

دراسة الخصائص البيوميكانيكية ثلاثية الأبعاد لأفضل الأداءات في مسابقة رمى الرمح للرجال لوضع منهجية لتقييم الأداء - دراسة حالة

ياسر محمد أحمد ريان

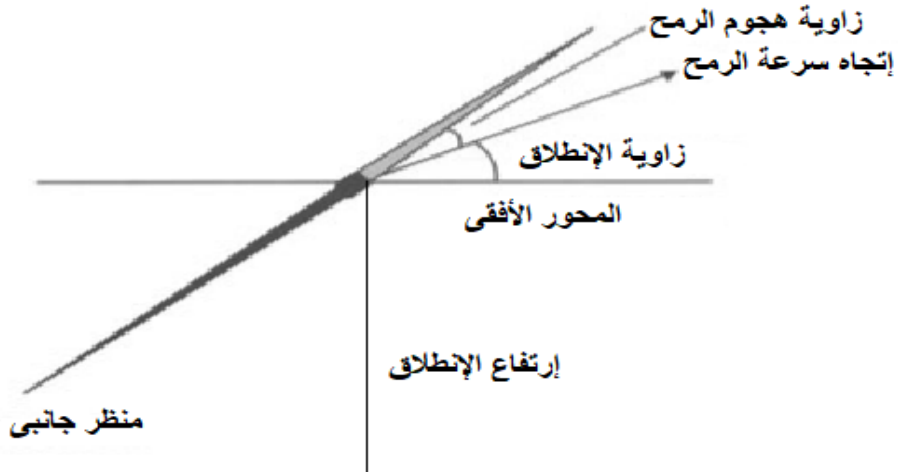
باحث ماجستير تربية رياضية جامعة اسكندرية

المقدمة :

مسابقة رمى الرمح إحدى مسابقات الرمي الأربعة بفاعليات ألعاب القوى. وتتكون المسابقة من مراحل فنية تتمثل في الإقتراب وينقسم إلى إقتراب بخطوات الجري الأمامية ثم إقتراب بخطوات الجري الجانبية أو ما تسمى الخطوات المقصية ثم مرحلة وضع الرمي Power position ومرحلة التخلص وأخيراً المتابعة بعد الرمي. (Menzel, 1986)

كل المراحل الفنية للمسابقة تأسس لبعضها البعض فمثلاً الإقتراب يستهدف الوصول لمعدلات سرعة مناسبة ويمكن التحكم فيها خلال وضع الرمي أما وضع الرمي يستهدف تحويل معدلات السرعة الناتجة من الإقتراب إلى الرمي وذلك من خلال وضع جسم مثالي وتسلسل منطقي بإيقاع زمني محدد لنقل القوة من الأرض إلى الرجلين والجذع والذراع الرامية. وخلال التخلص وفقد الإتصال بالرمح نلاحظ سرعة كبيرة في حركة رسغ اليد والأصابع لخروج الرمح من اليد بمؤشرات إنطلاق مثالية والتي تتمثل في سرعة الإنطلاق (RV) وزاوية إنطلاق (RA) وإرتفاع إنطلاق (RH) وقيمة هذه المؤشرات تحدد مسافة الإنجاز بشكل كبير. (C Morriss, Bartlett, Navarro, & Viitasalo, 1995)

يسعى الرماة إلى محاولة ضبط مؤشرات الانطلاق لتحقيق الإنجاز ربما يحاول الرماة مع المدربين الوصول إلى هذه القيم بشكل متناسق لتحقيق إنجاز خلال كل رمية. (Looijen, 2020; Calvin Morriss & Bartlett, 1996)



شكل (١) مؤشرات إنطلاق الرمح خلال التخلص

نلاحظ في مسابقة رمي الرمح أن هناك متغيرات أخرى تلعب دوراً كبيراً مثل زاوية هجوم الرمح خلال التخلص من الرمح، ولكن خلال هذا البحث نتعمق بشكل أكبر في التعرف على المحددات الكينماتيكية المسببة لهذه المؤشرات (مؤشرات الرمي) الخاصة بالإنطلاق وذلك من خلال دراسة الخصائص الخاصة بنموذج الجسم بالكامل خلال لحظات ما قبل التخلص. بهدف وضع الصورة الكاملة للمدربين واللاعبين لفهم تفاصيل الأداء المسببة لمؤشرات الإنطلاق والتي ينتج عنها مسافة الرمي للرمح. (Viitasalo, Mononen, & Norvapalo, 2003).

تؤكد الدراسات أن مؤشرات الإنطلاق الخاصة بالرمح خلال التخلص هي المؤشرات المسببة لمسافة الإنجاز. وبالتعمق أكثر تؤكد الدراسات أن مؤشر سرعة إنطلاق الرمح هو المتغير الأكثر أهمية خلال التخلص وللتعمق أكثر تؤكد دراسة أن نسبة ٧٠% من مؤشر سرعة الإنطلاق يتم إنتاجه خلال آخر ٠.١ جزء من الثانية. (Calvin Morriss & Bartlett, 1996).

الأمر الذي يقودنا إلى دراسة التفاصيل الأكثر تعمقاً كجانب مساعد للعين البشرية للمدرب والتي لا يمكنها رؤية هذه الفواصل الزمنية الدقيقة.

أهداف البحث:

- (١) دراسة الخصائص الكينماتيكية الخطية للحظات ما قبل التخلص ومؤشرات الإنطلاق لبطل مسابقات رمي الرمح (٧٩.٨٠م).
- (٢) دراسة الخصائص الكينماتيكية الخطية للحظات ما قبل التخلص ومؤشرات الإنطلاق لبطل مسابقات رمي الرمح (٧٩.٨٠م).

تساؤلات البحث:

(١) ما هي الخصائص الكينماتيكية الخطية للحظات ما قبل التخلص ومؤشرات الإنطلاق لبطل

مسابقات رمى الرمح (٧٩.٨٠م).

(٢) ما هي الخصائص الكينماتيكية الخطية للحظات ما قبل التخلص ومؤشرات الإنطلاق لبطل


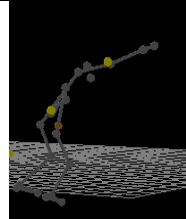

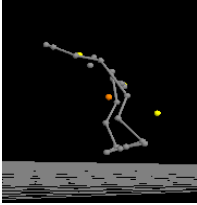
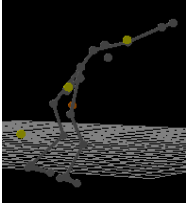

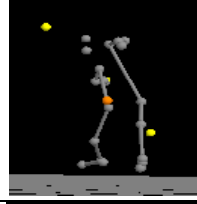
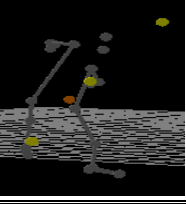
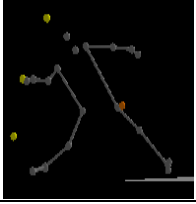
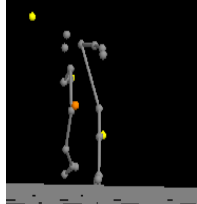
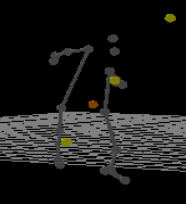

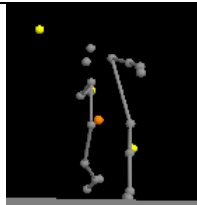
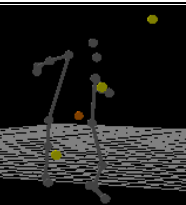
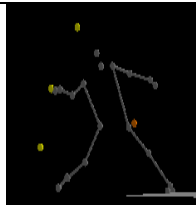
مسابقات رمى الرمح (٧٩.٨٠م).


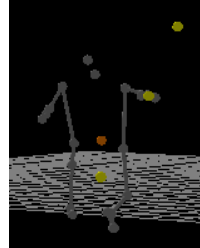

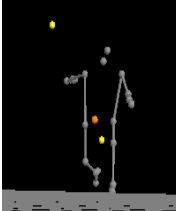
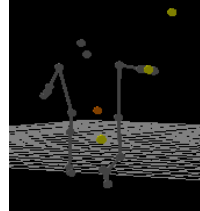

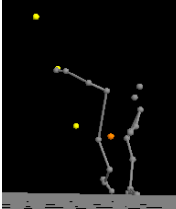
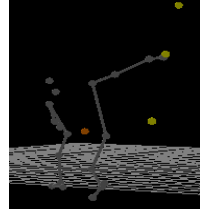
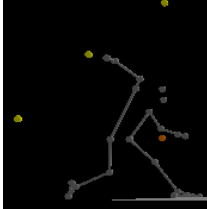
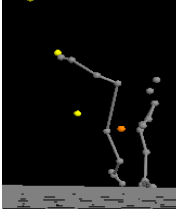
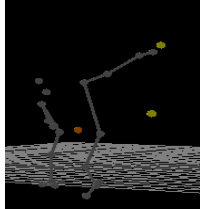
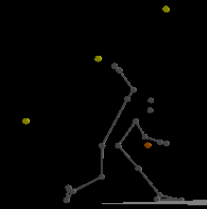
إجراءات البحث:

تم إجراء الدراسة على صاحب أفضل رقم في بطولة الجمهورية بالمركز الأولمبي بالمعادي بمسابقة رمى الرمح. تم إجراء التحليل ثلاثي الأبعاد لمحاولة حقق الرامي فيها مسافة ٧٩.٨٠ م. تم إجراء التصوير باستخدام ٢ كاميرا تصوير طراز جوبرو هيرو ٨ وموضوعين بزاوية ٤٥ درجة مع خطى الإقتراب وأمام خط الرمي بمسافة ٤ أمتار بحيث كاميرا ١ تغطي الجانب الأيمن للرامي وكاميرا ٢ تغطي الجانب الأيسر للرامي والكاميرات على ارتفاع ١.٢٥ متر. مع أخذ مقياس الرسم بأبعاد ٢×١×١ متر مكان أداء الرماة لوضع الرمي والتخلص من الرمح. تم ضبط الكاميرات بحيث تستطيع الكاميرات التقاط الرمح بصورة واضحة بسرعة مناسبة خلال التخلص حيث تم ضبط الكاميرات على وضع وتردد ١٢٠ كادر/ث وبجودة تصوير HD مع إجراء التصوير للأداء.

تم الحصول على البيانات ومناقشتها والوصول إلى قيم متغيرات النموذج الخاص بالأداء مع مناقشتها مع خبراء في مجال التقييم الميكانيكي وتحسين الأداء في الوطن العربي. بهدف دراسة الخصائص البيوميكانيكية الخطية لبطل مسابقات رمى الرمح (٧٩.٨٠م) والجدول التالي يوضح لحظات تحليل الأداء والأشكال العنصرية.

جدول (١) الأشكال العنصرية للحظات الأداء والمستخرجة من تحليل عينة الدراسة

منظر أمامي - Stick figures	منظر خلفي - Stick figures	منظر جانبي - Stick figures	الصور والأشكال العنصرية لحظات الأداء	٣
			نهاية الطيران قبل وضع الرمي	١
			بداية وضع وإتصال القدم الخلفية بالأرض (الإرتكاز الفردي)	٢
			بداية وضع وإتصال القدم الأمامية بالأرض (الإرتكاز الزوجي)	٣
			الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية	٤
			بداية التعجيل الأساسي للرمح	٥

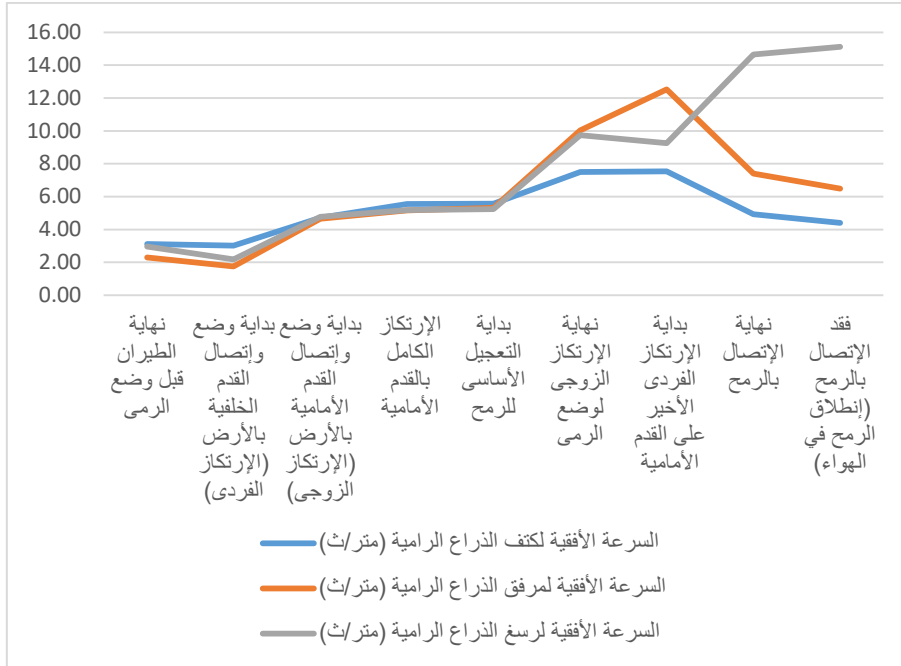
منظر أمامي - Stick figures	منظر خلفي - Stick figures	منظر جانبي - Stick figures	الصور والأشكال العسوية لحظات الأداء	٣
			نهاية الارتكاز الزوجي لوضع الرمي	٦
			بداية الارتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية	٧
			نهاية الإتصال بالرمح	٨
			فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء)	٩

عرض النتائج

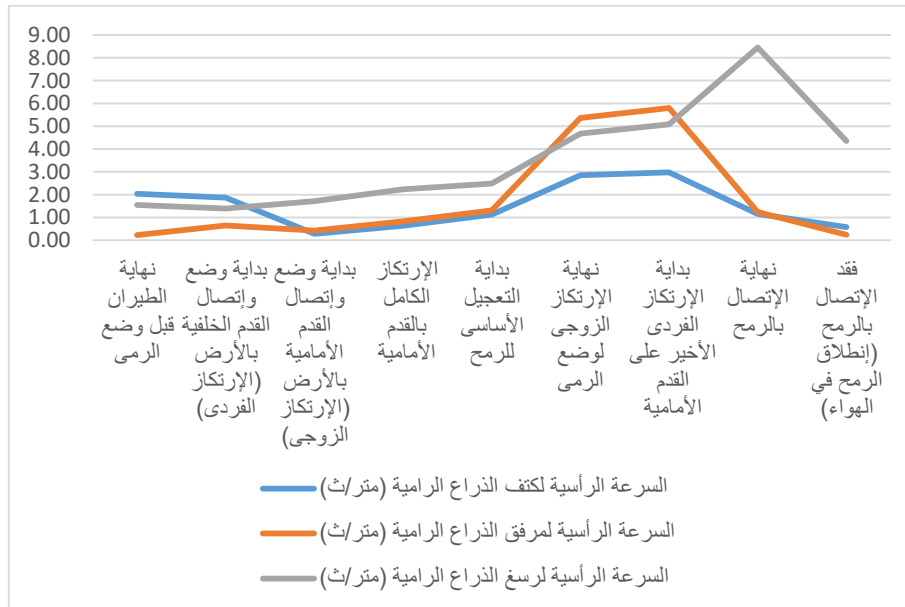
جدول (٢)

نتائج المتغيرات الكينماتيكية لأذراع الرمي - Velocities

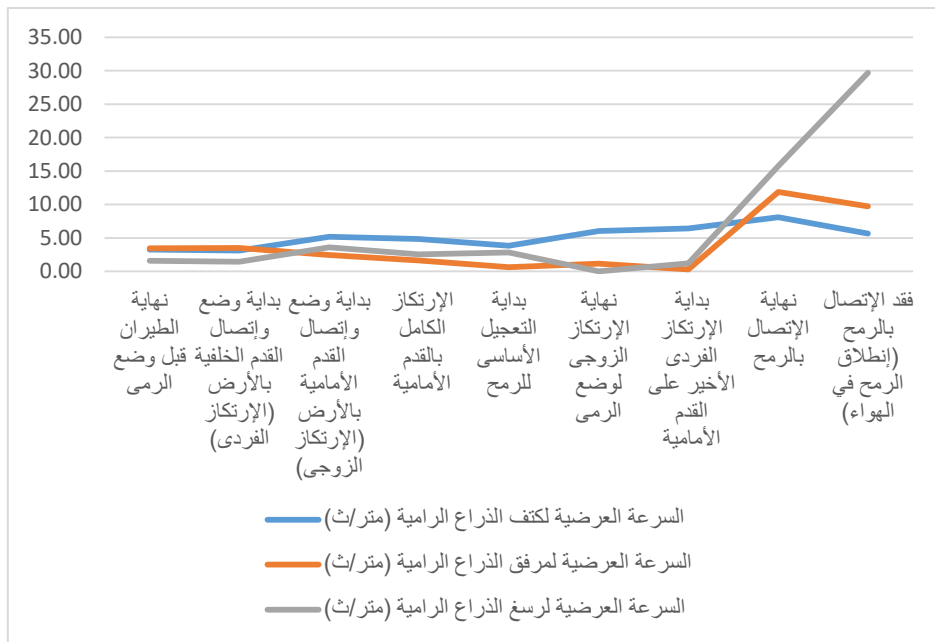
السرعة العرضية لأرسع الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الرأسية لأرسع الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الأفقية لأرسع الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة العرضية لمرفق الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الرأسية لمرفق الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الأفقية لمرفق الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة العرضية لكنتف الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الرأسية لكنتف الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الأفقية لكنتف الذراع الرامية (متر/ث)	المتغيرات الكينماتيكية	م
السرعة العرضية لأرسع الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الرأسية لأرسع الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الأفقية لأرسع الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة العرضية لمرفق الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الرأسية لمرفق الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الأفقية لمرفق الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة العرضية لكنتف الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الرأسية لكنتف الذراع الرامية (متر/ث)	السرعة الأفقية لكنتف الذراع الرامية (متر/ث)	لحظات الأداء	
1.58	1.55	2.96	3.48	0.23	2.29	3.27	2.03	3.11	نهاية الطيران قبل وضع الرمي	١
1.43	1.40	2.18	3.50	0.64	1.75	3.10	1.87	3.01	بداية وضع وإتصال القدم الخلفية بالأرض (الإرتكاز الفردي)	٢
3.60	1.71	4.78	2.46	0.43	4.66	5.20	0.28	4.71	بداية وضع وإتصال القدم الأمامية بالأرض (الإرتكاز الزوجي)	٣
2.56	2.23	5.17	1.66	0.84	5.16	4.86	0.63	5.55	الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية	٤
2.82	2.49	5.24	0.65	1.30	5.32	3.84	1.13	5.58	بداية التعجيل الأساسي للرمح	٥
0.01	4.67	9.75	1.16	5.36	10.0 4	6.05	2.86	7.50	نهاية الإرتكاز الزوجي لوضع الرمي	٦
1.19	5.09	9.25	0.29	5.79	12.5 3	6.45	2.98	7.53	بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية	٧
15.7 8	8.45	14.6 6	11.8 7	1.23	7.41	8.08	1.15	4.93	نهاية الإتصال بالرمح	٨
29.6 9	4.35	15.1 1	9.75	0.24	6.48	5.68	0.58	4.41	فقد الإتصال بالرمح (إطلاق الرمح في الهواء)	٩



شكل (٢) السرعات الأفقية للكنتف والمرفق ورسغ اليد خلال لحظات الأداء قيد الدراسة



شكل (٣) السرعات الرأسية للكنتف والمرفق ورسغ اليد خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

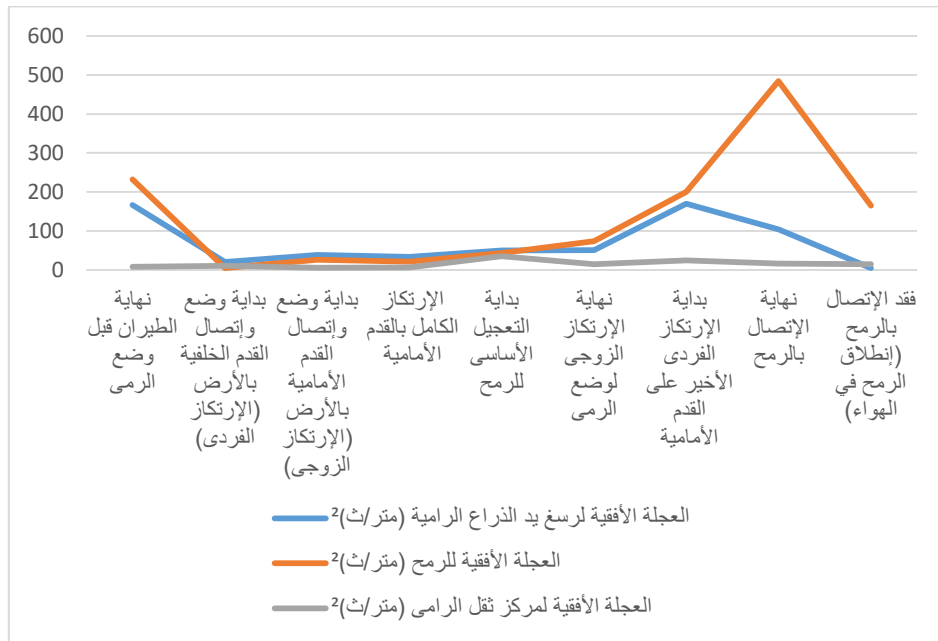


شكل (٤) السرعات العرضية للكثف والمرفق ورسغ اليد خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

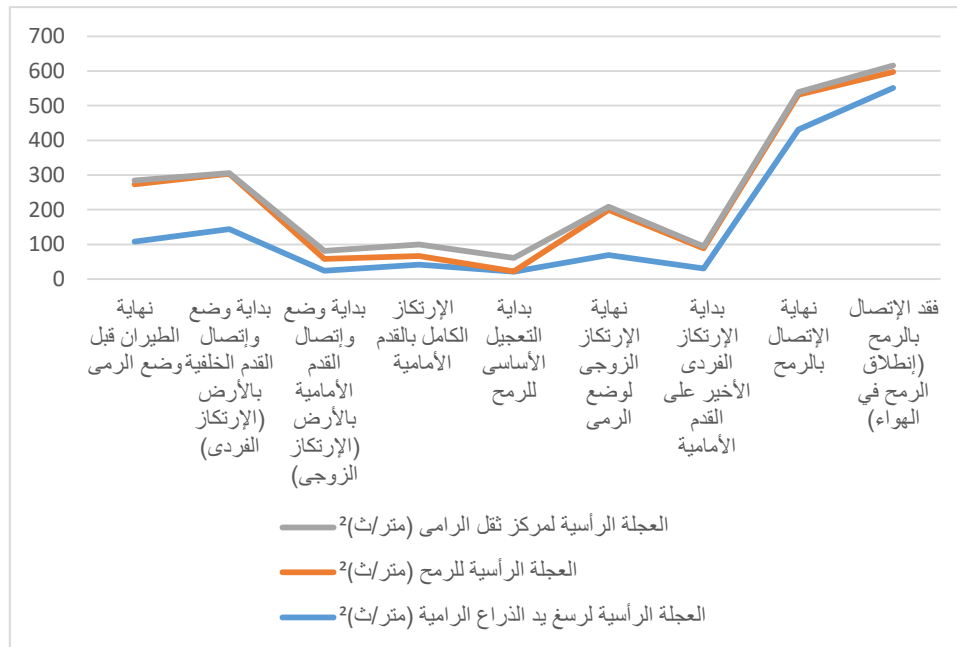
جدول (٣)

نتائج المتغيرات الكينماتيكية لذراع الرمي - Accelerations

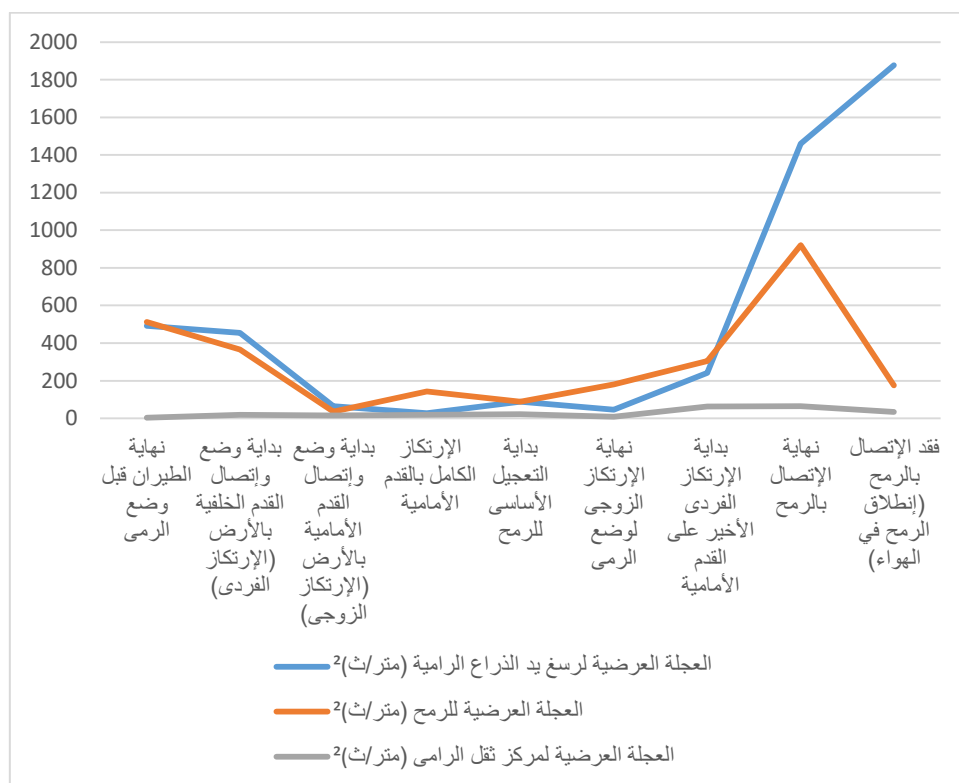
العجلة العرضية لمركز ثقل الرامي (متر/ث ²)	العجلة الرأسية لمركز ثقل الرامي (متر/ث ²)	العجلة الأفقية لمركز ثقل الرامي (متر/ث ²)	العجلة العرضية للرمح (متر/ث ²)	العجلة الرأسية للرمح (متر/ث ²)	العجلة الأفقية للرمح (متر/ث ²)	العجلة العرضية لرسغ يد الذراع الرامية (متر/ث ²)	العجلة الرأسية لرسغ يد الذراع الرامية (متر/ث ²)	العجلة الأفقية لرسغ يد الذراع الرامية (متر/ث ²)	المتغيرات الكينماتيكية	م
									لحظات الأداء	
3	11	9	512	164	232	492	108	166	نهاية الطيران قبل وضع الرمي	١
19	2	11	365	159	5	454	144	20	بداية وضع وإتصال القدم الخلفية بالأرض (الإرتكاز الفردي)	٢
15	23	6	35	34	26	66	24	39	بداية وضع وإتصال القدم الأمامية بالأرض (الإرتكاز الزوجي)	٣
18	34	7	143	24	22	28	42	34	الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية	٤
22	39	35	89	0	43	89	21	50	بداية التعجيل الأساسي للرمح	٥
9	10	15	181	130	74	46	69	51	نهاية الإرتكاز الزوجي لوضع الرمي	٦
63	5	25	304	58	200	242	31	170	بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية	٧
65	7	17	920	101	484	1460	431	104	نهاية الإتصال بالرمح	٨
34	19	15	175	46	165	1878	551	5	فقد الإتصال بالرمح (إطلاق الرمح في الهواء)	٩



شكل (٥) العجلات الأفقية للكتف والمرفق ورسغ اليد خلال لحظات الأداء قيد الدراسة



شكل (٦) العجلات الرأسية للكتف والمرفق ورسغ اليد خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

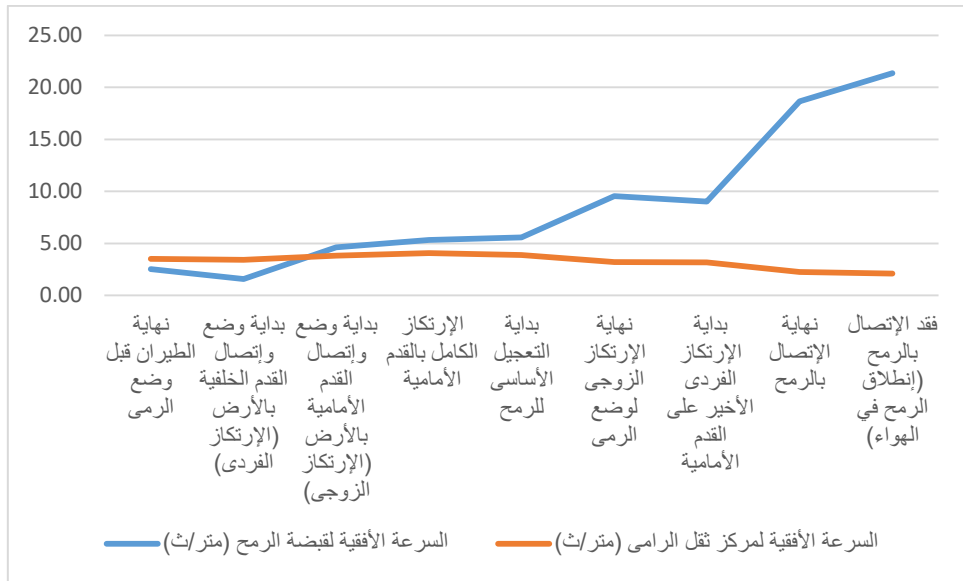


شكل (٧) العجلات العرضية للكتف والمرفق ورسغ اليد خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

جدول (٤)

نتائج المتغيرات الكينماتيكية لمركز الرمح ومركز ثقل الرامي - Velocities

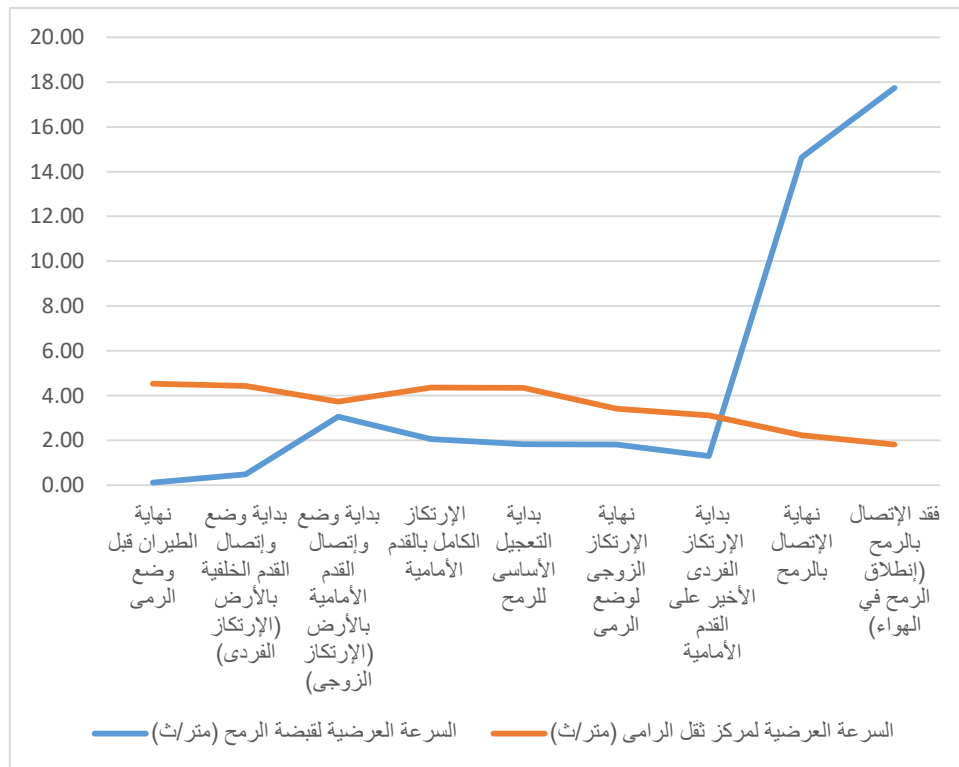
السرعة العرضية لمركز ثقل الرامي (متر/ث)	السرعة الرأسية لمركز ثقل الرامي (متر/ث)	السرعة الأفقية لمركز ثقل الرامي (متر/ث)	السرعة العرضية لقبضة الرمح (متر/ث)	السرعة الرأسية لقبضة الرمح (متر/ث)	السرعة الأفقية لقبضة الرمح (متر/ث)	المتغيرات الكينماتيكية	لحظات الأداء
4.53	1.46	3.51	0.12	1.56	2.53	نهاية الطيران قبل وضع الرمي	١
4.44	1.41	3.43	0.49	1.58	1.58	بداية وضع وإتصال القدم الخلفية بالأرض (الإرتكاز الفردي)	٢
3.73	0.65	3.83	3.06	1.59	4.61	بداية وضع وإتصال القدم الأمامية بالأرض (الإرتكاز الزوجي)	٣
4.36	0.52	4.06	2.06	2.34	5.31	الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية	٤
4.34	0.22	3.88	1.83	2.44	5.58	بداية التعجيل الأساسي للرمح	٥
3.42	0.14	3.21	1.81	4.69	9.55	نهاية الإرتكاز الزوجي لوضع الرمي	٦
3.12	0.12	3.18	1.30	5.47	9.02	بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية	٧
2.24	0.95	2.24	14.63	15.72	18.64	نهاية الإتصال بالرمح	٨
1.82	0.84	2.11	17.74	16.33	21.35	فقد الإتصال بالرمح (إنتلاق الرمح في الهواء)	٩



شكل (٨) السرعة الأفقية لمركز ثقل الرامي ولقبضة الرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة



شكل (٩) السرعة الرأسية لمركز ثقل الرامي ولقبضة الرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

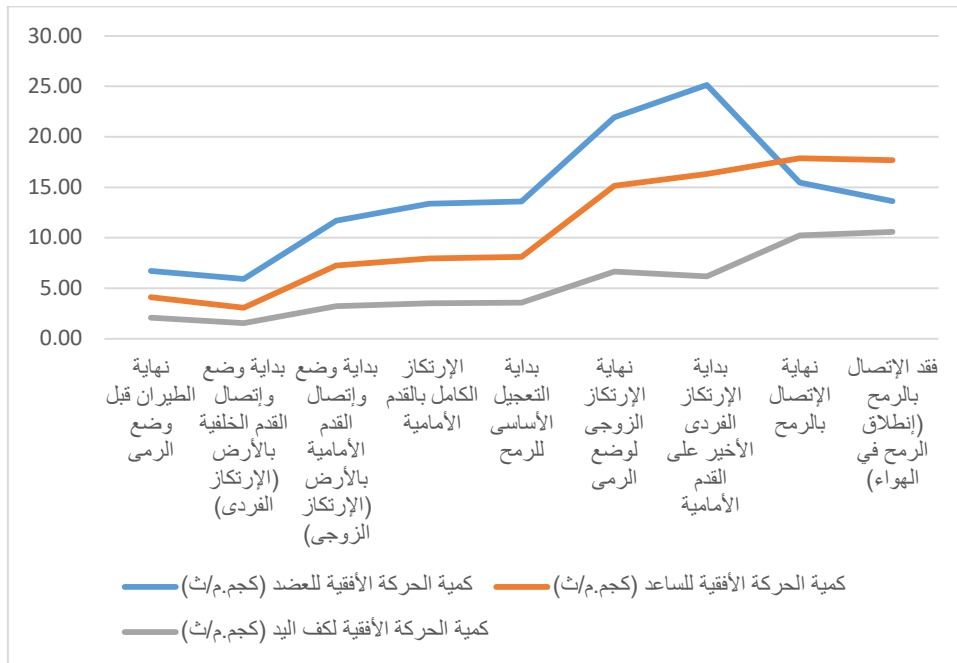


شكل (١٠) السرعة العرضية لمركز ثقل الرامي ولقبضة الرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

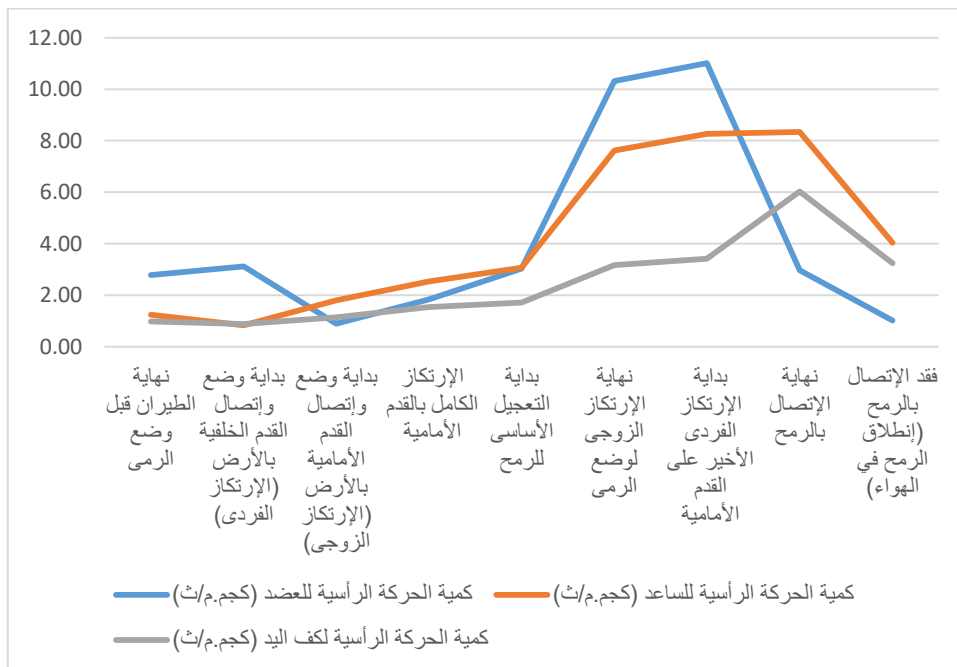
جدول (٥)

نتائج المتغيرات الكينماتيكية لأذراع الرمي - Momentums

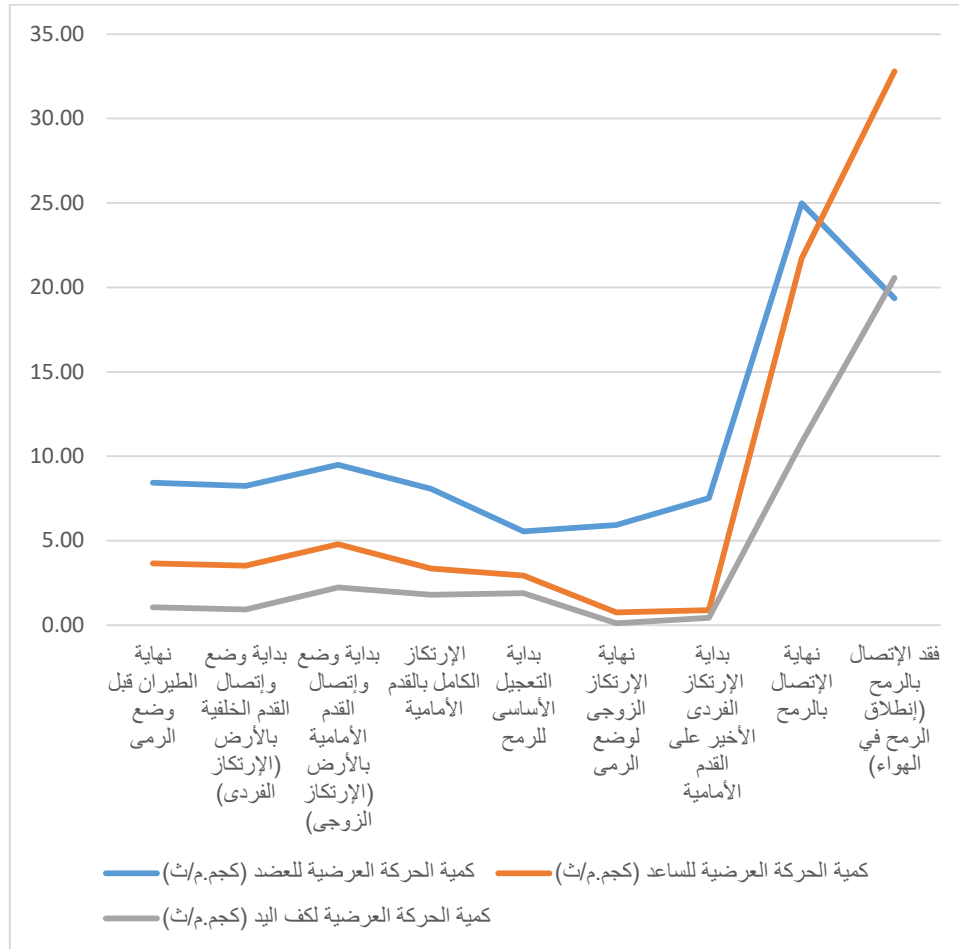
كمية الحركة العرضية لكف اليد (كجم.م/ث)	كمية الحركة الرأسية لكف اليد (كجم.م/ث)	كمية الحركة الأفقية لكف اليد (كجم.م/ث)	كمية الحركة العرضية للساعد (كجم.م/ث)	كمية الحركة الرأسية للساعد (كجم.م/ث)	كمية الحركة الأفقية للساعد (كجم.م/ث)	كمية الحركة العرضية للعضد (كجم.م/ث)	كمية الحركة الرأسية للعضد (كجم.م/ث)	كمية الحركة الأفقية للعضد (كجم.م/ث)	المتغيرات الكينماتيكية	٢
									لحظات الأداء	
1.06	0.98	2.07	3.65	1.24	4.12	8.42	2.78	6.72	نهاية الطيران قبل وضع الرمي	١
0.92	0.88	1.54	3.52	0.84	3.08	8.25	3.11	5.92	بداية وضع وإتصال القدم الخلفية بالأرض (الإرتكاز الفردي)	٢
2.24	1.15	3.23	4.80	1.80	7.26	9.49	0.89	11.69	بداية وضع وإتصال القدم الأمامية بالأرض (الإرتكاز الزوجي)	٣
1.80	1.54	3.51	3.36	2.53	7.94	8.07	1.84	13.36	الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية	٤
1.89	1.71	3.58	2.94	3.06	8.10	5.54	3.03	13.59	بداية التعجيل الأساسي للرمح	٥
0.11	3.17	6.65	0.76	7.62	15.16	5.93	10.31	21.95	نهاية الإرتكاز الزوجي لوضع الرمي	٦
0.42	3.41	6.18	0.88	8.27	16.31	7.53	11.01	25.15	بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية	٧
10.82	6.03	10.22	21.72	8.34	17.86	24.98	2.97	15.45	نهاية الإتصال بالرمح	٨
20.56	3.24	10.57	32.80	4.04	17.67	19.35	1.02	13.64	فقد الإتصال بالرمح (إنتلاق الرمح في الهواء)	٩



شكل (١١) كمية الحركة الأفقية للساعد وللعضد وكف اليد للذراع الرامية خلال لحظات الأداء قيد الدراسة



شكل (١٢) كمية الحركة الرأسية للساعد وللعضد وكف اليد للذراع الرامية خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

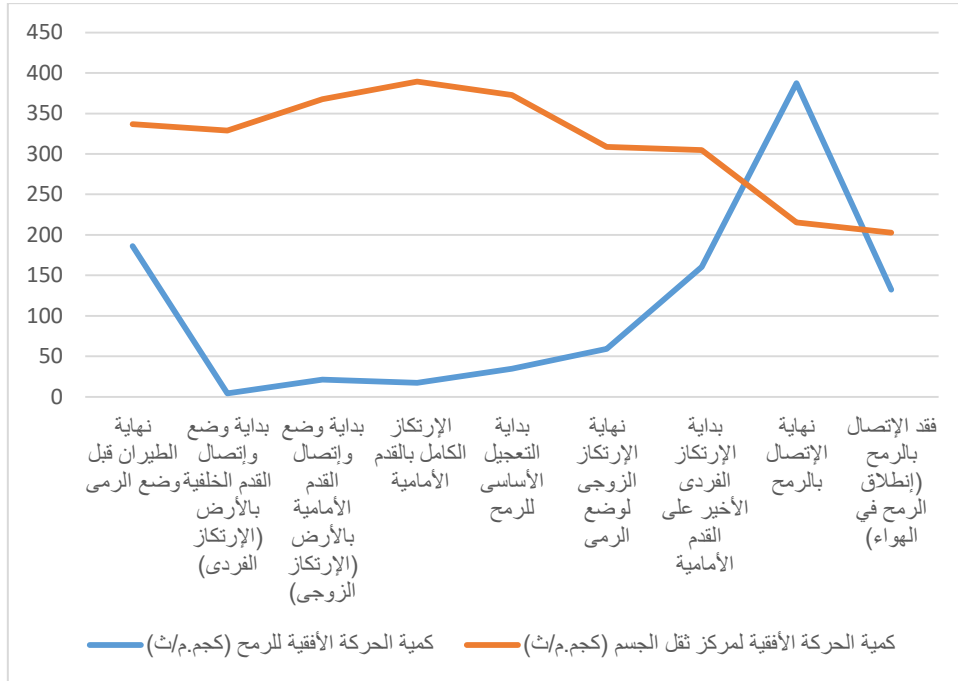


شكل (١٣) كمية الحركة العرضية للساعد والعضد وكف اليد للذراع الرامية خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

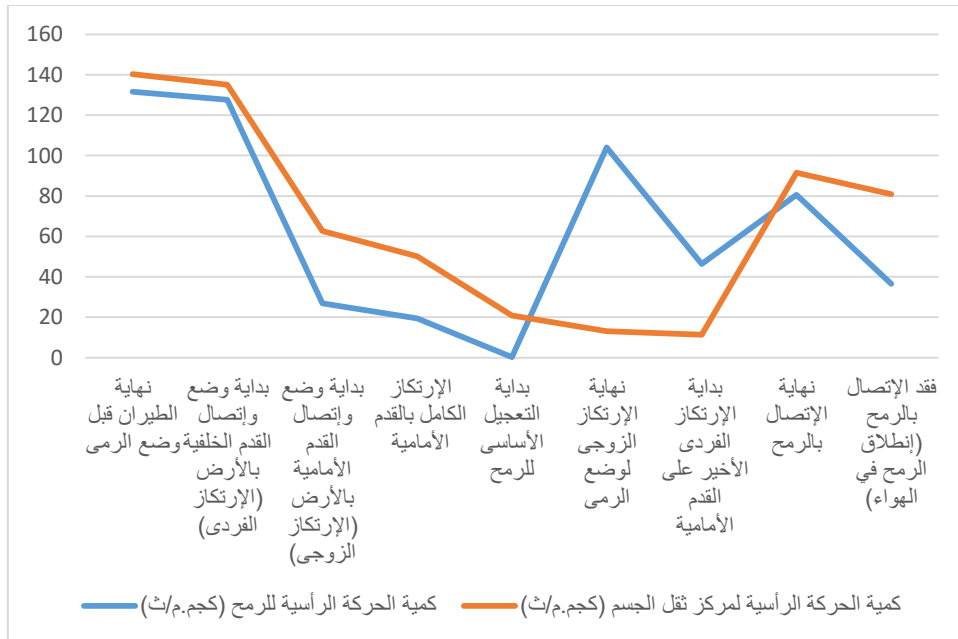
جدول (٦)

نتائج المتغيرات الكينماتيكية لمركز ثقل الرمح ومركز ثقل الرامي - Momentums

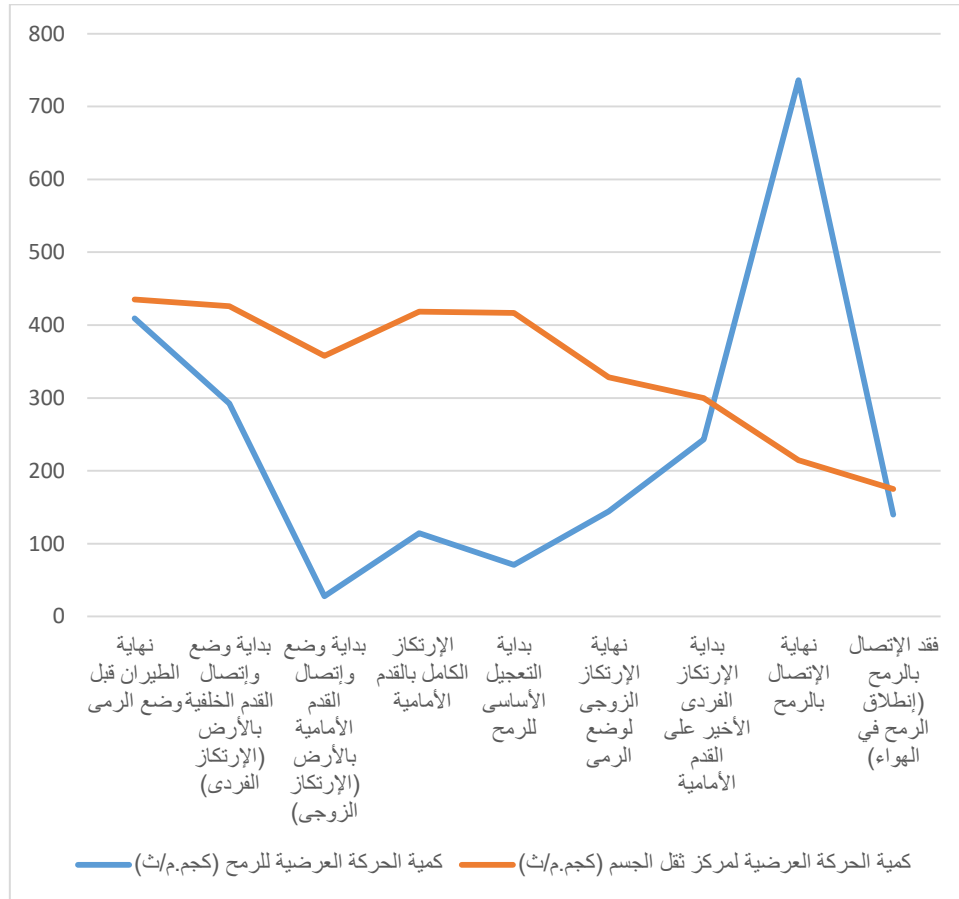
كمية الحركة العرضية لمركز ثقل الجسم (كجم.م/ث)	كمية الحركة الرأسية لمركز ثقل الجسم (كجم.م/ث)	كمية الحركة الأفقية لمركز ثقل الجسم (كجم.م/ث)	كمية الحركة العرضية للرمح (كجم.م/ث)	كمية الحركة الرأسية للرمح (كجم.م/ث)	كمية الحركة الأفقية للرمح (كجم.م/ث)	المتغيرات الكينماتيكية	م
435	140	337	409	132	186	نهاية الطيران قبل وضع الرمي	١
426	135	329	292	128	4	بداية وضع وإتصال القدم الخلفية بالأرض (الإرتكاز الفردي)	٢
358	63	368	28	27	21	بداية وضع وإتصال القدم الأمامية بالأرض (الإرتكاز الزوجي)	٣
418	50	390	114	19	17	الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية	٤
417	21	373	71	0	35	بداية التعجيل الأساسي للرمح	٥
329	13	309	144	104	59	نهاية الإرتكاز الزوجي لوضع الرمي	٦
300	11	305	243	46	160	بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية	٧
215	91	215	736	81	387	نهاية الإتصال بالرمح	٨
175	81	203	140	37	132	فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء)	٩



شكل (١٤) كمية الحركة الأفقية للجسم وللرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة



شكل (١٥) كمية الحركة الرأسية للجسم وللرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

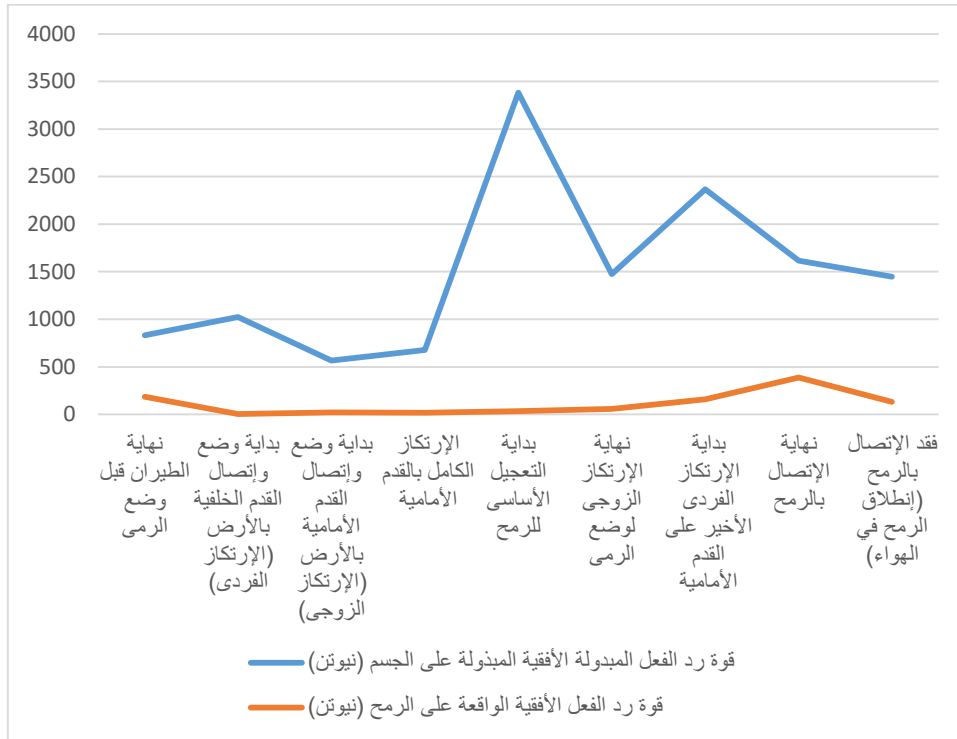


شكل (١٦) كمية الحركة العرضية للجسم والرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

جدول (٧)

نتائج المتغيرات الكينماتيكية لمركز ثقل الرمح ومركز ثقل الرامي - GRF

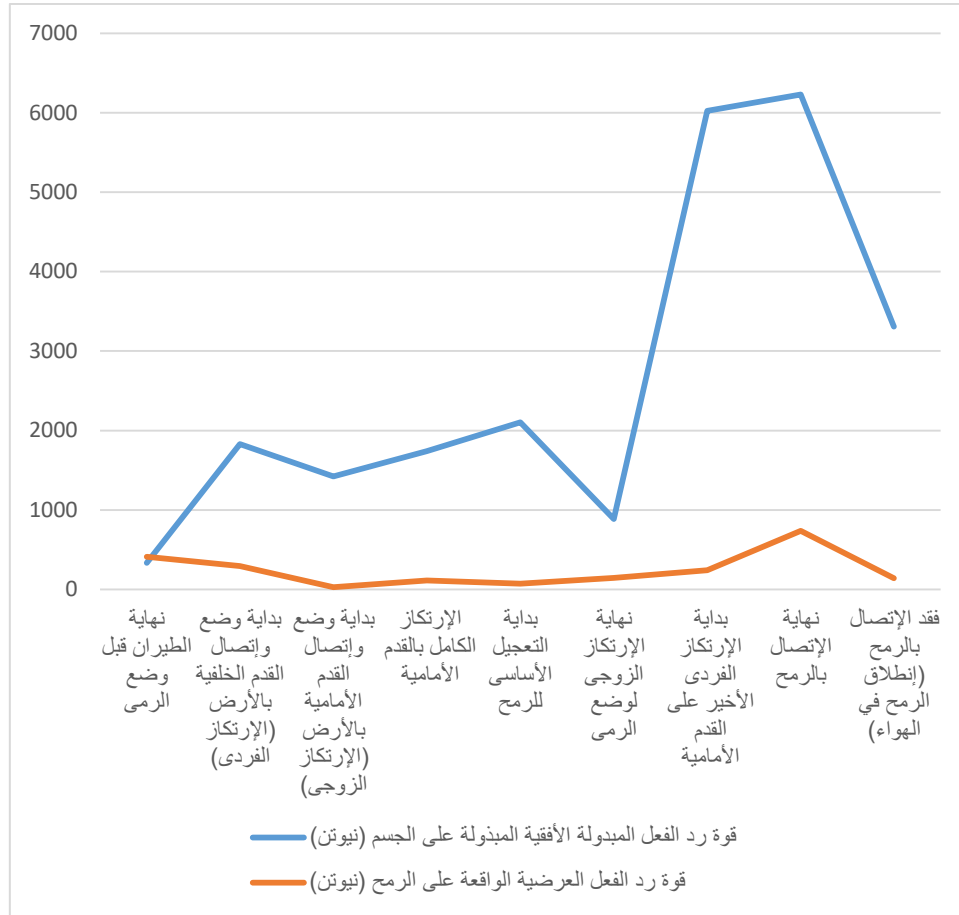
قوة رد الفعل العرضية الواقعة على الرمح (نيوتن)	قوة رد الفعل الرأسية الواقعة على الرمح (نيوتن)	قوة رد الفعل الأفقية الواقعة على الرمح (نيوتن)	قوة رد الفعل المبدولة الأفقية المبدولة على الجسم (نيوتن)	قوة رد الفعل المبدولة الأفقية المبدولة على الجسم (نيوتن)	قوة رد الفعل المبدولة الأفقية المبدولة على الجسم (نيوتن)	المتغيرات الكينماتيكية	ملاحظات الأداء
409	132	186	332	1059	830	نهاية الطيران قبل وضع الرمي	١
292	128	4	1830	188	1024	بداية وضع وإتصال القدم الخلفية بالأرض (الإرتكاز الفردي)	٢
28	27	21	1424	2203	567	بداية وضع وإتصال القدم الأمامية بالأرض (الإرتكاز الزوجي)	٣
114	19	17	1739	3267	676	الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية	٤
71	0	35	2104	3736	3383	بداية التعجيل الأساسي للرمح	٥
144	104	59	887	933	1473	نهاية الإرتكاز الزوجي لوضع الرمي	٦
243	46	160	6023	515	2367	بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية	٧
736	81	387	6230	716	1617	نهاية الإتصال بالرمح	٨
140	37	132	3309	1815	1446	فقد الإتصال بالرمح (إنتلاق الرمح في الهواء)	٩



شكل (١٧) قوة رد الفعل الأفقية للجسم والرمح وللرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة



شكل (١٨) قوة رد الفعل الرأسية للجسم والرمح وللرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

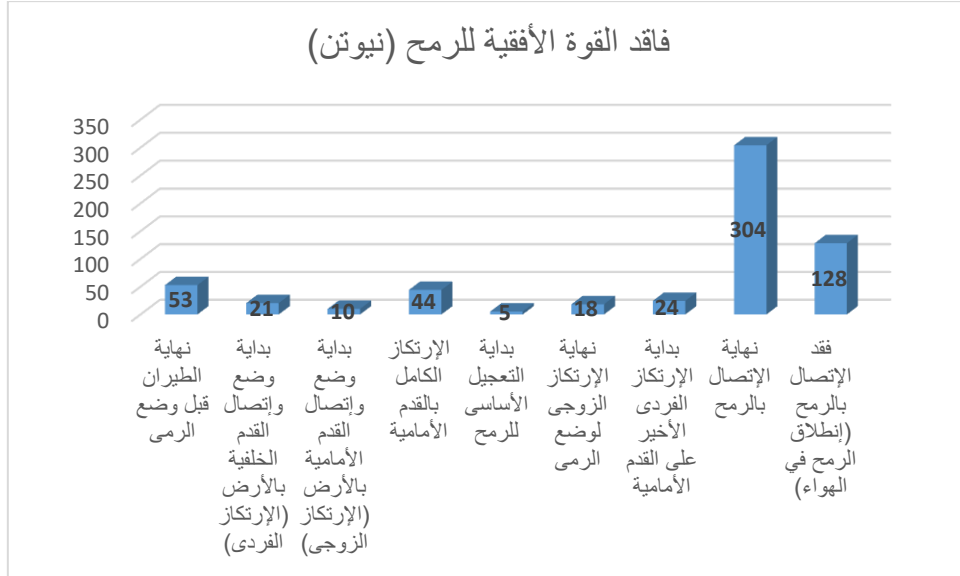


شكل (١٩) قوة رد الفعل العرضية للجسم والرمح للجسم وللرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

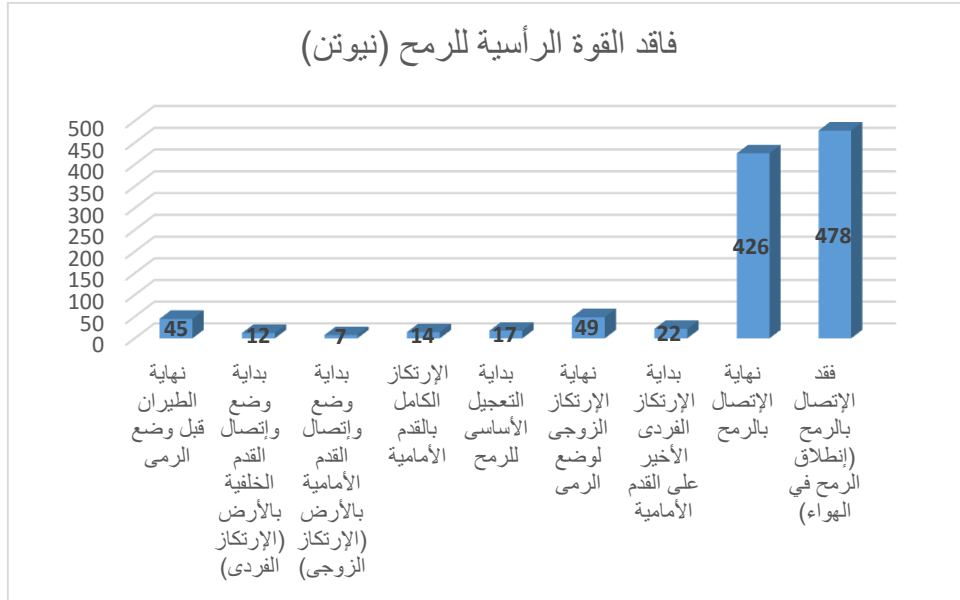
جدول (٨)

نتائج المتغيرات الكينماتيكية لمركز ثقل الرمح ومركز ثقل الرامي - GRF

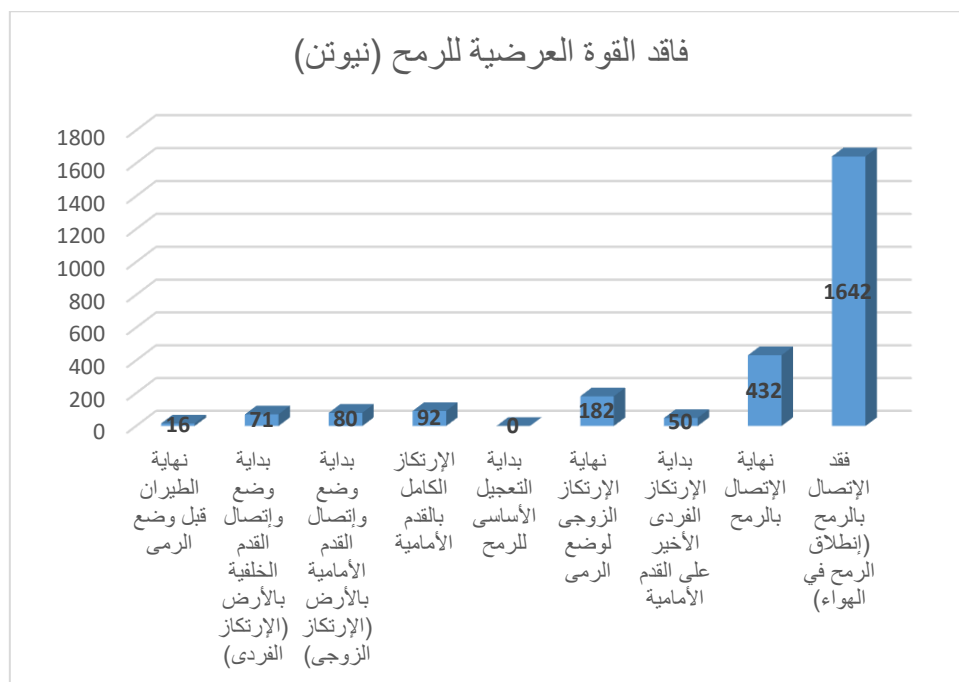
المتغيرات الكينماتيكية						ملاحظات الأداء	م
فقد القوة العرضية للرمح لحظة الرمي (نيوتن)	فقد القوة الرأسية للرمح لحظة الرمي (نيوتن)	فقد القوة الأفقية للرمح لحظة الرمي (نيوتن)	فقد التعجيل العرضي للرمح والرسغ (متر/ث ²)	فقد التعجيل الراسي للرمح والرسغ (متر/ث ²)	فقد التعجيل الأفقي للرمح والرسغ (متر/ث ²)		
16	45	53	20	56	66	نهاية الطيران قبل وضع الرمي	١
71	12	21	89	15	26	بداية وضع وإتصال القدم الخلفية بالأرض (الإرتكاز الفردي)	٢
80	7	10	101	9	12	بداية وضع وإتصال القدم الأمامية بالأرض (الإرتكاز الزوجي)	٣
92	14	44	115	18	55	الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية	٤
0	17	5	0	22	7	بداية التعجيل الأساسي للرمح	٥
182	49	18	227	61	23	نهاية الإرتكاز الزوجي لوضع الرمي	٦
50	22	24	62	27	31	بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية	٧
432	426	304	540	532	380	نهاية الإتصال بالرمح	٨
1642	478	128	2052	597	160	فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء)	٩



شكل (٢٠) فاقد القوة الأفقية للرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة



شكل (٢١) فاقد القوة الرأسية للرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة



شكل (٢٢) فاقد القوة الرأسية للرمح خلال لحظات الأداء قيد الدراسة

جدول (٩)

مؤشرات إنطلاق الرمح والمسافة المحققة

المسافة المحققة	القيمة	مؤشرات الإنطلاق	م
٧٩ (متر)	28.44	سرعة إنطلاق الرمح (م/ث)	1
	38	زاوية إنطلاق الرمح (درجة)	2
	1.82	ارتفاع إنطلاق الرمح (متر)	3
	4	زاوية هجوم الرمح	4

مناقشة النتائج

يتضح من جدول (٢) والخاص بالمتغيرات الكينماتيكية لذراع الرمي - Velocities أن متغيرات السرعة على المستويات الفراغية ثلاثية الأبعاد لمفاصل الذراع الرامية حققت سرعات انتقالية وانسيابية بدرجة كبيرة خلال اخر ثلاث لحظات بالأداء الخاص بالرمية المثالية في البطولة فكانت سرعة الكتف الأفقية والرأسية وكذلك سرعة المرفق الأفقية والرأسية في أعلى مستوى لها خلال لحظة الارتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية ، في حين إرتفعت السرعة العرضية لنفس المفصلين خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح لتحقيق ٨.٠٨ م/ث للكتف وترتفع إلى ١١.٨٧ م/ث للمرفق ، في حين يستمر الرامي في زيادة معدلات السرعة الأفقية والعرضية لمفصل رسغ اليد خلال اللحظة التي تلي لحظة فقد الإتصال لتحقيق ١٥.١١ و ٢٩.٦٩ م/ث على التوالي وهذا أمر ضروري لتحقيق الإنطلاقة السريعة للرمح خلال الخروج من اليد مما يدل هذا العرض على ضرورة تنفيذ النقل الحركي المثالي للسرعة بداية من الكتف مروراً بالمرفق ثم كف اليد وحتى الأصابع القابضة على الرمح. (Steven Leigh et al., 2013; Steve Leigh, Liu, & Yu, 2010)

يتضح من جدول (٣) والخاص بالمتغيرات الكينماتيكية لذراع الرمي - Accelerations أن الرامي خلال نهاية الطيران وبداية وضع القدم على الأرض يعمل على تحويل معدلات العجلة الرأسية للرمح إلى معدلات عجلة أفقية فنلاحظ أعلى معدل تعجيل رأسي للرمح في لحظة نهاية الطيران قبل وضع الرمي بقيمة ١٦٤ م/ث² ، على الجانب الأخر يعمل الرامي على زيادة معدلات العجلة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الجسم خلال لحظة بداية التعجيل الأساسي للرمح والتي يكون الرامي وضع كلتا القدمين على الأرض بصورة تامة خلال وضع الرمي الرأسي وهذا ما يساعد الرامي على إجراء عمليات التعجيل بصورة مثالية والت نتج عن قاعدة إرتكاز متكاملة على القدمين فنلاحظ أن معدلات العجلة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الجسم مثلت ٣٥ و ٣٩ م/ث² على التوالي خلال لحظة بداية التعجيل الأساسي للرمح وهي أعلى معدلات تعجيل لمركز ثقل الجسم. كما تزداد معدلات التعجيل لمفصل رسغ اليد بصورة كبيرة خلال لحظة نهاية الإتصال مع الرمح وتستمر في الزيادة خلال لحظة ما بعد الرمي من أجل وضع القوة المثالي وإنتقالها إلى الرمح بصورة مثالية فنلاحظ قيمة العجلة الأفقية والرأسية لرسغ اليد مثلت ٥٥١ و ١٨٧٨ م/ث² خلال لحظة فقد الإتصال بالرمح ، أما الرمح نفسه فيحقق أعلى معدلات تعجيل أفقي وعرضي خلال نهاية الإتصال بالرمح وهذا أمر طبيعي يرتبط بنقل القوة خلال اللحظة الأخير قبل الخروج من

الجسم فبمجرد الخروج لا يمكن التأثير على الرمح ويعتبر تحت تأثير ما اكتسبه من طاقة وضع خلال الأداء للرامي. (H. Liu, S. Leigh, & B. Yu, 2010).

كما يتضح أن أعلى معدل تعجيل أفقي وعرضي للرمح حدث خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح وكذلك أعلى معدل تعجيل أفقي ورأسي لمركز ثقل الجسم حدث خلال لحظة بداية التعجيل الأساسي الأمر الذي يظهر أهمية العمل على توليد قوة من الجذع والطرف السفلى خلال لحظة بداية التعجيل الأساسي مع العمل على نقل هذه القوة للرمح خلال لحظات الأداء التالية وخصوصاً لحظة فقد الإتصال بالرمح ليتجاوز التعجيل الأفقي والعرضي خلال نهاية الإتصال ٤٨٠ و ٩٢٠ م/ث² للحصول على مسافة رمى ٨٠ متر تقريباً. (Köhler, Schüler, Roemer, & Witt, 2021)

من خلال جدول (٤) يتضح أن الرامي حقق معدلات سرعة محصلة بمقدار ٢٨.٤٤ م/ث محسوبة بحاصل الجذر التربيعي لمجموع مربع السرعات الأفقية والرأسية والعرضية لحظة نهاية الإتصال بالرمح. ومن الطبيعي خلال وضع القوة أن يحدث تخميد لمعدلات السرعة لمركز ثقل الجسم من أجل تجميع القوة وإنتقالها إلى الذراع الرامية فنلاحظ أن معدلات السرعة الأفقية والرأسية للجسم مثلت أعلى معدل لها خلال نهاية الطيران من الإقتراب وبمجرد أن وضع الرامي القدم اليمنى على الأرض (بداية الإرتكاز الفردي) بدأ الإنخفاض في معدلات السرعة لمركز ثقل الجسم بشكل تدريجي مع زيادة في معدلات السرعة لمفاصل الذراع الرامية وصولاً لأعلى سرعة لرسغ اليد. (JALALABADI, MOHAMMADI, & AMIRI, 2019; H. Liu, S. Leigh, & B. J. J. o. s. s. Yu, 2010)

كميات الحركة تمثل المتغير الكيناتيكي الهام للحصول على القوة فالقوة هي حاصل التغير في كميات الحركة مضروب في الوحدات الزمنية ، فمن خلال التحليل الكامل للنموذج المثالي بإحدى البطولات بجمهورية مصر العربية نلاحظ قدرة الرامي على توليد معدلات كمية حركة لوصلات الذراع الرامية بشكل إنسيابي وفقاً للأوزان النسبية لكل وصلة فنلاحظ أن العضد حقق أعلى معدل كمية الحركة خلال بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية يليه الساعد خلال اللحظة التالية وهي نهاية الإتصال بالرمح ثم أحر لحظة يحقق كف اليد أعلى معدل إذا ماذا يدل؟ يدل على التناغم والإنسيابية في النقل الحركي للقوة بين الوصلات الأساسية في الرمي ليكون المعيار التالي للحصول على مسافة ٨٠ متر ٢٥.١٥ - ١١.٠١ - ٢٤.٩٨ - ١٧.٨٦ - ٨.٣٤ - ٣٢.٨٠

و١٠.٥٧ - ٦.٠٣ - ٢٠.٥٦ على التوالي لوصلات العضد والساعد وكف اليد للذراع الرامية خلال آخر ثلاث لحظات بالأداء جدول (٤). (De Leva, 1996; Grycmann et al., 2015; Hatton & Mathematics, 2007; Lanka & Zatsiorsky, 2000)

فمن المؤكد أن نقل كميات الحركة بداية من الرجلين والجذع والذراع الرامية سيكون له المردود الإيجابي على توليد معدلات مناسبة لكميات حركة الرمح والتي تظهر بصورة متوافقة ما بين جدول ٥ وجدول ٦ حيث يظهر جدول ٦ أن أعلى معدلات لكميات الحركة للرمح ظهرت خلال نفس اللحظات التي ظهرت لوصلات الذراع الرامية حيث مثلت كميات الحركة الأفقية والعرضية للرمح معدلات ٣٨٧ و ٧٣٦ على التوالي خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح ، في حين تزداد كميات الحركة للجسم بالكامل خلال اللحظات الخاصة بالإعداد للإرتكاز الفردي الأول لوضع الرمي وأيضاً خلال الإرتكاز الكامل بالقدم الأمامية والذي يؤكد على ضرورة الإستغلال الكامل لمراحل الإرتكاز في توليد معدلات كميات حركة مثالية ونقلها إلى الرمح. (R. Bartlett, Müller, Lindinger, Brunner, & Morriss, 1996)

وفقاً للقوة الناتجة عن التسارع A حيث أن القوة هي حاصل ضرب الكتلة M في التسارع A يتضح أن الرامي حقق معدلات قوة قدرت بحوالي ٣٣٨٣ و ٣٧٣٦ نيوتن على المستوى الأفقي والرأسي خلال لحظة بداية التعجيل الأساسي كما حقق الرامي أعلى معدلات قوة على المستوى العرضي بقيمة ٦٢٣٠ نيوتن خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح الأمر الذي يؤكد أهمية التعجيل الدوراني للجسم خلال التخلص من الرمح والذي يظهره صاحب أفضل رقم داخل البطولة. كما نلاحظ الزيادة في معدلات القوة العرضية للجسم مع معدلات القوة المبذولة على الرمح والتي وصلت إلى ٣٨٧ و ٧٣٦ للقوة الأفقية والعرضية للرمح خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح. (Bartonietz & prevention, 2000; Köhler et al., 2021)

من الطبيعي في علم التدريب والبيوميكانيك وجود فاقد في نقل القوة المبذولة والذي ينتج عن فاقد في التعجيل لأخر وصلة دفعت وأطلقت الرمح والرمح نفسه ولكن من الضروري تحديد قيمة الفاقد في العجلة الناتج عنها القوة المنقولة بين اليد والرمح سوف يساعد المدربين والرماة على تقييم مستوى الأداء ومدى قدرتهم على نقل القوة الخاصة إلى الرمح خلال الإنطلاق والتي تساعد بدورها في زيادة معدلات سرعة الإنطلاق والخروج من اليد وبالتالي زيادة المسافة وخلال جدول ٨ نلاحظ أن الرامي حقق أعلى معدلات لفاقد العجلة والقوة ما بين اليد والرمح خلال لحظة نهاية

الإتصال بالرمح ولحظة فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء) حيث مثلت حدود فاقد التعجيل خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح قيم ٣٨٠ - ٥٣٢ - ٥٤٠ على التوالي وقيم ١٦٠ - ٥٩٧ - ٢٠٥٢ (متر/ث²) على التوالي ، والتي نتج عنها فاقد في القوة المنتجة على الرمح بقيم ٣٠٤ - ٤٢٦ - ٤٣٢ خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح وقيم ١٢٨ - ٤٧٨ - ١٦٤٢ نيوتن على التوالي خلال لحظة فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء) جدول (٧). (Elumalai, , 2015; Ramakrishnan, & Computing, 2021; Grycmann et al., 2015)

إستطاع الرامي تحقيق مؤشرات الإنطلاق من خلال الإعداد السابق الجيد لمراحل الأداء وخصوصاً خلال لخطات وضع القوة المعروضة بالدراسة حيث إستطاع الرامي إنجاز مسافة ٧٩ متر بمعدلات سرعة إنطلاق ٢٨.٤٤ متر/ث وزاوية إنطلاق ٣٨ درجة وإرتفاع إنطلاق ١.٨٢ متر جدول (٩). (R. M. Bartlett & Best, 1988; Best, Bartlett, & Morriss, 1993)

الإستنتاجات

١. أن سرعة الكتف الأفقية والرأسية وكذلك سرعة المرفق الأفقية والرأسية كانت في أعلى مستوى لها خلال لحظة الارتكاز الفردي الأخير.
٢. أعلى معدل تعجيل رأسي للرمح في لحظة نهاية الطيران قبل وضع الرمي بقيمة ١٦٤ م/ث².
٣. أهمية العمل على توليد قوة من الجذع والطرف السفلى خلال لحظة بداية التعجيل الأساسي مع العمل على نقل هذه القوة للرمح خلال الإنطلاق للرمح.
٤. ضرورة الإستغلال الكامل لمراحل الارتكاز في توليد معدلات كميات حركة مثالية ونقلها إلى الرمح.
٥. تزامن الزيادة في معدلات القوة العرضية للجسم مع معدلات القوة المبذولة على الرمح والتي وصلت إلى ٣٨٧ و ٧٣٦ للقوة الأفقية والعرضية للرمح خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح.
٦. حقق أعلى معدلات لفاقد العجلة والقوة ما بين اليد والرمح خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح ولحظة فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء) حيث مثلت حدود فاقد التعجيل خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح قيم ٣٨٠ - ٥٣٢ - ٥٤٠ على التوالي وقيم ١٦٠ - ٥٩٧ - ٢٠٥٢ (متر/ث²) على التوالي ، والتي نتج عنها فاقد في القوة المنتجة على الرمح بقيم ٣٠٤ - ٤٢٦ - ٤٣٢ خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح وقيم ١٢٨ - ٤٧٨ - ١٦٤٢ نيوتن على التوالي خلال لحظة فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء)

التوصيات

١. للحصول على مسافة رمى ٨٠ متر على الرامي ضرورة تنفيذ النقل الحركي المثالي للسرعة بداية من الكتف مروراً بالمرفق ثم كف اليد وحتى الأصابع القابضة على الرمح.
٢. ولتوليد قوة عالية خلال التخلص على الرامي زيادة معدلات العجلة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الجسم خلال لحظة بداية التعجيل الأساسي للرمح والتي يكون الرامي وضع كلتا القدمين على الأرض.
٣. لنقل القوة للرمح : ضرورة زيادة معدلات التعجيل لمفصل رسغ اليد بصورة كبيرة خلال لحظة نهاية الإتصال مع الرمح مع الإستمرار في الزيادة خلال لحظة ما بعد الرمي من أجل وضع القوة المثالي وإنتقالها إلى الرمح.
٤. لتزامن الإنسيابية في الأداء: تحقيق العضد أعلى معدل لكمية الحركة خلال بداية الإرتكاز الفردي الأخير على القدم الأمامية يليه الساعد خلال اللحظة التالية وهي لحظة نهاية الإتصال بالرمح.
٥. التقييم ثلاثي الأبعاد بأنظمة إتقاط حركة عالية السرعة مع وضع نماذج متقدمة لمسابقة رمى الرمح يظهر العديد من النقاط التي يمكن للمدرب والرامي العمل على تطويرها وتحسينها في حدود خصائص وإمكانيات نموذج الحركة للرامي.
٦. ضرورة تحديد قيمة الفاقد في العجلة الناتج عنها القوة المنقولة بين اليد والرمح سوف يساعد المدربين والرماة على تقييم مستوى الأداء ومدى قدرتهم على نقل القوة الخاصة إلى الرمح خلال الإنطلاق وكذلك وضع تدريبات نوعية تساعدهم في النقل الجيد للقوة خلال إنطلاق الرمح.

المراجع

- Bartlett, R., Müller, E., Lindinger, S., Brunner, F., & Morriss, C. J. J. o. a. b. (1996). Three-dimensional evaluation of the kinematic release parameters for javelin throwers of different skill levels. *12*(1), 58-71 .
- Bartlett, R. M., & Best, R. J. J. J. o. s. s. (1988). The biomechanics of javelin throwing: a review. *6*(1), 1-38 .
- Bartonietz, K. J. B. i. s. p. e., & prevention, i. (2000). Javelin throwing: an approach to performance development. 401-434 .
- Best, R., Bartlett, R., & Morriss, C. J. J. o. s. s. (1993). A three-dimensional analysis of javelin throwing technique. *11*(4), 315-328 .
- De Leva, P. J. J. o. b. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *29*(9), 1223-1230 .
- Elumalai, G., Ramakrishnan, R. J. J. o. A. I & ،Computing, H. (2021). Development of novel and efficient approach for analyzing and monitoring the movement parameters for javelin athletes based on internet of things. *12*, 4663-4676 .
- Grycmann, P., Maszczyk, A., Socha, T., Gołaś, A., Wilk, M., Zając, T & ، Przednowek, K. J. B. o. S. (2015). Modelling analysis and prediction of women javelin throw results in the years 1946—2013. *32*(4), 345-350 .
- Hatton, L. J. F. o. C., Information Systems, & Mathematics, U. o. K. (2007). Optimising the javelin throw in the presence of prevailing winds .
- JALALABADI, Y., MOHAMMADI, S., & AMIRI, F. N. J. T. J. o. K. (2019). Analyzing, investigating and calculating the optimum mode of the parameters affecting the record of the javelin throw including the initial velocity, initial angle, and initial height of throw. *5*(1), 1-14 .
- Köhler, H.-P., Schüler, A., Roemer, K., & Witt, M. J. I. P. A. (2021). RESULTS OF INVERSE DYNAMICS CALCULATIONS IN JAVELIN THROWING ARE STRONGLY INFLUENCED BY INDIVIDUAL BODY SEGMENT PROPERTIES. *39*.٢٠٤ ،(١)
- Lanka, J., & Zatsiorsky, V. (2000). Biomechanics in sport. In: Blackwell Science Ltd., London.
- Leigh, S., Dapena, J., Gross, M., Li, L., Myers, J., & Yu, B. (2013). *Associations between javelin throwing technique and upper extremity kinetics*. Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.

- Leigh, S., Liu, H., & Yu, B. (2010). *Associations between javelin throwing technique and aerodynamic distance*. Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.
- Liu, H., Leigh, S., & Yu, B. (٢٠١٠). *Effects of movement sequence on the performance of javelin throwing*. Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.
- Liu, H., Leigh, S., & Yu, B. J. J. o. s. s. (2010). Sequences of upper and lower extremity motions in javelin throwing. ١٤٦٧-١٤٥٩، (١٣)٢٨ .
- Looijen, T. (2020). The design of the PRODON data javelin: Providing performance feedback for indoor javelin throwing .
- Menzel, H.-J. J. N. S. i. A. (1986). Biomechanics of javelin throwing. 1(3), 85-98 .
- Morriss, C., Bartlett, R., Navarro, E., & Viitasalo, J. (1995). *The Biomechanics of Elite Javelin Throwing Technique*. Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.
- Morriss, C., & Bartlett, R. J. S. M. (1996). Biomechanical factors critical for performance in the men's javelin throw. 21, 438-446 .
- Viitasalo, J., Mononen, H., & Norvapalo, K. J. S. B. (2003). Athletics: Release parameters at the foul line and the official result in javelin throwing. 2(1), 15-34 .

المخلص :

تمثل الهدف من الدراسة في دراسة الخصائص البيوميكانيكية الخطية للحظات ما قبل التخلص ومؤشرات الإنطلاق تحت ظروف المنافسة لرامي رمى الرمح كأساس لوضع منهجية لتقييم الأداء بشكل يعتمد على منظومات التقاط الحركة عالية السرعة ثلاثية الأبعاد. تم إجراء الدراسة على صاحب أفضل رقم في بطولة الجمهورية بمسابقة رمى الرمح. تم إجراء التحليل ثلاثي الأبعاد لمحاولة حقق الرامي فيها مسافة ٧٩.٨٠ م ، حيث تم إجراء التصوير باستخدام ٢ كاميرا تصوير طراز جوبرو هيرو ٨ وموضوعين بزاوية ٤٥ درجة مع خطى الإقتراب وأمام خط الرمي بمسافة ٤ أمتار بحيث كاميرا ١ تغطي الجانب الأيمن للرامي وكاميرا ٢ تغطي الجانب الأيسر للرامي والكاميرات على ارتفاع ١.٢٥ متر. مع أخذ مقياس الرسم بأبعاد ١×١×٢ متر مكان أداء الرماة لوضع الرمي والتخلص من الرمح. تم ضبط الكاميرات على تردد ١٢٠ كادر/ث وبجودة تصوير 2.7K مع إجراء التصوير للأداء. أهم النتائج: سرعة الكتف الأفقية والرأسية وكذلك سرعة المرفق الأفقية والرأسية كانت في أعلى مستوى لها خلال لحظة الإرتكاز الفردي الأخير. أيضا أعلى معدل تعجيل رأسي للرمح حقق خلال لحظة نهاية الطيران قبل وضع الرمي بقيمة ١٦٤ م/ث². تزامن الزيادة في معدلات القوة العرضية للجسم مع معدلات القوة المبذولة على الرمح والتي وصلت إلى ٣٨٧ و ٧٣٦ للقوة الأفقية والعرضية للرمح خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح. كما حقق أعلى معدلات لفاقد العجلة والقوة ما بين اليد والرمح خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح ولحظة فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء) حيث مثلت حدود فاقد التعجيل خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح قيم ٣٨٠ - ٥٣٢ - ٥٤٠ على التوالي وقيم ١٦٠ - ٥٩٧ - ٢٠٥٢ (متر/ث²) على التوالي ، والتي نتج عنها فاقد في القوة المنتجة على الرمح بقيم ٣٠٤ - ٤٢٦ - ٤٣٢ خلال لحظة نهاية الإتصال بالرمح وقيم ١٢٨ - ٤٧٨ - ١٦٤٢ نيوتن على التوالي خلال لحظة فقد الإتصال بالرمح (إنطلاق الرمح في الهواء)

الكلمات المفتاحية: الخصائص البيوميكانيكية ثلاثية الأبعاد - رمى الرمح - منهجية تقييم الأداء