النموذج البيوكينماتيكى لمرحلتي البدء وتزايد السرعة في سباق ١٠٠ متر عدو

*د/ أيمن محمد سمير رضوان ابراهيم

المقدمة ومشكلة البحث وأهميتة

سباق مائة متر عدو من ابرز سباقات المسافات القصيره تشويقاً وإثاره على الإطلاق ويحمل الفائز به لقب أسرع عداء في العالم ويعتمد في أدائه على خليط متناسب ما بين عنصري السرعه الحركية والقوه العضلية، وتعتبر مرحلتي البدء وتزايد السرعة في سباق ١٠٠م عدو مرحلتين هامتين ومؤثرتين في المستوى الرقمي للعدائين ويعتبران مؤشرين للتمايز بين المتسابقين وصاحب الاداء الافضل فيهما يتصدر السباق.

وقد قسّمت مرحلة الارتكاز لخطوة العدو الى مرحلتين الفرملة ومرحلة الدفع، يمثل مجموع كلا المرحلتين الوقت الإجمالي لاتصال القدم بالارض، اما مؤشر مرحلة الاتصال/ الطيران فيمثل مجمل خطوة العدو، وتعتمد تلك المتغيرات على قياسات الجسم الانثروبومترية بالاضافة الى القوة التي تطورها العضلات الباسطة في الفخذ والركبة ومفصل الكاحل، و يعتبر تنفيذ مرحلة الاتصال أحد أهم مؤشرات كفاءة سرعة العدو، ويجب أن تكون مرحلة التلامس قصيرة قدر الإمكان مع نسبة مثالية بين مرحلة الفرملة ومرحلة الدفع (١٤ : ٤٤)(١٥ : ٧٣-٨٠)

ويعتمد تردد الخطوة على عمل الجهاز العصبي المركزي وهو محدد سلفا وراثيا إلى حد كبير فكلما زاد التردد، قصر طول الخطوة والعكس صحيح، وفي الواقع يتم تحديد كفاءة تزايد السرعة من خلال النسبة المثالى بين طول وتردد الخطوات، وهذا المبدأ مأخوذ به عند العدائين النخبة وللدراسات المتنوعة اهتمام خاص بالبدء (١٦ : ٣٧٦ -٣٩٢).

* جامعة اسوان– كلية التربية الرياضية – قسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة الرياضية

حيث اتفقت دراسات متعدده على أن كفاءة بدء العدو تعتمد في المقام الأول على تحديد توزيع مواضع كتل اجزاء الجسم فوق مكعب البدء التي تكفل أفضل انطلاق بالاضافة لتسارع كتلة الجسم بعد ذلك، ويعد التداخل الأمثل بين بداية السباق والتسارع من المشكلات الحركية التي يجب على العداء أن يدمج خلال تطورهما تردد وطول الخطوات والمدد الزمنية لأتصال القدم بالارض وموقع مركز ثقل الجسم العام خلال دفعي الايقاف والتعجيل ونسبة زمن ومسافة كل منهما للأخر، جميع هذه المتغيرات مترابطة وكل منها مشروط بتنظيم الحركة والقدرات الحركية والعمليات الحيوية والخصائص المورفولوجية للرياضي(٦: ٨٢ – ٩٠)(١٧: ٨٤– ٩٨) (٢٢: ٢٨٠٢–٢٨٠٥)(١٠: ١١– ٢٠)(٩: ١٢٥٧– ١٢٦٣)(١٢: ٦٥– ٧٢) (٢١: ١٣٧– ١٤٧) (٥: ٧٠٩– ٧٢١) (١٨: ٤٣– ٧٣) (١٣: ٨١– ٨٧) (٧: ٣٥٨١، ٣٥٨٢).

تناولت العديد من الدراسات حركة العدو بمراحلة من وجة النظر المتعلقة ببيوميكانيكية العدو البشري كدراسة كلا من "**ديللمان** ٧٥ (٨)، **الكسندر** ٨٤ (١)، **كافاناغ** ٩٠ (٤)، **اون بو** ٩٤ (٢٠)، **نوفاشيك**" ٩٨ (١٩) حيث اتجه جميعهم لوصف وتفسير حركة الجري أو العدو من خلال نتائج كينماتيكية، وكيناتيكية وكذا قوى رد فعل الارض، الا ان هناك قطاعاً آخر من الدراسات التي تناولت العدو من وجهة نظر اخرى فمنهم من تناول محاكاة العدو، وبعضها تناول محاكاة جري الروبوتات والبعض الاخر عمل في مجال المحاكاة الحاسوبية كما في دراسة (هودجينز ٩٦ (11)).

أما "**الكسندر** ٨٤" (١) فقد فسر مفردات الطاقة المنتجة لكل من الجري والمشي واشكال القوى، بالاضافة لتفسيره ان الحركة تتكيف لأنتاج اقل قدر من الطاقة، كما فسر مفردات التغير من المشي الى الجري باقل طاقة ممكنه، وقد قدم "كافاناغ ٩٠" وجهات نظر مرجعية جيده جداً، حيث اجرى كلاً من "كافاناغ & لوفورتن ٨٠" (٤) تجارب لدراسة العلاقة بين طول الخطوه وسرعة العدو

خلال مسافة السباق، كما تم دراسة العلاقة بين طول الخطوه والمتغيرات الانثروبومترية، وأوضحا مدى تأثير اضافة الكتلة على طول الخطوه، ومن النتائج التجريبية التى توصلت لها تلك الدراسة معادلة لحساب طول الخطوه مع الاخذ فى الاعتبار سرعة العدو، واخرى لحساب طول الخطوه مع الاخذ فى الاعتبار سرعة العدو وطول الرجل، أما "اون بو ٩٤ " فقد قدم وصفاً لمصطلح كينماتيكا وكيناتيكا المشي والجري البشري وقد تناول في سبيل ذلك (دورة المشي، طول الخطوة الطبيعية والخطوه الواسعه، وكينماتيكيا وكيناتيكا عمل مفاصل الجسم، قوى رد فعل الارض في كلا الحالتين)، في حين استعرض "نوفاشيك ٩٨" (١٩) بيوميكانيكية الجري وناقش دورة المشي، النشاط الكهربي للعضلات، النواحي الكينماتيكية والكيناتيكية، طاقة الوضع والحركة للجري في نقطة التغيير ما بين اتصال القدم الخلفية والامامية، وقد قدم شرحاً لمسافة الجري التى يتحرك فيها الجسم بمعدل تحكم اكبر نسبةً الى الطاقة المتطلبة، وعلى العكس فإنه خلال العدو يتحرك الجسم بسرعه كبيره ما امكن خلال السباق، وقدم "برودرلين & كالفيرت ٩٦" (٢) في دراستهما نظاما عالى المستوى للتحكم الحركي في محاكاة الجري، وقد توصلا لصياغة معادلة حسابية لطول الخطوه والتي تعتبر داله من سرعة الجري، طول العداء، مهارة العداء، كما ان زمن الطيران صيغ داله من تردد الخطوه والتي هي داله من طول الخطوه وسرعة العدو.

ونظراً لهذا الكم الكبير من المعلومات الا انه أغفل الخروج بتوصيف دقيق لطبيعة أداء نخبة العدائين خلال مرحلتي البدء والتسارع ومعرفة سبب تميزهم عن غيرهم وفيما بينهم، مما دفع الباحث لمحاوله تناول النموذج الامثل لأداء مرحلتي البدء والتسارع مع استهدافها بالتفسير والربط من وجهة النظر البيوكينماتيكية، ثم الخروج بتوجيهات من شأنها المساهمة بفاعليه تطوير المستويات الرقمية.

هدف البحث:

استهدف البحث تحديد النموذج الامثل لأداء البدء والتسارع في سباق ١٠٠م لعدائي الدرجة الاولى.

تساؤل البحث:

ما هي قيم متغيرات النموذج الامثل لأداء مرحلتي البدء والتسارع في سباق ١٠٠م عدو لعدائي الدرجة الاول

خطة وإجراءات البحث:

منهج البحث :

تم استخدام المنهج الوصفي نظرا لتوافقة مع طبيعة البحث.

عينة البحث :

تضمنت عينة البحث اللاعب خمسة عدائين مستوى اول بنادي الجيش الرياضي من الحاصلين على بطولة الجمهورية تم اختيارهم عمديا مواصفاتهم (١.٧٥م ± ٠.٠٠٥، ٦٧كجم ± ٢).

جدول (١)
توصيف العينة

البيان – اللاعب	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	المتوسط	الانحراف المعياري
السن	18	19	18	20	18	20.8	0.84
الكتلة	69	67	65	67	68	67.2	1.48
الطول الكلي	178	174	175	173	175	175	1.87
طول كف اليد	19.2	18.8	18.9	18.7	18.9	18.9	0.20
طول الساعد	26.0	25.4	25.6	25.3	25.6	25.55	0.27
طول العضد	33.1	32.4	32.6	32.2	32.6	32.55	0.35
طول الذراع	78.3	76.6	77.0	76.1	77.0	77	0.82
طول الجذع	51.3	50.1	50.4	49.8	50.4	50.4	0.54

تابع جدول (١)
توصيف العينة

البيان – اللاعب	الاول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	المتوسط	الانحراف المعياري
طول الفخذ	43.6	42.6	42.9	42.4	42.9	42.88	0.46
طول الساق	43.8	42.8	43.1	42.6	43.1	43.05	0.46
طول القدم	32.0	30	28	29	31	30	1.58
ارتفاع رسغ القدم	6.9	6.8	6.8	6.7	6.8	6.825	0.07
طول الرأس والعنق	32.4	31.7	31.9	31.5	31.9	31.85	0.34

أدوات البحث :

- عدد (٢) اله تصوير ٢٥ كادر / ث
- وحدة معايرة ابعاده (٢×١×٢م)
- شريط قياس بالمتر وعلامات ضابطه
- جهاز حساب الى
- برنامج تحليل حركي (kwon3d).

الأسلوب الاحصائي :

استعان الباحث بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لحصر نتائج البحث

التجربة الاستطلاعية :

تم اجراء التجربة الاستطلاعية بغرض تدريب المعاونين وضبط اماكن التصوير ووصلات مصادر الكهرباء وقد تم ذلك يوم الأحد الموافق ٥-٨-٢٠١٨ باستاد نادي الجيش

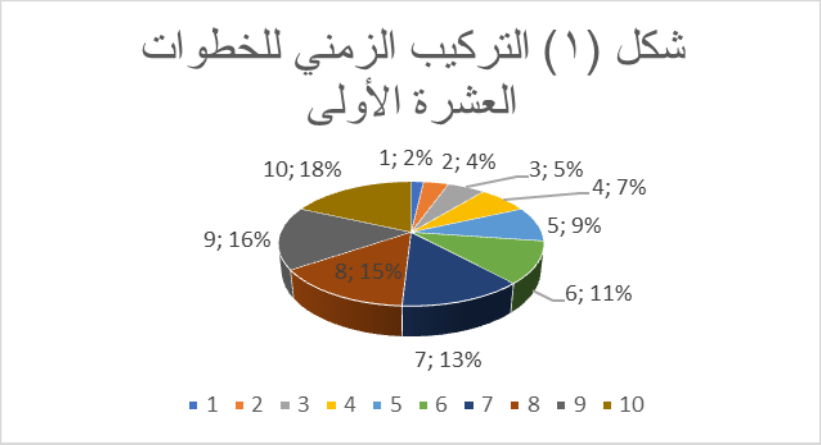
التجربة الاساسية :

تم اجراء التجربة الاساسية في نفس ظروف التجربة الاستطلاعية حيث تم وضع التي التصوير على المستوى الجانبي لمسار اللاعب من نقطة الانطلاق الى مسافة ٢٠م البعد بينهما ١٠م بارتفاع ١.١٠م عن الارض وبعد عن مسار العدو مسافة ١٠م عموديا عليى المستوى الجانبي للاعبين وذلك يوم الأحد الموافق ٢٠١٨/٨/١٢ باستاد نادي الجيش حيث تم تصوير ثلاثة

محاولات انطلاق وعدو لمسافة ٦٠م للعدائين عينة البحث ووتسجيل الازمنه ثم تم اختيار افضل المحاولات من حيث الزمن لكل عداء لتصل عدد المحاولات الخاضعة للتحليل (٥) محاولات.

عرض ومناقشة نتائج البحث

أولاً: التركيب الزمني للخطوات العشرة الأولى



جدول (٢)
التركيب الزمني للخطوات العشرة الأولى

الخطوة	الزمن	النسبة		الخطوة	الزمن	النسبة
1	0.23	10.314		6	0.22	9.865
2	0.24	10.762		7	0.22	9.865
3	0.22	9.865		8	0.22	9.865
4	0.23	10.314		9	0.21	9.417
5	0.21	9.417		10	0.23	10.314
	الزمن الكلي					2.23

ثانياً: النتائج الخاصة بالمتغيرات البيوكينماتيكية للبدء والانطلاق لثلاثة امتار (خطوتين)

جدول (٣)

قيم المتغيرات البيوكينماتيكية للأنطلاق من مكعب البدء

المرحلة	المتغير – العدائين	1	2	3	4	5	المتوسط	الانحراف المعياري
وضـــــع استعد	المسافة الافقية بين مركز الثقل وخط البدء (م)	0.32	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.01
	ارتفاع مركز الثقل (م)	0.54	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.00
رد الفعـــل الحركي	زمن رد الفعل الحركي للقدم اليمنى (ث)	0.275	0.285	0.295	0.285	0.305	0.29	0.01
	زمن رد الفعل الحركي للقدم اليسرى (ث)	0.405	0.42	0.44	0.41	0.44	0.42	0.02
	زاوية ميل الجسم خلال البدء (د)	41	39.4	41.1	42.3	39.3	40.62	1.27
	السرعة الرأسية لمركز ثقل الجسم (م/ث)	0.85	0.78	0.74	0.91	0.93	0.84	0.08
	السرعة الافقية لمركز ثقل الجسم (م/ث)	4.27	4.08	3.95	4.28	4.19	4.15	0.14
	السرعة المحصلة لمركز ثقل الجسم (م/ث)	4.36	4.15	4.02	4.37	4.28	4.24	0.15
الخطوة الاولى مرحلة الفرملة	سرعة مركز الثقل الرأسية(م/ث)	-0.89	-0.89	0.86	-0.96	-0.92	-0.56	0.79
	سرعة مركز الثقل الافقية (م/ث)	1.99	2.02	2.1	1.82	1.91	1.97	0.11
	سرعة مركز الثقل المحصلة (م/ث)	2.18	2.21	2.27	2.05	2.12	2.17	0.08
الخطوة الاولى مرحلى الدفع	سرعة مركز الثقل الرأسية(م/ث)	1.12	0.91	0.97	1.23	0.93	1.03	0.14
	سرعة مركز الثقل الافقية (م/ث)	4.48	4.39	4.45	4.22	4.59	4.43	0.14
	سرعة مركز الثقل المحصلة (م/ث)	4.62	4.48	4.56	4.4	4.68	4.55	0.11
الخطوة الثانية مرحلة الفرملة	سرعة مركز الثقل الرأسية(م/ث)	0.31	0.35	0.36	0.36	0.32	0.34	0.02
	سرعة مركز الثقل الافقية (م/ث)	6	6.07	6.14	5.96	5.95	6.02	0.08
	سرعة مركز الثقل المحصلة (م/ث)	6.2	6.08	6.15	5.97	5.96	6.07	0.11
الخطوة الثانية مرحلى الدفع	سرعة مركز الثقل الرأسية(م/ث)	0.05	0.1	0.43	0.41	0.53	0.30	0.21
	سرعة مركز الثقل الافقية (م/ث)	5.75	5.91	6.15	6.06	6.12	6.00	0.17
	سرعة مركز الثقل المحصلة (م/ث)	5.75	5.91	6.17	6.07	6.24	6.03	0.20
تسارع مركز الثقل	سرعة مركز الثقل خلال الثلاث امتار الاولى ـم/ث)	4.49	4.6	4.41	4.47	4.56	4.51	0.08
	ارتفاع مركز الثقل خلال الثلاثة امتار الاولى (م)	0.68	0.66	0.67	0.68	0.68	0.67	0.01

يوضح جدول (٣) قيم المتغيرات البيوكينماتيكية الخاصة باداء عينة البحث خلال الانطلاق من مكعب البدء والخطوتين الاولى والثانية بعد الانطلاق.

ثالثاً : النتائج الخاصة بالمتغيرات البيوكينماتيكية لمرحلة التسارع (عشرة خطوات)

جدول (٤)
قيم المتغيرات البيوكينماتيكية لمرحلة التسارع (عشرة خطوات)

المرحلة	المتغير – العدائين	1	2	3	4	5	المتوسط	الانحراف المعياري
متوسط متغيرات العشرة خطوات	عدد الخطوات (خطوة)	10	10	10	10	10	10.00	0.00
	المسافة الكلية (م)	15.04	15.57	15.63	15.32	15.38	15.39	0.23
	الزمن الكلي (ث)	2.19	2.25	2.27	2.21	2.23	2.23	0.03
	تردد الخطوة (خ/ث)	4.56	4.44	4.42	4.52	4.49	4.49	0.06
	طول الخطوة (م)	1.50	1.56	1.56	1.53	1.54	1.54	0.02
	زمن الاتصال (ث)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.00
	زمن الطيران (ث)	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.00
	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.39	1.38	1.33	1.41	1.41	1.38	0.03
الخطوة الاولى	الطول (م)	1.03	1.03	1.03	1.03	1.06	1.04	0.01
	زمن الاتصال (ث)	0.172	0.178	0.184	0.167	0.185	0.18	0.01
	زمن الطيران (ث)	0.062	0.037	0.056	0.055	0.043	0.05	0.01
الخطوة الثانية	الطول (م)	0.99	1.05	1.08	1.02	1.05	1.04	0.03
	زمن الاتصال (ث)	0.142	0.179	0.154	0.154	0.166	0.16	0.01
	زمن الطيران (ث)	0.086	0.08	0.08	0.092	0.074	0.08	0.01
الخطوة الثالثة	الطول (م)	1.33	1.36	1.3	1.3	1.33	1.32	0.03
	زمن الاتصال (ث)	0.141	0.129	0.135	0.129	0.148	0.14	0.01
	زمن الطيران (ث)	0.08	0.092	0.086	0.08	0.073	0.08	0.01
الخطوة الرابعة	الطول (م)	1.36	1.4	1.43	1.36	1.33	1.38	0.04
	زمن الاتصال (ث)	0.13	0.13	0.13	0.136	0.13	0.13	0.00
	زمن الطيران (ث)	0.11	0.092	0.104	0.092	0.098	0.10	0.01
الخطوة الخامسة	الطول (م)	1.58	1.55	1.58	1.58	1.58	1.57	0.01
	زمن الاتصال (ث)	0.111	0.129	0.123	0.123	0.117	0.12	0.01
	زمن الطيران (ث)	0.086	0.086	0.093	0.087	0.092	0.09	0.00
الخطوة السادسة	الطول (م)	1.55	1.64	1.64	1.61	1.58	1.60	0.04
	زمن الاتصال (ث)	0.117	0.13	0.129	0.123	0.117	0.12	0.01

تابع جدول (٤)
قيم المتغيرات البيوكينماتيكية لمرحلة التسارع (عشرة خطوات)

المرحلة	المتغير – العدائين	1	2	3	4	5	المتوسط	الانحراف المعياري
	زمن الطيران (ث)	0.099	0.098	0.092	0.098	0.105	0.10	0.00
الخطـــوة السابعة	الطول (م)	1.71	1.77	1.8	1.74	1.77	1.76	0.03
	زمن الاتصال (ث)	0.129	0.117	0.117	0.123	0.117	0.12	0.01
	زمن الطيران (ث)	0.086	0.111	0.111	0.093	0.105	0.10	0.01
الخطـــوة الثامنة	الطول (م)	1.77	1.92	1.86	1.83	1.83	1.84	0.05
	زمن الاتصال (ث)	0.117	0.111	0.105	0.117	0.11	0.11	0.01
	زمن الطيران (ث)	0.111	0.117	0.117	0.104	0.111	0.11	0.01
الخطـــوة التاسعة	الطول (م)	1.86	1.89	1.92	1.89	1.89	1.89	0.02
	زمن الاتصال (ث)	0.099	0.098	0.104	0.111	0.105	0.10	0.01
	زمن الطيران (ث)	0.092	0.111	0.111	0.105	0.105	0.10	0.01
الخطـــوة العاشرة	الطول (م)	1.86	1.96	1.99	1.96	1.96	1.95	0.05
	زمن الاتصال (ث)	0.117	0.105	0.111	0.11	0.11	0.11	0.00
	زمن الطيران (ث)	0.104	0.123	0.123	0.111	0.117	0.12	0.01

يوضح جدول (٤) قيم المتغيرات البيوكينماتيكية الخاصة باداء عينة البحث خلال مرحلة التسارع.

جدول (٥)

نسب ازمنة الاتصال والطيران وتتبع سرعة مركز ثقل الجسم خلال خطوات التسارع

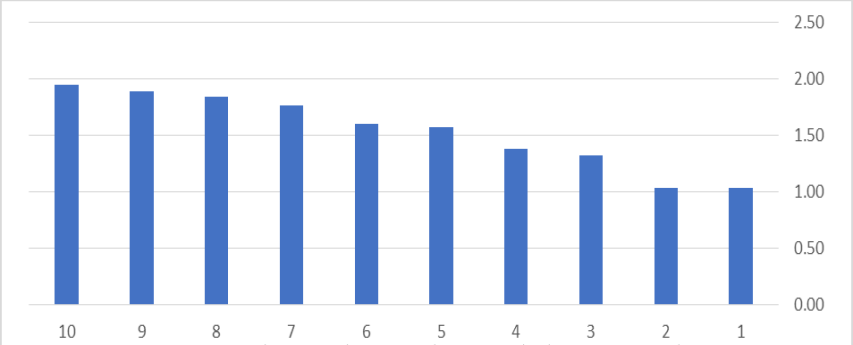
الخطوة	المتغير – العدائين	1	2	3	4	5	المتوسط	الانحراف المعياري
	زمن الاتصال / زمن الطيران	2.77	4.81	3.29	3.04	4.30	3.64	0.87
1	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	73.50	82.79	76.67	75.23	81.14	77.87	3.95
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	4.40	4.79	4.29	4.64	4.65	4.55	0.20
	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.65	2.24	1.93	1.67	2.24	1.95	0.29
2	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	62.28	69.11	65.81	62.60	69.17	65.79	3.35
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	4.34	4.05	4.62	4.15	4.38	4.31	0.22
	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.76	1.40	1.57	1.61	2.03	1.67	0.24
3	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	63.80	58.37	61.09	61.72	66.97	62.39	3.21
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	6.02	6.15	5.88	6.22	6.02	6.06	0.13

تابع جدول (٥)

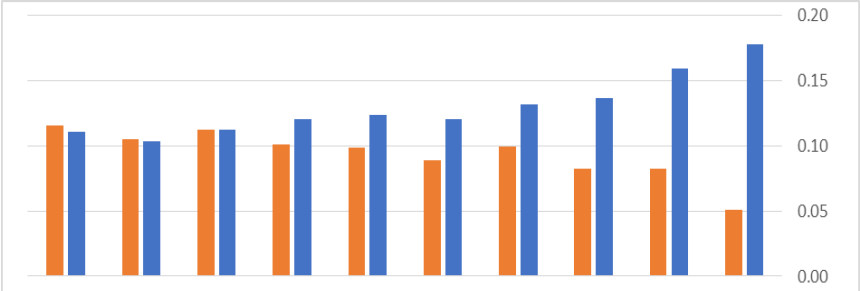
نسب ازمنة الاتصال والطيران وتتبع سرعة مركز ثقل الجسم خلال خطوات التسارع

الخطوة	المتغير – العدائين	1	2	3	4	5	المتوسط	الانحراف المعياري
4	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.18	1.41	1.25	1.48	1.33	1.33	0.12
	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	54.17	58.56	55.56	59.65	57.02	56.99	2.21
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	5.67	6.31	6.11	5.96	5.83	5.98	0.25
5	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.29	1.50	1.32	1.41	1.27	1.36	0.10
	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	56.35	60.00	56.94	58.57	55.98	57.57	1.68
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	8.02	7.21	7.31	7.52	7.56	7.53	0.31
6	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.18	1.33	1.40	1.26	1.11	1.26	0.11
	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	54.17	57.02	58.37	55.66	52.70	55.58	2.24
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	7.18	7.19	7.42	7.29	7.12	7.24	0.12
7	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.50	1.05	1.05	1.32	1.11	1.21	0.20
	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	60.00	51.32	51.32	56.94	52.70	54.46	3.86
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	7.95	7.76	7.89	8.06	7.97	7.93	0.11
8	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.05	0.95	0.90	1.13	0.99	1.00	0.09
	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	51.32	48.68	47.30	52.94	49.77	50.00	2.21
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	7.76	8.42	8.38	8.28	8.28	8.22	0.27
9	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.08	0.88	0.94	1.06	1.00	0.99	0.08
	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	51.83	46.89	48.37	51.39	50.00	49.70	2.07
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	9.74	9.04	8.93	8.75	9.00	9.09	0.38
10	زمن الاتصال / زمن الطيران	1.13	0.85	0.90	0.99	0.94	0.96	0.10
	نسبة زمن الاتصال الى زمن الخطوة %	52.94	46.05	47.44	49.77	48.46	48.93	2.62
	سرعة مركز الثقل خلال الخطوة (م/ث)	8.42	8.60	8.50	8.87	8.63	8.60	0.17

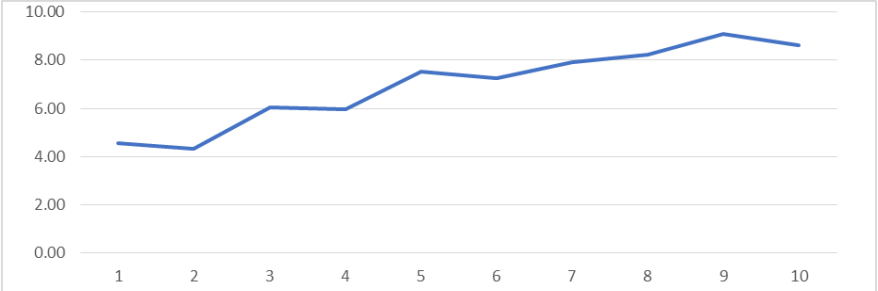
يوضح جدول (٥) قيم نسب ازمنة الاتصال والطيران وتتبع سرعة مركز ثقل الجسم خلال خطوات التسارع .



شكل (٢) تغير طول الخطوه خلال تسارع الخطوات العشرة



شكل (٣) ازمنة الاتصال والطيؤان خلال تسارع الخطوات العشرة



شكل (٤) تدرج سرعة مركز ثقل الجسم خلال خطوات مرحلة التسارع العشرة

تشير القيم الواردة في الجداول والاشكال (٢ : ٤) إلى أن متوسط بعد مسقط مركز ثقل الجسم عن خط البدء بلغ (٠.٣٢ م ± ٠.٠١) بنسبة (١٨.٣%) من متوسط الطول الكلي في حين بلغ متوسط ارتفاعه عن الارض

(٠.٥٤م ± ٠.٠٠٠)بنسبة (٣٠.٩%) من متوسط الطول الكلي، وتمثل تلك المساحة الحيز الذي يولد فيه العدائين النخبة السرعة اللازمه لتحريك كتل اجسامهم في اقل زمن ممكن ضد الجاذبية، وكلما زادت قوة الاندفاع ضد مكعب البدء كلما كان زمن رد الفعل الحركي أقصر والبالغ متوسطه لكلا القدمين اليمنى واليسرى ما بين (٠.٢٩ : ٠.٤٢ ث ± ٠.٠٠٢) على الترتيب حيث بلغ متوسط زاوية الميل (٤٠.٦د ± ١.٣) هذه الوضعيه سهلت الحصول على دفع قوى بمتوسط سرعة محصلة بلغ (٤.٢٤م/ث ± ٠.١٥) اغلبها للأتجاه الافقي وبالتالي تزيد فعالية البدء وقدرة العداء في تنفيذ الخطوة الأولى، حيث يتم توزيع كتلة الجسم بالتساوي بين الساقين والذراعين.

خلال خطوتي الانطلاق الاولى والثانية وعند اول تلامس مع الارض خلال دفع الفرملة بلغ متوسط السرعة المحصلة (٢.١٧م/ث ± ٠.٠٨) بمركبتي سرعة رأسية وافقية (-٠.٥٦م/ث ± ٠.٧٩، ١.٩٧م/ث ± ٠.١١) على الترتيب، ارتفعت تلك القيم خلال الدفع لتصل السرعة الحصلة الى (٤.٥٥م/ث ±٠.١١) والمركبتين (١.٠٣م/ث ±٠.١٤، ٤.٤٣م/ث ±٠.١٤) على الترتيب حيث سجل مركز الثقل ارتفاعا متوسطا قدره (٠.٦٧م ± ٠.٠٠١) هذا التشكيل ساعد في بدأ تسارع عالي القيمة تمهيدا لدخول مرحلة التسارع في بداية السباق بسرعه كبيره.

اما خلال مرحلة التسارع والتي اختص الباحث خلالها دراسة عشرة خطوات عدو كانت متوسط المسافة المقطوعه خلالها (١٥.٤م ± ٠.٢٣) في زمن متوسط قدره (٢.٢٣ث ± ٠.٠)، حيث بلغ متوسط سرعة العينة خلالها (٦.٩م/ث ± ٠.٠٠٢) من خلال طول خطوه بلغ متوسطه (١.٥٤م ±٠.٠٠٢) وتردد خطوه (٤.٤٩خ/ث ±٠.٠٦) حيث بلغ متوسط زمن الاتصال خلال الخطة (٠.١٣ث) ومتوسط زمن الطيران (٠.٠٩ث) بنسبة (١.٣٨ : ١) على الترتيب.

وقد تراوح متوسط طول الخطوه خلال تلك المرحلة ما بين (٠.٩٩م : ١.٨٦م) سجلت بشكل تزايدي الا خلا ل الخطوه الثانية والتي سجلت اقل معدلاتها ثم عادت للتزايد وهكذا الحال بالنسبة لسرعة العدو المسجلة خلال الخطوات العشره كل على حدى فقد تراوحت ما بين (٤.٣١م/ث : ٨.٦٠م/ث) كان ادناها خلال الخطوه الثانية اما متوسط نسبة زمن اتصال القدم بالارض الى زمن الطيران فقد تراوحت ما بين (٠.٩٦ :١) الى (٣.٦٤ : ١) بشكل تنازلي حيث كان ادناها خلال الخطوه العاشره، وقد مثلت نسبة زمن الاتصال بالارض الى الزمن الكلي خلال العشرة خطوات قيما تراوحت ما بين (٤٨.٩% : ٧٧.٩%) كان ادناها خلال الخطوه العاشره، بمعنى انه عند تزايد العدو فأن نسبة زمن الاتصال الى زمن الطيران تتناقص بالتدريج وأن النسبة المئوية التي يشغلها زمن الاتصال الى الزمن الخدوه تتناقص ايضا بالتدريج مع تسارع العدو،

استخلاصات البحث :

- نسبة (١٨.٣%) من الطول الكلي كبعد و(٣٠.٩%) ارتفاع لمركز ثقل الجسم خلف خط البدء تعتبر مساحة تكفل تجهيز الجسم في وضعيه تمكنه من تطبيق اقصى قوة ضد مكعب البدء
- خفض سرعة رد الفعل الحركي للأنطلاق من مكعب البدء الى نسبة (١٣%) من الزمن المستهدف لمرحلة التعجيل، وخفض زمن مرحلة التعجيل لنسبة (٢.٦%) من الزمن الكلي المستهدف من السباق.
- تسارع الجسم للخروج من مكعب البدء بمقدار (٤.٥١م/ث) يكفل للجسم التحرر السهل في اقل زمن ممكن
- انطلاق الجسم بزاوية ميل (٤١د) يساهم في نقل كتلة الجسم اماما بسهولة وتغيير حالة الجسم من السكون الى الحركة نتيجة لنقل اتزان الجسم اماماً.

- تنخفض متغيرات العدو خلال الخطوه الثانية لذلك لابد الا تؤثر معدلات الانخفاض على تزايد السرعة.
- تزايد السرعة يغير من تناسب زمني الاتصال والطيران حيث تتناقص النسبة تدريجيا مع تزايد السرعه.
- بالانتقال الى السرعة القصوى تستقر متغيرات الخطوه.
- يعتمد الانتقال من مرحلة تفجير السرعة خلال الخطوتين الاولى والثانية الى التسارع خلال العشرة خطوات اللاحقة عن طريق توازن نسب معدلات طول وتردد الخطوه وزمني الاتصال والطيران.
- يجب أن يرتفع مركز جاذبية الجسم الكلي تدريجيًا في اتجاه عمودي حتى يمكن تحقيق أقصى قدر من السرعة الافقية
- قد يساهم البحث في شرح ظاهرة العدو على أعلى مستوى من الأداء التنافسي.

توصيات البحث :

- الاهتمام خلال التعليم والتدريب بمرحلتي البدء والتسارع.
- تدريب العدائين على نسب توزيع فوق مكعب البدء تناسب قياساتهم الانثروبومترية.
- الوصول للنسبة المثلى بين طول وتردد الخطوه لكل عداء حسب قدراته وبما يتناسب مع السرعة المستهدفه.
- التدريب على التمغيرات المتناولة في البحث كمتغيرات حاسمه في طريقة الاداء الفنية للبدء والتسارع.
- زاوية ميل الجسم عند الخروج من مكعب البدء مع الدفع المتزامن لكلا القدمين يوفران خروجا سريعا.
- الوضعيه المناسبة لقياسات العداء توفر له انتاج اقصى قوة ضد مكعب البدء.

- التحكم في زمني الاتصال والطيران خلال الخطوات العشره يوفر تزايد السرعة المطلوب.

((المراجـــــــــــع))

1- Alexander, R. M: Walking and running." American Scientist, 72, 348-354,1984

2- Bruderlin, A. and Calvert, T: Knowledge-driven, interactive animation of human running." Proceedings of the Conference on Graphics Interface, 213-221, 1996.

3- Buhrle, M., Schmidtbleicher, D., & Ressel, H: Die spezielle Diagnose der einzelnen Kraftkomponenten in Hochleistungssport. Leistungssport, 3, 11-16.) 1983

4- Cavanagh, P. & Lafortune, M.: Ground reaction forces in distance running."Journal of biomechanics, 13, 397-406,1980.

5- Cavagna, G., Komarek, L., & Mazzoleni, S: The mechanics of sprint running. Journal of Physiology 217, 709-721) 1971

6- Coppenolle, H., & Delecluse, C: Technology and development of speed. Athletics Coach, 23 (1), 82-90.) 1989

7- Coppenolle, H., Delecluse, C., Goris, M., Diels. R., & Kraayenhof, H: (1990). An evaluation of

the starting action of world class female sprinters. Track Technique, 90, 3581-3582.)

8- Dillman, C: Kinematic analysis of running." Exercise and Sport Sciences Reviews 3, 193-218, 1975.

9- Guissard, N., & Hainaut, K: EMG and mechanical changes during sprint start at different front block obliquities. Medicine and Science in Sport and Exercise, 24 (11), 1257-1263(1992).

10- Harland, M., & Steele, J.: Biomechanics of the Sprint Start. Sports Medicine, 23 (1), 11-20) (1997).

11- Hodgins, J. K., and Raibert, M. N. : Adjusting step length for rough terrain locomotion." IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol. 7(3), 289-298,1991.

12- Korchemny, R.: A new concept for sprint start and acceleration training. New Studies in Athletics, 7 (4), 65-72. (1992).

13- Locatelli, E., & Arsac L.: The mechanics and energetics of the 100m sprint. New Studies in Athletics, 10 (1), 81-87. (1995).

14- Luhtanen, P., & Komi, P.V.: Force, power and elasticity-velocity relationship in walking, running and jumping. European Journal of Applied Physiology, 44 (3), 279-289, (1980).

15- Mero, A., & Komi, P.: Reaction time and electromyographic activity during a sprint start. European Journal of Applied Physiology, 61, 73-80. (1990).

16- Mero, A., Komi, P., & Gregor, R: Biomechanics of Sprint Running. Sport Medicine, 13 (6), 376-392. (1992).

17- Mero, A.: Force-Time Characteristics and Running Velocity of Male Sprinters during the Acceleration Phase of Sprinting. Research Quarterly, 59 (2), 94-98,(1988).

18- Muller, H., & Hommel, H.: Biomechanical Research Project at the VI. World Championship in Athletics, Athens 1997. New Studies in Athletics, 12 (3), 43-73,(1997).

19- Novacheck, T.: "Review paper: The biomechanics of running." Gait and Posture,7, 77-95,1994.

20- Õunpuu, S.: The biomechanics of walking and running.” Clinics in Sports Medicine, 13(4), 843-863, 1998.

21- Schot, P., & Knutzen, K. : A Biomechanical Analysis of Four Sprint Start Positions. Research Quarterly for Exercise and Sport, 63 (2), 137-147. (1992).

22- Tellez, T., & Doolittle, D.: Sprinting from start to finish. Track Technique, 88, 2802-2805. (1984).