العدد الخامس لمجلة تفوق في علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية	ISSN: 2507-7201 EISSN: 2602-6899

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

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

الدكتور: صغير نورالدين، جامعة وهران[1]

الدكتور: مهيدي محمد، جامعة وهران[2]

الدكتور: رقيق مداني، جامعة مستغانم[3]

ملخص البحث:

يعد الارتقاء بمستوى الرياضة والرياضيين أحد المعايير التي يقاس بها تقدم الدول وتطورها وحضارتها المتميزة ولذلك تتنافس دول العالم تنافسًا كبيرًا في مجال الإنجاز الحركي لمختلف الألعاب الرياضية وتعمل على توظيف العلوم المرتبطة بالحركة لتحسين الأداء والارتقاء بمستوى الانجاز للوصول إلى المستويات العالمية والأولمبية، ويعتبر التحليل في المجال الرياضي أحد العلوم التي ترتكز على علوم أخرى مثل الرياضيات والإحصاء والفيزياء والميكانيكا الحيوية والعلوم الأخرى المرتبطة بالحركة لذلك لا يمكن إجراء التحليل للحركة دون وجود جميع العناصر المؤثرة في الأداء، إن تحليل الحركة والمهارة ليس غاية في حد ذاته بل هو وسيلة توصلنا إلى معرفة طرائق الأداء الصحيحة للفرد وعند قيامه بالحركات المختلفة، كما تساعد على اكتشاف الخطأ في الأداء والعمل على صلاحه والحكم به الكفاءة الحركية (عبد الله وبدوي2007، 111) إذ إن مستوى الإنجاز يتوقف على مستوى المعرفة العلمية بأهداف التحليل البيوميكانيكي، بوصفه علماً كاشفاً للمسارات الحركية الخاطئة ومستويات ضعف الأداء الحركي (شحاتة والشاذلي2006، 340).

وتعد السرعة من المكونات الأساسية للياقة البدنية وأحد أهم عناصر اللياقة الحركية، وإن الأداء الحركي في العدو السريع تعتمد على قابلية الفرد في دفع جسمه بقدرة عالية ويتوافق جيدا فكلما اقترب الركض من زيادة سرعته كلما وقع تحت تأثير بعض الأسس التي تؤثر في هذه السرعة ومنها طول الخطوة وترددها، 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 أقل زمن ممكن خلال الأداء الحركي.

وإدراكا منا بأهمية الاستعانة بنتائج تحليل الخصائص الحركية للمستويات العالية، من خلال التحليل البيوميكانيكي للأداء بغية التعرف على مختلف المعدلات المميزة للمتغيرات الكينماتيكية والعلاقة فيما بينها وأهميتها في تحقيق أفضل الانجازات الرياضية، جاءت دراستنا هذه والمتمثلة في التحليل الحركي لنهائي مسابقة 100م بالبطولة العالمية (**2009**) **ببرلين**، والتي نسعى من خلالها إلى تحديد أهم المتغيرات الكينماتيكية والفنية المميزة لمنحني السرعة لحركة العدائين المتفوقين في المسابقة، 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.

الكلمات المفتاحية: البيوميكانيك، التحليل الحركي، طول الخطوة، تردد الخطوة، منحنى السرعة.

The Mechanical Determination of the High Level For-100M-Sprint in World Champion of athletism in Germany (2009).

Descriptive and comparative Study between the athletes Usain.bolt Tyson. Gay- Asafa.Pawoul

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 kinetical 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……) and Excel, 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

and left the researcher with a number of recommendations and the most important is the period of time for the maximum speed is the first factor for levels of speed.

Key word: Biomechanics, Movement analysis, Speed, Amplitude, frequency

مقدمة البحث: تمثل دراسة مستويات الأداء العالية للأبطال في الدورات الأولمبية والعالمية من أفضل المحكات الموضوعية التي يمكن الاستفادة منها في دراسة العلاقات بين مكونات المهارات الحركية كي يمكن الاستفادة منها في توفير المعلومات وزيادة المعرفة عن العوامل والمتغيرات الميكانيكية والكينماتيكية التي تحكم الأداء في منافسات ألعاب القوى.

ويشمل البايو ميكانيك القوانين الفيزيائية وتطبيقاتها المتنوعة على حركات جسم الإنسان لمعرفة قابلية وحدود القدرة البشرية غير المتناهية فضلا عن تحليل الحركات باستعمال التصوير لغرض

عرض النماذج بتكرارات عديدة أو بسرعة مختلفة بهدف المساعدة في تحديد الأخطاء الفنية للأداء (ألخالدي والعامري2010، 12).

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 ما سبق 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 والمتتبعين 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 والذي يستوجب تحقيق نسب ومعدلات معينة لبعض المتغيرات الميكانيكية المترابطة فيما بينها والتي تمثل المعايير الأساسية والحقيقية المحددة لمستوى الإنجاز 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.

وعند 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، فمثلاً فعند دراسة أحد الأرقام العالمية المتحققة بركض (100) متر والتي

تعتمد في انجازها على الزمن المتحقق خلال ذلك، نلاحظ أن 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 ناحية أخرى، ومن الناحية البيوميكانيكية تتفق معظم الآراء والدراسات على أن الارتقاء بمستوى الأداء في مسابقة السرعة يتطلب تحقيق نسب معينة لبعض المتغيرات الكينماتيكية والفنية خلال مختلف مراحل السباق والتي هي أصلا 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، ويعتبر العداء الجامايكي Usain.bolt أحد أحسن العدائين في سباقات السرعة في العشرية الأخيرة حيث يعتبره العديد من المختصين في مجال التدريب الرياضي أن المستويات التي حققها يصعب تحقيقها لاحقا، بالنظر إلى المميزات الفنية والخصائص الكينيماتكية المميزة لأدائه الحركي في منافسات السرعة والتي حققها، حيث يحوز على الرقم العالمي "9.58ث" (برلين2009) إضافة إلى تحطيمه الرقم الأولمبي في الألعاب الأولمبية الأخيرة (لندن 2012) لمسابقة 100 متر بـ"9.63" ثانية والذي كان بحوزته أصلاً بزمن قدره"9.69"ث في دورة بكين2008، ويعتبر إنجازه في نظر العديد من الباحثين والاختصاصيين أحد أهم المعايير المعتمدة حاليا في إعداد وتحضير العدائين لاختصاص السرعة في مختلف المنافسات والفعاليات الرياضية، 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 الاولمبية (2009) ببرلين في ألمانيا، 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 والتي على أساسها يمكن طرح التساؤلات التالية:

السؤال الرئيسي: ما هي نسب المحددات الميكانيكية والفنية المميزة لمنحنى السرعة للمستوى الرقمي العالمي في 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(U B) 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(UB) على تخصص 100م هو تحقيقه أحسن معدل سرعة متوسطة ($\mathbf{V_m}$) خلال فترة الأداء؟

– هل أن محافظة العداء (UB) على سرعته القصوى ($\mathbf{V_{max}}$) لأطول مسافة ممكنة سبب تحقيقه أفضل زمن إنجاز حركي في تخصص السرعة خلال هذه المسابقة؟

– هل أن تحقيق العداء (U.b) أكبر معدل للسرعة النهائية **–$\mathbf{V_f}$–** في نهاية السباق أحد العوامل التي سمحت له بالتفوق في المسابقة النهائية؟

أهداف الدراسة: نسعى من خلال هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي: 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.

– التعرف على الخصائص الفنية المميزة لحركة العدائين في مسابقة السرعة.

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

المصطلحات الأساسية للدراسة: 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.

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.

الكينماتيك: إن مصطلح الكينماتيك هو أحد فروع علم الميكانيك الذي يهتم بالوصف التحليلي والرياضي لأنواع الحركة، وليس مسببات الحركة les forces ووصف 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.

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

التحليل الحركي(l'analyse du mouvement): يعتبر أحد مجالات biomécanique والذي يبحث في الأداء ويسعى إلى دراسة أجزاء الحركة ومكوناتها للوصول إلى دقائقها، سعياً وراء تكنيك أفضل(قاسم حسن حسين، أيمان شاكر2000، ص28)

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

تردد الخطوة «Fréquence»: وهو يعبر عن عدد الخطوات في زمن محدد (ويعبر عنه بالتردد الزمني)، أي عدد الخطوات في الثانية (خ/ث). (Morin J, 2007, 76)

– 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 $\Longrightarrow$ $V=x/t\ m/s$ $x=v.t$

وكذلك معدل السرعة = طول الخطوة × 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)

منحنى السرعة: هندسيا المنحنى هو عبارة عن خَطٌّ بيانيّ لنقطة متحرِّكة بحسب قانون معيَّن،حيث يبن لنا مقادير السرعة التي ميزت حركة الجسم في كل لحظة زمنية خلا ل مساره الذي تحرك فيه.

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.

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

–Cassette Vidéo –Logiciel Tempro – Adopte Flash Player.

–Logiciel Vidéo Performer – Logiciel Vidéo to Picture –Micro Dell –I7

– CAO: Conception Assisté par Ordinateur

الدراسة النظرية: التحليل الحركي: 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 (الصميدعي1987، 91).

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

التحليل الكينماتيكي: وهو الذي يختص بالملاحظة والوصف العلمي للمتغيرات الحركية.

التحليل الكينتيكي: وهو 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 عادل عبد البصير2007 ،28)

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:

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

مراحل الأداء الحركي لسباق السرعة 100م ويشير كل من"Ben Coh M., Jost B Natta. F, Réga. C2001- Mansour. Khalil,2008" 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 (vitesse initiale) – مرحلة تزايد السرعة (accélération) – مرحلة المحافظة على السرعة القصوى(vitesse stabilisée) - مرحلة هبوط السرعة (Décélération) - مرحلة الوصول (L'arrivée).

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 والاتجاه.

وضع الاستعداد والانطلاقة: 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 تقريباً، وهذه الزوايا هي المثلي لإنتاج أفضل قوة انطلاق.
(Coh M., Jost B, 1998, 42)

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 (Morin. **J** et autres, 2007, 75)

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 min33,6	Marathon

الجدول رقم(01) يبين المقارنة بين الخصائص الفنية لخطوة العدو طبقا لمسافة الركض

ولتسهيل 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: (Fortier. S et autres, 2005, 43)

– الارتكاز الخلفي والذي يحدد مقدار واتجاه قوة الدفع للأمام.

– المرجحة الخلفية والتي تساعد على تحقيق الاسترخاء خلالها اللاعب من رفع الركبة في المرحلة التالية بالشكل المطلوب.

– المرجحة الأمامية والتي تؤثر في طول الخطوة وفعالية الهبوط.

– 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 ايجابياً 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 المرجحات.

– 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 بعيداً عن الخط المستقيم (صريح عبد الكريم الفضلى2010 ،24)، ويجب الإشارة هنا إلي أن هذا الوصف السابق لتحليل خطوة الجري هو عبارة عن دورة كاملة تمتد منذ اللحظة التي تكون فيها القدم متصلة بالأرض وحتى اتصالها بالأرض مرة أخرى.

– أما مرحلة التعجيل أو تزايد السرعة فهي احد المراحل الرئيسة والتي يجب أن يحققها جميع اللاعبين وحسب خصوصية الأداء لسباق100متر، وتتطلب هذه المرحلة قوة كبيرة في العضلات الرجلين إذ تتحكم قوة هذه العضلات في تحديد المستوى في هذه المرحلة، لذا فان التعجيل يعتمد على مقدار الانقباض العضلي والقوة التي ينتجها اللاعب والتي تعطي إمكانية للاعب في التحكم بالسرعة المتغيرة تزايدية أوتناقصية لذا نلاحظ أن التعجيل يعتمد على القوة العضلية والانقباضات العضلية للوصول إلى السرعة القصوى والتي هي الهدف الذي ينبغي تحقيقه لأطول فترة زمنية حيث تظهر صفة القدرة في بعض المراحل الفنية من هذا السباق.

ويجب الإشارة إلي أن بلوغ التعجيل يمكن أن يصل حتى مسافة 60متر من السباق التي يصل إليها اللاعب إلى أقصى سرعة له، وهناك رأي آخر يقول أن معظم الأبطال يصلون إلى أعلى معدل لهم في السرعة القصوى ما بين (30 .60 متر) وعليه فان مرحلة التعجيل غير محددة فقد تستمر إلى 50متراً أو إلى 70متراً عند الأبطال العالميين وكلما طالت مرحلة التعجيل كلما حصل اللاعب على إنجاز أفضل، وهذا يرجع إلى مستوى صفة القوة المميزة بالسرعة لديهم وكفاءة العضلات العاملة على الانقباض السريع ولمدة محددة من الزمن(Morin J ,2007,55)

نتائج الدراسة: الجدول(02) يبين مقادير كل من الزمن و قيم السرعة (الانطلاقة، والمتوسطة، القصوى، النهائية) لكل عداء خلال مراحل نهائي سباق–100م– بالبطولة العالمية 2009

x	Usain bolt			Tayson Gay			Asafa Powell		
	Temps 20 m	v	v_f	Temps 20 m	v	v_f	Temps 20 m	V	v_f
00	00	00	0.14	00	00	0.114	00	00	0.14
20	2.88	6.94	6	2.92	6.84		2.91	9.87	3
40	4.64	11.36		4.70	11.23		4.71	11.11	
60	6.31	11.97		6.39	11.83		6.42	1.69	
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	

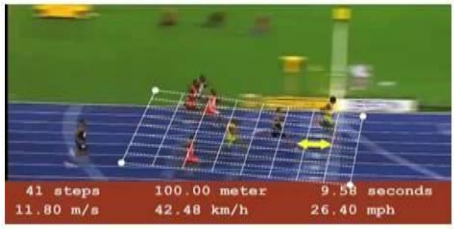
الشكل رقم(01) يبين بعض الصور الخاصة بتحليل بمراحل السباق والتي تبين مقادير المتغيرات الميكانيكية والخصائص الفنية لحركة العدائين.

الصور تبين محطيات المرحلة الأولى من السباق

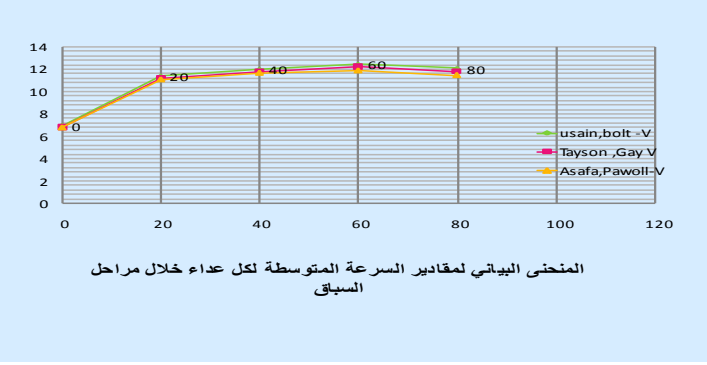
الصور تبين محطيات المرحلة الثانية من السباق

الصور تبين محطيات المرحلة الثالثة من السباق

الصور تبين محطيات المرحلة الأخيرة من السباق



- مرحلة نهاية السباق -الوصول-



المنحنى البياني لمقادير السرعة المتوسطة لكل عداء خلال مراحل السباق

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

الجدول رقم(03) الخصائص الفنية المميزة لخطوة كل عداء خلال مراحل السباق

الاستنتاجات: من خلال النتائج المتحصل عليها من تحليل مراحل السباق، وكذا تطبيق 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 0.134ثا.
- ضعف سرعة البداية لدى (usain,bolt) مقارنة بالعدائين (T.G, A.P) بزمن قدره 6.94ثا
- 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.

التوصيات: اعتماد المحددات الميكانيكية المميزة للمستويات العالية في سباقات السرعة كمعايير لإعداد عدائي فرق النخبة.

– توظيف الخصائص ومميزات الخطوة خلال برامج إعداد وتحضير الرياضيين في تخصص السرعة.

– إجراء دراسات بايوميكانيكية لدراسة العوامل الكينيتيكية ومساهمتها في تحقيق الانجاز الحركي المرغوب.

– إجراء دراسات للمقارنة بين مستوى لاعبينا المحلين ومقارنتها بالمستوى العالمي.

المصادر والمراجع:

– بدوي عبد العال بدوي وآخرون: علم الحركة والميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق، دار الوفاء الدنيا للطباعة والنشر، الإسكندرية2006.

– ريسان خريلط، نجاح مهدي شلش: التحليل الحركي، الدار الدولية للنشر والتوزيع ودار الثقافة للنشر عمان2002.

– كمال جميل الربضي: الجديد في ألعاب القوى، النشر بدعم من الجامعة الأردنية2005، عمان

– علي، عادل عبد البصير: الميكانيكا الحيوية والتقييم والقياس التحليلي في الأداء البدني، المكتبة المصرية للطباعة والنشر، الإسكندرية2007.

– صريح عبد الكريم الفضلى: تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي ط2 دار الكتب بغداد2010.

- 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, France2008,

- Hall J. Susan: Basic Biomechanics, 4ed, Mc GRAW-HILL international editions (2007), edition Boston

- 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, INSEP2001