- المحاضرة رقم (08)

8/ التحليل البيوميكانيكي لمهارة رمي الرمح

في مسابقة رمي الرمح يمكننا تمييز المراحل التالية، علما بان هذا التميز نظري، وخلال عملية الرمح تتداخل المراحل المختلفة لتكون حركة انسيابية واحدة.

مراحل الرمي هي:

1- مسك الرمح.

2- حمل الرمح.

3- الاقتراب.

4- السحب.

5- الهبوط في وضع الرمي.

6- اندفاع الرمي.

7- رمي الرمح الفعلي.

8- التوازن.

1-الأسس الميكانيكية لرمي الرمح :

رياضة تقليدية قديمة، الرياضي الذي يمارسها يستخدم علاوة على القوة الناتجة عن الدوران، قوة التحول، أي قوة الدفع التي تنتقل إلى الرمح بتأثير سرعة الجسم والذراع، وهو يبدأ يعدو سريع لمسافة حوالي 30 متر، وعندما يصل المتسابق إلى موضع الرمي، يبدأ في إبطاء عدوه، بينما يتراجع الذراع والكتف الحاملان للرمح إلى أقصى حد إلى الخلف، وباستدارة عنيفة، وبدفعة قوية بالجذع والذراع، يلقي المتسابق الرمح. يصنع الرمح من المعدن، ويكون طرفه منتهيا بقطعة معدنية مدببة ويبلغ طول الرمح 2.60 متر، ويصل وزنه 800 جرام.

2-العوامل الأساسية الميكانيكية التي تحدد المسافة في فعالية رمي الرمح :

ا- سرعة الانطلاق :

يعتبر هذا العامل من أهم العوامل في مسابقة رمي الرمح ويتميز تكنيك الرامي الناجح بان يبذل الرامي كل قواه العضلية لتحقيق اكبر مسافة ولأقصر مدة من الزمن لان سرعة خروج الأداة تتعامل مع محصلة القوى المبذولة في الاتجاهات المختلفة التي يقوم بها اللاعب في حركة مد الرجلين والجذع والذراع الرامية للأداة .فكلما كانت سرعة انطلاق الأداة كبيره زادت المسافة التي يرمى بها الرمح ، وتعرف سرعة الانطلاق بأنها المتغير الأكثر ارتباطاً بمسافة الرمي ، فالسرعة الخطية للرمح لحظة الانطلاق (التحرر) تعتمد على مقدار ونوع التحول الذي يحدث في القدرة من جسم اللاعب للطرف العلوي ثم للرمح " وهذه السرعة عبارة عن التعجيل ألتزايدي التي تكتسبها الأداة إثناء مسارها من خلال سحبها من ابعد نقطة من الامتداد للخلف إلى لحظة خروج الأداة من يد الرامي نعتبرها طول مسافة التعجيل ، ويقدر هذا الشغل بالنسبة لما قامت به العضلات كحاصل ضرب القوة في الإزاحة.

الشغل المبذول =القوة × الإزاحة

أما مقدار القوة التي يمكن إن يستغلها اللاعب للرمي فترتبط بمقدار تعجيل الحركة التي قام بها

القوه = الكتلة × التعجيل

لذلك يجب إن تتوافر في لاعب الرمي صفات جسمانية معينه أهمها القوة العضلية الممثلة في مقدار قوة الدفع التي يمكن إن تتوافر عند المتسابقين ذوي الوزن الثقيل إذ إن مسابقات الرمي تعتمد على مقدار الكتلة.

والقوة المستخدمة في فعاليات الرمي يجب تحديدها وفقآ لما يلي:

– يجب إن تكون القوة المستخدمة في الرمي في الاتجاه المناسب الذي يمكن إن نحصل منه على الزاوية المناسبة وفقاً للمعادلة المعروفة للمقذوفات حيث إن زاوية انطلاق الأداة احد العوامل في هذه المعادلة.

– تبذل القوى الجسمانية المختلفة في توافق زمني محدد (تتابع معين وتوقيت صحيح) حيث إن الدقة في إثناء الأداء تؤدي إلى نتائج أفضل بالإضافة إلى عامل الدقة في التوقيت.

ولكي تكتسب الأداة السرعة القصوى يجب إن تعمل روافع الجسم على الحركة في الاتجاه الصحيح ذلك لان الحركة السريعة التي تقوم بها روافع الجسم تمكنها من الحصول على أقصى قوة فعاله.

– إن التكنيك في الرمي يتأثر بقوة احتكاك القدم الخلفية بالأرض إلى إن تنتهي الذراع من الرمي وبذلك تصبح الأرض قاعدة للحصول على اكبر مقدار لرد الفعل لحركة القدمين وفي لحظة دفع القدم الخلفية للأرض وانتهاء الدفع الأعلى بالذراع يدفع رد الفعل لليد الأمامية للتحرك للأمام فتكون رد فعل الأرض وبذلك يسمح ببذل أقصى قوة للرمي.

– للحصول على أقصى سرعه إثناء ترك الأداة يجب إن يغلب للاعب ويسيطر على مقاومة الأرض إثناء إجراء عملية رمي الرمح فتكون فعالية القدم الخلفية معدومة بعد إن تؤدي وظيفتها في الدفع أو يكون الاحتكاك بالأرض بواسطة القدم المتقدمة ومن الأهمية بمكان إن تأخذ في الاعتبار سلامة التوقيت لانتهاء فاعلية القدم الخلفية بالنسبة لحركة الذراع وبذلك تتضح لنا كيفية استمرار أقصى قوة أفقيه يمكن للأداة الحصول عليها.

وان هذا القانون يحدد العلاقة المهمة بين مسافة الانجاز وسرعة انطلاق الرمح إذ تتناسب مسافة الانجاز تناسباً طردياً مع مربع سرعة الانطلاق ،وبذلك يحدد هذا القانون الأهمية الأولى في تحقيق اكبر مسافة انجاز ترجع إلى سرعة بداية الانطلاق.

ويؤكد عدد من الباحثين تلك الحقائق العلمية ميدانياً في دراسة على أبطال العالم 1995،إن البطل **zelezny**قد سجل مسافة انجاز 89,58م وكانت سرعة انطلاق الرمح 31,5م /ث والبطل**Backley**سجل مسافة (86,30) وكانت سرعة انطلاق الرمح (30,1) ، وجاء في دراسة

وكوبر (1984) في نهائيات الألعاب الاولمبية في لوس أنجلس ،إن الرجال حققوا سرعات انطلاق أكثر من (29,12)م/ثا وان هناك ارتباطاً مهماً بين سرعة انطلاق الرمح ومسافة الانجاز ، وكذلك الدراسة التي أجرتها جامعة فالنسيا على السبعة الأوائل من لاعبي رمي الرمح في بطولة العالم عام (1999) ، حيث أن اللاعب صاحب المركز الأول**parvianenk**رمى لمسافة (89.52) وبسرعة انطلاق (29.70) ، أما اللاعب صاحب المركز السابع**Backley**رمى لمسافة (83.84) وبسرعة انطلاق (28.50)

ب- زاوية خروج الأداة زاوية الانطلاق: ليست السرعة القصوى للأداة عند انطلاقها فقط هو ما يلزم لدفعها إلى ابعد مسافة ممكنه بل هناك عامل أخر يلعب دوراً مكملاً في زيادة طول هذه المسافة وهو انطلاق الأداة بزاوية معينه "وزاوية الانطلاق هي الزاوية المحصورة بين مسار مركز ثقل الرمح و الخط الأفقي عند نقطة انطلاقه لحظة ترك الرمح من يد الرامي ".وان انسب زاوية تعطي ابعد مسافة ممكنه هي زاوية 45 درجه نتيجة لنظرية القذائف من الأسطح المستوية الممثلة.

وبما إن الزاوية المثالية للأجسام المقذوفة للحصول على أفضل مسافة انجاز هي زاوية (45)عندما يكون مستوى الانطلاق والهبوط واحد،أي إن قيمة ظل الزاوية يساوي (1) أي النسبة بين سرعة المركبة العمودية والأفقية يساوي (1) "ظل الزاوية المحصورة بين المحصلة والاتجاه الأفقي يساوي النسبة بين مجموع المحللات الرأسية والمجموع الجبري للمحللات الأفقية.

"وهذه الزاوية تعتبر مثالية فعلاً إذا ما توافر كل من انعدام تأثير مقاومة الهواء وتساوي سطحي الانطلاق والهبوط ، أما إذا كان سطح الانطلاق في مستوى اعلي من سطح الهبوط كما هو الحال في فعالية رمي الرمح ، فان الأمر يحتاج إلى زاوية اقل من النظرية المثالية ،ولكن كيف يمكن تحديد هذه الزاوية ؟ في الحقيقة يتدخل عاملين رئيسيين في تحديد الزاوية المناسبة أولهما هو مقدار الفرق بين ارتفاع نقطة الانطلاق وارتفاع سطح الهبوط ، فكلما زاد هذا الفرق ،كلما احتاج ذلك إلى زاوية انطلاق اقل لكي تكون الزاوية مثالية ، أما العامل الثاني فهو سرعة الانطلاق للأداة ، ففي حالة ثبات باقي المتغيرات يمكن القول انه كلما زادت سرعة الانطلاق كلما احتاج ذلك لزاوية انطلاق اقل من (45)درجة.

ج- ارتفاع نقطة التخلص الانطلاق :

إن ارتفاع نقطة الانطلاق يعني وجود مسار لجسم مقذوف من سطح يعلو سطح الهبوط كما في فعالية رمي الرمح حيث يحدد هذا الارتفاع طول اللاعب وارتفاع نقطة القذف حيث يعتمد ارتفاع مركز ثقل الأداة المقذوفة على طول اللاعب الذي يؤدي المهارة وفي إي وضع يتم قذف الأداة (من اعلي الرأس ومن جانب الجسم في مستوى الكتف) وغالباً ما تكون نقطة الهبوط هي الأرض.

ويعتبر قياس ارتفاع الانطلاق معياراً لفعالية الامتداد التي يحققها اللاعب بالنسبة لطوله الطبيعي وذلك عن طريق ميل الجذع للخلف بالإضافة إلى زاوية ركبة الرجل الأمامية خلال مرحلة التخلص (الرمي

) فاللاعب يحاول أن يحقق الرمي من أعلى ارتفاع ممكن بما يسمح طوله مع الاحتفاظ باتصال القدم بالأرض

وكلما زاد الفرق بين مستوى الانطلاق ومستوى الهبوط زاد زمن الطيران للأداة ،وبالتالي زادت فرصة حركتها تحت تأثير المركبة الأفقية للسرعة ،فتزيد بذلك المسافة الأفقية الإضافية التي تحققها ، وعلى ذلك فان اللاعب الأطول يكتسب ميزة أوتوماتيكية في الرمي عنه في اللاعب الأقصر ،حتى إذا تساوت سرعة الرمي في كلتا الحالتين كما سوف نلاحظ إن الزاوية النموذجية لرمي الأداة لم تصبح (45) كالحالة السابقة بتساوي مستويي الانطلاق والهبوط ، وان الزاوية (40) حققت مسافة أفقية اكبر ، وهذا يعني انه كلما زاد الفرق بين كلا المستويين أدى ذلك إلى تغير مقدار الزاوية النموذجية لتحقيق اكبر مسافة أفقية اكبر.

ففي حالة تساوي كل من ارتفاع نقطة الانطلاق وزاوية الانطلاق عند الرمي لأداتين فان الأداة الأسرع سوف تحقق مسافة أفقية اكبر ، وعلى ذلك فاللاعب يجب إن يرمي الأداة بسرعة اكبر ليضمن تحقيق هذه المسافة ،لأنه في الحقيقة تؤدي السرعة إلى زيادة كبيرة في المسافة الأفقية التي تحققها الأداة أكثر منها في حالة زيادة الفرق بين نقطة الانطلاق ونقطة الهبوط ، ولكل ارتفاع وسرعة انطلاق زاوية نموذجية محدده تحقق للمقذوف أقصى مسافة أفقية ممكنة ،فكلما زاد الفرق بين مستويي الانطلاق والهبوط قل مقدار الزاوية التي يمكن اعتبارها الزاوية النموذجية ، وكلما زادت سرعة الانطلاق زاد مقدار الزاوية ، وإذا غير اللاعب من ارتفاع انطلاق الأداة أو سرعتها فان الزاوية التي يرمي بها اللاعب يجب إن تتغير تلقائياً في ضوء ما تم ذكره ،لذا يلاحظ اختلاف زوايا الرمي باختلاف اللاعبين ، ولكل لاعب زاويته المناسبة والتي تحقق مع سرعة الرمي وارتفاع الأداة لحظة انطلاقها أفضل مسافة أفقية ممكنة ، ولكن يجب إن نضع في الاعتبار إن حديثنا عن النموذجية أو المثالية بالنسبة لزاوية الانطلاق يجب إن يكون في ضوء كل من سرعة الانطلاق وارتفاع نقطة الانطلاق.

وان هذه المسألة أعقد من إن نتناولها بهذه البساطة ، في مكانيزم التعامل مع هذه المتغيرات يعتبر من أكثر المشكلات التي تعترض سبيل تحقيق التقدم في المستويات العليا ، وتعتبر العوامل المرتبطة بالزاوية المثالية للانطلاق وسرعات الانطلاق من الأمور المهمة جداً في التدريب ، حيث ترتبط بأطوال اللاعبين وقدراتهم العضلية وتتطلب مرونة عالية في التنفيذ لارتباطها بالتغير الذي يطرأ على حالة اللاعبين بين كل محاولة وأخرى لتباين الظروف المتداخلة في نجاح الأداء

د- قوة مقاومة الهواء : إن فعالية رمي الرمح تتأثر بشكل كبير بالعوامل الهوائية وبذلك لا يمكن تحديد زاوية الانطلاق بدون الأخذ بالنظر تلك العوامل فقد تختلف الزاوية عندما يكون اتجاه الريح بنفس اتجاه الرمح عنها إذا كانت الريح عكس اتجاه الرمح ، وبشكل عام فان الريح المواجه للرمح يتحلل إلى مركبتين يعتمد مقدار المركبات على مقدار الزاوية التي ينطلق بها الرمح وكذلك على سرعة انطلاقه فتسمى ألمركبه ألرأسيه والتي ترفع الرمح إلى الأعلى مركبة (الرفع) بينما تمثل المركبة التي تسحب الرمح إلى الخلف مركبة (السحب) وتعتمد ألنسبه بين هاتين المركبتين على زاوية الهجوم ،وطبقاً

لبحوث توتا فتش إن زاوية انطلاق الرمح في الظروف الاعتيادية تكون بين (37–38) وعند الرمي بريح معاكسة بين (37–39) وبريح مصاحبة (39–40)

هـ– قوة الجاذبية الأرضية : كما هو معلوم إن الجاذبية الأرضية ذات تأثير كبير على حركة الأجسام المقذوفة في الهواء ، والجاذبية تسحب الأجسام باتجاه مركز الكره الأرضية عند تحليقها في الهواء ، والأجسام عند قذفها في الهواء بالاتجاه البعيد عن مركز الكره الأرضية فإنها تفقد أو تقل من سرعتها بمعدل (9.8 ثا/م) لكل ثانية تقضيها حركتها في الهواء . وتصل هذه الأجسام إلى نقطة معينة تتوقف بها حركة الجسم المقذوف ويطاق عليها بالنقطة الميتة والتي تكون فيها السرعة صفر ، ومن هذه النقطة تبدأ الأجسام بالعودة إلى الأرض وتزداد سرعتها تدريجياً في الهبوط بمعدل (9.8ثا/م) لكل ثانية إلى إن يصل الأرض وتتوقف سرعته.

❖ **المتغيرات الكينماتيكية المقاسة و التي عل أساسها تحدد أسباب تحقيق الأرقام القياسية**

وهي أهم المتغيرات الكينماتيكية التي يمكن الاستدلال بها لغرض التقييم.

1– السرعة خلال الخطوات الإيقاعية : وهي ناتج قسمة مسافة معينة على الزمن المستغرق أثناء أداء الخطوات الإيقاعية.

حيث : السرعة = المسافة م \ الزمن ثا

2– طول خطوة الرمي: وهي طول الخطوة الأخيرة أي خطوة الرمي.

3– زمن خطوة الرمي: وهو الزمن المحصور بين لحظة اتصال القدم اليمنى الخلفية بالأرض و لحين وضع القدم اليسرى الأمامية بالأرض.

4– سرعة انطلاق الرمح: هي سرعة الانطلاق لحظة ترك يد الرامي للرمح.

5– زاوية انطلاق الرمح: وهي الزاوية المحصورة بين الخط الأفقي المار بمركز ثقل الرمح و الموازي لسطح الأرض لحظة ترك الرمح ون يد الرامي مع مسار مركز ثقل الرمح في الهواء.

6– ارتفاع نقطة انطلاق الرمح :هي المسافة العمودية بين يد اللاعب الرامية للرمح و سطح الأرض.

7– المسافة قبل الرمي : وهي المسافة بين رجل الارتكاز و خط الفاول قبل الرمي .

8– المسافة المقطوعة للرمح أي الانجاز الرقمي : هي المسافة بين الحافة الداخلية لخط الإيقاف إلى اقرب نقطة لأول مس لرأس الرمح في الأرض في المحاولات الناجحة.