المحددات الميكانيكية للمستويات العالية في سباق 100م بالبطولة العالمية 2009 بألمانيا

دراسة مسحية مقارنة بين العدائيين الأوائل (Tyson. Gay- (Usain.bolt-Asafa.Pawoul

د/ رقيق مداني

معهد ت/ب/ر جامعة مستغانم

Abstract:

-The results taken from Movement analysis in the domain of biomechanics present one of principal basis and criteria from which we can form athletes in high levels. this is thanks to the précised and significant kinematical and kinetical variables that determine the trajectory and the level of Movement of different skills.

-this is why our study wants to show the mechanical variables that determine the trajectory of speed in world champion (2009) in athletism in Berlin, because the athlete – Usain.bolt – succeeded to obtain a new world record (9.58 s) and he obtained another time an Olympic record in London (2012) 9.63s that he recorded in Pekin (2008)(9.69s) in 100m speed. This performance pushes the specialists in athletism to consider it as significant model in kinematical and kinetcal variables in forming athletes in scientific basis.

- The methodology of research is based on the use of different logical of Movement analysis(Logiciel Video Performer, Logical Tempro, Logical Video to Picture .....),to get the value and percentage of the variables of research. And using also the mechanical principals and mathematical equation.

- The final results of the research concluded the following:

- The exact departure is one of principal factors of success in speed competitions
- The athlete (Asafa.Pawoul)obtained the best departure in - 0.134 s –
- The weak starting speed for (Usain.bolt) compared to (T.G/A.P).
- The success of (U.P) to other athletes in number of steps of 40.92 steps.
- (Tyson. Gay) had the best frequency in steps of 4.81S/s.
- The athlete (Usain.bolt) has the amplitude of -2.44m- .
- The (Usain.bolt) has the best maximal speed of 12.42m/s

المحددات الميكانيكية للمستويات العالية في سباق -100م- بالبطولة العالمية2009 بألمانيا

دراسة مسحية مقارنة بين العدائيين الأوائل (Usain.bolt-Tyson. Gay- Asafa.Pawoul)

-مقدمة البحث:

- تمثل دراسة مستويات الأداء العالية للأبطال في الدورات الأولمبية و بطولة العالم من أفضل المحكات الموضوعية التي يمكن الاستفادة منها في دراسة العلاقات بين مكونات المهارات الحركية كي يمكن الاستفادة منها في توفير المعلومات و زيادة المعرفة عن العوامل و المتغيرات الميكانيكية و الكينماتيكية التي تحكم الأداء في منافسات ألعاب القوى .

- ويعتبر التحليل الحركي (l'analyse du mouvement)للإنجاز الحركي وتقويمه أحد أهم الطرق الحديثة في إعداد وتحضير الرياضيين في مختلف التخصصات الرياضية، خاصة إذا تم اعتماد خصائص ومميزات المستويات العالية خلال ذلك. ولهذا يلجأ العاملون في المجال الرياضي إلى دراسة الحركة وتحليل مكوناتها سعيا وراء تحسين التكنيك، وان تحليل الحركة أو المهارة ليس غاية في حد ذاتها بل هو وسيلة لمعرفة طرائق الأداء الصحيح للرياضي عند قيامه بالحركات المختلفة، والتي تساعد على اكتشاف الخطأ في الأداء والعمل على إصلاحه حيث تمثل هذه الأخيرة الأهداف الرئيسة لبرامج إعداد الرياضيين خاصة في المراحل المتقدمة. وبناءا على ماسبق تتجلى لنا مدى الحاجة القصوى لعملية التحليل الحركي وذلك من أجل الكشف عن الخصائص الحركية الدقيقة المميزة للحركات من أجل تمكين الرياضيين من التعرف على طريقة أدائهم وتحديد العوامل التي تحد من تحقيقهم لأفضل المستويات .

- وتمثل مسابقات السرعة أحد أهم مسابقات الساحة والميدان منذ أول ألعاب أولمبية بأثينا سنة 1896، والتي تحظى باهتمام العديد من الرياضيين و المتتبعين إضافة إلى مزاولتها في مختلف المراحل الدراسية، ومقارنة ببعض الفعاليات يبدوا أن الأداء الحركي للفعالية أسهل، إلا أن التقدم الرقمي فيها ضئيل جدا ويتطلب فترة وجهدا كبيرا لتحقيقه مما يؤكد مدى صعوبة الأداء الحركي للفعالية. و الذي يستوجب تحقيق نسب ومعدلات معينة لبعض

المتغيرات الميكانيكية المترابطة فيما بينها والتي تمثل المعايير الأساسية والحقيقية المحددة لمستوى الإنجاز الحركي.

-و تعد السرعة من المكونات الأساسية للياقة البدنية و أحد أهم عناصر اللياقة الحركية،وإن الأداء الحركي في العدو السريع تعتمد على قابلية الفرد في دفع جسمه بقدرة عالية و يتوافق جيدا فكلما اقترب الركض من زيادة سرعته كلما وقع تحت تأثير بعض الأسس التي تؤثر في هذه السرعة و منها طول الخطوة و ترددها . حيث يؤكد - **Allard, Blanche-** على أن سرعة العدو تتناسب طرديا مع طول الخطوة والذي يؤدي إلى الزيادة في مقادير السرعة لدى العداء .

وعليه فان إيجاد العلاقة المناسبة بين طول وتردد الخطوات وبين تزايد السرعة تعد من المشاكل التي يجب التركيز عليها في عملية التدريب لما لهذه الحالة من أثر في تطور وتنمية قابلية الفرد للتغلب على مسافة الركض وتحقيق اقل زمن ممكن خلال الأداء الحركي.

- مشكلة البحث:

إن التطور الحاصل في الآونة الأخيرة في تسجيل الأرقام القياسية في الألعاب الرياضية ولاسيما في رياضة ألعاب الساحة والميدان جعل من الباحثين والمختصين في بحث ودراسة أدق التفاصيل بغية مواصلة ودعم التطور الحاصل لاكتساب ما هو جديد يضاف إلى العملية التدريبية.

عند دراسة قانون السرعة والذي يعني النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم إلى زمن قطع هذه المسافة، فأنه يمكننا من التعرف على العديد من المميزات البدنية والتدريبية التي يمكن أن نطورها بالتدريب لدى اللاعب. فمثلا فعند دراسة أحد الأرقام العالمية المتحققة بركض (100) متر والتي تعتمد في انجازها على الزمن المتحقق خلال ذلك، نلاحظ إن هذا الإنجاز يتأثر بكميات ميكانيكية متعددة وهي كل من معدل السرعة والذي يرتبط بكل من المسافة والزمن المستغرق لقطعها، من جهة، ومن جهة أخرى يرتبط هذا الرقم أيضا بمميزات ومكونات خطوة العداء التي ترتبط بالعديد من المميزات البدنية ذات العلاقة بتطبيق الشروط الميكانيكية لأداء هذه الخطوة وهي زمن الارتكاز وتكراره (**تردد الخطوات، وزمن الطيران وتكراره**) أي طول الخطوات ، والتي يجب مراعاة ضبط مقادير كل واحدة منهما وفق متطلبات الأداء من جهة وحسب المقاييس الجسمية والتشريحية الخاصة بجسم العداء من ناحبة أخرى.

-ومن الناحية البايو ميكانيكية تتفق معظم الآراء و الدراسات على أن الارتقاء بمستوى الأداء في مسابقة السرعة يتطلب تحقيق بعض المتغيرات الكينماتيكية والفنية خلال مختلف مراحل السباق والتي هي الأصل متصلة ومترابطة بفترات زمنية قليلة جدا يصعب ملاحظتها بالعين المجردة،مما يستدعي منا استخدام أحسن وأحدث الوسائل السمعية البصرية من أجل تحليل الأداء بصورة دقيقة تتيح لنا التعرف على مختلف الخصائص المميزة للأداء الحركي خلال المسابقات

- وإدراكا منا بأهمية الاستعانة بنتائج تحليل المستويات الحركية للأبطال المحترفين في الأداء، من خلال التحليل البيوميكانيكي بغية التعرف على مختلف المعدلات المميزة للمتغيرات الكينماتيكية والعلاقة فيما بينها وأهميتها في تحقيق أفضل الانجازات الحركية . جاءت دراستنا هذه والمتمثلة في التحليل الحركي لنهائي مسابقة 100م بالبطولة العالمية (2009) ببرلين في ألمانياو. والتي نسعى من خلالها إلى تحديد أهم المتغيرات الميكانيكية المميزة لحركة العدائين: وذلك من أجل تحديد أهم الخصائص والأرقام المميزة للأداء الجيد والتي من خلالها وفقط نتمكن من تحديد أهم المعايير والأسس التي يمكن الاستفادة منها ميدانيا في إعداد وتحضير العدائين في فعالية السرعة بالاعتماد على أهم النقط والملاحظات المستقاة من تحليل المسابقات وفق المستويات العالية لمختلف المنافسات الرياضية و التي على أساسها يمكن طرح التساؤلات التالية:

السؤال الرئيسي:

- ماهي نسب المحددات الميكانيكية والفنية المميزة لمنحنى السرعة للمستوى الرقمي العالمي قي مسابقة " 100م" ؟

الأسئلة الفرعية:

- هل أن تفوق العداء(Usain.Bolt) في مسابقة 100م يعود إلى تحقيقه معدل سرعة رد فعل خلال الانطلاقة أكبر مما هي عند منافسيه ؟

- هل أن سيطرة العداء(Usain.Bolt) على منافسات 100م برجع إلى تحقيقه أحسن معدل في كل من طول الخطوة -Amp - وترددها -Fré - مقارنة بما حققه كل من العدائين الآخرين ؟

- *هل أن* سيطرة العداء(Usain.Bolt) على تخصص 100م هو تحقيقه أحسن معدل سرعة متوسطة(V_m) خلال فترة الأداء؟

- هل أن محافظة العداء(Usain.Bolt) على سرعته القصوى (V_{max}) لأطول مسافة ممكنة سبب تحقيقه أفضل زمن إنجاز حركي في تخصص السرعة خلال هذه المسابقة؟

- هل أن تحقيق العداء (Usain.bolt) أكبر معدل للسرعة النهائية - V_f - في نهاية السباق أحد العوامل التي سمحت له بالنفوق في المسابقة النهائية؟

3- أهداف الدراسة: نسعى من خلال هذه الدراسة إلى تحقيق مايلي :

-التعرف على مسار منحنى السرعة لمسابقة -100م- للمستوى العالمي

-تحديد نسب العوامل الميكانيكية المميزة لنهائي مسابقة 100م بالبطولة العالمية 2009.

- المقارنة بين نسب المحددات الميكانيكية الإنجاز الحركي للعدائين خلال المسابقة.

4-فرضيات البحث: يفترض الباحث ما يلي:

الفرضية الرئيسية : هناك علاقة ارتباط دالة إحصائيا بين بعض المتغيرات الكينماتيكية والمستوى الرقمي في إنجاز مسابقة السرعة . .

الفرضيات الفرعية:

- هناك علاقة ارتباط معنوية دالة إحصائيا بين كل من المتغيرات (السرعة المتوسطة، سرعة الانطلاق،فترة المحافظة على السرعة القصوى) والمستوى الرقمي للأداء في تخصص السرعة.

- هناك علاقة ارتباط دالة إحصائيا بين كل من (عدد الخطوات، معدل طول الخطوة، تردد الخطوة) والمستوى الرقمي لمسابقة -100م-.

5- المصطلحات الأساسية للدراسة:

1-5- الحركة: هي انتقال الجسم أو دورانه في مكانه لقطع مسافة معينة في زمن معين، والحركات الرياضية معظمها تندرج تحت هذا المفهوم فإما أن الجسم يتنقل من نقطة إلى أخرى كما في سباق 100م مثلا، أو يدور حول محور ثابت كما في الحركات حول العمود الثابت la barre fixe في الجمباز .

زمن الحركة :هو التوزيع الأمثل للفترات الزمنية لمراحل وأجزاء الحركة لأن لكل مهارة توزيع زمني خاص بها.

5-**2- السرعة (speed)** هي معدل ما يقطعه الجسم من إزاحات بالنسبة لوحدات الزمن.لكن يجب الإشارة هنا إلى أن هذا المفهوم لمصطلح السرعة لايرقى إلى الدقة إلى بالتحديد الاتجاه

الذي يتحرك نحوه الجسم، وبالتالي فإن السرعة (Velocity) هي كمية متجهة لها قيمة واتجاه،أما السرعة بالمفهوم الأول فهي كمية مقياسية غير محددة الإنجاز.

-ومعدل السرعة بالنسبة للعداء هو قدرته على أداء حركات متكررة متتالية من نوع واحد و في اقل زمن ممكن، ويمكن حساب مقدار السرعة بمختف أنواعها من خلال المعادلة الرياضية المستنبطة من قوانين الحركة(لنيوتن) ماعادا السرعة اللحظية والتي يمكن حسابها فقط من خلال صور الفيديو الخاص بالحركة.

3-5- الكينماتيك:إن مصطلح الكينماتيك هو أحد فروع علم الميكانيك الذي يهتم بالوصف التحليلي والرياضي لأنواع الحركة،وليس مسببات الحركة- les forces - و وصف الحركة يكون في ضوء التغير المكاني والزمني ، من خلال تحديد سرعة الجسم وتسارعه والتي منى خلالها نتمكن من التعرف على الكيفية التي تحرك بها الجسم

4-5- المتغيرات الكينماتيكية : هي العوامل التي تتحكم في الحركة من حيث مسارها الزمني (سرعة، زمن، تسارع) ببغض النظر عن القوى المسببة للحركة والتي تسمح لنا بالحكم على مستوى إتقان الأداء الحركي.

5-5- التحليل الحركي(l'analyse du mouvement)): يعتبر أ حد مجالات -biomécanique- والذي يبحث في الأداء ويسعى إلى دراسة أجزاء الحركة ومكوناتها للوصول إلى دقائقها، سعيا ً وراء تكنيك أفضل، فهو احد وسائل المعرفة الدقيقة للمسار الحركي.

و إن التحليل الحركي ما هو إلا وسيلة توصلنا إلى المعرفة وتساعد العاملين في المجال الرياضي على اكتشاف دقائق الأخطاء والعمل بعد قياسها على تقويمها في ضوء الاعتبارات المحددة لمواصفات الأداء (قاسم حسن حسين، أيمان شاكر2000، ص 28)

5-6- **طول الخطوة** « Amplitude»: هو مقياس كمي يقاس بالمتر، وهو عبارة عن المسافة المحددة بين نقطة الارتكاز الأمامي والارتكاز الخلفي (ويعبر عنه بالطول الزمني).

5-7-**تردد الخطوة** « Fréquence»: وهو يعبر عن عدد الخطوات في زمن محدد (ويعبر عنه بالتردد الزمني)، أي عدد الخطوات في الثانية (خ/ث).

- فمعدل السرعة بالنسبة للعداء هو قدرته على أداء حركات متكررة متتالية من نوع واحد في اقل زمن ممكن، وبالتالي فإنه يمكن التعبير عن مقدار السرعة من خلال المعادلة التالية:

- **السرعة = المسافة / الزمن** $x=v.t$

V=x/t m/s

- **وكذلك معدل السرعة = طول الخطوة x ترددها**

حيث أن: طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات

- طول الخطوة هو مقياس كمي يقاس بالمتر (ويعبر عنه بالطول الزمني)
- تردد الخطوات فهو يعني عدد الخطوات في زمن محدد (ويعبر عنه بالتردد الزمني)

زمن الحركة : هو التوزيع الأمثل للفترات الزمنية لمراحل وأجزاء الحركة لأن لكل مهارة توزيع زمني خاص بها

5-8- منحنى السرعة: هو عبارة عن خ ـ ط ٍ بياني ـ لنقطة متحر ـ ِكة بحسب قانون معي ـ ن،حيث يبن لنا مقادير السرعة التي ميزت حركة الجسم في كل لحظة زمنية خلا ل مساره الذي تحرك فيه .

5-9- المستوى الرقمي: هو النتيجة أو المسافة أو الزمن التي يحققها الرياضي في إحدى التخصصات الرياضية، وفي مسابقة السرعة فإن المستوى الرقمي هو دلالة على زمن الإنجاز لمسابقة معينة أو في منافسة رسمية.

6- أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في التعرف على التقدم الرقمي لمستوى الانجاز الحركي لفعالية السرعة في الألعاب الاولمبية، ودراسة بعض المتغيرات الميكانيكية المصاحبة لهذا التقدم بالاعتماد على التحليل الحركي الموضوعي. يشـــــيرحيث **(Watkins, j.2007)** إلى أن التحليل البايو ميكانيكي من الأبعاد الأساسية في تقيم ودراسة الأداء اعتمادا ـ على متغيرات كمية مثل المسافة والسرعة والقوة بدلالة الزمن والتي يمكن أن تسهم في تحسين وتطوير وحل مشكلات الأداء المهاري في مختلف الفعاليات الرياضية. والذي قد يساعد المهتمين بالمجال الرياضي المحلي سواء كانوا مدربين أو معلمين في الارتقاء بالمستوى الفني والرقمي للاعبين وهذا قياسا على لاعبين أولمبيين متقدمين في الانجاز الرقمي للفعالية. إضافة إلى أن الدراسة قد تفتح المجال للقيام بدراسات مشابهة في مجال ميكانيكا الحركات الرياضية وعلاقتها بجوانب الأداء المختلفة في مختلف الألعاب الرياضية وخاصة ألعاب الساحة والميدان باعتبارها أم الألعاب وأساسها حيث أن

معظم المركبات والمكونات الحركية لمختلف المهارات تندرج تحت إحدى القدرات الحركية ألعاب القوى .

7- منهج وعينة البحث:

- بناءا على الأهداف التي نصبوا إليها من خلال دراستنا هده ،يقتضي تنفيذ ها استخدم ث المنهج المسحي المقارن- **دراسة الحالة**" Etude de Cas - للمقارنة بين أفراد عينة البحث والتي تمثلت في العدائين الثلاثة الأوائل في نهائي مسابقة -100م- بالبطولة العالمية لسنة 2009 ببرلين بألمانيا.

8- **وسائل وأدوات البحث:** من أجل إنجاز هذه الدراسة وطبقا للمتغيرات المراد قياسها، فقد استخدمنا الوسائل التالية:

- Cassette Vidéo -Logiciel Tempro
to Picture Logiciel Vidéo--Logiciel Vidéo Performer
- Adopte Flash Player -Micro Dell –I 7
- CAO : Conception Assisté par Ordinateur

2- الدراسة النظرية :

2-1- التحليل الميكانيكي.

يقصد بلفظ تحليل في المجالات المختلفة للمعرفة الإنسانية أنة الوسيلة المنطقية التي يجرى بمقتضاها تناول الظاهرة موضوع الدراسة بعد تجزئتها إلى عناصر الأولية الأساسية المكونة لها. إن التحليل بشكل عام هو وسيلة لتجزئة الحركة الكلية إلى أجزاء ودراسة هذه الأجزاء بعمق لكشف دقائقها (الصميدعي، 1987، 91).

ويعتبر التحليل الميكانيكي للحركة أحد طرق البحث في مجال البيوميكانيك والذي يبحث عن تأثير القوى الداخلية والخارجية على أنظمة الحركة التي يقوم بها الفرد سوى كان ذلك خلال أداء مختلف المهارات الحركية الرياضية أو خلال أنشطة الفرد اليومية . ويذكر (يرهام) أن التحليل الميكانيكي للحركة يتطلب التحليل إلى المركبات الأولية من(سرعة ، و زمن ، ومسافة ، وقوة).

أما (سيرين ووليامز) فيؤكدان أن هناك بعض النواحي الأساسية الواجب دراستها في التحليل الميكانيكي للحركة تتعلق بالزمن ، والكتلة ، والقوة ، والمسافة ، ومركز الثقل .

ويعتبر التحليل الحركي علم يبحث في الأداء ويسعى إلى دراسة أجزاء الحركة ومكوناتها للوصول إلى دقائقها سعيا ً وراء تكنيك أفضل، فهو أحد وسائل المعرفة الدقيقة للمسار بهدف التحسين والتطوير، أي أن التحليل الحركي ما هو إلا وسيلة توصلنا إلى المعرفة وتساعد العاملين في المجال الرياضي على اكتشاف دقائق الأخطاء والعمل بعد قياسها على تقويمها في ضوء الاعتبارات المحددة لمواصفات الأداء (قاسم حسن حسين ، أيمان شاكر ، 1998، صفحة 13)

- أما فيما يخص القوى التي تسبب الحركة ، وإيجاد العلاقات السببية لكون الحركة أقوى أو أبطأ من لحركة الأخرى ، فإننا نستخدم في مجال الحركة القياس ، أو وصف ، أو تحليل ، أو تقويم .... الخ والتي يشار من خلالها إلى طبيعة الطريقة المتبعة في الدراسة مستخدمين أجهزة قياس معينة تمدنا بقيم عن القوة اللحظية خلال مسار الحركة.

- وباتفاق كل الباحثين في هذا المجال يقسم التحليل الحركي إلى نوعين والمتمثلين في:

- **التحليل الكينماتيكي** : و هو الذي يختص بالملاحظة والوصف العلمي للمتغيرات الحركية
- **التحليل الكينتيكي** : و هو الذي يعني بدراسة العوامل التي تسبب الحركة وتغيراتها أي دراسة القوة المسببة لها.

الطريقة الأكثر انتشارا لجمع بيانات الحركة هي استخدام نظام الصور أو تجزئة الحركة عن طريق التسجيل ومتابعة حركة العلامات الثابتة للفرد المتحرك عن طريق الترقيم اليدوي أو الآلي للحصول على إحداثيات العلامات ، وبعد ذلك تستخدم هذه الإحداثيات في عملية الحصول على المتغيرات الكينماتيكية لوصف الحركات للمفصل وتستخدم أكثر نظم التصوير الفيديو (Vidéo) ،الفيديو الرقمي (Digital Vidéo) .(علي ،2007 ،28)

2-2-التحليل الحركي باستخدام التصوير السينمائي المركب:

- ظهر هذا النوع من التحليل مع ظهور الحاجة إلى دراسة الخصائص التكنيكية المميزة للمهارات، ومحاولة التعرف على مميزات وعيوب الطرق المختلفة لأداء المهارة، بهدف صياغة الخطوات التعليمية والتدريبات الأساسية لهذه المهارات بشكل علمي يضمن تحقيق أعلى مستويات الأداء. ومع التطور السريع الذي اجتاح كافة الأنشطة الرياضية من حيث مكوناتها المهارية، أصبح من الصعب على العاملين في مجال التدريب الرياضي متابعة كل ما يحدث،

وأظهرت المنافسة أهمية دراسة المكونات المهارية بأسلوب أكثرا تفصيلا من التعرف على خصائصها الدقيقة، ووضع أساليب التنمية المناسبة بهدف الوصول إلى مثالية الأداء.

ولهذا النوع من التحليل استخدامات مختلفة ومستويات متباينة، وتلعب أهمية المهارة المدروسة والمستوى المهاري لمؤديها الدور الأساسي في اختيار أي من المستويات المتعارف عليها في هذا المجال،و أتفق كل من (ريسان خريلط ،نجاح مهدي شلش،2002) أن التحليل الحركي له أربعة مستويات وهي على النحو التالي-:

- التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة.
-التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء.
-التحليل بغرض مقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية.
-التحليل بغرض الدراسات النظرية لحركات النماذج و الاحتمالات الحركية.

2-2-1-التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة:

ويعتبر هذا النوع من أسهل أنواع التحليل، حيث تتم دراسة المسارات الحركية للمهارة من حيث مجموعة الخصائص الميكانيكية التي تميزها، كأن تتم دراسة المسارات الحركية بقوانين الحركة الخطية أو الدورانية بحساب قيم المتغيرات للمسار وتحديد أهم هذه الخصائص.

2-2-2-التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء:

وهذا النوع من التحليل يتميز بالمعرفة المسبقة لأهم الخصائص التكنيكية المميزة للمهارة المدروسة وقيم متغيرات هذه الخصائص على أساس أن التحليل يتم بمقارنة قيم المتغيرات في كلتا الحالتين للتعرف على أوجه القصور.

2-2-3-التحليل بغرض مقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية:

وتتمثل مقارنة صعوبة هذا النوع من التحليل في استنتاج المنحنيات النظرية للخصائص المراد مقارنة أداء اللاعبين بها، ومدى ما يمكن اقتراحه من تطوير في أسلوب الأداء بهدف محاولة الوصول بقيم المتغيرات المدروسة إلى الحدود القصوى التي تشير إليها المنحنيات الطرية.

2-2-4-التحليل بغرض الدراسة النظرية لحركات النماذج:

وهو أصعب أنواع التحليل وأكثرها تقدما، حيث تتم دراسة مسارات بعض المهارات الرياضية على نماذج مصنعة بهدف دراسة إمكانية ظهور احتمالات حركية جديدة على هذه النماذج من ناحية، وإمكانية تطبيقها على الجسم البشري من ناحية أخرى.

2-3- طرق التحليل الميكانيكي

يشير كل من "Wells & Luttgens,1976" إلى أن التحليل الميكانيكي يتطلب تحديد القوانين والأسس في توضيح الأداء ، كما يجب تحديد الحركة بوضع الباحث بدقة كإطار خرجي لها، ويعرض التحليل هناك العديد من الطرق والأدوات والأجهزة المساعدة على تسجيل الحركي ويمكن استخراج بيانات التحليل من خلال الفلم الفيديو أو السينمائي أو من خلال منصة قياس القوة .

وفي دراسات البيوميكانيك يمكننا التعرف على العوامل الكينماتيكية للحركة من خلال التصوير السينمائي أو الفيديو والتحليل الكينماتوجرافي بواسطة المعادلات التفاضلية ومبادئ الميكانيكا، ويمكن مهنا التوصل إلى الخصائص الكينماتيكية للمهار ة موضع الدراسة.

وقد أوضح "Doris & Miller,1973" أهمية دراسة حركة الجسم كينماتيكيا ً وكيناتيكيا ً بواسطة التصوير السينمائي أو الفيديو ، واستخرج رد فعل الأرض في الوثب العمودي عن طريق تحليل مركز الثقل.

2-3-1-- التحليل الكمي:

و التحليل الكمي نقلا ً عن مورسن (1997م) بأنه "الملاحظة المنظمة والحكم الاستنباطي على جودة الحركة المنجزة من أجل تقديم أفضل المتدخلات العلاجية الملائمة وذلك لتحسين الأداء"

و التحليل الكمي يقوم على قياس الأداء فإذا ما كان الممكن التعبير عن الأداء في صورة أرقام أو أعداد فإن التحليل يقوم على البيانات أو معلومات كمية في تلك الحالة. و إن التقدير الكمي للبيانات (في صور ثواني، وأقدام، وأمتار، والمستويات في كل ثانية). وفي التقدير الكمي أيضا ً قد تكون بعض الذاتية في تحديد مكان وضع شريط القياس أو أين يتم أخذ مقياس متعدد الأغراض والتقدير الكمي لا يضمن الصدق والثبات بصورة آلية كما أن الافتقار إلى التقدير الكمي في التحليل الكيفي لا يعني أن التقييم أقل صدقا ً أو ثباتا ً بصورة آلية ، ويستخدم معظم المعلمين والمدربين التحليل الكيفي في مواقف الممارسة في الحياة اليومية لتشخيص الأخطاء .

2-3-2- التحليل الكيفي:

إن التحليل الكيفي عبارة عن حكم ذاتي بطبيعته وهذا لايعني أنة غير منظم أو مبهم غامض أو عشوائي وفي الحقيقة سوف نرى أن التحليل الكيفي يتطلب معلومات شاملة من العديد من

النظريات والعلوم الأخرىكما أنة يتطلب تخطيطا ً وكذلك خطوات منظمة حتى يحقق أكبر الأثر وأقصى درجات الفعالية.

ويساعد كل من الأسلوب الكمي والكيفي في الحصول على معلومات ذات قيمة كبيرة عن الأداء ويمثل الأسلوب الكيفي أداء لكل من المدرب والمدرس في ممارسة عملة ، فهناك العديد من المواقف التدريبية والتدريسية التي يعتمد فيها التحليل على مجرد الملاحظة ثم استرجاع تفاصيل الأداء من الذاكرة عند الشرح أو تصحيح الأخطاء .

ويتم في الوقت الحالي استخدام أعلى مستويات التحليل الكمي في العلوم الرياضية من خلال تركيز الباحثين في هذا المجال الاستعانة بمختلف نتائج الدراسات والنظريات في العلوم الأخرى المتعلقة بالحركة مثل الفسيولوجيا والمورفولوجيا إلى جانب الإلمام بمختلف تقنيات التصوير إضافة إلى توظيف التقنيات الحديثة في عملية التحليل . والذي يساعد متخصصي الميكانيكا الحيوية بقياس القيم الثابتة لمعدل السرعة بالنسبة للزمن ، أو القوة بالنسبة لأجزاء عديدة من الجسم عامة نجد أن هذه القياسات الخاصة بالحركة على درجة عالية من الأهمية في تطوير مختلف المتغيرات والمحددات الميكانيكية للحركة،لكن في غالب الأحيان يتعذر استخدامها على نطاق واسع في التدريس ومواقف التدريب ، مما يحد من الارتقاء بمستوى الأداء الحركي للرياضيين وخاصة في التخصصات التي تتطلب من الرياضيين تحقيق مستويات محددة في بعض المتغيرات الكينماتيكية أو الكينتكية المميزة لمنحنى الأداء الحركي.

2-4- طريقة التحليل البيوكينيماتيكية للمهارات الحركية :

إن هذه الطريقة تهتم بتوضيح ووصف الحركات المختلفة عن طريق استخدام المدلولات الخاصة بالسرعة والتعجيل على أساس قياسات المسافة والزمن، ويطلق على هذا التحليل الكينماتيك الذي يعني دراسة حركة الأجسام بالسبة للزمن سواء أكانت خطية أم دائرية، فهو يهتم بالجانب المظهري للحركة مثل: المسافة، السرعة والزاوية ورسم مساراتها الحركية وتوضيح طريقة الأداء التي يقوم بها الجسم " (بدوي عبد العال بدوي وآخرون ، 2006، ص 02)

-و إن دراسة الأجزاء الحركية المكونة للمهارة من خلال وسائل التحليل الحركي البيوميكانيكي ،تقدم للعاملين في حقل الرياضة وفي كافة المستويات معلومات مهمة سوى من الناحية الميكانيكية أو التشريحية والتي تمثل مع بعضها المحددات الرئيسة لمستوى الأداء الحركي . ويشير وجيه محجوب (1991) إلى التحليل البيوميكانيكي " هو الأداة الفعالة بين الباحث والمدرب

لاستقصاء الحقائق ويساعد على تطوير الحركة ومعرفة تكتيكها ويقرب صورة الحركة النموذجية." وتتمثل هاته المعلومات والنقط فيمايلي :

- تحديد الأجزاء الحركية المشاركة في الأداء لانجاز المهارة بأعلى كفاءة واقل جهد.
- الكشف عن الأخطاء الحركية ، والتعرف على أسباب وزمن حدوثها .
- إخضاع أجزاء المهارة للحسابات والقياس الدقيق للحصول على مجموعة كبيرة من المتغيرات الحركية.
- توفير معلومات أساسيه على فهم العلاقة بين مكونات الحركة والعلاقة بينها .
- توفير قيم رقمية وأشكال هندسية ومنحنيات دقيقة توضح مقدار التطابق والانحراف عن المسار الحركي المطلوب في الانجاز.
- تفسير النتائج بالأدلة والقوانين الرياضية والفيزياء مما يعطيها مصداقية عالية جدا.

وإن الإلمام بأساليب التحليل الحركي واستخدام هذه الأساليب في المجالات الضيقة له تأثير كبير في تعلم الحركة وفي تحقيق الانجاز الرياضي العالي.

لقد أكدت بحوث عديدة في الركض السريع على أهمية عوامل كثيرة تساعد في تحقيق التكامل الحركي لتكنيك الركض و منها عوامل تتعلق بنواحي انثروبومترية و أخرى تتعلق بنواحي وظيفية ، و أخرى تتعلق بطول و تردد الخطوات فلقد أكد Schmulinsky أن " العداء يستطيع من رفع سرعة الركض إما بزيادة طول الخطوة آو رفع ترددها أي تكرار الخطوة أي تغيير في أسلوب العنصرين معا " .

خطوات التحليل الحركي: مهما تنوعت الدراسات في مجال البيوميكانيك الرياضي وذلك طبقا لتعدد المهارات والمشاكل المطروحة في هذا الجانب، إلا أنه يجب على الباحثين إتباع مراحل معينة خلال عملية التحليل الحركي والتي تمثل في نفس الوقت المنهجية المعتمدة في معظم الدراسات والتي تتمثل في المراحل التالية :

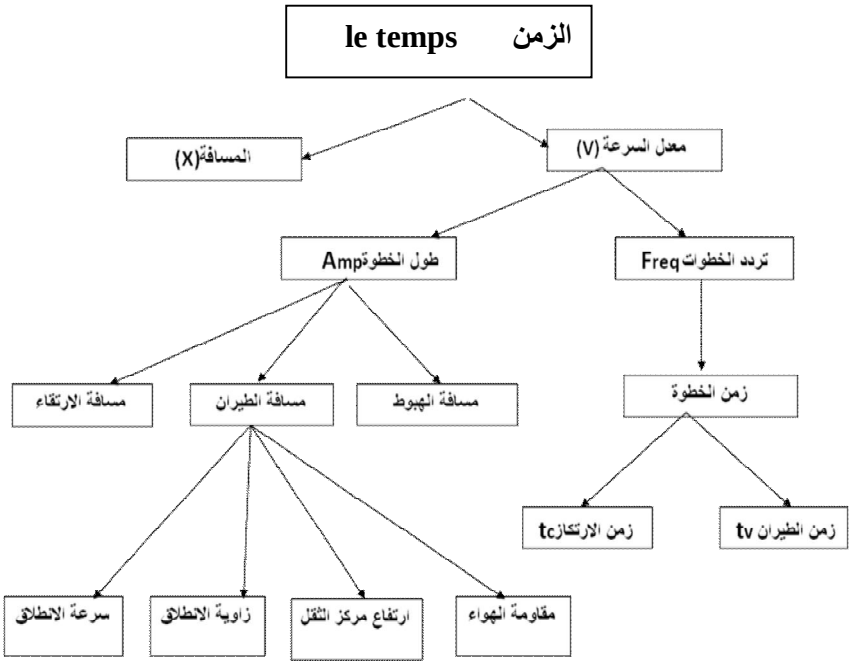
-تسجيل الحركة كاملة (بعد تحديد الهدف)
-إعادة عرضها للوقوف على نقاط الضعف.
-مقارنة الأداء المسجل مع ما طور كيفيا.
-رسم الصور وقياس زوايا الأجزاء وسرعتها ...الخ من الجانب الكمي
-ضبط المتغيرات المقاسة ومعالجتها إحصائيا.

-إلغاء الجانب الذاتي في التقويم.
-تفسير النتائج بالأدلة والبراهين.

2-5-المتغيرات الأساسية المحددة للإنجاز الحركي في فعالية السرعة :

إن القدرة على التحليل تعتمد بصورة مباشرة على الإلمام التام بطبيعة الحركة قيد الدراسة والتحليل، وعلى المتغيرات الميكانيكية و المبادئ التشريحية والتي تتداخل فيما بينها لتحديد مستوى الأداء الحركي إضافة إلى الخبرة و المعلومات الخاصة بعملية التحليل.

حيث يؤكد(2000, **T.Blancon, 2006-Allard, Blanchi**)على أن الأداء الحركي في الركض السريع يعتمد على قابلية الفرد في دفع جسمه بقدرة عالية و يتوافق جيدا فكلما اقترب الركض من زيادة سرعته كلما وقع تحت تأثير بعض الأسس التي تؤثر في هذه السرعة و منها طول الخطوة و ترددها. و عليه فان إيجاد العلاقة المناسبة بين طول و تردد الخطوة و بين تزايد السرعة تعد من المشاكل التي يجب التركيز عليها في عملية التدريب لما لهذه الحالة الأثر في تطور و تنمية قابلية الفرد للتغلب على مسافة الركض أو معوقات تطبيق الفعالية. و التي تتمثل في الشكل الآتي:



الشكل البياني يبين الخصائص الفنية والعوامل الميكانيكية المحددة لمستوى سرعة العدو.

2-6- مراحل الأداء الحركي لسباق السرعة - 100م-

- ويشير كل من" **Natta F., Réga C2001 Ben Mansour, Khalil2008- "Coh M., Jost B** إن ركض 100م يمر بمراحل متتالية، منذ وضع البدء وحتى نهاية الأداء، حيث يمكن تقسيم منحنى السرعة إلى أربع مراحل أساسية والتي تتمثل في

- مرحلة البدء والانطلاق (V r)
- مرحلة تزايد السرعة (accélération)
- مرحلة المحافظة على السرعة القصوى (vitesse stabilisée).
- مرحلة هبوط السرعة (Décélération).
- مرحلة الوصول (L'arrivée)

2-6-1- مرحلة الانطلاقة

يعتبر البدء المنخفض نقطة الانطلاق التي يبدأ منها العدائين المسافات القصيرة سباقاتهم . والذي يمكن من خلالها اكتساب السرعة للجسم الساكن الأمر الذي يتطلب توليد كمية كبيرة للانطلاق بأقصى سرعة. لذا يجب أن يتحقق الشروط التالية في البدء المنخفض:

-.الانطلاق القوي والسريع من خلال سرعة عالية للاستجابة الحركية للمثير (الطلقة)

-.الاستفادة إلى أقصى حد ممكن من القوة العضلية من حيث المقدار و الاتجاه.

ومما بجدر الإشارة إليه أن طريقة البدء المنخفض يستخدمها اللاعبون ذوي الخبرة في سباقاتهم في حالة المبتدئين ينصح تعليمهم البدء العالي قبل تعليمهم تكنيك البدء المنخفض.و يتضمن تكنيك البدء المنخفض ثلاث مراحل رئيسية هي:

2-6-1-1-: . خذ مكانك

ثانيا ٍ : الاستعداد

ثالثا ٍ : الانطلاق (حركة البدء).

يعتبر "**خذ مكانك**" الوضع الأساسي الذي يضمن للاعب الانتقال المناسب للدفع، ولذا يتطلب من اللاعب مقدرة عالية من التركيز والعزل يتحدد وضع الجسم في هذا الجزء وفق ترتيب مكعبات البدء والذي يؤثر في قوة الدفع مع ضرورة تحقيق الاسترخاء المناسب بقدر الإمكان.

ويمكن أن يشمل وضع خذ مكانك ثلاث أنواع هي البدء قصير التوزيع متوسط التوزيع وطويل التوزيع ويتحدد طول كل نوع من هذه الأنواع تبعا ً لبعد كل من المكعبين الأمامي والخلفي عن خط البداية ، حيث يختار اللاعب الوضع الذي يتلائم مع طول الجسم وتحقيق أكبر كمية دفع تناسبية ، وبصفة عامة فإن البدء متوسط التوزيع ، هو الأكثر استخداما ً ما بين اللاعبين حيث يمكن من خلاله الانتقال إلى وضع الاستعداد المناسب.وعندما يسمع المتسابق خذ مكانك يتخطى المكعبات للأمام ويرتكز باليدين على الأرض ثم يضع القدمين في المكعبات حيث يضع الرجل الأقوى (الارتقاء غالبا ً) في المكعب الأمامي والرجل الحرة في المكعب الخلفي ، على أن تظل مقدم القدم على الأرض ، وتوضع ركبة الرجل الخلفية على الأرض ، وتشكل أصابع اليد وضع الكوبري (الجسر) مستندة على الإبهام من جهة وباقي الأصابع من الجهة الأخرى ، والمسافة بين اليدين هي نفس مسافة الكتفين تقريبا ً ويكون وزن الجسم موزعا ً بالتساوي على جميع نقاط الارتكاز ، وان يتحقق الاسترخاء المناسب في عضلات الجسم وبخاصة عضلات الذراعين والرقبة.

2-1-6-2- وضع الاستعداد:

ويهدف هذا الوضع إلى إتاحة الفرصة لجسم اللاعب لاتخاذ انسب زوايا للرجلين وانسب وضع لمركز ثقل الجسم في اتجاه فرد الركبتين، وكذلك التنبيه الأولي لعضلات الرجلين مما يساعد في قوة الدفع، وبتوفير هذه الشروط يضمن اللاعب الاستفادة من الانطلاق القوي والسريع بمجرد سماع الطلقة ، وتكون الزاوية المناسبة لركبة الرجل الامامية90°، وبينما يكون 120° بالنسبة للرجل الخلفية تقريبا ً ، وهذه الزوايا هي المثلي لإنتاج أفضل قوة انطلاق.وعند سماع النداء (استعد) يرفع اللاعب الحوض إلى مستوى أعلى من مستوى محور الكتفين مع الاحتفاظ بتوزيع وزنهم متساويا ً بقدر الإمكان ، وتبعا ً للمسافة بين المكعبين ينتقل مركز ثقل الجسم للأمام بحيث يتعدى الكتفين قليلا ً نقطة ارتكاز اليدين ، حتى يصبح مسقط مركز الثقل أما المكعب الأمامي وتحافظ الذراعين على امتدادهما ، والنظر على خط البداية مع وضع الأس باسترخاء. ويجب ملاحظة زيادة ضغط الرجلين على المكعبات في هذا الوضع لضمان الشد الكامن لعضلات الرجلين.

2-6-1-3- الانطلاق :

في هذا الوضع يجب أن ينطلق اللاعب بأقصى قوة في اقل زمن اعتمادا ً على قوة امتداد الرجلين والجذع ويتطلب ذلك ما يلي:

- أن يقصر زمن الرجع لبداية الحركة دون تأخير*
- أن تؤدى حركة المد بأقصى قوة في اقل زمن.

الاستفادة من مجموع قوة الدفع للرجلين الأمامية والخلفية معا ً .

- تحقيق الاتجاه المثالي للدفع وذلك بأن تكون مسار محصلة القوى لحظة الرفع أفضل ما يمكن.

ويمثل زمن الرجع في هذا الوضع أساس هاما ً للانطلاق ، حيث أن زمن الرجع هو عبارة عن الفترة الزمنية منذ إعطاء إشارة البدء وحتى نهاية حركة الانطلاق الظاهر ويمكن تقصير زمن الرجع عن طريق

- :زوايا مناسبة في الركبتين ، وكذلك التوزيع المتساوي لوزن الجسم لتوفير أفضل الشروط لامتداد الرجلين بسرعة.

-الضغط بكعبي القدمين بقوة على الكعبين لمد عضلات السمانة بشكل أولي.

تعبئة اللاعب نفسيا ً للانطلاق (القدرة على تركيز الانتباه والعزل)

بالرجل الخلفية أولا وقبل الرجل الأمامية بزمن قصير ، وتكون قوة الدفع للرجل الخلفية اقل من قوة دفع الرجل الأمامية من حيث الزمن والمقدار (قوة دفع الرجل الخلفية تعادل ثلث قوة دفع الرجل الأمامية. وترك الرجل الخلفية بعد دفعها للمكعب بقوة دون أن تصل إلى الامتداد بوضوح وذلك عند مرور ركبة الرجل الخلفية لركبتها، ويستمر امتداد الرجل الأمامية بقوة وبسرعة حتى تصبح ممتدة بالكامل.

ولا يصل الجذع إلى الاستقامة أثناء الدفع إلا بالقدر البسيط، حيث يكون في الوضع الأفقي لحظة بدء الرجل الأمامية في العمل ، ويتم استقامة الجذع تدريجيا ً وبصورة تلقائية كنتيجة الحركة للأمام ، وفي نهاية مد الرجل الأمامية تشكل خطا ً مستقيما ً مع الجذع تقريبا ً ، وتشير زاوية البدء مع المستوى الأفقي إلى مقدار القوة المؤثرة في الدفع ، كذلك يعتبر مؤشرا ً لمستوى أداء اللاعب للبدء ويجب أن يحافظ اللاعب على النظر لأسفل حتى لا يبذل جهدا ً في رفع الرأس،وبالنسبة للذراعين يتم مرجحتهما في نفس لحظة الدفع وذلك بالمقابل لحركة

الرجلين، ويكون اتجاه المرجحة في خط مستقيم مع ثني الذراعين للأمام وللخلف أقصى ما يمكن وذلك قبل استكمال مد الرجل الأمامية وتكون مرجحة اليد الأمامية أمام الرأس تقريبا ً .

-وتساعد مرجحة الرجل الخلفية للأمام على مد الرجل الأمامية ، غير أنها تساعد بالدرجة الأولى في سرعة ملامسة الأرض في الخطوة الأولى ، لذلك يجب إلا تتأرجح الساق بعد دفع المكعب للخلف لأعلى من المستوى الأفقي مع عدم رفع القدم لأعلى من مستوى ركبة الرجل الأمامية.ولكي يستطيع اللاعب اخذ الخطوة الأولى بسرعة، يجب إلا يرفع ركبة الرجل الخلفية إلى مستوى أعلى من المستوى الذي تكون فيه لظة مع المستوى الأفقي قائما ً تقريبا ً .

ويتخذ شكل جسم اللاعب لحظة ترك الرجل الأمامية للمكعب المواصفات التالية:

تشكل الرجل الأمامية مع الجذع خطا ً مستقيما ً تقريبا ً .

- زاوية ميل المحور الطولي للجسم للأمام تتراوح ما بين **40-45°**
- الزاوية بين الفخذ المرفوع والرجل الممتدة **90°** درجة أو تزيد قليلا.
- ساق الرجل الحرة موازيا لرجل الارتقاء.
- الزاوية في مرفق الذراعين **90°** تقريبا ً .

وتعتمد فعالية الدفع بدرجة كبيرة على الامتداد السريع لعضلات الرجلين اعتمادا ً على قصر زمن الرجع ، وكذلك استمرارية تأثير هذه القوة لأطول فترة ممكنة.

2-7- المراحل الفنية لخطوة العدو:

على الرغم من أن التركيب الحركي لا يتخلف من حيث المبدأ بين جري المسافات القصيرة وجري المسافات المتوسطة والطويلة، إلا أن مكونات التكنيك في الجري تختلف من مسافة لأخرى كذلك الحال بالنسبة للمتطلبات البدنية، فبينما تتطلب سباقات السرعة تعبئة القوى للحصول على أقصى سرعة نجد أن سباقات الجري بكفاءة، وتعتبر سباقات السرعة (جري المسافات القصيرة) أصعب من سباقات الجري من الناحية الفنية والتوافقية، إذ أن المطلوب من اللاعب بذل أقصى قوة لإنتاج سرعة انتقالية عالية من خلال تكرار الحركة الدورية للخطوة بقوة عالية وتظهر العوامل المؤثرة في سرعة الجري بصورة واضحة في جري المسافات القصيرة عنه في سباقات الجري الأخرى وقد أشار **-Schmulinsky 1999-** إلى أن العدو الصحيح يعتبر أحد العوامل التي تساهم في تحقيق المستويات العالية في فعاليات العدو وللمنافسات القصيرة، وإن تحقيق أحسن مستويات السرعة يعتمد على طول الخطوة "

Amplitude" وترددها " Fréquence " فزيادة سرعة العداء تتم عن طريق زيادة طول الخطوة وترددها في وقت واحد.وعليه فان إيجاد العلاقة المناسبة بين طول وتردد الخطوات وبين تزايد السرعة تعد من المشاكل التي يجب التركيز عليها في عملية التدريب لما لهذه الحالة الأثر في تطور وتنمية قابلية الفرد للتغلب على مسافة الركض وخاصة في مسابقات السرعة.ويبين الجدول الآتي المقارنة بين الخصائص الفنية الخاصة بالخطوة ومدى تأثيرها على كل من زمن الإنجاز وسرعة الأداء و ذلك طبقا لمسافة المسابقة **Morin J et autres,2007**

عدد الخطوات N	تردد الخطوة Fréq –Hz-	طول الخطوة Amp-m-	السرعة v-m/s-	الزمن t-s-	المسافة X-m-
44,4	4,40	2,25	10,10	9,9 s	100
181,8	4,13	2,20	9,10	43,8 s	400
380,9	3,67	2,10	7,72	1 min 43,4 s	800
750	3,53	2,00	7,07	3 min 32,2 s	1500
2777,7	3,50	1,80	6,31	13 min 12,9 s	5000
5714,2	3,46	1,75	6,06	27 min 30,5 s	10 000
26371,8	3,47	1,60	5,44	2h 8 min 33,6	Marathon

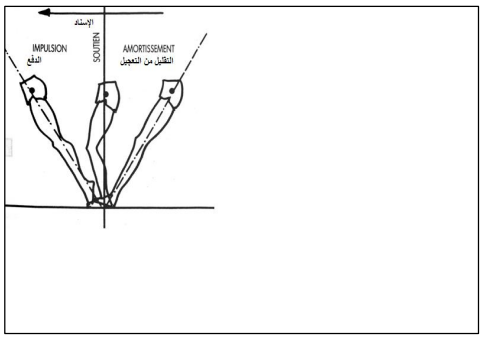
الجدول يبين المقارنة بين الخصائص الفنية لخطوة العدو طبقا لمسافة الركض

و لتسهيل فهم التحليل الحركي لخطوة الجري يتم تقسيمها من طرف المختصين إلى مراحل ودراسة خصائص كل مرحلة من هذه المراحل مع مراعاة الترابط فيما بينها من خلال الخطوة ككل والتي تتمثل في المراحل التالية:

1- الارتكاز الخلفي والذي يحدد مقدار و اتجاه قوة الدفع للأمام.
2- المرجحة الخلفية والتي تساعد على تحقيق الاسترخاء خلالها اللاعب من رفع الركبة في المرحلة التالية بالشكل المطلوب .
3- المرجحة الأمامية والتي تؤثر في طول الخطوة وفعالية الهبوط.

4- الارتكاز الأمامي والذي يجب أن يتم خلاله التغلب على المقاومة بقدر الإمكان.

وتمثل مراحل الارتكاز الأمامي والخلفي أهمية خاصة في مقدار قوة الدفع ، فبينما تؤثر مرحلة الارتكاز الأمامي ايجابيا ً في مقدار قوة الدفع الأمامي يكون العكس بالنسبة لمرحلة الارتكاز الخلفي ونظرا لأهمية المراحل في التأثير في قوة الدفع الأمامي لذلك يجب الاهتمام بهما ومن الناحية الفنية بصورة خاصة ، وتعتمد مرحلة الارتكاز سواء الأمامي أو الخلفي بدرجة كبيرة على تأدية حركات المرجحات .



الشكل يبين المراحل الأساسية من لحظة الارتكاز إلى لحظة الدفع

2-7-1- مرحلة المرجحة الخلفية :يعتمد الأداء الحركي لهذه المرحلة على الأسس التالية:

- تحقيق الاسترخاء المثالي للعضلات المادة للرجل بعد الدفع.
- توفير الشروط المناسبة لرفع الركبة بأقصى سرعة ممكنة.

مسار نقطة القدم يمكن ملاحظة مساره عند العدائين الممتازين أثناء مرجحة الساق خلفا ً بعد عملية الدفع.

وفي هذه المرحلة يقوم مرجحة الرجل خلفا ً لأبعد مسافة بحيث تصل إلى مستوى المقعدة وهذا يساعد على إتاحة الفرصة لتحقيق الاسترخاء عن طريق الاستفادة من تبادل العمل بين العضلات العاملة وغير العاملة ،وفي نهاية هذه المرحلة يصل اللاعب إلى الوضع الذي يتعامد فيه مركز الثقل على قدم الارتكاز ومن ثم يجب أن تصل الرجل الجري إلى الوضع الذي يسمح ببدء مرحلة المرجحة الأمامية بصورة فعالة . ومن خصائص هذا الوضع ما يلي:

وصول فخذ الرجل الحرة إلى خط موازٍ لفخذ الرجل المرتكزة.

وصول القدم إلى مستوى المقعدة.

المسافة اقل ما يمكن بين الفخذ والساق للرجل الحرة، وبهذا الوضع تعمل الرجل الحرة كبندول قصير جدا ً .

2-7-2- مرحلة المرجحة الأمامية: تشمل هذه المرحلة رفع الركبة مع مرجحة الساق للأمام ومن أهم خصائص ومميزات هذه المرحلة:

المساهمة في الدفع للأمام .

التأثير بصورة ايجابية في إيجاد التناسب الأمثل بين طول الخطوات وعددها في الثانية الواحدة.

التمهيد لوضع القدم على الأرض بصورة ايجابية.

حادة لأطول وقتت ممكن جزء (7،8)

زيادة طول الخطوة بتقديم جانب الحوض المقابل للرجل الحرة.

يجب أن تصل الركبة بسرعة إلى المستوى الملائم أي الزاوية 15- 20°بين المستوى الأفقي والفخذ جزء -5أن تظل الزاوية بين الفخذ والساق

وتتحرك الرجل الحرة بأقصى سرعة في بداية رفع الركبة حيث قد يصل معدل هذه السرعة إلى ضعف سرعة العدو تقريبا ً ، ثم تنتهي حركة الركبة لأعلى فتتحول سرعة المرجحة إلى طاقة وضع نتيجة لعمل العضلات المادة للرجل المرتكزة بشكل خاص. وتبدأ مرجحة الساق للخلف ولأعلى بعد وصول فخذ الرجل الأمامية إلى نقطة تغيير اتجاه المرجحة مبتدأ بالهبوط وتزداد سرعة مرجحة الساق كلما كانت الزاوية بين الساق والفخذ حادة أكثر عند رفع الركبة ومما يذكر أن فعالية الحركة في العدو لا تعتمد على اتساع المرجحة الأمامية للساق ولكن على مقدار سحب الساق للخلف في نهاية المرجحة ويجب أن تتضمن حركة الساق العوامل التالية:

-وصول الساق إلى وضع ملائم للهبوط بأقل تأثير للقوة المضادة.

-التمهيد لحركة القدم الدافعة.

-توفير انسب الشروط في العضلات، للهبوط الايجابي من خلال رفع مقدمة القدم أثناء المرجحة للأمام علما ً بأن رفع مشط القدم هذا يزيد من شد عضلات القدم والسمانة ويساعد شد العضلات بالإضافة إلى حركة سحب ساق اللاعب على وضع القدم على الأرض بحركة ايجابية، وبهذا المفهوم يمكن توفير انسب الظروف لدفع الأرض بالقدم بفعالية خلال مراحل

المرجحة إذ أن مرجحة الرجل بفاعلية تقلل من زمن الارتكاز الأمامي وتجعل زوايا المفاصل وحالة تنبيه العضلات ملائمة لوضع القدم على الأرض بحركة ايجابية .

2-7-3- مرحلة الارتكاز الأمامي: تتمثل الاستفادة الأساسية لمرحلة الارتكاز الأمامي في نقطتين هامتين تتمثلان

- امتصاص الأثر الناتج عن الهبوط
- توفير الشروط الملائمة للدفع.

وتهتم الدراسات العلمية التي تحاول تطوير الأداء إلى التقليل من زمن الارتكاز الأمامي قدر الإمكان واجتياز هذه المرحلة بفاعلية عالية ، حيث أن الارتكاز الأمامي يعوق حركة الدفع للأمام لأن محصلة القوى في هذه المرحلة تكون مضادة لاتجاه الجري ، وبدأ ً من الاستعداد للهبوط في مرحلة المرجحة الأمامية يحاول اللاعب وضع القدم اقرب ما يمكن من مسقط مركز ثقل الجسم مع فتح الزاوية بين الساق والأرض لتصل إلى القائمة تقريبا ً ، ويراعى في ذلك طول الخطوة المطلوب من ويجب أن يهبط القدم على الأرض على حافة المشط الخارجية بحركة دافعة ومرنة في نفس الوقت ، على أن تشكل الركبة على مفصل القدم خطا ً مستقيما ً تقريبا ً .

ويتم امتصاص ضغط جسم اللاعب من خلال انثناء خفيف في مفصلي القدم والركبة ويجب أن يمر الحوض (مركز الثقل) بسرعة فوق قاعدة الارتكاز، ولتحقيق ذلك يجب أن ينخفض الكعب بمرونة دون ملامسة القدم للأرض بالكامل ويساعد هذا على مرور مركز الثقل فوق قاعدة الارتكاز بسرعة ، ويساعد كذلك في شد عضلات السمانة بشكل أساسي الأمر الذي يساعد في قوة الدفع.

2-7-4- مرحلة الارتكاز الخلفي يعتمد الأداء في هذه المرحلة على النقاط الهامة التالية:

- امتداد مفاصل القدم والركبة والحوض بالصورة المناسبة.
- التنسيق الجيد بين مد رجل الارتكاز لحظة الرفع ومرجحة الرجل الحرة بفاعلية.

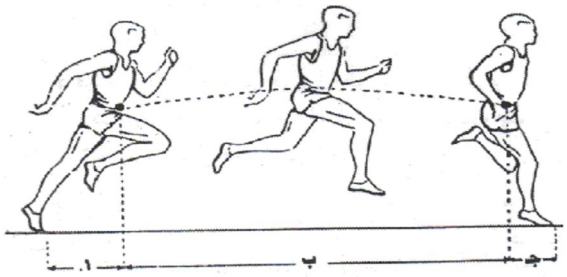
ويساعد مد المفاصل بالصورة المثلى على-أن يكون دوام زمن الارتكاز قصير بنسبي .

- يتم الدفع بأقصى قوة كما هو الحال في الارتقاء للوثب:

-الوصول للزاوية المناسبة للدفع في الاتجاه الأفقي.

وتعتمد فعالية الدفع إلى حد كبير على نوعية حركات الرجل الحرة والذراعين ، علما بأن تأدية حركات بسرعة وبتوقيت مناسب يساعد على زيادة قوة وسرعة الدفع ، ويقصد بالتوقيت

المناسب أن تصل حركة الرجل الحرة نهايتها قبل مد الرجل بلحظة بسيطة . ولكي يتم توجيه قوة المد باتجاه مركز ثقل جسم اللاعب لحظة الدفع ، يجب ألا تنحرف حركات المرجحة بعيدا عن الخط المستقيم.



الشكل رقم يبين لحطة الدفع(أ) وزمن الطيران(ب) ومرحلة الارتكاز الأمامي(ج)

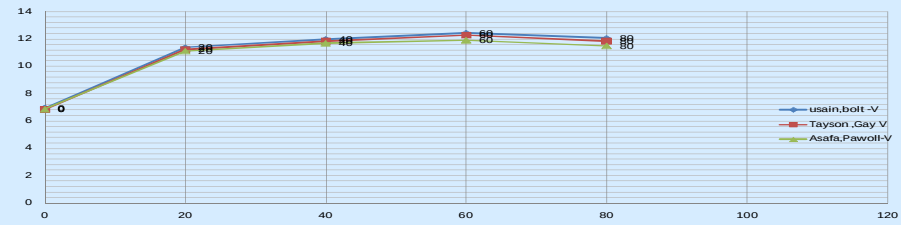
11- تائج الدراسة :

الشكل رقم() يبين بعض الصور الخاصة بمراحل السباق والتي تبين مقادير المتغيرات الميكانيكية(زن،سرعة ،مسافة)

والخصائص الفنية(عدد الخطوات ،تردد الخطوة)

x	Usain,bolt			Tayson.Gay			Asafa.Pawoull		
	Temps20m	v	v_r	Temps20m	v	v_r	Temps20m	v	v_r
00	00	00	0.146	00	00	0.114	00	00	0.143
20	2.88	6.94		2.92	6.84		2.91	6.87	
40	4.64	11.36		4.70	11.23		4.71	11.11	
60	6.31	11.97		6.39	11.83		6.42	11.69	
80	7.92	12.42		8.02	12.26		8.10	11.90	
100	9.58	12.04		9.71	11.83		9.84	11.49	

الجدول يبين مقادير كل من الزمن و قيم السرعة (الانطلاقة،والمتوسطة،القصوى،النهائية)



المنحنى البياني لمقادير السرعة المتوسطة لكل عداء خلال مراحل السباق

12- الاستنتاجات:

-من خلال النتائج المتحصل عليها من التحليل وتطبيق مختلف المبادئ الميكانيكية والمعادلات الرياضية خلصنا إلى الاستنتاجات التالية:

- تمثل الانطلاقة الصحيحة أحد أهم عوامل التفوق في سباقات السرعة.
- العداء Asafa.Pawoul حقق أفضل بداية وانطلاق بزمن قدره 0.134 ثا
- ضعف سرعة البداية لدى (usain,bolt) مقارنة بـ العدائين (T.G, A.P) بزمن قدره 6.94 ثا
- تفوق (usain, bolt)على منافسيه في عدد الخطوات المحققة خلال الأداء بـ40.92 خطوة.
- تحقيق (Tayson.Gay) لأفضل تردد في الخطوة بـ4.81 خ/ث.
- تميز العداء (usain,bolt) عن منافسيه في مقدار طول الخطوة بـ 2.44م.
- تحقيق العداء (usain,bolt) أحسن معدل للسرعة القصوى بـ 12.42م/ث.
- طول الخطوة وترددها يتناسب طرديا مع معدل سرعة الإنجاز الحركي في الركض السريع.

العدائين / المتغيرات	Usain, bolt JAM	Tayson.Gay USA	Asafa.Paoul JAM
عدد الخطوات	40.92	45.94	44.45
طول الخطوة	2.44	2.17	2.24
تردد الخطوة	4.33	4.81	4.56

11- المصادر و المراجع :

- بدوي عبد العال بدوي وآخرون: علم الحركة والميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق، دار الوفاء الدنيا للطباعة والنشر، الإسكندرية،2006.

-ريسان خريلط ،نجاح مهدي شلش: التحليل الحركي، الدار العلمية الدولية للنشر والتوزيع ودار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان،2002.

-علي ،عادل عبد البصير (2007): الميكانيكا الحيوية والتقييم والقياس التحليلي في الأداء البدني،المكتبة المصرية للطباعة والنشر،الإسكندرية

- قاسم حسن حسين، إيمان شاكر محمود: الأسس الميكانيكية والتحليلية والفنية في فعاليات الميدان والمضمار، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع. 2000.

- قاسم حسن حسين، أيمان شاكر. (1998). *طرق البحث في التحليل الحركي*. عمان: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.-

- كمال جميل الربضي: الجديد في ألعاب القوى، النشر بدعم من الجامعة الأردنية ،2005، عمان

- وجيه محجوب : التحليل الحركي الفيزياوي والقلبي للحركات الرياضية ، بغداد ، التعليم العالي ، 1990 ،ص50

-Allard, Blanchi et autres : Analyse du Mouvement Humain par la Biomécanique ; 2Ed, Edition vicot, Québec, 2000

- Ben Mansour, Khalil : Contribution à la caractérisation mécanique des critères de qualités du départ de la course vitesse sur 100 m, thèse doctorat, L'université de Poitiers, 2008,p 14.16.18

-Coh M., Jost B: Kinematic and kinetic Parameters of the sprint start acceleration model of top sprint Gymnica, 1998

-Fortier S., Basset F. A., Mbourou G. A., Favérial J: Starting Block performance in sprinters, Journal of sport Sciences and Medicine, 2005

-**T.Blancon**: La physique et la mécanique à l'usage de la pratique sportive, in Dossier EPS n°69, Paris, 2006.

-Morin J-B, Bourdin M, Edouard P, Peyrot N, Samozino P and Lacour J-R. Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *Eur J Appl Physiol* DOI 10.2007

- **Natta F., Réga C:** Analyse cinétique et cinématique : du départ en starting blocs, de la foulée de course a vitesse maximale. Rapport de recherche, Département des Sciences du Sport, INSEP, 2001

-Watkins, J: An introduction to biomechanics of sport and Exercise. London: Elsevier, 2007 echanics.htm
-Hall J. Susan: Basic Biomechanics , 4ed , Mc GRAW-HILL international editions, (2007),edition Boston.
- **Morin J-B, Bourdin M, Edouard P, Peyrot N, Samozino P and Lacour J-R.** Mechanical determinants of 100-m sprint running performance**.** ***Eur J Appl Physiol*** **DOI 10**.2007
-http://www.quintic.com/quintic_biom
-www.laaf.org- International Association of athletics Federation
-ISB: International Society of Biomechanics http://isbweb.org -www.motionanalysis.com
-www.olympic.org/fr 2012
- www.biogesta.fr

الرموز والمصطلحات المستخدمة في البحث:

X : Distance
T : Temps
V : Vitesse
Amp : Amplitude
Fréq : Fréquence
N : Nombre de foulée
Vr : vitesse de réaction
V_M : vitesse maximale
V_F : vitesse finale
Vm : vitesse moyenne