مساهمة بعض المتغيرات البيوميكانيكية فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة للرجال

* أ.م.د. صلاح الديـــن محمد مالك
** علاء الدين حامد مصطفـــــى

١/٠ المقدمة : Introduction

بالـــرغم من استخدام التكنولوجيا الحديثة فى تصنيع الزانة من الألياف الصناعية، وما تبع ذلك من ارتفاعات ملحوظة بالقفز بالزانة، إلا نه لوحظ اختلاف التطور المستمر فى الأداء لهـــذه المســـابقة عـــلى مدار العشرين عاماً السابقة عن مسابقات الميدان والمضمار الأخرى التى أصبح فيها الأداء فى قمته فى الأعوام الماضية.

ومـــا زالـــت مســـابقة القفز بالزانة تحتاج إلى تطور، ويتطلب تحقيق ذلك إجراء الأبحـــاث والدراســـات العـــلمية فى مجال القفز بالزانة، ومن هنا تبرز مشكلة البحث التى تنحصـــر فى تحليل أداء أفضل قافزى الزانة فى مسابقة الزانة فى الدورة الأوليمبية لتحديد نسبة مساهمة بعض المتغيرات البيوميكانيكية للقفز بالزانة فى المستوى الرقمى فى مسابقة الزانة فى الألعاب الأوليمبية عام ١٩٩٢م.

٢/٠ هدف البحث : Research purpose

تهـــدف هذه الدراسة إلى تحديد الخصائص العامة للميكانيكا الحيوية للقفز بالزانة لأداءات القافـــزين الأوليمبيين فى أوليمبياد عام ١٩٩٢م وإضافة معلومات جديدة عن فنية أداء القفـــز بالزانة لتحسين المستوى الرقمى الأوليمبى عن طريق تحديد نسبة مساهمة أهم المتغيرات البيوميكانيكية تأثيراً فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة.

---

* د. صلاح الدين محمد مالك، أستاذ مساعد بقسم التدريب الرياضى، بكلية التربية الرياضية ببورسعيد، جامعة قناة السويس.
** د. علاء الدين حامد مصطفى، مدرس بقسم التدريب الرياضى، بكلية التربية الرياضية ببورسعيد، جامعة قناة السويس.

٣/٠ القراءات النظرية :

يذكر جيمس هاى (١٩٧٨م) أنه من أجل أغراض التحليل الارتفاع الذى يصل إليه القافز بالزانة وربما يلاحظ كمجموع لاربعة أجزاء منفصلة :

أ- ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند لحظة أخذ الارتقاء (H_1) شكل (٧).

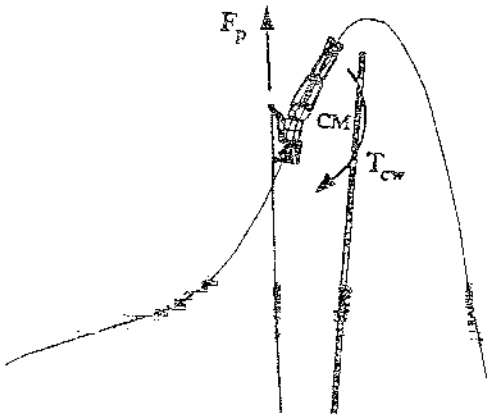
ب- الارتفاع الذى يرفع إليه مركز ثقل كتلة الجسم بحيث يكون فوق الزانة (H_2) شكل (٧).

جـ- الارتفاع الذى يرفع إليه مركز ثقل كتلة الجسم بحيث يصبح جسماً حراً (H_3) شكل (٧).

د- الفرق بين أقصى ارتفاع وصل إليه مركز ثقل كتلة الجسم وارتفاع العارضة (H_4) شكل (٧) (١ : ٤٤١، ٤٤٢).

وينحصر هدف القافز بالزانة فى الحصول على أعلى قمة ارتفاع لمركز ثقل كتلة الجسم (CM) مع الدوران الذى يسمح للاعب بالمروق فوق العارضة بأمان بكل أجزاء جسمه. ويحتاج اللاعب أيضاً بعد الاقتراب السريع إلى جعل الجسم فى وضع مقلوب لأسفل لحظة دفعه الزانة (فردها - استقامتها). وبهذا الأسلوب تكون معظم قوى الزانة مستخدمة لرفع مركز ثقل كتلة القافز (CM) بدون أن تعطى أى دورانات زائدة، وسوف يحتاج اللاعب إلى بعض قوة دوران للمروق فوق العارضة.

وباختصار على القافز أن يصل للوضع الذى تسمح فيه قوة الزانة بارتفاع مركز ثقله بدفعة رأسية مع الدوران اللازم لعبور الارتفاع المطلوب شكل (١).



شكل (١)

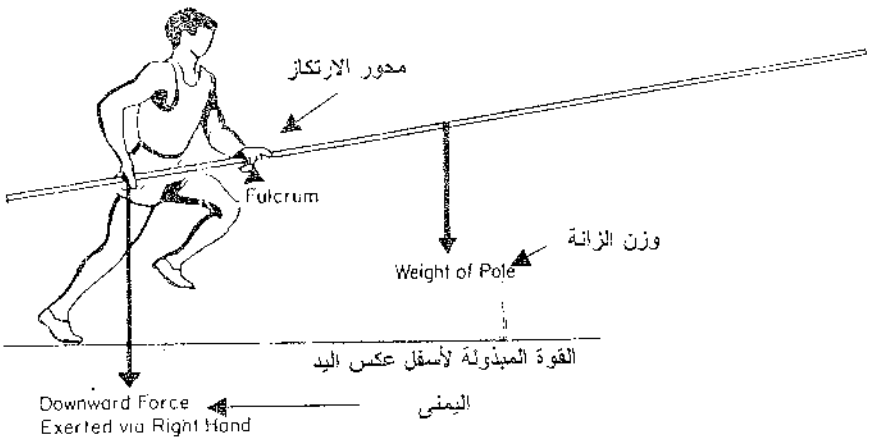
محصلة قوة دفع الزانة على مركز الثقل

١/٣ مرحلة الاقتراب : Run-up

يذكر جيمس هاى (١٩٧٨م) أن وارميدرام Warmerdam أول رجل قفز (١٥ قدم) وحامل الرقم العالمى المسجل لما لا يقل عن ١٧ سنة، وبمواصلته البحث فى اختلاف مظاهر الجرى نبه إلى أشياء أخرى كالعلاقة حول طول الجرى، ومتوسط السرعة المحققة بعد آخر ٥٠ قدم جرى والارتفاع الواضح لأفضل القافزين باستخدام الجرى الأطول والمحقق لمتوسط السرعات الأعلى من القافزين الأقل قدرة (٦ : ٤٤٩).

وحيث أن الاقتراب يهدف أساساً إلى الحصول على سرعة أفقية كبيرة أو كمية طاقة حركية تساعد على غرس الزانة بالصندوق، لذا على القافز بالزانة الجرى بسرعة كبيرة، ولكن السرعة الأفقية لا يمكن أن تكون بنفس القوة كما فى الجرى الحر وهذا لسببين : الأول أن اللاعب يحمل الزانة، والسبب الثانى، يجب على اللاعب التركيز والدقة لتحديد وضع الارتقاء. الاقتراب السريع مهم جداً ولكنه ليس كافى للقفزة الصحيحة. وبمقارنة القفزات الناجحة والفاشلة لنفس القافز ظهر اختلاف بسيط فى أنماط الاقتراب الذاتى. لذلك عموماً ليس سرعة الاقتراب هى سبب المشكلة. وعلى النقيض من ذلك، الاقتراب السريع جداً عديم الفائدة إذا لم يتخذ متطلبات الوضع اللازم للارتقاء. والخطوة قبل الأخيرة أطول من الخطوة الأخيرة فالخطوة الأخيرة قصيرة حتى يمكن للقافز فيها من رفع مركز ثقله لوضع الارتقاء والذى يهيئ انتقال انسيابى من السرعة الأفقية للاقتراب إلى

السـرعة الرأسية للارتقاء. وبهذه الطريقة يتجنب القافز حركات الايقاف والتغيرات الفجائية فى خط سير مركز ثقل الجسم (CM). ويجب أن تكون قبضة القافز قوية على الزانة لتجنب دوران الزانة عند غرسها بالصندوق وتكون حدود ارتفاع القبضة متناسب مع مقدار الطاقة المنتجة من القافز، ويساعد تزايد سرعة الإقتراب القافز على استخدام قبضة أعلى، علما بأن قوة القبضة تجعل لدى القافز القوة الكافية للتحكم فى قوة رد الفعل المتزايد الناتجة من الزانة والمؤثرة على الجسم وأن أى زيادة فى السرعة لا تصعب توافق القفزة. كما يجب على القافز أن يضع فى الاعتبار أثار ارتفاع القبضة لحظة الارتقاء، فإذا تم مسك الزانة بعيداً جداً عن قمة القاعدة - عن صندوق الغرس- فإن لحظة حركة القافز والزانة للوضع الرأسى سوف تزيد حركة القافز وتتم قبل وصول الزانة للوضع الرأسى، ومن ناحية أخرى إذا مسك الزانة بقبضة منخفضة فإنها تجنح إلى الوضع النهائى (الرأسى) المطلوب قبل أن يتمكن القافز من أن يكمل بفاعلية جميع التسلسل الحركى الصمم وذلك لتقدم جسمه أو جسمها فى الهواء (٦ : ٤٤٨، ٤٤٩).



شكل (٢)

عزم القوة لأسفل المبذول عن اليد العليا للقافز لتوازن

عزم وزن الزانة خلال حمل الزانة (عن هاى)

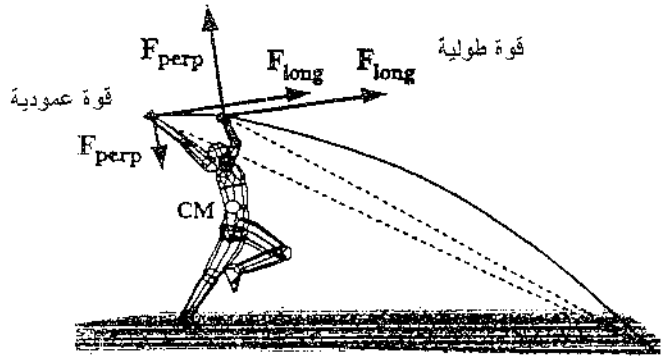
٢/٣ مرحلة الارتقاء : Take off phase

يفترض أن بعض الطاقة الحركية سوف تتشتت عند وضع الارتقاء، ويرجع ذلك إلى ثلاث أسباب هى : (١) دخول أو غرس الزانة فى الصندوق، (٢) قوة الدفع العكسى لقوة رد فعل الأرض على قدم ارتقاء القافز، (٣) فقدان الطاقة نتيجة لثنى الزانة.

يجب على القافز توليد دفعاً رأسياً كافياً خلال الفترة القصيرة للارتقاء بينما يقلل من فقدانه للسرعة الأفقية وفى نفس الوقت يجب أن يجعل جسمه فى وضع جيد بالنسبة لنقل الطاقة للزانة. وأكثر من ذلك يجب أن يقوم القافز بغرس الزانة قبل أو عند اللحظة التى تصل فيها سرعة الارتقاء الأفقية إلى أقصاها، ويجب أن يضع القافز قدم الارتقاء مباشرة تحت قمة اليد عند غرس الزانة. إذا وضعت قدم الارتقاء خلف الخط المتعامد المار باليد العليا، فإن القافز قد يأخذ وقت أكثر فى التأرجح أكثر مما يتمكن من السيطرة عليه بعد ذلك فى القفزة.

بالإضافة إلى ذلك فإن مسافة الارتقاء قد تقلل القوى الرأسية التى قد يبذلها اللاعب عند الارتقاء جاعلاً ذلك أكثر صعوبة فى وضع الزانة فى الوضع الرأسى. وإذا كانت القدم بعيدة للأمام من الخط العمودى المار باليد العليا فإن القافز سيعانى من تقلص فى الارتقاء عندما يقوم بالقفز للأمام ضد القوة الداخلية بواسطة اليد اليمنى.

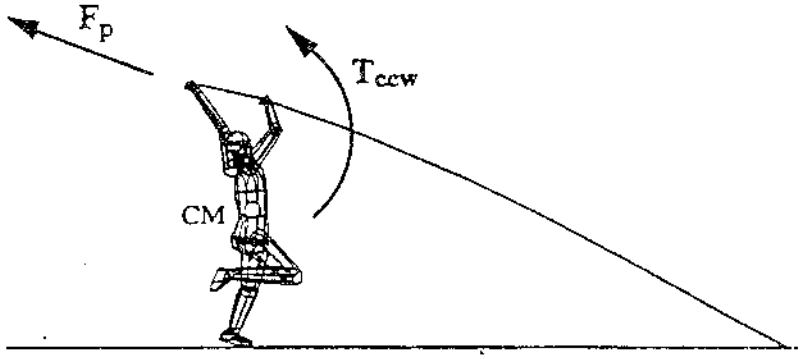
تعطى الزانات المصنوعة من الألياف الزجاجية ارتفاع أعلى فى القفز مقارنة بالزانات المعدنية أو الخشبية المستخدمة سابقاً. وذلك لأنها تسمح باستخدام قبضة أعلى وانحناء أكثر، وتوفر كثير من الطاقة. والزانات الفيبر Fiberglass poles توفر وسائل فعالة لتحويل الطاقة الحركية للقافز إلى طاقة مكتسبة. وأيضاً يمكن استخدام القبضة الواسعة مع الزانات الفيبر، حيث تسمح بسهولة التحكم فى ثنى الزانة. والمسافة بين يد القافز ووضع الذراعين سوف تسمح له ببذل قوة طولية وعمودية لبدء الانحناء. انظر شكل (٣).



شكل (٣)

قوة القافز على الزانة من خلال اليدين

إن أهـم تأثيـر لقـوة رد الفعل هذه هو الدوران عكس عقارب الساعة (CCW) للأمـام مـع عزم دوران مركز ثقل كتلة القافز الذى يؤدى إلى بداية دوران القافز فى هذا الاتجـاه، انظر شكل (٤)، وفى نفس الوقت فإن جهد اليد السفلى تقريباً عمودى على نقطة التماس وهذه القوى سوف تسهل انحناء الزانة، وهذا دليل على أن استخدام قبضة يد أوسع عـلى الـزانة سوف يسمح بتحكم أفضل وأسرع فى الانحناء ومرده إلى المحتوى العمودى لقـوة الجهد على الزانة بكل من اليدين فى الاتجاهين المتقابلين، وكذلك فإن هذا النوع من القبضة مفيـد فى المراحل التالية : فإنها تزيد تأرجح الدوران عكس عقارب الساعة (CCW) لمركز كتلة الجسم (CM) فى المراحل المبكرة لغرس الزانة وتساعد على تسارع انـتقال مركز ثقل كتلة الجسم (CM) عندما يكون مطلوباً فيما بعد، وتساعد على استقامة أسـرع للجسم أثناء الدفع لأعلى، ومع ذلك فهناك عيب واحد لوضع اليد المنخفض وهو رد فعل قوة الزانة على هذه اليد يولد دوران عكسى فى اتجاه عقارب الساعة (CW) وتجعلها أكثر صعوبة فى تحقيق الوضع المقلوب المطلوب (٦ : ٢٥٥-٢٦٠).



شكل (٤)

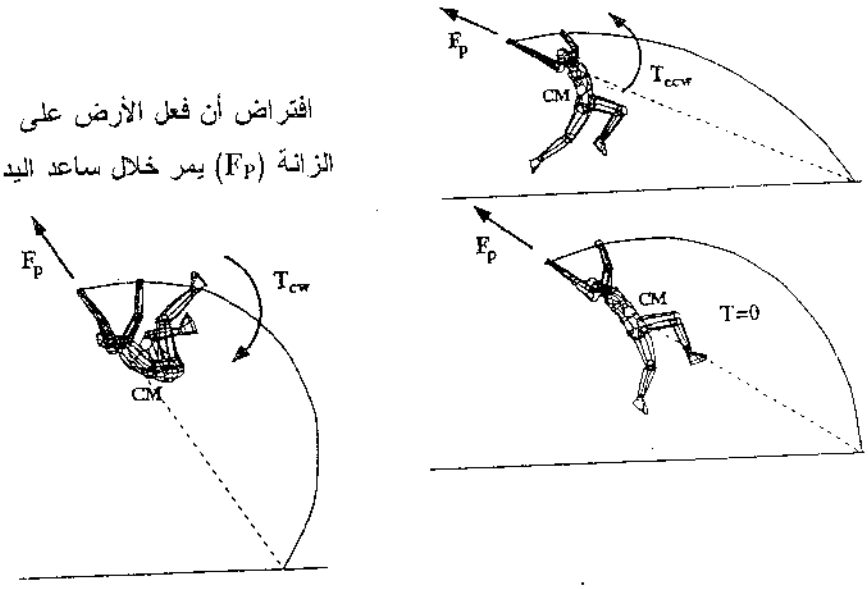
مراحل الدوران الأمامى

٣/٣ مرحلة ارتكاز الزانة : Pole support phase

أثناء الفترة الأولى فى ارتكاز الزانة، يتعلق القافز لوقت قصير ليؤخر الحركة العليا لمركـز ثقل الكتلة (CM) والدوران عكس عقارب الساعة (CCW) وبهذه الطريقة تستغل بعض كمية الحركة الزاوية من أجل التحكم فى كم مساو للحركة الزاوية فى الاتجاه العكسى. وهـذا الـتغيير ضرورى فى هذه اللحظة. بعد هذا الفعل، يتأكد القافز من عبور الزانة للخط الرأسـى وفى هذه اللحظة يحتاج الجسم للتحرك لأعلى والدوران استعداداً لعبور العارضة.

يـدور كـل من القافز والزانة فى اتجاهين عكسيين، ويظل القافز بدون دوران حتى لحظة عـبور مركـز ثقل الكتلة فى مستوى عمودى على مسارها، والمحتوى على متجه رد فعل الأرض على الزانة وعند هذه النقطة، تصل قيم عزم الدوران إلى الصفر والعزم علامة على الـتغيير- افـترض الـباحث أن رد فعل قوة الأرض يمر من خلال ساعد قبضة اليد. وفى الحقيقة، يمكن مرورها من خلال أى نقطة بين اليدين- انظر شكل (٥).

افتراض أن فعل الأرض على الزانة (F_P) يمر خلال ساعد اليد



شكل (٥)

توليد العزم عن طريق الزانة على القافز خلال مرحلة ارتكاز الزانة. F_p= رد فعل الأرض على الزانة، T_{ccw}= عزم الدوران ضد عقارب الساعة، T_{cw} = عزم الدوران مع اتجاه عقارب الساعة

مـن هـذه الـنقطة فإن رد فعل القوة سوف يبذل فى اتجاه عزم دوران عقارب الـساعة (CW) عـلى مركز ثقل الزانة والقافز (CM). وهذا العزم سوف يقلل بالتدريج بـطئ كمية الحركة الزاوية للقافز لأسفل فى اتجاه عكس اتجاه عقارب الساعة (CCW). لـزيادة سـرعة دوران الجسـم فى الوضع المقلوب فإن القافز يمكنه أن يزيد من سرعته الـزاوية بتقـليل عزم القصور الذاتى أو بمعنى أخر تكور القافز لدرجة تزيد السرعة لأعلى وللأمـام فى اتجـاه عكس اتجاه دوران عقارب الساعة (CCW) فعل هذا التكور له أيضاً

تأثيـر أخر. بما أن الرجلين (وكذلك مركز ثقل الكتلة) تتسارع بعيد عن قاعدة الزانة (مثل، بعيـد عـن الصندوق)، فإن رد فعل اليدين يميل نحو الاقتراب من الصندوق. وهذا يزيد من قوة الزانة ويسبب انحناء الزانة أكثر.

قـبل أن يقـل عزم الدوران فى اتجاه عقارب الساعة (CW) المؤثر على القافز بشـكل كـافى لجعل السرعة الزاوية للاعب تساوى صفر "تغيير العلامات"، على القافز أن يكون فى أعلى وأقرب وضع لنصف لفة ومستعد لترك الزانة والمروق فوق العارضة.

عـندما تبدأ الزانة فى الامتداد فإن القافز يكون قد وصل إلى أعلى وضع مقلوب. وهـنا تصل مرحلة القصور الذاتى إلى أضعف مستوياتها. وسوف تعيد الزانة معظم الطاقة المخـتزنة كالطاقـة المـرنة Elastic energy للقافز فى شكل طاقة حركية، وهذه الطاقة الحركية بالتالى تتحول لطاقة كامنة، والتى تكون مساوية لرفع مركز ثقل كتلة القافز (CM) وأثناء اعادة الزانة للطاقة المختزنة يمكن للقافز إضافة السرعة للحركة عن طريق السحب والدفع – التكور والمد – بالطرف السفلى للجسم والحوض ضد الزانة (٦ : ٤٤٥).

٤/٣ مرحلة الطيران الحر : Free flight phase

لـكى يـؤدى القافـز عبوراً ناجحاً لأقصى ارتفاع، يجب أن يكتسب بعض الحركة الـزاوية فى اتجاه عقارب الساعة (CW)، ولكى يحصل على ذلك، يجب عليه أن يتلقى رد فعل صغير من قوة الزانة كما ذكر سابقاً. ورد فعل البعد عن قوة المركز سوف يوفر أفضل سـرعة ارتفـاع ممكنة مع دوران بسيط فى اتجاه عقارب الساعة (CW) شكل (٥)، يحدد منحـنى طيـران القطـع المكـافئ لمركز ثقل الكتلة عن طريق السرعة الرأسية والسرعة الأفقيـة، ارتفـاع مركـز ثقل الكتلة قبل الانطلاق وزاوية ترك القافز للزانة. كمية الحركة الـزاوية لـلقافز والسرعة الأفقية لمركز ثقل الكتلة تبقى ثابتة عقب هذه النقطة. لذلك فإن التداخل لكل من الحركات السابقة سوف يجعل الجسم فى ارتفاع ملائم ومسافة أفقية مناسبة لـتعدية العارضـة، وفى وضع أفضل أثناء تعدية العارضة وبالكم والاتجاه الصحيح لسرعة الـدوران ومن ناحية أخرى فإن الخطأ فى الحركات السابقة يسبب اتساع أو ارتفاع لمركز ثقـل الكتلة وكذلك للوضع الخاطئ للجسم فوق العارضة أو سرعة غير ملائمة وكذلك كمية حركة غير مناسبة.

٤/٠ إجراءات البحث : Research Procedure

٤/١ منهج البحث : Research Methodology

استخدم المنهج الوصفى لمناسبته لطبيعة هذه الدراسة.

٤/٢ عينة البحث : Research sample

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية، وشملت عدد ثمانية أفضل قافزين بالزانة فى الدور النهائى فى دورة الألعاب الأوليمبية الصيفية (١٩٩٢م) المقامة ببرشلونة Barcelona Summer Olympic Games ويعرض الجدول (١) خصائص عينة البحث.

جدول (١)

خصائص عينة البحث

(ن = ٨)

الاسم	الدولة	الطول (م)	الوزن (كجم)	ارتفاع العارضة (م)	رقم المحاولة	ارتفاع CM (م)	طول الزانة (م)	المسافة الأفقية بين العارضة والزانة فى الوضع العمودى (م)
تاراسوف Tarassov	الفريق المتحد	١,٩٣	٧٤	٥,٨٠	الأولى	٥,٩١	٥,١٠	٠,٦٨
تراندنيكوف Trandenkov	الفريق المتحد	١,٩٠	٧٥	٥,٨٠	الثالثة	٥,٨٩	٥,١٦	٠,٥٧
كاريكاشيكو Carcia-Chico	أسبانيا	١,٧٨	٧٤	٥,٧٨	الثانية	٥,٧٧	٤,٩٦	٠,١١
تاربينج Tarpenning	أمريكا	١,٨٠	٧٦	٥,٧٥	الثالثة	٥,٧٨	٥,٠٧	٠,٧٩
فولتز Volz	أمريكا	١,٨٢	٧٥	٥,٦٥	الأولى	٥,٧٨	٤,٩٢	٠,٧٣
بيلتونيرى Peltonieri	فنلندا	١,٨٢	٨٠	٥,٦٠	الثانية	٥,٧٥	٥,١٣	٠,٨١
كوليت Collet	فرنسا	١,٧٦	٧٦	٥,٥٥	الأولى	٥,٧٤	٤,٨٣	٠,٨٨
كراسنوف Krasnow	اسرائيل	١,٨٣	٧٧	٥,٤٠	الثانية	٥,٦٦	٥,١٦	٠,٨١

يوضح الجدول (١) خصائص عينة البحث من حيث الطول والوزن والجنسية والمستوى الرقمى للقفز بالزانة، ورقم المحاولة، وارتفاع CM، وطول الزانة، والمسافة الأفقية بين العارضة والزانة فى الوضع العمودى.

٣/٤ وسائل جمع البيانات : Data collection methods

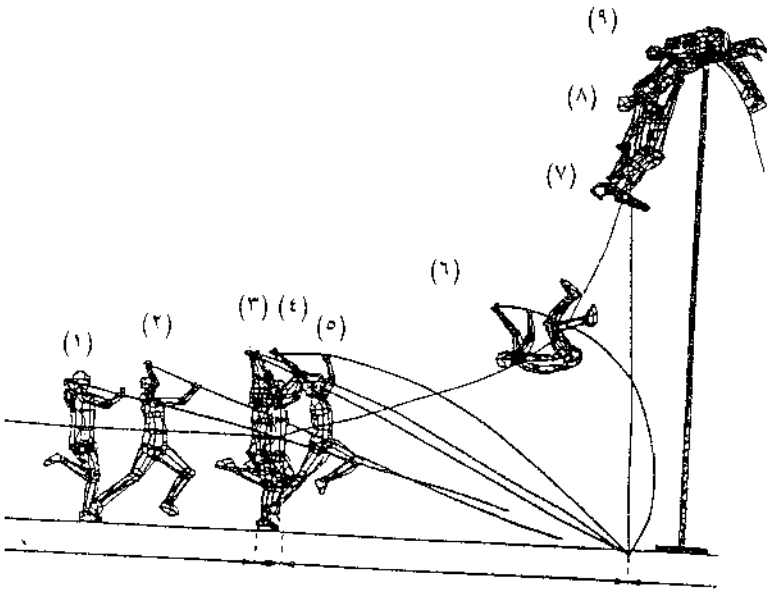
١/٣/٤ حصل الباحثان على فيلم تم تصويره فى نهائى مسابقة القفز بالزانة لأفضل ثمانية قافزين فى دورة الألعاب الأوليمبية الصيفية عام (١٩٩٢م) المقامة ببرشلونة، مع مراعاة مع ما يلى : تم استخدم التصوير بالفيديو باستخدام كاميرتى فيديو PAL بنظام (S-VHS). وضعت الكاميرا الأولى على بعد ٥٠ متر، الكاميرا الثانية على بعد ٦٠ متر من صندوق الغرس وكانتا على ارتفاع مناسب لكشف داخل الصندوق.

كانت محاور رؤية كل من الكاميرتين على يمين طريق الاقتراب للاعبين مكونة زاوية ٦٠ درجة. مجال رؤية كل من الكاميرتين كان تقريباً ٩ متر أفقى و٦ متر رأسى. استخدمت أجهزة ضبط تزامن غلق وتشغيل الكاميرتين من خلال أجهزة مولد الشفرة الزمنية (Alpermann-Velte- TC30). كما تم وضع الساعة على صورة الفيديو باستخدام أجهزة Alpermann-Velte-TC30 لقراءة وضع الزمن على الصورة لتسهيل عملية التحليل (من الخارج) من الصورة. كما تم معايرة الفراغ باستخدام الاحداثيات المعروفة للشئ والحجم من خلال ٦×٣×١ متر، واستخدم تكنيك الانتقال الخطى المباشر The direct linear transformation technique (D.L.T) باستخدام احدى عشر عنصراً لحساب احداثيات الموقع ثلاثى الأبعاد (المجسم) لاثنين وعشرون نقطة فى الجسم (٢٢ علامة فى جسم اللاعب). استخدمت شريحة مصفوفة الدالة الخماسية Quintic spline function لتهذيب الاختلافات. كان خطأ متوسط الجذر التربيعى (RMS) للنقاط ثلاثية الأبعاد المقترحة على اتجاه ازاحة الكتلة على المحور الأفقى (x)= (٠,٠٠٥متر)، والمحور الرأسى (y)= (٠,٠٠٨متر)، والمحور السهمى (z)= (٠,٠٠٣م) وكان مجموع RMS = (٠,٠١٠ متر).

٢/٣/٤ الإجراءات التحليلية : Analysis procedures

بعد رؤية الثمانية محاولات للقافزين بالزانة، وصلاحيتها للتحليل، تم تقسيم المراحل الفنية النموذجية لأداء القفز بالزانة وعرضها فى الشكل (٦) كما يلى :

١- ارتكاز الخطوة قبل الأخيرة.
٢- خطوة الارتقاء.
٣- الارتكاز الأخير.
٤- غرس الزانة.
٥- الارتقاء.
٦- أقصى انثناء للزانة.
٧- فرد الزانة.
٨- ترك الزانة.
٩- قمة ارتفاع CG.



شكل (٦)
مراحل القفز بالزانة

٤/٤ تحليل فيلم الفيديو : Film analysis

تم تحليل كل من أداءات القفزات بالزانة الثمانية للقافزين قيد الدراسة باستخدام Peak Performance. برنامج التحليل الحركى الآلى Winanalyze automatic motion analysis version 1.4 ويشتمل على CPU (60486DX) (بسرعة 60Hz)، ومبرمج صورى (كارت شاشة) مع على الأقل ٢٥٦ لون ودقة ٨٠٠×٦٠٠ نقطة (pixel).

حللت أفلام الكاميرتين بسرعة ٥٠ هرتز = لفة فى الثانية تم وضع علامات مرقمة على ٢٢ نقطة على الجسم فى كل كادر من الكاميرتين وكانت دقة الرقم ١,٠٢٤ نقطة أفقية فى ٣٦٠ نقطـــة رأسية. كما تم حساب موضع مركز ثقل كتلة الجسم باستخدام طول ووزن اللاعب وبيانات ديمبستر Dempester للجثث (١٩٥٥م) (٥) مع الجذع والرأس كل على حـــــدة تبعاً لبيانات لكلاوزير Clauser وماك كونفيل ويونج McConville & Young (١٩٦٩م) (٢).

حســـب عزم القصور الذاتى للأعضاء حول المحور الأفقى من خلال بيانات ويتست Whitesett (١٩٦٣م) (٧).

حسبت بيانات متعددة لتحليل كل قفزة مع التأكيد على التسع أقسام فى الشكل (٦) حدد ظهور لحظة الارتقاء فى زمن ١٠ ثوان لتسهيل المقارنة بين القافزين وتم تحليل أربع مـــراحل فى كـــل قفزة وهم الاقتراب Run-up، الارتقاء take off، وغرس الزانة pole support، الطيـــران الحـــر free flight ومـــن أجل التحليل اعتبر كل من اللاعب والزانة نظام واحد ونتيجة لذلك، فإن التداخل بين القافز بالزانة لا يمكن تحليله كذلك مرحلة الاقـــتراب حـــددت فى أخر خطوتين. وعموماً فإن وضع الارتقاء يتم احتسابه فى أول منظر والذى تظهر فيه قدم اللاعب فوق الأرض، فإن نقطة أخر ارتكاز للقدم تعرف على أنها أول كـــادر لقـــدم اللاعب ملامسة للأرض لحظة غرس الزانة داخل الصندوق وهى الكادر الذى تظهر فيه الزانة متصلة بالصندوق.

٥/٤ متغيرات الأداء : Performance variables

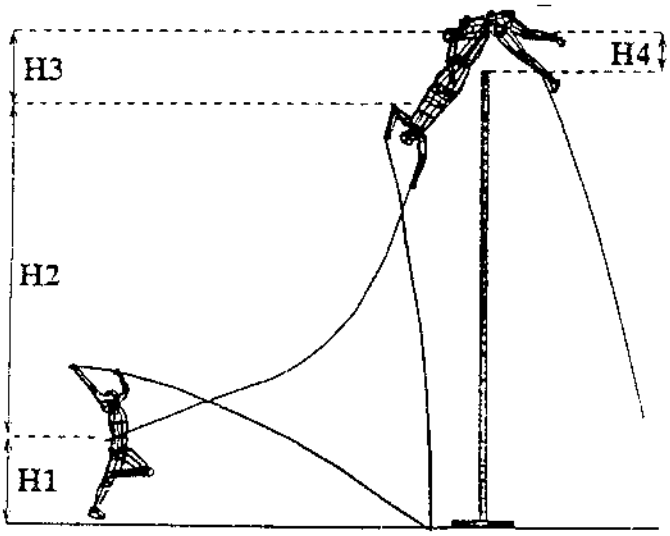
حـــدد الباحثان المتغيرات التالية لدراسة وتحليل مراحل كل من الاقتراب، الارتقاء، ارتكاز الزانة، مرحلة الطيران الحر، انظر شكل (٦).

١- تـــم تحليل أخر خطوتى ارتكاز خلال الاقتراب، والأوضاع التى تم تحليلها فى هذه المرحلة هى الخطوة قبل الأخيرة والخطوة الأخيرة للارتقاء لحظة الارتقاء.

٢- تم تحليل أخر نقطة ارتكاز، وغرس الزانة وأعلى ارتقاء.

٣- حللت مرحلة ارتكاز الزانة وشملت أقصى ثنى للزانة، ومد الزانة وترك الزانة.

٤- حللت مرحلة الطيران الحر، وشملت ترك الزانة، وأعلى ارتفاع لمركز ثقل الكتلة. كمـــا تـــــم استخدام التقسيم الرباعى لأخر ارتفاع للقفزة الذى تم تعريفه بواسطة هاى (١٩٨٥م) (٦ : ٤٣٣) شكل (٧).



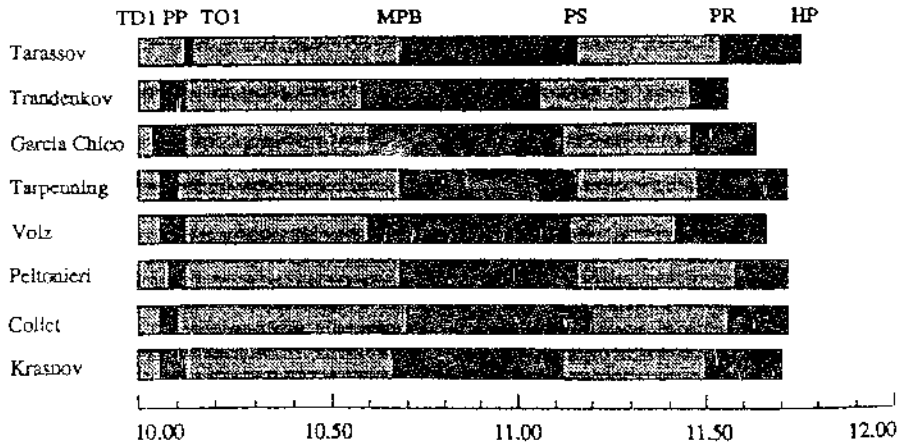
شكل (٧)

مدى الارتفاع H_1 = ارتفاع مركز الثقل عند الارتقاء، H_2= الفرق بين ارتفاع مركز الثقل من الارتقاء حتى ترك الزانة، H_3= الفرق بين ارتفاع مركز الثقل عند ترك الزانة وقمة ارتفاع مركز الجسم خلال المروق على العارضة، H_4= الفرق بين قمة ارتفاع مركز الثقل خلال المروق من فوق العارضة وارتفاع العارضة

٥/٠ النتائج ومناقشتها : Results and discussion

٥/١ عرض النتائج : Results illustration

لعـــرض الســـرعة النسبية لكل قفزة (من الخطوة قبل الأخيرة للارتقاء حتى أعلى ارتفـــاع) أنشـــأ الباحـــثان رسم بيانى تراكمى للعارضة شكل (٨)، يوضح هذا الشكل الزمن الجزئى بين حدثين متتاليين بالإضافة إلى الزمن الكلى لكل قافز.



شكل (٨)

الزمن بالثوان لكل حدث ظهر بالنسبة لخطوة قبل الأخيرة للارتقاء عند (١٠ث) حيث

T_{D1}= الخطوة قبل الأخيرة للارتقاء، T_{O1}= الخطوة الأخيرة، P_P= غرس الزانة،

MP_B= أقصى انحناء للزانة، Ps = مد الزانة، PR ترك الزانة،

HP = أقصى ارتفاع

تعرض الأشكال (٩)، (١٠)، (١١) للقافز تاراسوف Tarassov نموذج للمتغيرات التى تم الحصول عليها من عملية التحليل لكل قافز من أفراد عينة الدراسة. ويعرض الشكل (٩) النموذج التخطيطى للصور المتتابعة لتحليل كل محاولة. ويمثل الشكل (١٠) كل من السرعات الأفقية والرأسية على التوالى لمركز ثقل كتلة القافز بالنسبة للزمن. أما الشكل (١١) فيمثل عزم القصور الذاتى (Ix)، وكمية الحركة الزاوية ($\overline{H}$ x) للقافز حول المحور الأفقى المار بمركز ثقل الكتلة بالنسبة للزمن. كلا المتغيرات (Ix)، ($\overline{H}$ x) عُبرت عن طريق طول وزن القافز. الشكلين (١٠، ١١) المراحل الزمنية فيها أشير إليها عن طريق الخطوط المتقطعة مع اختزال الكسور فى كل مرحلة. الرسم البيانى المنفرد أنتج لعرض متغيرات الزانة لكل قافز انظر شكل (١١) كمثال للقافز تاراسوف Tarassov الرسم البيانى اشتمل على طول وتر الزانة (PC)، والزاوية بين (PC) والمستوى الأفقى، السرعة الزاوية لوتر الزانة بالنسبة للزمن. المراحل الزمنية يدل عليها الخط العمودى المتقطع.

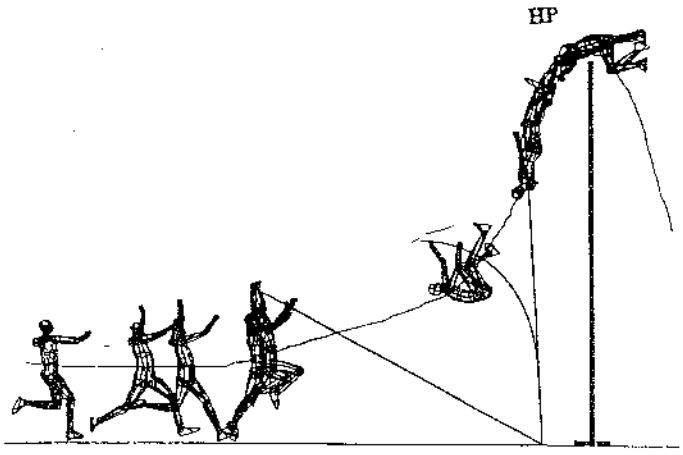
يعرض الجدول (٢) قيم ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم لكل قافز (CM) عند الخطوة قبل الأخيرة ($\times_{٣}$) والخطوة الأخيرة للارتقاء ($\times_{٤}$)، لحظة الارتقاء ($\times_{٥}$)، وأخر

نقطـــة ارتكـــاز (×٦) واشتمل أيضاً على طول أخر خطوة (×١)، اتساع القبضة (×٢). كان متوسط طول أخر خطوة (٢,٠٢ متر ±٠,١١)، ومتوسط اتساع قبضة اليد كان (٠,٥٨ متر ±٠,٠٥)، وكـــان متوســـط ارتفـــاع CM تبعاً لمسار القفز الجيد (٥٩,٩٦%±١,٢٣) من ارتفـــاع القافـــز عـــند الخطـــوة قبل الأخيرة (×٣)، وظل ارتفاع CM عند نفس المستوى (المتوســـط ٥٩,٥٤%±١,٠٥)، ثم تغيير إلى (٦٠,٣٩%±١,٠٨) حتى أخـــر نقطة ارتكاز (×٢)، وفى النهاية وصل إلى (٦٩,٢٠%±١,٣٩) عند أخر نقطة ارتكاز (×١).

ويـــبين جدول (٣) كلا السرعات الأفقية (×٧)، والرأسية (×٨) لكل قافز ومحصلة السرعات عند أخر نقطة ارتكاز (×٩) وكان مداها من (٧,٤م/ث) إلى (٨,٢م/ث)، متوسطها الحسابى (٧,٧م/ث) والانحراف المعيـــارى (±٠,٢٦)، محصلة السرعات عند ترك الزانة (×١٠) مداها من (٢,١٠م/ث) إلى (٣,٠٠م/ث) ومتوسطها الحسابى (٢,٢٠م/ث) وانحرافها المعيارى (±٠,٣٧٧).

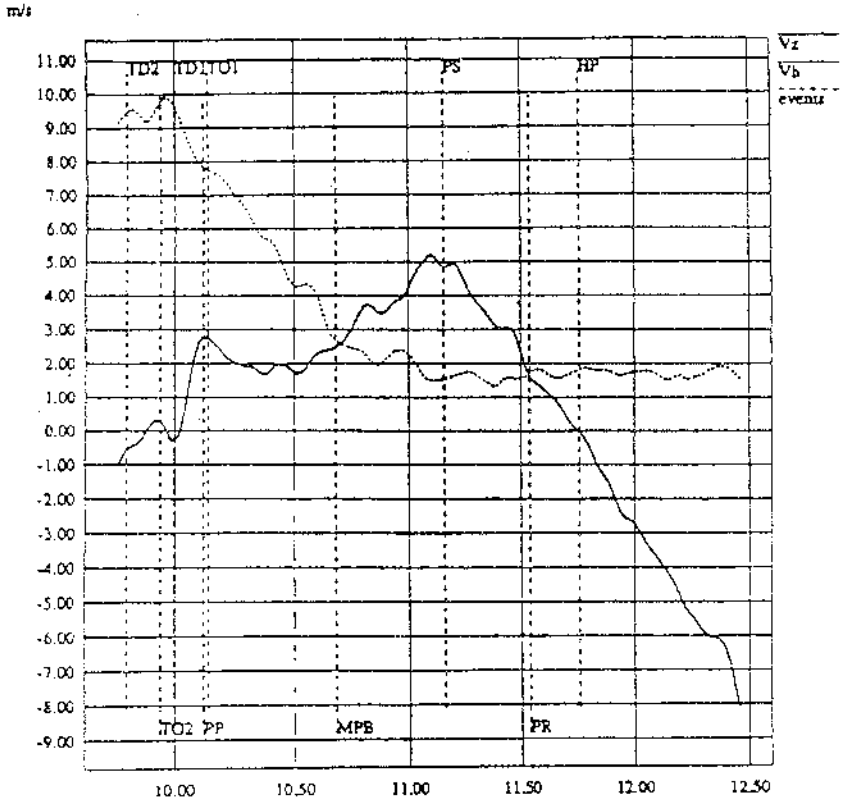
يعـــرض الجـــدول (٤) التقســـيم الرباعى للارتفاع للقفزة لكل قافز. ويمكن تقدير الاخـــتلافات فى الارتفـــاع بحوالى ٢٥سم عند المقارنة بين أفضل قفزة واقل قفزة. يعرض الجـــدول (٥) كـــل مـــن قصر قوس الزانة عند أقصى انحناء للزانة (MPB)، أقصى كمية حـــركة زاوية، وكمية الحركة الزاوية عند ترك الزانة (PR)، والزاوية بين قوس الزانة مع الوضع الأفقى عند ترك الزانة (PR)، المسافة الأفقية بين مركز ثقل كتلة القافز والعارضة.

وفى الـــنهاية حســـب الوضـــع الجانبى لمركز ثقل الكتلة بالنسبة إلى خط الوسط للجرى، وعرض هذا الوضع الجانبى لكل مرحلة أداء فى الجدولين (٦، ٧).



شكل (٩)

أعلى ارتفاع (HP) = ٥,٩١ متر، ارتفاع العارضة = ٥,٨٠متر للقافز Tarassov



شكل (١٠)

سرعات القافز Tarassov

جدول (٢)

المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لكل من طول الخطوة،

اتساع القبضة وارتفاعات مركز ثقل الكتلة (بالمتر)

(ن = ٨)

الاسم	×١	×٢	×٣	×٤	×٥	×٦
Tarassov	٢,١٧	٠,٦٠	١,١٨	١,٢٠	١,٢٠	١,٤٠
Trandenko	٢,٢٠	٠,٦٣	١,٢٠	١,٢٠	١,٢٠	١,٣٠
Garcia-Chico	٢,٠٠	٠,٦٠	١,١٠	١,١٠	١,١٠	١,٢٠
Tarpenning	٢,٠٠	٠,٦١	١,١٠	١,١٠	١,١٠	١,٢٠
Volz	١,٩٠	٠,٦٠	١,١٠	١,١١	١,١٠	١,٢٠
Peltonieri	٢,٠٠	٠,٦٠	١,١٠	١,١٠	١,١٠	١,٣٠
Collet	٢,٠٠	٠,٥٠	١,٠٠	١,٠٠	١,١٠	١,٢٠
Karssov	١,٩٠	٠,٥٠	١,١٠	١,١٠	١,١٠	١,٣٠
س/	٢,٠٢٠	٠,٥٨٠	١,١١٠	١,١١٠	١,١٣٠	١,٢٦٠
± ع	٠,١١٠٠	٠,٠٥٠٠	٠,٠٦٠٠	٠,٠٦٤٠	٠,٠٤٦٠	٠,٠٧٤٠

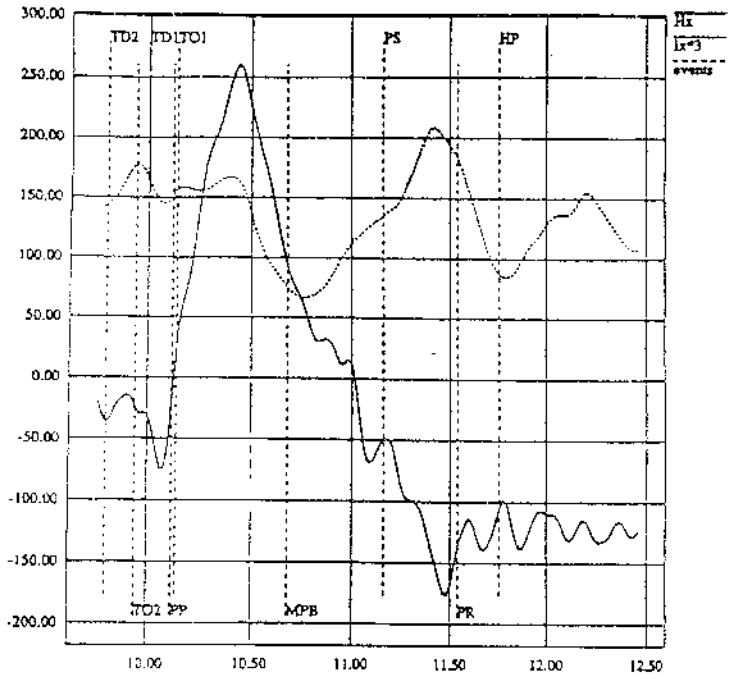
×١= طـول الخطـوة الأخيرة، ×٢= اتساع القبضة، ×٣= المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكـاز القدم عند الخطوة قبل الأخيرة، ×٤=المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند الخطوة الأخيرة للارتقاء، ×٥=المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء، ×٦= المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر نقطة ارتكاز.

جدول (٣)

المتوسط والانحراف المعيارى لمتغيرات السرعة الأفقية والرأسية ومحصلتها خلال القفز بالزانة لأفراد عينة البحث (م/ث)

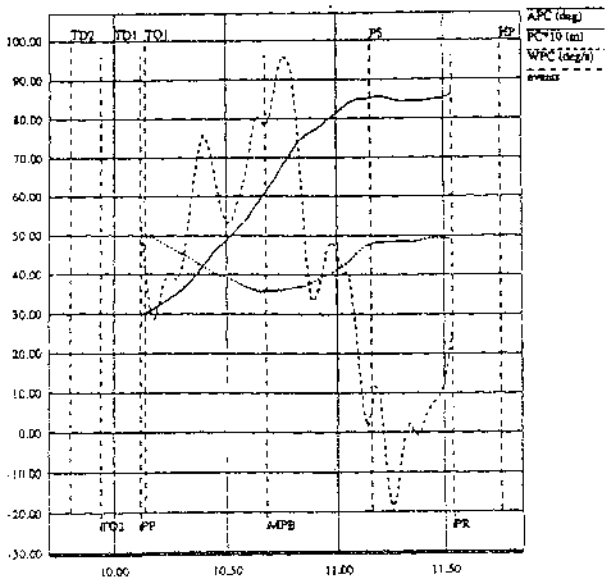
الاسم	$\times_{٧}$	$\times_{٨}$	$\times_{٩}$	R_1	$\times_{١٠}$	$\times_{١١}$	R_2	$\times_{١٢}$	$\times_{١٢}$*
Tarassov	٩,٨٠	٩,٧٠	٧,٤٠	٢,٨٠	٧,٩٠	١,٨٠	١,٦٠	٢,٤٠	٥,٢٠
Trandenko	٩,٦٠	٩,٨٠	٧,٨٠	٣,١٠	٨,٤٠	١,٧٠	١,٣٠	٢,١٠	٥,٠٠
Garcia-Chico	٩,٧٠	٩,٧٠	٧,٥٠	٣,٠٠	٨,١٠	١,٥٠	١,٦٠	٢,٢٠	٥,١٠
Tarpenning	٩,٤٠	٩,٩٠	٧,٦٠	٣,٢٠	٨,٣٠	١,٩٠	٢,٣٠	٣,٠٠	٤,٩٠
Volz	٩,٤٠	٩,٣٠	٧,٥٠	٢,٥٠	٨,٠٠	١,٥٠	٢,١٠	١,٧٠	٥,٤٠
Peltonieri	٩,٠٠	٩,٨٠	٧,٧٠	٢,٧٠	٨,٢٠	١,٩٠	٠,٨٠	٢,١٠	٤,٩٠
Collet	٩,٧٠	٩,٦٠	٨,٢٠	٢,٧٠	٨,٦٠	١,٧٠	١,١٠	٢,٠٠	٥,٢٠
Karssov	١٠,٠٠	٩,٨٠	٧,٩٠	٢,٦٠	٨,٣٠	١,٥٠	١,٧٠	٢,٣٠	٤,٧٠
س/	٩,٩٠	٩,٦٠	٧,٧٠	٢,٨٠	٨,٢٠	١,٧٠	١,٦٠	٢,٢٠	٥,١٠
± ع	٠,٣٠٦٠	٠,٢١٢٠	٠,٢٦٢٠	٠,٢٤٩٠	٠,٢٢٥٠	٠,١٧٣٠	٠,٤٩٦٠	٠,٣٧٧٠	٠,٢٢٠
ن	٨	٨	٨	٨	٨	٨	٨	٨	٨

* $\times_{٧}$= متوسط السرعة الأفقية لأخر خطوة، ($\times_{٨}$)= السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم عند لحظة الارتقاء. $\times_{٩}$ = السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة للارتكاز، $\times_{١٠}$ = السرعة الرأسية لمركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة ارتكاز ، R_1 = محصلة السرعة لمركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة ارتكاز، $\times_{١٠}$ = السرعة الأفقية خلال مرحلة الطيران الحر، $\times_{١١}$= السرعة الرأسية خلال مرحلة الطيران الحر، $\times_{١٢}$= محصلة السرعة خلال مرحلة الطيران الحر، $\times_{١٢}$= أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم، س/= المتوسط الحسابى، ± ع = الانحراف المعيارى، ن = عدد أفراد عينة البحث.



شكل (١١)

كمية الحركة الزاوية للقافز Tarassov



شكل (١٢)

بيانات زاوية القافز Tarassov

جدول (٤)

المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى للأربعة تقسيمات للارتفاع النهائى للقفز بالزانة (بالمتر)

الاسم	Y	$\times_{١٤}$	$\times_{١٥}$	$\times_{١٦}$	$\times_{١٧}$*
Tarassov	٥,٩١	١,٤٠	٤,٤٠	٠,١٣	٠,١١
Trandenko	٥,٨٩	١,٣٠	٤,٥٠	٠,٠٨	٠,٠٩
Garcia-Chico	٥,٧٧	١,٢٠	٤,٤٠	٠,١٣	٠,٠٢
Tarpenning	٨,٧٨	١,٢٠	٤,٣٠	٠,٣٠	٠,٠٣
Volz	٥,٧٨	١,٢٠	٤,٣٠	٠,٢١	٠,١٣
Peltonieri	٨,٧٥	١,٣٠	٤,٤٠	٠,٠٣	٠,١٥
Collet	٥,٧٤	١,٢٠	٤,٥٠	٠,٠٦	٠,١٨
Karssov	٥,٦٦	١,٣٠	٤,٣٠	٠,١٤	٠,٢٦
س/	٥,٨٠	١,٣٠	٤,٤٠	٠,١٤٠	٠,١٠
± ع	٠,٠٨١٠	٠,٠٧٤٠	٠,٠٨٤٠	٠,٠٨٧٠	٠,٠٧٩٠
ن	٨	٨	٨	٨	٨

* Y= قمة ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم، $\times_{١٤}$= ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة ارتكاز، $\times_{١٥}$= الفرق بين ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة ارتكاز وعند ترك الزانة، $\times_{١٦}$= الفرق بين ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند ترك الزانة وأعلى ارتفاع، $\times_{١٧}$ = الفرق بين ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند قمة ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم، ارتفاع العارضة.

جدول (٥)

المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لكمية الحركة الزاوية للقافز وبيانات الزانة من أقصى انحناء حتى أعلى ارتفاع خلال القفز بالزانة لأفراد عينة البحث

(ن = ٨)

الاسم	$ص_{١٨}$ (متر)	$ص_{١٩}$ (كجم.م²/ث)	$ص_{٢٠}$ (°)	$ص_{٢١}$ (متر)	$ص_{٢٢}$ (ث)
Tarassov	١,٥٠	٢٦١,٦٠	١٢١-	٨٦,٠٠	٠,١٢	١٠,٥
Trandenko	١,٤٠	٢٧١,٨٠	١٠٠-	٩١,٤٠	٠,٠٧	١٠,٤٠
Garcia-Chico	١,٦٠	٢٥٣,٧٠	١٥٠-	٨٨,٠٠	٠,٠٣-	١٠,٤
Tarpenning	١,٤٠	٢٢٦,٢٠	١٥٠-	٨٩,٠٠	٠,٠٦-	١٠,٥٠-
Volz	١,٦٠	٢٦٠,٠٠	١٤٩-	٨٤,٠٠	٠,١٧	١٠,٣٠
Peltonieri	١,٧٠	١٩٠,٤٠	١١٧-	٩٢,٠٠	٠,٠٩	١٠,٤٠
Collet	١,٦٠	٢٦٦,٠٠	١٢٨-	٩٠,٠٠	٠,٠٨	١٠,٤٠
Karssov	١,٧٠	٢٠١,٢٠٠	١٣٢+	٨٥,٠٠	٠,١٤	١٠,٤٠
س	١,٦٠	٢٤١,٢٠٠	٩٧,٩٠٠-	٨٨,١٣٠	٠,٠٧٠	١٠,٤١٣٠
± ع	٠,١١٩٠	٣١,٦٤٤٠	٩٤,٦٤٤٠	٢,٩٠٠	٠,٨٠٠	٠,٠٦٤١٠

$ص_{١٨}$= وتر الزانة عند أقصى ثنى للزانة، $ص_{١٩}$= أقصى كمية حركة زاوية للقافز حول المحور الأفقى المار بمركز ثقل كتلة الجسم، والمعايرة بالوزن: IC= (IC.١,٠٠)/(H^2.W)، $ص_{٢٠}$= كمية الحركة الزاوية خلال الطيران الحر، $ص_{٢١}$= زاوية وتر الزانة مع الخط الأفقى عند ترك الزانة، $ص_{٢٢}$= المسافة الأفقية بين مركز ثقل كتلة الجسم والعارضة عند ترك الزانة (وتشير الاشارة السالبة إلى أن مركز ثقل كتلة الجسم يبقى مدعما بالجرى)، $ص_{٢٣}$=زمن أقصى كمية حركة زاوية للقافز حول المحور الأفقى المار بمركز ثقل كتلة الجسم، س/= المتوسط الحسابى، ±ع= الانحراف المعيارى.

جدول (٦)

المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لأوضاع مسار مركز الكتلة من لحظة الارتقاء حتى أخر نقطة ارتكاز (بالمتر)

(ن = ٨)

الاسم	$LATCMTD_1$	LATCMPP	$*LATCMTO_2$
Tarassov	٠,٠١٥	٠,١٣	٠,١٣
Trandenko	٠,٠٦	٠,٠٨	٠,١٠
Garcia-Chico	٠,٠٣-	٠,٠٣-	٠,٠٣
Tarpenning	٠,٠٦-	٠,٠٧-	٠,٠٤-
Volz	٠,٣٠	٠,١٨	٠,١٧
Peltonieri	٠,١٣	٠,١٠	٠,١٠
Collet	٠,٠٩	٠,٠٨	٠,٠٩
Karssov	٠,١٦	٠,١٤	٠,١٢
س/	٠,١	٠,٠٨٠	٠,٠٩٠
± ع	٠,١١٤٠	٠,٠٨٥٠	٠,٠٦٥٠

* $LATCMTD_1$= وضع مسار CM بالنسبة للخط المنصف للجرى عند لحظة الارتقاء، LATCMPP= وضع مسار CM بالنسبة للخط المنصف للجرى عند لحظة غرس الزانة، $LATCMTO_1$= وضع مسار CM بالنسبة للخط المنصف للجرى عند أخر نقطة للارتكاز، س/= المتوسط الحسابى، ±ع= الانحراف المعيارى.

جدول (٧)

المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لأوضاع مسار مركز الكتلة من أقصى انحناء للزانة حتى أعلى ارتفاع (بالمتر)

(ن = ٨)

الاسم	LATCMMPB	LATCMPS	LATCMPR	*LATCMHP
Tarassov	٠,٠٥	٠,١٥-	٠,٤٠-	٠,٤٢-
Trandenko	٠,١٢	٠,١٥	٠,١٧	٠,١٧
Garcia-Chico	٠,٠٧	٠,٠٥-	٠,١٥-	٠,١٨-
Tarpenning	٠,٠٢	٠,٠٥	٠,٠٣	٠,٠٣
Volz	٠,١٢	٠,٢٥	٠,٣٣	٠,٣٦
Peltonieri	٠,١٠	٠,٣٥	٠,٦٢	٠,٧٤
Coliet	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٠٦	٠,٠٢-
Karssov	٠,٠٢	٠,٠٨-	٠,٢٢-	٠,٢٩-
س/	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٠٦٠	٠,٠٥٠
± ع	٠,٤٠٤٠	٠,١٧١٠	٠,٣٢٤٠	٠,٣٧٤٠

* LATCMMPB= وضع مسار مركز ثقل الكتلة بالنسبة للخط المنصف للجرى عند أقصى انحناء للزانة، LATCMPS= وضع مسار مركز ثقل الكتلة بالنسبة للخط المنصف للجرى عند مد الزانة، LATCMPR= وضع مسار مركز ثقل الكتلة بالنسبة للخط المنصف للجرى عند ترك الزانة، LATCMHP= وضع مسار مركز ثقل الكتلة بالنسبة للخط المنصف للجرى عند أعلى ارتفاع، س/= المتوسط الحسابى، ±ع= الانحراف المعيارى.

بالنسبة للعلاقات الارتباطية بين كل من متغيرات ازاحات CM وعلاقتها المتداخلة بالمستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث صمم الباحثان نموذج يحتوى على ست مستويات المستوى الأول يمثل المستوى الرقمى ويرمز له بالرمز (Y) ويوضح العلاقات الارتباطية بين المستوى الرقمى وازاحات CM خلال القفز بالزانة شكل (١٣).

وقد مثلت قيمة الارتباط بين كل متغيرين بعدد من الخطوط كل خط يمثل وحدة من قيمة الارتباط فمثلاً قيمة الارتباط بين المستوى الرقمى فى المستوى الأول وطول الخطوة الأخيرة خلال الاقتراب (×١) كان (٠,٦١٦) إذن عدد الخطوط الممثلة له ست خطوط موصلة بين المتغيرين وتكتب قيمة الارتباط على الجانب الأيمن لها.

المستوى الثانى يمثل طول الخطو الأخيرة خلال الاقتراب (×١) وعلاقتها بكل من اتساع القبضة (×٢)، المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند الخطوة قبل الأخيرة للارتقاء (×٣)، المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند الخطوة الأخيرة للارتقاء (×٤)، المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء (×٥)، المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر لحظة الارتقاء (×٦).

والمستوى الثالث يمثل (×٢) وعلاقته الارتباطية بكل من المتغيرات (×٣، ×٤، ×٥، ×٦) والمستوى الرابع يمثل المتغير (×٣) وعلاقته الارتباطية بكل من المتغيرات (×٤، ×٥، ×٦)، والمستوى الخامس يمثل المتغير (×٤) وعلاقته الارتباطية بكل من المتغيرين (×٥، ×٦)، والمستوى السادس والأخير يمثل المتغير (×٥) وعلاقته الارتباطية بالمتغير (×٦) شكل (١٣).

ويلاحظ فى المستوى الأول لا يوجد ارتباط دال احصائياً بين المستوى الرقمى والمسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند الخطوة قبل الأخيرة (×٣) (ر= ٠,١٢٣، p= ٠,٣٦٦)، ووجد ارتباط دال احصائياً بين المستوى الرقمى وكل من المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر لحظة ارتقاء (×٦) (ر=٠,٦٣١، p=٠,٠٥)، طول الخطوة الأخيرة للارتقاء (ر=٠,٦١٦، p= ٠,٠٥)، اتساع القبضة (=٠,٦٠٧، p=٠,٠٥). المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء (ر=٠,٥٣٩، p=٠,٠٥). المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عن اللحظة الأخيرة للارتقاء (ر=٠,٥١٦، p=٠,٠٥).

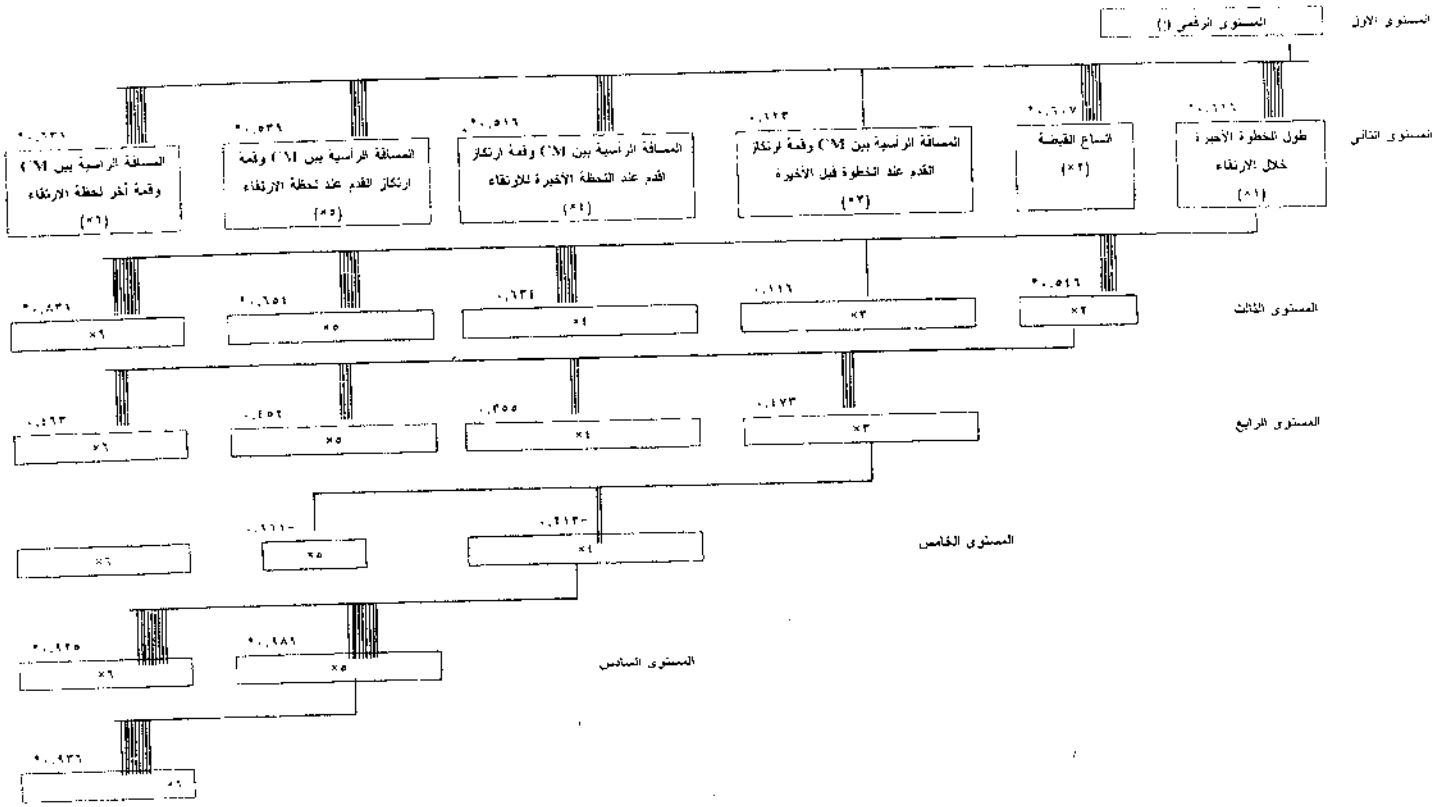
كما يلاحظ فى المستوى الثانى عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء والمسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء

(ر=٠,١١٦، p=٠,٣٩٢)، ووجد ارتباط دال احصائياً بين طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء (١×) وكل من (٢×) (ر=٠,٥٤٦، p=٠,٠٨١)، (٤×) (ر=٠,٦٣٤، p=٠,٠٤٦)، (٥×) (ر=٠,٦٥٤، p=٠,٠٣٩)، (٦×) (ر=٠,٨٣١، p=٠,٠٠٥).

ويلاحظ فى المستوى الثالث أيضاً عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٢×) وكل من (٣×) (ر=٠,٤٧٣، p=٠,١١٨)، (٤×) (ر=٠,٣٥٥، p=٠,١٩٤)، (٥×) (ر=٠,٤٥٢، p=٠,١٣١)، (٦×) (ر=٠,٤٦٣، p=٠,١٢٤).

وفى المستوى الرابع لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٣×) وكل من (٤×) (ر = -٠,٢١٢، p=٠,٣٠٦)، (٥×) (ر = -٠,١٦١، p = ٠,٣٥٢)، (٦×) (ر=-٠,٠٦٥، p=٠,٤٣٩).

وفى المستوى الخامس لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٤×)، وكل من (٥×) (ر=٠,٩٨٩، p=٠,٠٠٠)، (٦×) (ر=٠,٩٢٥، p=٠,٠٠١).



شكل (١٣)

نموذج لازاحات مركز ثقل كتلة الجسم وعلاقتها المتداخلة بالمستوى الرقمي للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث

وعدد الخطوط تدل على قيمة الارتباط بين المتغيرات فى كل مستوى

وأخيراً فى المستوى السادس لوحظ وجدود ارتباط دال احصائياً بين (٥×)، (٦×) (ر=٠,٩٣٦، p= ٠,٠٠٠)، كما موضح فى شكل (١٣).

بالنسبة للعلاقات الارتباطية بين كل من متغيرات سرعات CM وعلاقتها المتداخلة بالمستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث صمم الباحث نموذج شكل (١٤) يحتوى على سبع مستويات بنفس الأسلوب المتبع فى شكل (١٣) السابق.

لوحظ فى المستوى الأول عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين المستوى الرقمى (Y) وكل من متوسط السرعة الأفقية لأخر خطوة اقتراب (٧×) (ر=-٠,٠٣١، p=٠,٤٧١)، السرعة الأفقية CM عند لحظة الارتقاء (٨×) (ر=-٠,٠٣١، P=٠,٤٧١)، السرعة الأفقية لـCM عند أخر نقطة ارتكاز (٩×) (ر=-٠,١٧٦، p=٠,٣٣٨)، السرعة الأفقية خلال الطيران الحر (١٠×) (ر=٠,٢٤٧، p=٠,٢٧٨)، السرعة الرأسية لـCM عند أخر نقطة ارتكاز (١١×) (ر=-٠,٤٨٠، p=٠,١١٤)، أقصى سرعة رأسية لـCM (١٢×) (ر=٠,٤٥٧، p=٠,١٢٨)، السرعة الرأسية لـ CM عند ترك الزانة (١٣×) (ر=٠,٠٤١، p=٠,٤٦٢).

وفى المستوى الثانى لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٧×) وكل من (٨×) (ر=٠,١٦١، p=٠,٣٥٢)، (٩×) (ر=٠,٣٨٢، p=٠,١٧٥)، (١١×) (ر=-٠,٢٩، p=٠,٤٦٤)، (١٢×) (ر=٠,٠٠٠، p=٠,٥٠٠)، (١٣×) (ر=٠,٤٩٠، p=٠,١٠٩)، كما لوحظ وجود ارتباط عكسى دال احصائياً بين (٧×)، (١٠×) (ر=-٠,٥٦٦، p= ٠,٠٤٢).

وفى المستوى الثالث لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بيم (٨×) وكل من (٩×) (ر=٠,٣٦٥، p = ٠,١٨٧)، (١٠×) (ر = -٠,٠٨٢، p=٠,٤٢٤)، (١١×) (ر= -٠,٢٠٠، p= ٠,٣١٧)، (١٢×) (ر=-٠,٤٣٩، p=٠,١٣٨)، (١٣×) (ر=٠,٣٣٩، p= ٠,٢٠٦).

وفى المستوى الرابع تبين عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٩×) وكل من (١٠×) (ر=٠,١٤٤، p=٠,٣٦٧)، (١١×) (ر=-٠,١٥٩، p = ٠,٣٥٣)، (١٢×) (ر=-٠,١١٠، p= ٠,٣٩٨)، (١٣×) (ر=-٠,٤١٩، p=٠,١٥١).

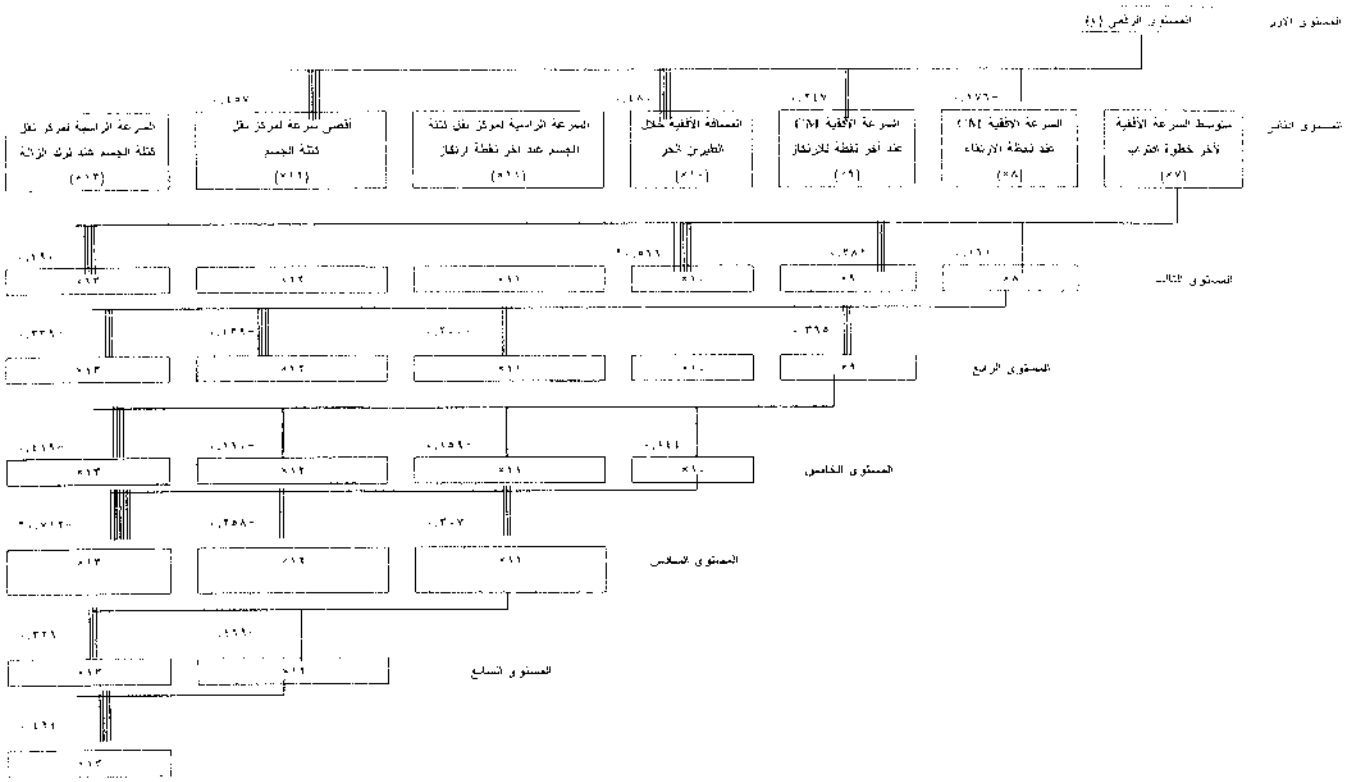
وفـــى المستوى الخامس لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٠×) وكل مـــن (١١×) (ر=٠,٣٠٧، p= ٠,٢٣٠)، (١٢×) (ر=-٠,٢٥٨، p= ٠,٢٦٩)، وجـــود ارتباط عكسى دال احصائياً بين (١٠×) و(١٣×) (ر=-٠,٧١٢، p=٠,٠٢٤).

وفـــى المســـتوى السادس تبين عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١١×) وكل من (١٢×) (ر=-٠,١٦٩، p= ٠,٣٤٥)، (١٣×) (ر=-٠,٣٢٦، p=٠,٢١٦).

وفى المستوى السابع لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٢×)، (١٣×) (ر=٠,٤٢٤، p=٠,١٤٨)، كما فى شكل (١٤).

بالنسبة للعلاقات الارتباطية بين المستوى الرقمى ومتغيرات ارتفاعات CM خلال القفز بالزانة لأفراد عينة البحث صمم الباحث نموذج يحتوى على خمس مستويات المستوى الأول يمـثل المســتوى الــرقمى ويرمــز له بالرمز (Y) ويوضح العلاقات الارتباطية بين المســتوى الرقمى (Y) وارتفاعات CM خلال القفز بالزانة لأفراد عينة البحث، والمستوى الــثانى ويمــثل قيمــة ارتفاع CM النهائى (١٤×) ويوضح العلاقة بين (١٤×)، كل من ارتفاع CM عند أخر نقطة ارتكاز (١٥×)، الفرق بين ارتفاع CM عند أخر نقطة ارتكاز وترك الزانة (١٦×)، الفرق بين ارتفاع CM عند أعلى الزانة أعلى ارتفاع (١٧×)، الفرق بيـــــن ارتفاع CM عند أعلى ارتفاع وارتفاع العارضة (١٨×)، المستوى الثالث ويمثل (١٥×) ويوضـــــح العلاقات الارتباطية بين (١٥×) وكل من المتغيرات (١٦×)، (١٧×)، (١٨×)، والمســتــوى الرابع ويمثل (١٦×) ويوضح العلاقات الارتباطية بين (١٦×) وكل من (١٧×)، (١٨×) والمستـــــوى الخامس ويمثل (١٧×) ويوضح العلاقة بين (١٧×)، (١٨×) كما فى شكل (١٥).

لوحظ فى المستوى الأول عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (y) وكل من (١٥×) (ر=٠,٣٨٤، P=٠,١٧٤)، (١٦×) (ر=-٠,٠٢١، P= ٠,٤٨٠)، ووجـــود ارتـــباط دال احصائياً بين (y) وكل من (١٤×) (ر=٠,٦٦٦، P= ٠,٠٣٦)، (١٧×) (ر=-٠,٥٣٦، P =٠,٠٣٦)، (١٨×) (ر=٠,٧٣٤، P=٠,٠١٩).



شكل (١٤)

نموذج لسرعات مركز ثقل كتلة الجسم وعلاقتها الإرتباطية بالمستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث،

عدد الخطوط تدل على قيمة الارتباط بين المتغيرات فى كل مستوى

وفـــــى المستوى الثانى لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٤×) وكل من (١٥×) (ر=-٠,٠٣٢، P= ٠,٤٧٠)، (١٦×) (ر=-٠,٢٠٠، P= ٠,٣١٧)، (١٧×) (ر=-٠,٢٥٧، P=٠,٤٨٥)، (١٨×) (ر=-٠,٢٦٧، P=٠,٢٦١)

وفـــــى المستوى الثالث تبين عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٥×) وكل من (١٧×) (ر=-٠,٣٢١، P=٠,٢١٩)، (١٨×) (ر=-٠,٤١٢، P= ٠,١٥٥)، كما وجد ارتباط عكسى دال احصائياً بين (١٥×) و(١٦×) (ر=-٠,٦٢٧، P= ٠,٠٤٨).

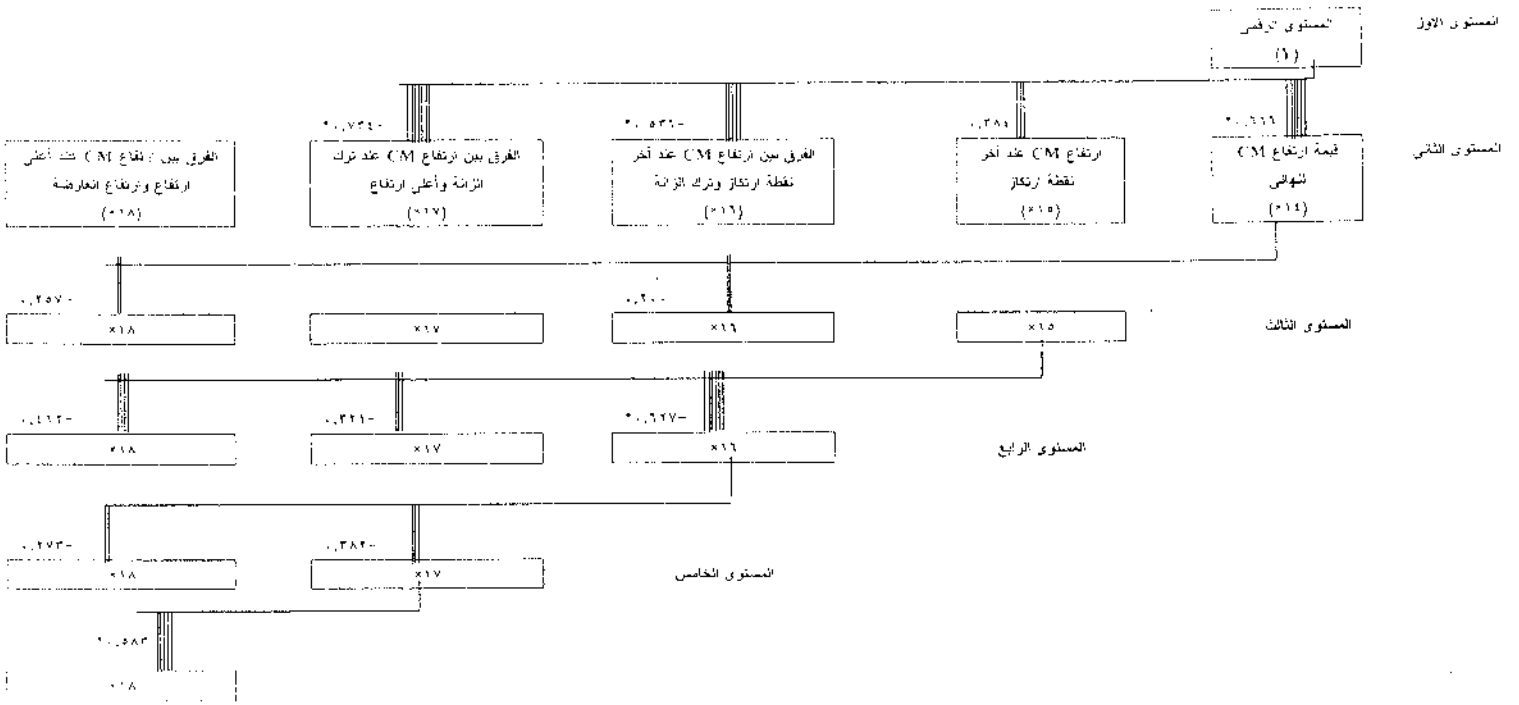
وفـــــى المستوى الرابع لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٦×) وكل مـــــن (١٧×) (ر=-٠,٣٨٢، P=٠,١٧٥)، (١٨×) (ر=-٠,٣٧٢، P=٠,٢٥٦) شكل (١٥).

وفى المستوى الخامس تبين وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٧×)، (١٨×) (ر= ٠,٥٨٣، P=٠,٠٥).

بالنسبة للعلاقات الارتباطية بين المستوى الرقمى (y) والمتغيرات الديناميكية صمم الباحث نموذج يشتمل على خمس مستويات بنفس الطريقة المتبعة فى عرض الشكل (١٥) السابق.

لوحـــظ فى المستوى الأول عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين المستوى الرقمى (y) وكـــل من أقصى كمية حركة زاوية للقافز بالزانة (٢٠×) (ر=٠,٤٤٧، p=٠,١٢٣)، كميـــة الحركة الزاوية خلال الطيران الحر (٢١×) (ر=٠,١٧٥، p =٠,٣٣٩)، زاوية وتر الـــزانة مـــع الخـــط الأفقى عند ترك الزانة (٢٢×) (ر=-٠,٠١٠، p=٠,٤٩٠)، المسافة الأفقيـــة بيـــن CM والعارضة عند ترك الزانة (٢٣×) (ر=٠,٠٨٩، p=٠,٤١٧)، وجود ارتباط دال احصائياً بين (Y) ووتر الزانة عند أقصى انحناء للزانة (١٩×) (ر=٠,٦١٨، p =٠,٠٥).

وفـــــى المستوى الثانى لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٩×) وكل من (٢٠×) (ر=-٠,٠٤١، p=٠,٤٦٢)، (٢١×) (ر=-٠,٠٢٩، p=٠,٤٧٣)، (٢٢×) (ر=-٠,٢٦١، p=٠,٢٦٦)، (٢٣×) (ر=-٠,١٦٤، p=٠,٣٤٩).



شكل (١٥)

نموذج لارتفاعات مركز ثقل كتلة الجسم و علاقتها الارتباطية بالمستوى الرقمى بالزانة لأفراد عينة البحث.

عدد الخطوط يدل على قيمة الارتباط بين المتغيرات فى كل مستوى

وفى المستوى الثالث تبين عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٢٠×)، (٢١×) (ر=٠,٣٣٢، p=٠,٢١١)، ووجود ارتباط دال احصائياً بين (٢٠×) وكل من (٢٢×) (ر=٠,٥٧٣، p=٠,٠٥)، (٢٣×) (ر=٠,٦١٢، p=٠,٠٥).

وفى المستوى الرابع لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٢١×)، كل من (٢٢×) (ر=-٠,٤٤٥، p=٠,١٣٤)، (٢٣×) (ر=٠,٤١٣، P=٠,١٥٥).

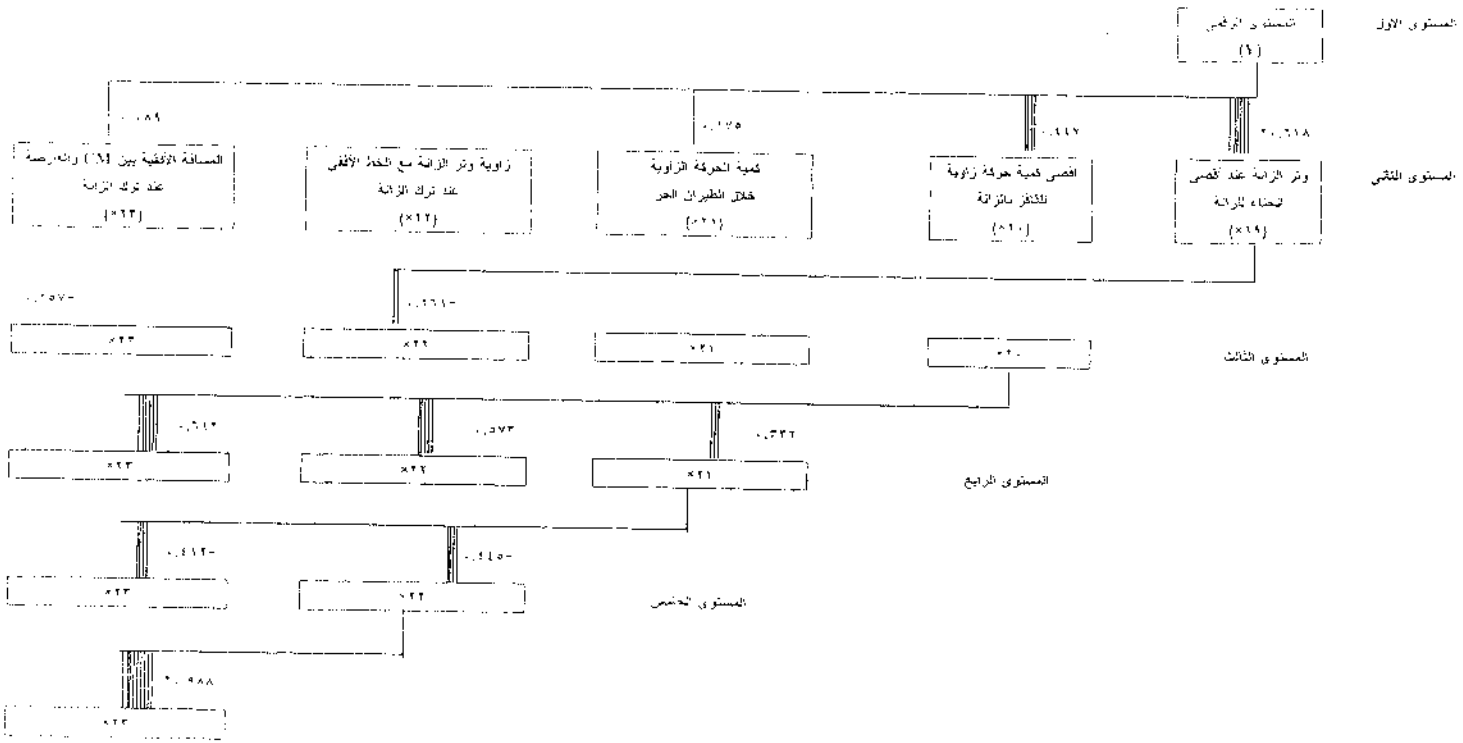
وفى المستوى الخامس لوحظ وجود ارتباط دال احصائياً بين (٢٢×)، (٢٣×) (ر=٠,٩٩٨، P=٠,٠٠٠) شكل (٦).

بالنسبة للعلاقات الارتباطية بين المستوى الرقمى (y) وأهم المتغيرات التى أسفرت عنها العمليات الارتباطية بين كل من الازاحات، السرعات، والارتفاعات، والمتغيرات الديناميكية صمم الباحث نموذج احتوى على أربعة مستويات يمثل المستوى الأول المستوى الرقمى وعلاقته بالمتغيرات (١×)، (٩×)، (١٢×)، (١٨×)، والمستوى الثانى ويمثل طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء (١×) وعلاقتها بكل من (٩×)، (١٢×)، (١٨×)، والمستوى الثالث ويمثل السرعة الأفقية لمركز ثقل الكتلة عند أخر نقطة للارتكاز (٩×) وعلاقتها بكل من (١٢×)، (١٨×)، والمستوى الرابع ويمثل أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة (١٢×)، وعلاقته بالمتغير (١٨×). فى المستوى الأول لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين المستوى الرقمى (y) وكل من (٩×) (ر=٠,١٧٦، p=٠,٣٣٨)، (١٢×) (ر=٠,٤٥٧، p=٠,١٢٨)، ووجود ارتباط دال احصائياً بين (y) وكل من (١×) (ر=٠,٨١٦، p=٠,٠٠٧)، (١٨×) = (ر=٠,٧٣٤، p=٠,٠١٩).

وفى المستوى الثانى تبين عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١×) وكل من (٩×)، (ر=-٠,١٠٢، p=٠,٤٠٥)، (١٢×) (ر=-٠,٧٩، p=٠,١٢٨)، ووجود ارتباط عكسى دال احصائياً بين (١×)، (١٨×) (ر=-٠,٥٩٥، p=٠,٠٥).

وفى المستوى الثالث لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٩×) وكل من (١٢×) (ر=-٠,١١٠، p=٠,٣٩٨)، (١٨×) (ر=٠,٠١٦، p=٠,٤٨٥).

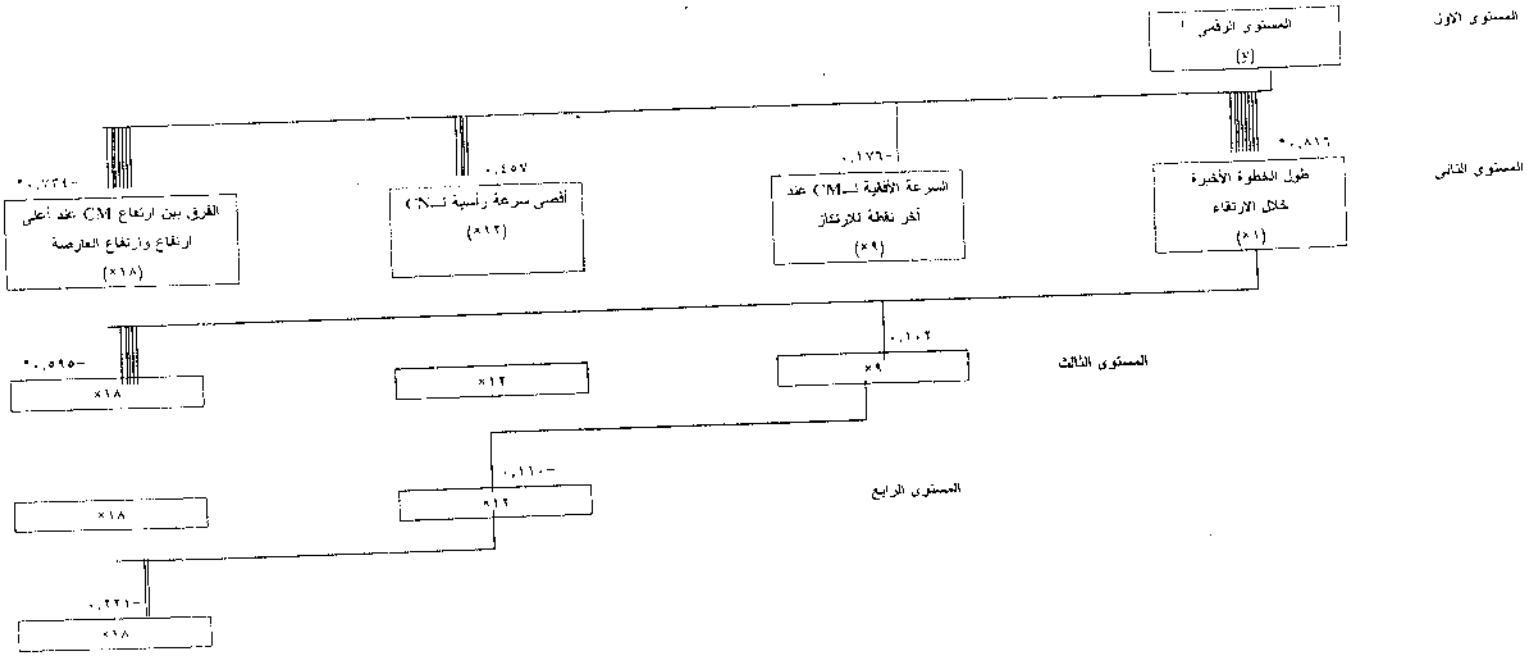
وفى المستوى الرابع والأخير لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٢×)، (١٨×) (ر=-٠,٢٢١، p=٠,٢٩٩) شكل (١٧).



شكل (١٦)

نموذج للمتغيرات الديناميكية المؤثرة على مركز ثقل كتلة الجسم وعلاقتها الارتباطية بالمستوى الرقمى بالزانة لأفراد عينة البحث.

الخطوط تدل على قيمة الارتباط بين المتغيرات فى كل مستوى



شكل (١٧)

نموذج لأهم المتغيرات الديناميكية وعلاقتها بالمستوى الرقمي خلال أداء القفز بالزانة

ولـتحديد نسبة مساهمة كل من متغيرات ازاحات CM، سرعات CM، ارتفاعات CM، والمـتغيرات الديناميكية لـCM فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة، أجرى الباحثان التحـليل المـنطقى للانحـدار Stepwise regression لكل مجموعة متغيرات على حدة والناتج فى كل منها اعتبر مجموعة مستقلة أجرى عليها التحليل المنطقى للانحدار وتعرض الجداول من (٨) إلى (١٤) نتائج عمليات التحليل المنطقى للانحدار.

جدول (٨)

نسبة مساهمة طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء لمركز ثقل كتلة الجسم خلال المسار الحركى لأداء القفز فى المستوى الرقمى لأفراد عينة البحث

(ن = ٨)

المتغيرات / المعاملات الاحصائية	المقدار الثابت (أ)	معامل الانحدار الجزئى (ب)	الخطأ المعيارى ± ع ب	درجات الحرية	قيمة (ت)	قيمة (ف)	نسبة المساهمة (%)
طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء (×١)	٤,٦٧٧٠	٠,٥٦٩٠٠	٠,١٦٤٣٠	٦	٣,٤٦ ٣	١١,٩ ٩٣٠	٦٦,٦٥٣٠

يوضح الجدول (٨) أن متغير طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء لمركز ثقل الكتلة خـلال المسـار الحركى لأداء القفز بالزانة هو أكثر متغيرات الازاحات تأثيراً فى المستوى الـرقمى حيث ساهم منفرداً بنسبة ٦٦,٦٥٣%. وكانت قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، وكانت قيمة F المحسوبة أكبر من قيمة (ف) الجدوليـة عـند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، ويعنى ذلك أن قيمة (ت) المحسوبة، وقيمـة (ف) المحسـوبة دالة احصائياً عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، وتصبح معادلة الانحدار التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة طول الخطوة الأخيرة للارتقاء كما يلى :

المستوى الرقمى = ٤,٦٦٧ + ٠,٥٦٩٠٠ × طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء

جدول (٩)

نسبة مساهمة كل من طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم خلال المسار الحركى لأداء القفز بالزانة فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث

(ن = ٨)

المعاملات الاحصائية / المتغيرات	المقدار الثابت (أ)	معامل الانحدار الجزئى (ب)	الخطأ المعيارى ± ع ب	درجات الحرية	قيمة (ت)	قيمة (ف)	نسبة المساهمة (%)
طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء (×١)	٣,٨٧٦	٠,٥٩٧٩٠	٠,٠٧٦	٥	٧,٨٠٣	٣٩,١٢	٦٦,٦٥٣٠
أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم (×١٢)	٤٠	٠,١٨١٣٥٠	٠,٠٣٨		٤,٧٧١	١٨٠	٢٧,٣٤١٠
		٠	٠٠				٩٣,٩٩٤

يوضح الجدول (٩) أن متغير أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة هو أكثر المتغيرات تأثيراً فى المستوى الرقمى بعد طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء حيث كانت نسبة مساهمته منفرداً ٢٧,٣٤١٠% وكانت نسبة مساهمتها معاً ٩٣,٩٩٤%. وكانت قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، وكانت قيمة (ف) المحسوبة أكبر من قيمة (ف) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، ويعنى ذلك أن قيمة (ت) المحسوبة، وقيمة (ف) المحسوبة دالة احصائياً عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، وتصبح معادلة الانحدار التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة طول الخطوة الأخيرة للارتقاء، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة كما يلى :

المستوى الرقمى = ٣,٨٧٦٤ + ٠,٥٩٧٩ × طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء +

٠,١٨١٣٥ × أقصى سرعة لمركز ثقل الكتلة

جدول (١٠)

نسبة مساهمة كل من طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم، السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة للارتكاز خلال المسار الحركى لأداء القفز بالزانة فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث

(ن = ٨)

المعاملات الاحصائية / المتغيرات	المقدار الثابت (أ)	معامل الانحدار الجزئى (ب)	الخطأ المعيارى ± ع ب	درجات الحرية	قيمة (ت)	قيمة (ف)	نسبة المساهمة (%)
طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء (×١)	٤,٢٤٦٩٩٠	٠,٦١١٦٠	٠,٠٤٥٨٠٠	٤	١٣,٣٤٥	٧١,٩٤٣٠	١١,٦٥٢٠
أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم (×٢)		٠,١٧٣٩٠	٠,٠٢٢٨٠		٧,٥٤٣		٢٧,٣٤١٠
السرعة الأفقية مركز ثقل كتلة الجسم عند آخر نقطة للارتكاز (×٩)		-٠,٠٧٢٦٣٠	٠,٠٢٢٧		-٣,١٧٩		٤,٣٠٣
							٩٨,٢٩٧

يبين الجدول (١٠) أن السرعة الأفقية لمركز ثقل الكتلة عند أخر نقطة للارتكاز هى المساهم الأكثر تأثيراً فى المستوى الرقمى بعد طول الخطوة الأخيرة، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة عند أخر نقطة للارتكاز. وأن معادلة الانحدار التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة كل من طول الخطوة الأخيرة للارتقاء، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة، السرعة الأفقية لمركز ثقل الكتلة عند أخر نقطة للارتكاز كما يلى :

المستوى الرقمى = ٤,٢٤٦٩٩ + ٠,٦١١٦٠ × طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء + ٠,١٧٣٩٠ × أقصى سرعة لمركز ثقل الكتلة – ٠,٠٧٢٦٣٠ × السرعة الأفقية لمركز ثقل الكتلة عند أخر نقطة للارتكاز

جدول (١١)

نسبة مساهمة الفرق بين ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند أعلى ارتفاع وارتفاع العارضة خلال القفز بالزانة في المستوى الرقمي للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث

(ن = ٨)

المتغيرات / المعاملات الاحصائية	المقدار الثابت (أ)	معامل الانحدار الجزئي (ب)	الخطأ المعياري ± ع ب	درجات الحرية	قيمة (ت)	قيمة (ف)	نسبة المساهمة (%)
الفرق بين ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند أعلى ارتفاع وارتفاع العارضة (١٨×)	٦,٥٢٠٥٦٠	-٠,٤٦٩٠٠٠	٠,١٧٧٠	٦	-٢,٦٤٩	٧,٠١٥٦٠	٥٣,٩٠١

يوضح الجدول (١١) أن الفرق بين ارتفاع CM عند أعلى ارتفاع وارتفاع العارضة هو أكثر متغيرات الارتفاع تأثيراً على المستوى الرقمي حيث بلغت نسبة مساهمته منفرداً ٥٣,٩٠١%. وكانت قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، وكانت قيمة (ف) المحسوبة أكبر من قيمة (ف) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، ويعنى ذلك أن قيمة (ت) المحسوبة، وقيمة (ف) المحسوبة دالة احصائياً عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، وتكون المعادلة التنبؤية للمستوى الرقمي بدلالة الفرق بين ارتفاع CM عند أعلى ارتفاع وارتفاع العارضة كما يلى :

المستوى الرقمي = ٦,٥٢٠٥٦٠ - ٠,٤٦٩٠ × الفرق بين ارتفاع CM عند أعلى ارتفاع وارتفاع العارضة

جدول (١٢)

نسبة مساهمة طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الارتقاء خلال أداء القفز بالزانة في المستوى الرقمي للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث

(ن = ٨)

المتغيرات / المعاملات الاحصائية	المقدار الثابت (أ)	معامل الانحدار الجزئي (ب)	الخطأ المعياري ± ع ب	درجات الحرية	قيمة (ت)	قيمة (ف)	نسبة المساهمة (%)
طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل كتلة الجسم (١×)	٤,٦٤٧٧٠	٠,٥٦٩٠٠	٠,١٦٤٣٠	٦	٣,٤٦٢٠	١١,٩٩٢٦٠	٦٦,٦٥٢٠

يلاحظ فى الجدول (١٢) أن طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل الكتلة خلال الارتقاء أكثر المتغيرات الديناميكية تأثيراً على المستوى الرقمى حيث بلغت نسبة مساهمته منفرداً ٦٦,٦٥٢٠%. وكانت قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، وكانت قيمة (ف) المحسوبة أكبر من قيمة (ف) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، ويعنى ذلك أن كلاهم دال احصائياً. وتكون المعادلة التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة طول الخطوة الأخيرة لثقل الكتلة خلال الارتقاء كما يلى :

المستوى الرقمى = ٤,٦٤٧٧ + ٠,٥٦٩ × طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل الكتلة خلال الارتقاء

جدول (١٣)

نسبة مساهمة كل من طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم خلال المسار الحركى لأداء القفز بالزانة فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث

(ن = ٨)

المتغيرات / المعاملات الاحصائية	المقدار الثابت (أ)	معامل الانحدار الجزئى (ب)	الخطأ المعيارى ± ع ب	درجات الحرية	قيمة (ت)	قيمة (ف)	نسبة المساهمة (%)
طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل كتلة الجسم (×١)	٣,٦٧	٠,٥٩٧٩٠	٠,٠٧٦٦٠	٦	٠,٨٥٧٩٠	٠,٣٩١٢٠	٦٦,٦٥٢٠
أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم (×١٢)	٦٤٠	٠,١٨١٣٥٠	٠,٠٢٨٠٠		٠,٥٢٤٥٠		٢٧,٣٤٢
							٩٣,٩٩٤

يوضح الجدول (١٣) أن متغير أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة هو المتغير الثانى من المتغيرات الديناميكية تأثيراً فى المستوى الرقمى حيث بلغت نسبة مساهمته منفرداً ٢٧,٣٤٢% ومع المتغير الأول ٩٣,٩٩٤%. وكانت قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، وكانت قيمة (ف) المحسوبة أكبر من قيمة (ف) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، ويعنى ذلك أن كلاهما دال احصائياً. وتكون المعادلة الانحدار التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة كل من طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل الكتلة للارتقاء، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة كما يلى :

المستوى الرقمى = ٣,٦٧٦٤ + ٠,٥٩٧٩ × طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل الكتلة خلال الارتقاء + ٠,١٨١٣٥ × أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة

جدول (١٤)

نسبة مساهمة طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الارتقاء، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم خلال المسار الحركى، السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة للارتكاز خلال أداء القفز بالزانة فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث

(ن = ٨)

المتغيرات / المعاملات الاحصائية	المقدار الثابت (أ)	معامل الانحدار الجزئى (ب)	الخطأ المعيارى ± ع ب	درجات الحرية	قيمة (ت)	قيمة (ف)	نسبة المساهمة (%)
طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل كتلة الجسم (×١)	٤,٢٤٦٩٨٨٠	٠,٦١١٥٦	٠,٠٤٥٨٠	٤	١٣,٢٤٥٠	٧٦,٩٤٣٠	٦٦,٦٥٢٠
أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم (×٢)		٠,١٧٣٩٠	٠,٠٢٢٨٠		٧,٦٤٣٠		٢٧,٣٤٢
السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة ارتكاز (×٩)		٠,٠٠٧٢٥٣٠	٠,٠٠٢٢٩٠		٣,١٧٩٠-		٤,٣٠٣٠
							٩٨,٢٩٧

يوضح الجدول (١٤) أن متغير السرعة الأفقية لمركز ثقل الكتلة عند أخر نقطة ارتكاز هو المتغير الثالث الأكثر تأثيراً فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة حيث بلغت نسبة مساهمته منفرداً ٤,٣٠٣٠% ومع كل من المتغيرين الأول والثانى ٩٨,٢٩٧%. وكانت قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥. وكانت قيمة (ف) المحسوبة أكبر من قيمة (ف) الجدولية عند مستوى دلالة احصائية ٠,٠٥، ويعنى ذلك أن كلاهما دال احصائياً. وتكون المعادلة الانحدار التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة كل من ×١، ×١٢، ×٩ كما يلى :

المستوى الرقمى = ٤,٢٤٦٩٨٨ + ٠,٦١١٥٦ × طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل الكتلة خلال الارتقاء + ٠,١٧٣٩ × أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل الكتلة + ٠,٠٠٧٢٥٣ × السرعة الأفقية لمركز ثقل الكتلة

٢/٥ مناقشة النتائج : Results discussion

١/٢/٥ مقارنة بين أفضل القافزين وأدنى القافزين باستعراض الجداول من (٢) إلى (١٤) يتضح ما يلى :

١- تميز اللاعب الذى حقق أفضل مستوى رقمى فى القفز بالزانة عن اللاعب الذى حقق أقل مستوى رقمى فى القفز بالزانة بكبر طول الخطوة الأخيرة، والاتساع الأكبر للقبضة، وكبر المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عن الخطوة قبل الأخيرة، وكبر المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند الخطوة الأخيرة للارتقاء، وكبر المسافة الرأسية بين CM وقمة القدم عند لحظة الارتقاء، كبر المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر نقطة ارتكاز.

٢- تميز أفضل القافزين عن أدنى القافزين فى الاحتفاظ بالسرعة الذى اكتسبها حتى أخر نقطة ارتكاز، وكبر أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم.

٣- تميز أفضل القافزين عن أدنى القافزين بكبر كل من قيمة ارتفاع CM، ارتفاع CM عند أخر نقطة ارتكاز، الفرق بين ارتفاع CM وأخر نقطة ارتكاز عند ترك الزانة، الفرق بين ارتفاع CM عند ترك الزانة وأعلى ارتفاع، الفرق بين ارتفاع CM عند قمة ارتفاع CM، ارتفاع العارضة.

٤- تميز أفضل القافزين بقلة الانحراف عن الخط المنصف للجرى عند لحظات كل من الارتقاء، غرس الزانة.

٢/٢/٥ العلاقات الارتباطية بين كل من متغيرات ازاحات CM وعلاقتها المتداخلة بالمستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث :

باستعراض الشكل (١٣) لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً فى المستوى الأول بين المستوى الرقمى والمسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند الخطوة قبل الأخيرة بينما وجود ارتباط طردى دال احصائياً بين المستوى الرقمى وكل من المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر لحظة ارتقاء، وطول الخطوة الأخيرة للارتقاء، واتساع القبضة، والمسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء، والمسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند اللحظة الأخيرة للارتقاء، ويعنى ذلك أنه كلما زادت كل من متغيرات ١×، ٢×، ٤×، ٥×، ٦× كلما زاد المستوى الرقمى (Y).

وفى المستوى الثانى لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء (×١)، والمسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء (×٣)، ووجود ارتباط طردى دال احصائياً بين (×١) وكل من (×٢)، (×٤)، (×٥) (×٦) ويعنى ذلك أنه كلما زادت قيمة كل من المتغيرات (×٢)، (×٤)، (×٥)، (×٦) كلما زادت قيمة (×١).

كما لوحظ فى المستوى الثالث أيضاً عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (×٢) وكل من (×٣)، (×٤)، (×٥)، (×٦). أما المستوى الرابع لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (×٣)، (×٤)، (×٥)، (×٦).

وفى المستوى الخامس لوحظ وجود ارتباط طردى دال احصائياً بين (×٤) وكل من (×٥)، (×٦) ويشير ذلك إلى أنه كلما تزيد قيمة كل من (×٥)، (×٦) تزيد قيمة (×٤).

وفى المستوى السادس لوحظ وجود ارتباط طردى دال احصائياً بين (×٥)، (×٦) ويعنى ذلك أنه كلما زادت قيمة (×٥) زادت قيمة (×٦).

وباستعراض الشكل (١٤) لوحظ فى المستوى الأول عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين المستوى الرقمى (Y) وكل من متوسط السرعة الأفقية لأخر خطوة اقتراب (×٧)، والسرعة الأفقية لـCM عند لحظة الارتقاء (×٨)، السرعة الأفقية لـCM عند أخر نقطة ارتكاز (×٩)، السرعة الأفقية خلال الطيران الحر (×١٠)، السرعة الرأسية لـ CM عند أخر نقطة ارتكاز (×١١)، أقصى سرعة رأسية لـCM (×١٢)، السرعة الرأسية لـCM عند ترك الزانة (×١٣).

وفى المستوى الثانى لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (×٧) وكل من (×٨)، (×٩)، (×١١)، (×١٢)، (×١٣)، بينما لوحظ وجود ارتباط عكسى دال احصائياً بين (×٧)، (×١٠)، ويعنى ذلك أنه كلما زاد قيمة (×٧) قلت قيمة (×١٠).

وفى كل من المستويين الثالث والرابع لم يوجد ارتباط دال احصائياً.

وفـــــى المستوى الخامس لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٠×) وكل مـــن (١١×)، (١٢×)، ووجود ارتباط عكسى دال احصائياً بين (١٠×)، (١٣×) ويعنى ذلك أنه كلما زادت قيمة (١٠×) قلت قيمة (١٣×).

وفى المستوى السادس تبين عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٢×)، (١٣×).

وبدراســـة الشـــكل (١٥) لوحـــظ فى المستوى الأول عدم وجود ارتباط ذات دلالة احصائية بين (Y) وكل من (١٥×)، (١٦×) ووجود ارتباط دال احصائياً بين (Y) وكل من (١٤×)، (١٧×)، (١٩×)، ويشيـــــــــر ذلك إلى أنه كلما زادت قيمة كل مـــــن (١٤×)، (١٦×)، (١٧×)، (١٨×) زادت قيمة (Y).

وفى المســـتوى الثانى لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بيـــــن (١٤×) وكل من (١٥×)، (١٦×)، (١٧×)، (١٨×).

وفى المستوى الثالث لوحظ أيضاً عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٥×) وكل مـــن (١٧×)، (١٨×)، كما وجد ارتباط عكسى دال احصائياً بين (١٥×) و(١٦×)، ويعنى ذلك أنه كلما زادت قيمة (١٥×) زادت قيمة (١٦×).

وفى المســـتوى الرابع يبين عدم وجود ارتباط دال احصائياً بيـــــن (١٦×)، وكل من (١٧×)، (١٨×).

وفـــــــى المستوى الخامس لوحظ وجود ارتباط طردى دال احصائياً بين (١٧×)، (١٨×) ويشير ذلك إلى أنه كلما زادت قيمة (١٧×) زادت قيمة (١٨×).

باستعـــــــــراض الشكل (١٦) لوحظ فى المستوى الأول بين (Y) وكـــــــل من (٢٠×)، (٢١×)، (٢٢×)، (٢٣×)، ووجـــود ارتباط طردى بين (y) و(١٩×)، ويعنى ذلك أنه كلما زادت قيمة (y).

وفى المستوى الثانى لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (١٩×) وكل من (٢٠×)، (٢١×)، (٢٢×)، (٢٣×).

وفى المستوى الثالث تبين عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٢٠×)، (٢١×)، ووجود ارتباط طردى دال احصائياً بين (٢٠×) وكل من (٢٢×)، (٢٣×) ويعنى ذلك أنه كلما زادت قيمة كل من (٢٢×)، (٢٣×) زادت قيمة (٢٠×).

وفى المستوى الرابع لوحظ عدم وجود ارتباط دال احصائياً بين (٢١×) وكل من (٢٢×)، (٢٣×).

وفى المستوى الخامس لوحظ وجود ارتباط طردى دال احصائياً بين (٢٢×)، (٢٣×) ويعنى ذلك أنه كلما زادت قيمة (٢٢×) زادت قيمة (٢٣×).

وبدراسة الجداول من (٨) إلى (١٤) اتضح أن أهم متغيرات ازاحات CM تاثيراً فى المستوى الرقمى مساهمة كان طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء (١×)، وتتفق هذه النتيجة مع ما أشار إليه جيمس هاى (١٩٧٨م) من أهمية وضع قدم الارتقاء مباشرة تحت قيمة اليد عند غرس الزانة، وإذا وضعت قدم الارتقاء خلف الخط المتعامد المار باليد العليا، فإن القافز قد يأخذ وقت أكثر فى التأرجح أكثر مما يتمكن من السيطرة عليه بعد ذلك فى القفزة بالإضافة إلى ذلك فإن مسافة الارتقاء قد تقلل القوى الرأسية التى قد يبذلها اللاعب عند الارتقاء مما يؤدى إلى صعوبة وضع الزانة فى الوضع الرأسى.

كما أن وضع القدم بعيدة للأمام عن الخط العمودى المار باليد العليا فإن القافز سيعانى من تقلص فى الارتقاء عندما يقوم بالقفز للأمام ضد القوة الخارجية بواسطة اليد اليمنى.

وتصبح معادلة الانحدار التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة طول الخطة الأخيرة للارتقاء كما يلى :

المستوى الرقمى = ٤,٦٦٧ + ٠,٥٦٩٠٠ × طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء

كما لوحظ أن أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم هى المتغير الثانى الأكثر تأثيراً فى المستوى الرقمى بعد طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء حيث كانت نسبة مساهمته منفرداً ٢٧,٣٤١٠% وكانت نسبة مساهمتهما معاً ٩٣,٩٩٤% وكانت معادلة الانحدار التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة كل من طول الخطوة الأخيرة للارتقاء، أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم كما يلى :

المستوى الرقمى = ٣,٨٧٦٤ + ٠,٥٩٧٩ × (طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء) +
٠,١٨١٣٥ × (أقصى سرعة لمركز ثقل كتلة الجسم)

أما بالنسبة لمساهمة الفروق بين ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند أعلى ارتفاع لارتفاع العارضة خلال القفز بالزانة فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة لأفراد عينة البحث اتضح من الجدول (١١) أن الفرق بين ارتفاع مركز ثقل كتلة الجسم عند أعلى ارتفاع وارتفاع العارضة (١٨×) هو أكثر متغيرات الارتفاع تأثيراً فى المستوى الرقمى، وكانت المعادلة التنبؤية للمستوى الرقمى بدلالة الفرق بين ارتفاع CM عند أقصى ارتفاع وارتفاع العارضة كما يلى :

المستوى الرقمى = ٦,٥٢٠٥٦٠ - ٠,٤٦٩٠ × (١٨×)

وباستعراض الجدول (١٤) اتضح أن متغير السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم عند أخر نقطة ارتكاز (٩×) هو المتغير الثالث الأكثر تأثيراً فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة بعد كل من (١×)، (١٢×) حيث بلغت نسبة مساهمته منفرداً ٤,٣٠٣١% ومع كل من المتغيرين الأول والثانى ٩٨,٢٩٧% وكانت المعادلة التنبؤية للمستوى الرقمى للقفز بالزانة بدلالة كل من (١×)، (١٢×)، (٩×) كما يلى :

المستوى الرقمى = ٤,٢٤٦٩٨٨ + ٠,٦١١٥٦ × (١×) + ٠,١٧٣٩ × (١٢×) +
٠,٠٧٢٥٣ × (٩×)

وتتفق نتائج هذه الدراسة الحالية مع ما أشار إليه جيمس هاى (١٩٧٨م) من أهمية كل من السرعة الأفقية والسرعة الرأسية، وارتفاع CM قبل الانطلاق فى وضع الجسم فى ارتفاع ملائم وساق أفقية مناسبة لتعدية العارضة، وبمعنى أخر الخطأ فى الحركات السابقة يسبب اتساع أو سرعة غير ملائمة وكذلك كمية حركة غير مناسبة.

٦/٠ الاستنتاجات والتوصيات : Conclusions and recommendations

٦/١ الاستنتاجات : Conclusions

فى حدود أهداف البحث ونتائجه أمكن استنتاج ما يلى :

٦/١/١ انحصرت الخصائص البيوميكانيكية للقفز بالزانة فى أوليمبياد ١٩٩٢ فيما يلى :

٦/١/١/١ كبر طول الخطوة الأخيرة للارتقاء حيث انحصرت ما بين (١,٩٠ متر، ٢,١٧ متر) وكان متوسطها (٢,٠٢).

٦/١/١/٢ كبر اتساع القبضة حيث انحصر ما بين (٠,٥٠ متر، ٠,٦٣ متر) وكان المتوسط (٠,٥٨ متر)

٦/١/١/٣ كبر المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند الخطوة قبل الأخيرة للارتقاء حيث انحصرت ما بين (١,٠٠متر، ١,١٨ متر) وكان متوسطها (١,١١٠ متر).

٦/١/١/٤ كبر المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند الخطوة الأخيرة للارتقاء حيث انحصرت ما بين (١,٠٠متر، ١,٢٠ متر) وكان متوسطها (١,١١٠ متر).

٦/١/١/٥ كبر المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء، حيث انحصرت ما بين (١,١ متر، ١,٢٠ متر)، كان متوسطها (١,١٣ متر).

٦/١/١/٦ كبر المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر نقطة ارتكاز.

٦/١/١/٧ الاحتفاظ بالسرعة المكتسبة حتى أخر نقطى ارتكاز.

٦/١/١/٨ ارتفاع أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم حيث انحصرت ما بين (٤,٧٠ متر/ث، ٥,٢٠متر/ث) وكان متوسطها (٥,١٠ متر/ث).

٦/١/١/٩ كبر قمة ارتفاع CM، حيث انحصرت ما بين (٥,٦٦ متر، ٥,٩١ متر) وكان متوسطها (٥,٨٠متر).

٦/١/١/١٠ كبر ارتفاع CM عند أخر نقطة ارتكاز حيث انحصر ما بين (١,٢٠ متر، ١,٤٠ متر)، وكان متوسطه (١,٣٠ متر).

٦/١/١/١١ كبر الفرق بين ارتفاع CM عند أخر نقطة ارتكاز وعند ترك الزانة، حيث انحصر ما بين (٤,٣٠ متر، ٤,٥٠ متر)، وكان متوسطه (٤,٤٠ متر).

٦/١/١/١٢ وجود تباين فى الفرق بين ارتفاع CM عند ترك الزانة وأعلى ارتفاع، حيث انحصر ما بين (٠,٠٣ متر، ٠,٣٠ متر) وكان متوسطه (٠,١٤ متر).

١٣/١/١/٦ وجـود تـباين فى الفـرق بيـن ارتفاع CM عند قمة ارتفاع CM وارتفاع العارضة حيث انحصر ما بين (٠,٠٢ متر، ٠,٢٦ متر).

١٤/١/١/٦ وجـود تـباين فى طـول وتـر الـزانة فى أقصى ثنى للزانة حيث انحصر ما بيـــن (١,٤٠ متر، ١,٧٠ متر)، وكان المتوسط (١,٦٠ متر).

١٥/١/١/٦ وجـود تـباين بين مقادير أقصى كمية حركة زاوية للقافز حول المحور الأفقى المـار بمركـز ثقـــــل كتلة جسمه حيث انحصرت ما بين (١٩٠كجم.م^{٢}/ث ٢٧١,٨كجم.م^{٢}/ث)، ومتوسطها كان (٢٤١,٢٠٠ كجم.م^{٢}/ث)

١٦/١/١/٦ وجود تباين بين كمية الحركة الزاوية خلال الطيران الحر حيث انحصرت مابين (-١٠٠كجـم.م^{٢}/ث، -١٥٠كجـم.م^{٢}/ث) وكان المتوسط (-٩٧,٩٠كجم.م^{٢}/ث) . ونشير الاشارة السالبة إلى أن CM يبقى مدعماً بالجرى.

١٧/١/١/٦ صـغر المسافة الأفقية بين CM والعارضة عند ترك الزانة - الاشارة السالبة تعـنى أن CM مـا زال مدعماً بالجرى - حيث انحصرت ما بين (-٠,٠٣ متر، ٠,١٧ متر) وكان المتوسط (٠,٠٧ متر).

١٨/١/١/٦ قـلة انحـراف CM عن الخط المنصف للجرى عند لحظات كل من الارتقاء، غرس الزانة، حيث انحصر.

١٩/١/١/٦ كـلما زادت كـل من المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر لحظة ارتقاء، طول الخطـوة الأخيرة للارتقاء ، طول الخطوة، واتساع القبضة، والمسافة الرأسية بين CM وقمـة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء، والمسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند اللحظة الأخيرة للارتقاء؛ كلما زاد المستوى الرقمى للقفز بالزانة.

٢٠/١/١/٦ كـلما زاد طول الخطوة الأخيرة خلال الارتقاء كلما زاد كل من اتساع القبضة، المسـافة الرأسـية بيـن CM وقمة ارتكاز القدم عند اللحظة الأخيرة للارتقاء، المسـافة الرأسـية بيـن CM وقمة ارتكاز القدم عند اللحظة الأخيرة للارتقاء، المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر لحظة الارتقاء،

٢١/١/١/٦ كـلما زدات المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند اللحظة الأخيرة للارتقـاء زادت كـل من المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عن لحظة الارتقاء، المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر لحظة الارتقاء.

٢٢/١/١/٦ كـلما زادت المسافة الرأسية بين CM وقمة ارتكاز القدم عند لحظة الارتقاء زادت المسافة الرأسية بين CM وقمة أخر لحظة الارتقاء.

٦/١/١/٢٣ كـــلما زاد متوسط السرعة الأفقية لأخر خطوة اقتراب كلما قلت السرعة الأفقية خلال الطيران الحر.

٦/١/١/٢٤ كـــلما قلت السرعة الأفقية خلال الطيران الحر زاد مقدار أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم.

٦/١/١/٢٥ كلما زادت قمة ارتفاع CM النهائى زاد المستوى الرقمى للقفز بالزانة.

٦/١/١/٢٦ كـــلما قل كل من الفرق بين ارتفاع CM عند ترك الزانة وأعلى ارتفاع، الفرق بيـــن ارتفاع CM عند أعلى ارتفاع، وارتفاع العارضة زاد المستوى الرقمى للقفز بالزانة.

٦/١/١/٢٧ كـــلما زاد ارتفاع CM عند أخر نقطة ارتكاز قل الفرق بين ارتفاع CM عند أخر نقطة ارتكاز وترك الزانة.

٦/١/١/٢٨ كلما زاد الفرق بين ارتفاع CM عند ترك الزانة وأعلى ارتفاع كلما زاد الفرق بين ارتفاع CM عند أعلى ارتفاع وارتفاع العارضة.

٦/١/١/٢٩ كـــلما زاد وتـــر الـــزانة عـــند أقصى انحناء للزانة زاد المستوى الرقمى للقفز بالزانة.

٦/١/١/٣٠ كـــلما زادت أقصى كمية حركة زاوية للقافز بالزانة كلما زاد كل من زاوية وتر الـــزانة مع الخط الأفقى عند ترك الزانة، المسافة الأفقية بين CM والعارض عند ترك الزانة.

٦/١/١/٣١ كـــلما زادت زاويـــة وتـــر الـــزانة مع الخط الأفقى عند ترك الزانة كلما زادت المسافة الأفقية بين CM والعارض عند ترك الزانة.

٦/١/١/٣٢ أهـــم المتغيرات الديناميكية مساهمة وتأثيراً فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة هى :

أ- طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل كتلة الجسم خلال الارتقاء وكانت نسبة مساهمتها منفردة ٦٦,٦٥٢%.

ب- أقصـــى ســـرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم خلال المسار الحركى وكانت نسبة مساهمتها منفردة ٢٧,٣٢٢%.

جـ- الســـرعة الأفقيـــة لمركـــز ثقـــل كتـــلة الجسم عند أخر نقطة ارتكاز وكانت نسبة مساهمتها منفردة ٤,٣٠٣٠%.

بـــلغت نسبة مساهمة المتغيرات الثلاثة فى المستوى الرقمى للقفز بالزانة مجتمعة ٩٨,٢٩٧%.

٣٣/١/١/٦ المعادلة التنبؤية للمستوى الرقمى للقفز بالزنة بدلالة كل من المتغيرات الثلاثة السابق ذكرها هى :

المستوى الرقمى = ٤,٢٤٦٩٨٨ + ٠,٦١١٥٦ × (طول الخطوة الأخيرة لمركز ثقل كتلة الجســم خــلال الارتقاء) + ٠,١٧٣٩ × (أقصى سرعة رأسية لمركز ثقل كتلة الجسم) + ٠,٠٧٢٥٣ × (السرعة الأفقية لمركز ثقل كتلة الجسم)

٢/٦ التوصيات :

انطلاقاً مما توصل إليه الباحثان من نتائج والاستنتاجات يوصيان بما يلى :

١/٢/٦ عند التدريب على القفز بالزانة مراعاة العلاقات الارتباطية التى توصل لها الباحثان بيــن كــل مــن متغيرات الازاحات والارتفاعات والسرعات وكمية الحركة الزاوية وانحناء ومد الزانة.

٢/٢/٦ استخدام المعادلة التنبؤية للمستوى الرقمى التى توصل لها الباحث لتحسين وتطوير المستوى الرقمى للقفز بالزانة.

٣/٢/٦ اســتخدام نظــام التصــوير بــالفيديو وبرنامج الحاسب الآلى فى دراسات وبحوث الميكانيكا الحيوية.

المراجع :

١- عادل عبد البصير على : (١٩٩٨م)، الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق، الطبعة الثانية، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.

2- Clauser C.E., McConville, J.T., & Young, J.W. : (1969), Weight, volume and center of mass segments of the human body (AMRL Tech. Rep.), weight Patterson Air Force Base, OH.

3- Cooper, John, M., Glassow, Ruth, B. : (1970), Kinesiology (Fourth edition), Mosby Company, Saint Louis.

4- Cornelius, A. Warmerdam : (1941), Factors associated with the approach and take-off in pole vaulting, CM. A. Thesis, LeLand Stanford Junior University.

5- Dempester, W.T. : (1955) Space requirement of the seated operator (WHDC Tech Rep.), Wright Patterson Air Force Base, OH.

6- Hay, J.G. : (1978), The biomechanics sports techniques, (second edition) Prentice Hall, Inc., Englwood Cliffs, N.J., U.S.A.

7- Whitsett, C.E. : (1963), Some dynamic response characteristics of weightless man, (ARML Tech. Rep.) Wright Patterson Air Force Base, OH.