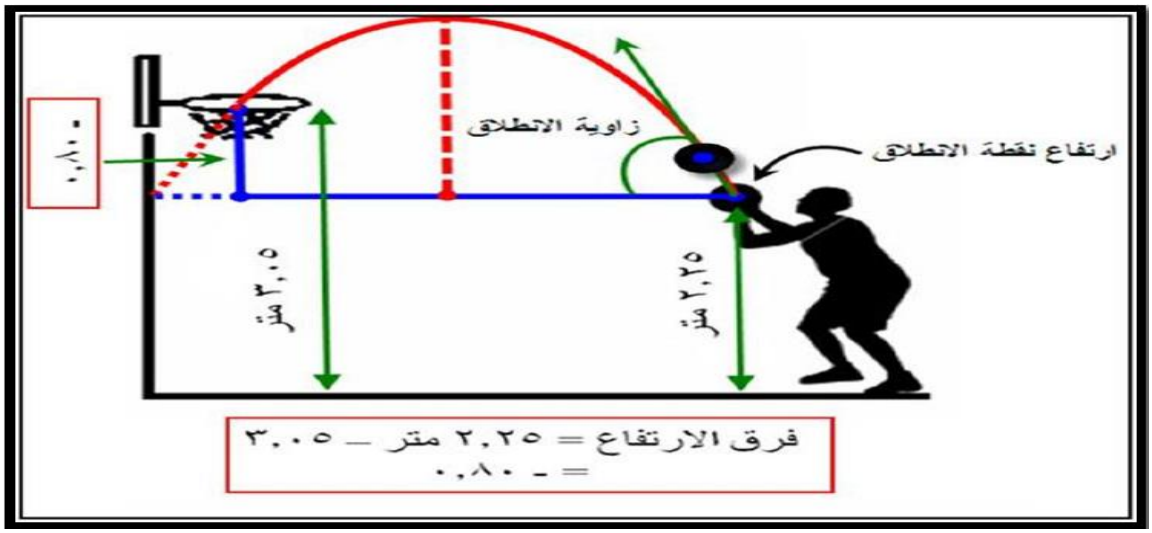
1- نقطة الانطلاق بنفس مستوى نقطة الهبوط: مثل: ركل الكرة لتمريرها للزميل أو واثب العريض إذن هنا لم نتعامل مع مركز الكتلة، بل إن التعامل يكون مع القدمين، وكذلك المناولة الصدرية في كرة السلة على أن يكون أطوال الرياضيين متساوية تقريباً، ويسمى هذا النوع من المقذوفات بالمقذوفات المتماثلة (لأن مستوى نقطة الانطلاق بنفس مستوى نقطة الهبوط).



2- نقطة الانطلاق أعلى من مستوى نقطة الهبوط: مثل: الوثب العريض إذا تعاملنا مع مركز الكتلة **أو** رمي الرمح أو رمي المطرقة أو رمي الثقل، ويسمى هذا النوع من المقذوفات بالمقذوفات غير المتماثلة (لأن مستوى نقطة الانطلاق أعلى من مستوى نقطة الهبوط).



3- نقطة الانطلاق أقل من مستوى نقطة الهبوط: مثل: التهديف بكرة السلة وركل الكرة اثناء تنفيذ الركلة الركنية من أجل التهديف بالرأس على المرمى في كرة القدم، ويسمى هذا النوع من المقذوفات بالمقذوفات غير متماثلة (لأن مستوى نقطة الانطلاق أقل من مستوى نقطة الهبوط) .



* العوامل المؤثرة على المسافة الأفقية هي:

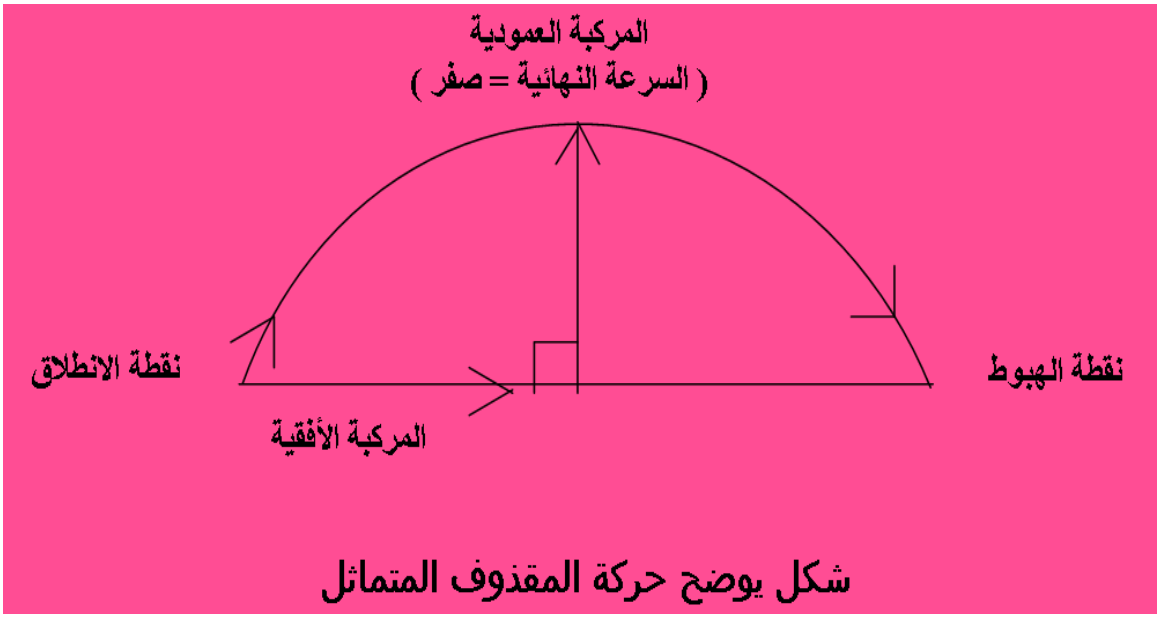
1- سرعة الانطلاق.

2- زاوية الانطلاق.

3- مستوى الانطلاق والهبوط.

1- سرعة الانطلاق:

تلعب سرعة الانطلاق الدور الأكثر تأثير في تحقيق المسافة الأفقية، إذ أن رمي الأداة بقوة يعني زيادة سرعتها مما يؤدي إلى حركتها مسافة أكبر ، ومن أجل فهم هذه الحالة لابد أن نعرف إن الأداة المقذوفة عندما تترك الأرض أو اتصالها بجسم متصل بالأرض فإن سرعة الطيران تتكون من مركبتين أحدهما أفقية موازية للأرض والأخرى عمودية وتشكل مع الأولى زاوية قائمة ونتيجة لتأثير الجاذبية الأرضية فإن المركبة العمودية تتناقص تدريجياً إلى أن تصل سرعتها للصفر ثم تبدأ بالتزايد التدريجي وتصل أقصى سرعة لها لحظة التلامس مع الأرض، وهنا بعد ترك الاتصال يفقد المقذوف مصدر القوة الذي يسبب السرعة فتتحدد المسافة، وإن في حالة المقذوف المتماثل تكون السرعة الابتدائية تساوي السرعة النهائية ، إذ أن المتغير هنا يكون فوق في السرعة العمودية وتتناقص في الصعود وتعود إلى نفس مقدارها عند الهبوط ، بينما تبقى السرعة الأفقية بنفس المقدار من لحظة الانطلاق وحتى لحظة الهبوط، وإن المقذوف بنفس المستوى يكون على شكل قطع مكافئ ، وبالتالي فإن زمن النصف الأول يساوي زمن النصف الثاني ، وبالتالي فإن المسافة في النصفين تكون متساوية هي الأخرى ، وهذا يمكن أن يحدث في حالة عدم الأخذ بنظر الاعتبار لمقاومة الهواء التي تؤثر على مسار الهبوط في هذا المقذوف .



شكل يوضح حركة المقذوف المتماثل

شكل رقم

2- زاوية الانطلاق:

إن الزاوية تؤثر على المسافة الأفقية ، **ففي حالة المقذوف بالمستوى المتماثل تكون أفضل زاوية هي الزاوية (45 درجة) وهي تحقق أفضل مسافة أفقية** ، وذلك لأن **(جا الزاوية 45)** يساوي بالمقدار **(جتا الزاوية 45)** وهو يساوي (0.7) ، وكذلك لأن المسافة التي يقطعها المقذوف للوصول إلى أعلى نقطة هي نفس المسافة التي يقطعها المقذوف من أعلى نقطة إلى أن يصل إلى نقطة الهبوط (القطع المكافئ) ، بينما تكون الزاوية **(30 درجة)** أفضل زاوية لتحقيق أفضل مسافة بأقل زمن أي بسرعة عالية ، ففي حالة الهجوم السريع يتطلب إيصال الكرة إلى أبعد مسافة ولكن بسرعة ، وهذا يتطلب أن تقل الزاوية لتصل بحدود **(30 درجة)** وهذه القاعدة تكون في حالة المقذوف المتماثل فقط ، **بينما تكون الزاوية في المقذوف بزاوية مع الخط الأفقي من مستويات انطلاق أعلى من مستوى الهبوط** فتعتمد على القدرات البدنية والقياسات الجسمية للاعبين ، وبكل الأحوال تكون من **(30 – 40 درجة)** ، **بينما تزداد في حالة المقذوف من النوع الثالث وهي تكون أكبر من الزاوية (45 درجة)** ، كما في كرة السلة فإن نقطة الانطلاق أقل من مستوى نقطة الهبوط وتكون بزاوية **(55 – 60 درجة)** .

* وتتأثر زاوية الانطلاق للمقذوف أيضاً بثلاث عوامل هي:

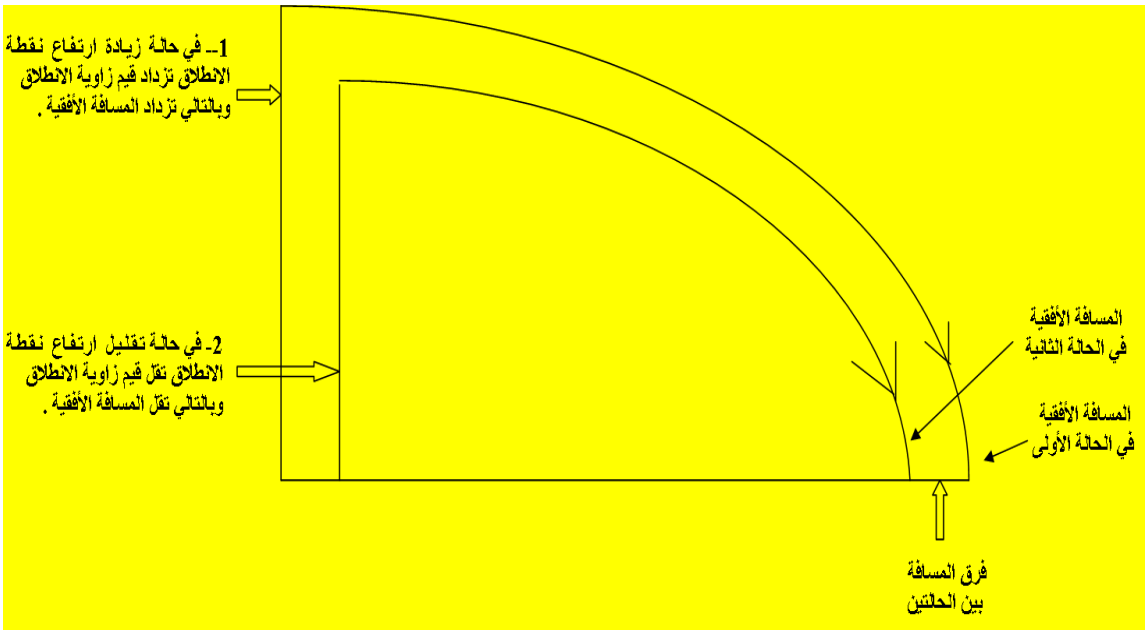
1- سرعة الانطلاق.

2- مستوى الانطلاق والهبوط.

3- مقاومة الهواء والريح، فإذا كانت حركة الأداة باتجاه حركة الريح فإن الزاوية تكون **أكبر**، بينما **تقل** الزاوية إذا كانت حركة الأداة باتجاه معاكس لحركة الريح، وهذا يدخل ضمن تطبيق المتجهات أيضاً والذي ذكرناه سابقاً.

3- مستوى الانطلاق والهبوط:

إن ارتفاع نقطة الانطلاق يؤثر هو الأخر على المسافة الأفقية التي يقطعها الجسم المقذوف بزاوية، وذلك لأن أي زيادة في الارتفاع يؤثر على المركبة العمودية وبالتالي فإن زمن الطيران في الهبوط يزداد، مما يعني حركة الجسم على المستوى الأفقي تكون بشكل أكبر حتى تلامس الأداة الأرض ، وإن الزيادة تلك تعتمد على ارتفاع نقطة الانطلاق إذ تزداد بزيادتها، **وإن هذا ينطبق على المقذوف من النوع الثاني (نقطة الانطلاق أعلى من مستوى نقطة الهبوط)**، وكما ذكرنا إن ارتفاع نقطة الانطلاق يؤثر على زاوية الانطلاق ، ففي حالة زيادة ارتفاع نقطة الانطلاق تزداد قيم زاوية الانطلاق وبالعكس ، وفي الشكل التالي يوضح في حالة تساوي سرعة الانطلاق وزاوية الانطلاق فإن الفارق في المسافة يكون أكبر وذلك بسبب ارتفاع نقطة الانطلاق ، كما موضح في الشكل التالي :



* ومن خلال كل ما تقدم يمكن صياغة المعادلات التي يمكن من خلالها استخراج **المسافة الأفقية والزمن** في حالة المقذوف من النوع الأول وهو المستوى المتماثل أي نقطة الانطلاق بنفس مستوى نقطة الهبوط وكالآتي:

*** المسافة الأفقية = (السرعة)^2 × جا ضعف الزاوية / التعجيل الأرضي**

المسافة الأفقية (م) = س^2 × جا 2 الزاوية / ج ..... (المعادلة رقم 1)

*** الزمن = 2 × السرعة × جا الزاوية / التعجيل الأرضي**

الزمن (ن) = 2 س × جا الزاوية / ج ..... (المعادلة رقم 2)

*** وإن الزمن يتأثر بسرعة المقذوف والمسافة الأفقية التي يقطعها وكذلك بالزاوية.**

مثال: كرة تنطلق بسرعة (10 م/ثا) وكانت زاوية الانطلاق تساوي (40 درجة)، أحسب المسافة الأفقية التي تقطعها الكرة لتصل للأرض ثم أحسب الزمن المستغرق لذلك. علماً أن: جا الزاوية 40 = 0.64، وجا الزاوية 80 = 0.98

الحل:

المسافة الأفقية (م) = س^2 × جا 2 الزاوية / ج

= (10)^2 × جا 2 × 40 / 9.8

= 100 × جا 80 / 9.8

= 100 × 0.98 / 9.8

= 98/ 9.8 = **10 متر.**

الزمن (ن) = 2 س × جا الزاوية / ج

الزمن (ن) = 2 x 10 × 0.64 / 9.8

الزمن (ن) = 12.8 / 9.8

الزمن (ن) = **1.3 ثانية.**

مثال: يستغرق واثب العريض لقطع مسافة أفقية من لحظة الارتقاء إلى الهبوط على الأرض زمن مقداره (1 ثانية) وكانت زاوية انطلاقه (41 درجة)، أحسب سرعة الانطلاق للواثب. علماً أن جا الزاوية 41 = 0.65

الحل:

الزمن (ن) = 2 س × جا الزاوية / ج

1 = 2 س × جا 41 / 9.8

1 = 2 س × 0.65 / 9.8

1.3 س = 9.8

س = 9.8 / 1.3 = **7.53 م/ ثا.**