

الطاقة الميكانيكية وعلاقتها ببعض المتغيرات الكينماتيكية ومؤشر دقة التهديف لدى لاعبي كرة القدم للشباب

ناظم جبار جلال⁽¹⁾

تأريخ تقديم البحث: (2020/7/5)، تأريخ قبول النشر (2020/7/28).

DOI: [https://doi.org/10.37359/JOPE.V32\(3\)2020.1029](https://doi.org/10.37359/JOPE.V32(3)2020.1029)

المستخلص

هدف البحث الى التعرف على قيم الطاقة الميكانيكية والحركية والكامنة والمتغيرات الكينماتيكية وقيم مؤشر دقة التهديف لدى لاعبي كرة القدم للشباب وكذلك التعرف على علاقة بين الطاقة الميكانيكية والحركية والكامنة وبعض المتغيرات الكينماتيكية ومؤشر دقة التهديف لدى لاعبي كرة القدم للشباب، وقد استخدم الباحث المنهج الوصفي بأسلوب العلاقات الارتباطية لملائمته أهداف الدراسة وتمثلت عينة البحث بـ (7) لاعبين من شباب نادي نوروز بكرة القدم مثلت نسبة (28%) من مجموع (25) لاعباً. واستخدم الباحث آلة تصوير فيديو يابانية الصنع عدد (2) ذات سرعة (1000-420-210) صورة/ثانية، وتم استعمال سرعة التحليل بـ (210) صورة/ثانية، وبرنامج التحليل الحركي (Kinovea). واستعمل الباحث اختبار دقة التصويب البعيد من الحركة بوجه القدم الامامي وتم تحديد اهم المتغيرات الميكانيكية المناسبة للدراسة. واستخدام الباحث برنامج (SPSS) لمعالجة البيانات احصائياً من خلال قوانين الوسط الحسابي، والانحراف المعياري، والوسيط، ومعامل الاختلاف، والارتباط البسيط (بيرسون). ولقد اعتمد الباحث على عدد المشاهدات البالغة (5) محاولات من مجموع (6) محاولات وبذلك اصبحت (35) مشاهدة بالنسبة لتحليل المتغيرات الميكانيكية ودقة التصويب. واستنتج الباحث وجود علاقة معنوية بين الطاقة الميكانيكية والحركية مع المتغيرات (عزم القصور الذاتي لرجل و السرعة الزاوية لجسم بين مرحلتين الاصطدام والضرب والسرعة المحيطية للجسم بين مرحلتين الاصطدام والضرب والسرعة المحيطية للرجل للرجل الضاربة والسرعة المحيطية للرجل الضاربة والزخم الزاوي للرجل الضاربة وعزم الوزن عند التهديف والدقة ومؤشر الدقة). واوصى بالاهتمام بالطاقة الميكانيكية والحركية من قبل المدربين لعلاقتها المباشرة بالتطور الحاصل في المجاميع العضلية العاملة دون الاهتمام بكتلة الجسم بشكل مباشر.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الحركية، الطاقة الكامنة، الزخم.

ABSTRACT

Mechanical Energy and Its Relationship with Some Kinematical Variables and Scoring Accuracy Indicator in Youth Soccer Players

The research aimed at identifying the mechanical, motor and potential energy values as well as kinematical variables, scoring accuracy indicator values in youth soccer players. In addition to that, the research aimed at identifying the relationship among the mechanical, motor and potential energy values, kinematical variables, scoring accuracy indicator values in youth soccer players. The researcher used the descriptive method on (7) youth players from Newroz youth soccer club. He used (2) specialized video cameras for analyses and programing using Kinovea. He also conducted scoring accuracy to collect the data that was treated using SPSS. Five views were used from total of six making (35) for analyzing mechanical variables and scoring accuracy to conclude a relationship between mechanical, motor and potential energy with many variables. Finally he recommended that coaches should pay attention to mechanical and motion energy for their direct relationship with working muscle group development.

Keywords: Kinetic energy, potential energy, momentum.

(1) أستاذ مساعد، دكتوراه تربية رياضية، جامعة السليمانية، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة (Nadhim.jalal@univsul.edu.iq).

Nadhim Jabbar Jalal, Assistant Prof (PH.D), College of Physical Education and Sport Sciences, University of Sulaimani, (Nadhim.jalal@univsul.edu.iq) (+964 7701531189).

المقدمة:

تعد دراسة نظرية الطاقة الميكانيكية (الطاقة الحركية والطاقة الكامنة) في علم البايوميكانيك من المواضيع الهامة، فهي واحدة القوانين التي لها علاقة مباشرة بحركة الرياضية عند الركض أو الركض (صريح، 2000). والتي من الممكن أن تعطي تفسيرات للمشاكل الحركية الخاصة بنوع العلاقة بين السرعة وكتلة اللاعب والدقة التي يحققها، إذ كما هو معروف أن سرعة الجسم لها علاقة بكتلته والتي تختلف من اللاعب إلى آخر، وأن للطاقة مفاهيم متعددة من وجهات نظر مختلفة سواءً من النواحي الميكانيكية أو الوظيفية. وتظهر أنواع متعددة من الطاقة الحركية والكامنة (صريح وآخرون، 2009). أن تحليل حركة الركلة سوف تؤدي بالنتيجة إلى فهم دقائق لمسارات الحركة التي تؤدي بالوصول إلى درجة المثالية من الدقة في أثناء التنفيذ (ثائر ونادية، 2010). ولأن الدقة تعد أهم صفة يجب أن يتميز بها تكتيك التهديد لدى لاعبي كرة القدم، فأن التحليل الميكانيكي للحركة يتطلب الحصول على المركبات الأولية للسرعة والقوة. كما يجب التأكيد على النواحي الأساسية الواجب دراستها والتي تتعلق بزمن الحركة والقوة والكتلة والمسافة ومسار مركز الثقل (قاسم وإيمان، 2000). ومن هنا تتجلى مشكلة البحث في دراسة الخصائص البايوميكانيكية للجسم البشري وخواصها وكيفية استغلال هذه الخصائص لتحسين الأداء الحركي وكيفية استثمار كتلة الجسم والسرعة. ومن خلال التركيز على أحد القوانين الميكانيكية المهمة وهي نظرية الطاقة الميكانيكية (الحركية والكامنة) (حسناء، 2013). والتي تعد من النظريات العلمية التي تبلور أهمية السرعة كمتغير ميكانيكي وارتباطه بالسرعة من الناحية البايولوجية والتي من الممكن الاستفادة منها في تطوير العلاقة للرجل الضاربة للاعب مع الكرة وكيفية تحويلها إلى الكرة.

الطريقة والأدوات:

استخدم الباحث المنهج الوصفي بأسلوب العلاقات الارتباطية، وتمثلت عينة البحث بشباب (نادي نوروز) لكرة القدم والبالغ عددهم (7) لاعب للموسم (2019-2020)، وبنسبة (28%) من مجموع (25) لاعباً، والجدول (1) يبين وصف العينة.

الجدول (1) وصف عينة البحث

القياسات الانثروبومترية	وحدة القياس	س-	ع±	الوسيط	معامل الاختلاف
العمر	سنة	17.57	0.534	18	0.03
العمر التدريبي	سنة	2.857	0.899	3	0.31
الكتلة	كغم	64	11.31371	60	0.18
الطول الكلي	سم	169.71	5.08	169	0.03
طول الرجل	متر	0.90	0.041	0.90	0.05

يظهر الجدول (1) أن قيم معامل الاختلاف أقل من (30%) وذلك يدل إن قيم المتغيرات موزعة توزيعاً اعتدالياً (محمد ورضوان، 2000).

واستخدم الباحث آلة تصوير فيديو نوع (Casio-High.Sped-Exilim) يابانية الصنع عدد (2) ذات سرعة (210-420-1000) صورة/ثانية، متعددة الأغراض خاصة بالتحليل،

وبرمجيات خاصة بالتحليل الحركي (Kinovea)، وتم تحديد اهم المتغيرات الميكانيكية وهي: (الطاقة الميكانيكية، الطاقة الحركية، الطاقة الكامنة، زاوية الورك للرجل الضاربة، زاوية الركبة للرجل الضاربة، زاوية الجذع، زاوية الركبة لرجل الارتكاز، زاوية الورك لرجل الارتكاز، زاوية ميل الجسم مرحلة الضرب، عزم القصور الذاتي للرجل الضاربة، السرعة الزاوية للجسم، السرعة المحيطية للجسم، السرعة الزاوية للرجل الضاربة، السرعة المحيطية للرجل الضاربة، الزخم الزاوي للرجل الضاربة، عزم الوزن عند التهديد، مؤشر الدقة).

وقام الباحث باجراء التجربة الاستطلاعية يوم الأربعاء الساعة (3.00) عصرا الموافق (2020/2/12) في ملعب جامعة السليمانية، اما التجربة الرئيسية فاجريت يوم الاحد الساعة (3) عصرا الموافق (2020/2/16) في ملعب جامعة السليمانية وشملت الاختبارات التجربة الرئيسية قياس الدقة التصويب وتصوير مراحل التصويب.

في اختبار دقة مهارة التصويب من الحركة في كرة القدم (ناظم، 2012): تم تقسيم المرمى إلى (27) منطقة للتصويب (مربعات متساوية الأضلاع) بطول وعرض (81.34) سم. وتم تحديد موقع التهديد في مربع مساحته (2) متر لاستلام الكرة ويوضع شاخص بارتفاع (1) متر في منتصف المسافة بين اللاعب والمدرّب وبين المدرّب واتجاه اللاعب الذي يبعد (3) امتار، يتم التصويب على المرمى من منتصف الهدف بمسافة تبعد (20) متراً والذي يبعد عنه اللاعب مسافة (5) امتار، ينفذ الاختبار من قبل لاعب ومدرّب ومدرّب مساعد كمساعدين، يستلم اللاعب الكرة من المدرّب المساعد على بعد (3) امتار في الموقع رقم (1) ويناول الكرة اماما جانبا للمدرّب الذي يبعد عنه (5) متر وينطلق بسرعة خلف الشاخص الذي يناول منه المدرّب، لمسافة (3) امتار ثم يهدف مباشرة بعد مناولة الكرة من المدرّب. يمنح اللاعب (6) محاولات يتم حساب أفضل (5) محاولات. وأقصى درجة للاختبار (25) درجة، اذا مست الكرة احد أضلاع المربع يتم حساب الدرجة الاعلى، اذا لم تدخل الكرة في المرمى يمنح اللاعب صفراً. واحتسبت النتائج من خلال: مؤشر الدقة = مجموع درجات الاداء/ مجموع زمن الاداء (ثا) (صريح، 2010).



5	4	3	2	1	2	3	4	5
4	3	2	1	1	1	2	3	4
5	4	3	2	1	2	3	4	5

الشكل (1) مخطط تنفيذ الاختبار وموقع الكاميرا وتقسيم درجات الهدف

استخدم الباحث كاميرتان للتصوير النوع (Casio-High.Speed-Exilim) يابانية الصنع عدد (2) بسرعة (210) صورة/ ثانية، نصبت الاولى بشكل عمودي على المربع المحدد للتهديف في الجهة اليمنى ببعده (5.30) امتار وكان ارتفاع منتصف العدسة (1.05) مترا عن الأرض وتم استخراج مقياس الرسم بطول (1)م وتم اخذ قياسه في منتصف المربع المخصص للتهديف، اذ تم تصوير (5) محاولات لكل لاعب، اما الكاميرا الثانية فنصبت على بعد (34.80) مترا وبشكل عمودي على منتصف مسار الكرة من اجل استخراج زمن الكرة من لحظة ضربها الى لحظة دخولها للهدف وكان ارتفاع منتصف العدسة (1.33) متر عن الأرض. واعتمد الباحث على عدد المشاهدات البالغة (5) محاولات من مجموع (6) محاولات وبذلك اصبحت (35) مشاهدة بالنسبة لتحليل المتغيرات الميكانيكية ودقة التصويب. واستخدم برنامج (SPSS) للمعالجة الإحصائية باستعمال قوانين: الوسط الحسابي، الانحراف المعياري، الوسيط، معامل الاختلاف، الارتباط البسيط (بيرسون).

النتائج:

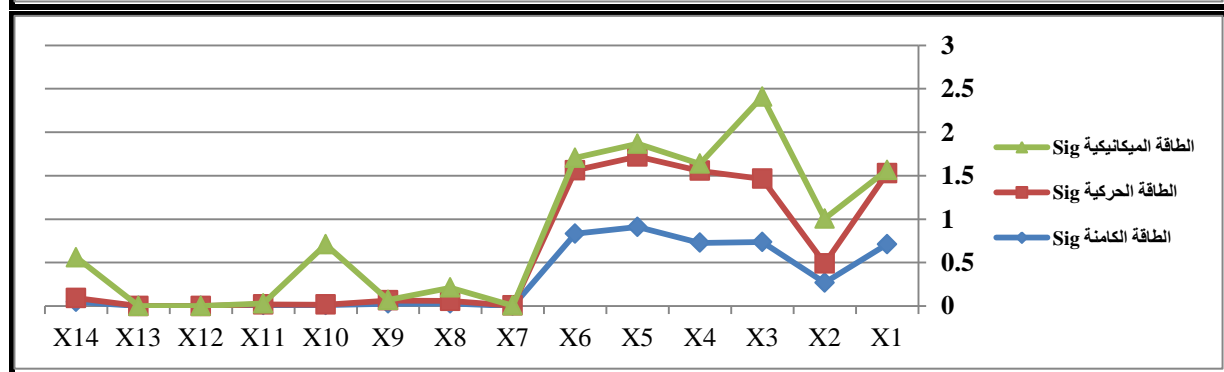
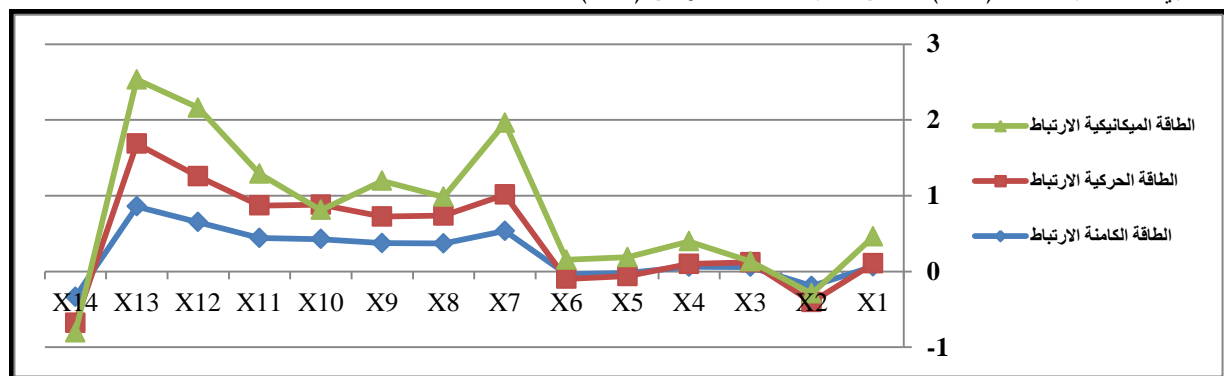
الجدول (2) الاوساط الحسابية وانحرافات المعيارية لمتغيرات البحث

ت	المتغيرات	س	±ع
1	الطاقة الميكانيكية	4339.32	1529.57
2	الطاقة الحركية	3776.20	1457.32
3	الطاقة الكامنة	563.12	137.52
4	زاوية الورك للرجل الضاربة	154.21	9.95
5	زاوية الركبة للرجل الضاربة	131.11	10.38
6	زاوية الجذع	100.07	9.05
7	زاوية الركبة للرجل الارتكاز	128.36	14.31
8	زاوية الورك للرجل الارتكاز	156.20	11.81
9	زاوية ميل الجسم مرحلة الضرب	17.12	7.53
10	عزم القصور الذاتي للرجل الضاربة	7.50	2.45
11	السرعة الزاوية للجسم بين مرحلتين الارتكاز والضرب	298.85	55.69
12	السرعة المحيطية للجسم بين مرحلتين الارتكاز والضرب	4.09	.99
13	السرعة الزاوية للرجل الضاربة	1414.29	137.38
14	السرعة المحيطية للرجل الضاربة	19.23	2.95
15	زخم الزاوي للرجل الضاربة	10586.91	3490.30
16	عزم الوزن عند التهديف	264.44	58.11
17	مؤشر الدقة	3.72	2.21

الجدول (3) معاملات الارتباط بين الطاقة الميكانيكية والحركية والكامنة ومتغيرات البحث

ت	المعالم الإحصائية متغيرات البحث	وحدة القياس	الطاقة الميكانيكية		الطاقة الحركية		الطاقة الكامنة	
			الارتباط	مستوى الخطأ	الارتباط	مستوى الخطأ	الارتباط	مستوى الخطأ
X1	زاوية الورك للرجل الضاربة	درجة	.065	.711	.041	.817	.355	.037
X2	زاوية الركبة للرجل الضاربة	درجة	-.192	.268	-.212	.221	.113	.516
X3	زاوية الجذع	درجة	.059	.736	.061	.727	.012	.945
X4	زاوية الركبة لرجل الارتكاز	درجة	.061	.728	.038	.827	.298	.082
X5	زاوية الورك لرجل الارتكاز	درجة	-.020	.910	-.042	.809	.250	.148
X6	زاوية ميل الجسم مرحلة الضرب	درجة	-.037	.833	-.061	.728	.252	.144
X7	عزم القصور الذاتي للرجل الضاربة	كغم.م ²	.534	.001	.480	.004	.947	.000
X8	السرعة الزاوية للجسم بين مرحلتي الارتكاز والضرب	د/ثا	.370	.029	.368	.030	.247	.152
X9	السرعة المحيطية للجسم بين مرحلتي الارتكاز والضرب	م/ثا	.373	.027	.352	.038	.470	.004
X10	السرعة الزاوية للرجل الضاربة	د/ثا	.426	.011	.454	.006	-.069	.692
X11	السرعة المحيطية للرجل الضاربة	م/ثا	.442	.008	.428	.010	.419	.012
X12	الزخم الزاوي للرجل الضاربة	كغم.م ² /ثا	.650	.000	.605	.000	.906	.000
X13	عزم الوزن عند التهديف	نت.م	.857	.000	.828	.000	.847	.000
X14	مؤشر الدقة	د/ثا	-.336	.048	-.343	.044	-.127	.467

* معنوي عند مستوى الخطأ (0.05) إذا كان مستوى الخطأ اصغر من (0.05).



الشكل (2) قيم الارتباط ومستوى الخطأ بين المتغيرات البايوميكانيكية والطاقة الميكانيكية والحركية والكامنة

المناقشة:

يتبين من الجدول (3) لمتغير الطاقة الميكانيكية وجود علاقة الارتباط مع بعض المتغيرات الميكانيكية وهي (عزم القصور الذاتي للرجل الضاربة والسرعة الزاوية للجسم بين مرحلتَي الارتكاز والضرب والسرعة المحيطية للجسم بين مرحلتَي الارتكاز والضرب والسرعة الزاوية للرجل الضاربة والسرعة المحيطية للرجل الضاربة والزخم الزاوي للرجل الضاربة وعزم الوزن عند التهديف ومؤشر الدقة). ويعزى الباحث العلاقة بين الطاقة الميكانيكية و(عزم القصور الذاتي للرجل الضاربة) الى اعتماد على كتلة الجسم في المتغيرين وذلك حفاظ اللاعبين على المسار الجيد لمركز ثقل الجسم ومجرى خطوات الحركة مما أدى الى تقليل من التناقص الذي يحصل في متغير الطاقة الحركية وذلك للحفاظ على قيم السرعة الأفقية التي ترتبط بكتلة اللاعبين لتحقيق قيم جيدة للطاقة الحركية الخطية. ففي أثناء عملية التهديف يملك الجسم عزم قصور ذاتي كبير وبصورة نسبية مقدار كبير من السرعة الزاوية وعندما الجسم يميل الى الاقلال من انصاف اقطار الجسم وان الاقلال يكون على طول الجزء (الرجلين او الجذع) وهذا يزيد من السرعة الزاوية وان افضل طريقة لزيادة الزخم الزاوي وهي بزيادة السرعة الزاوية (Hay, 1978) و (Carr, 1997).

واما العلاقة بين الطاقة الميكانيكية و(السرعة الزاوية والسرعة المحيطية للجسم بين مرحلتَي الارتكاز والضرب) ويعزو الباحث ذلك الى انه كلما كبرت الطاقة الميكانيكية عند اللاعبين أثناء عملية التهديف وكلما انتج ذلك قوة اكبر في الانقباض العضلي لجسم وهذا يؤدي الى سرعة الزاوية كبيرة للجسم وهذه نتيجة طبيعية لانه كلما كبرت السرعة الزاوية كبرت معها السرعة المحيطية لجسم لان السرعة المحيطية تساوي السرعة الزاوية في نصف القطر.

واما العلاقة بين الطاقة الميكانيكية و(السرعة الزاوية والسرعة المحيطية للرجل الضاربة) ويعزو الباحث ذلك الى تحسّن عمل العضلات وفقاً للهدف الحركي المطلوب واللازم لتحقيق السرعة الزاوية المطلوبة وبما يتناسب مع الوضع الزاوي الذي تحققه مفاصل هذه الرجل والذي يولد عزمًا مناسباً للتغلب على القصور الذاتي لها أثناء اداء حركة المرجحة لاداء الضربة، اذ ان اتخاذ الوضع المناسب بزوايا الرجل خصوصاً بالوضع التحضيري يقلل من عزم قصورها وبالتالي يساعد في اكتساب هذه الرجل السرعة الزاوية المطلوبة، والتي تعد احد العوامل الأساسية في زيادة السرعة المحيطية لقدم الرجل الضاربة، والتي تعطي مردوداً ايجابياً في تكيف هذه العضلات وتطوير ردود افعالها والذي سبب في تطوير السرعة المحيطية للرجل الضاربة، واكتساب المهارة النوعية في الاداء (صريح ووهبي، 2007). وهذا يتفق مع ما أشار اليه (هوخموث) في ان "تقصير نصف القطر يؤدي الى التقليل من عزم القصور الذاتي وبالتالي من زيادة السرعة الزاوية" (هوخموث، 1999). وذلك لان السرعة المحيطية تتناسب طردياً مع السرعة الزاوية على وفق المعادلة الآتية: السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر / القطاع (Luthanen, 2003).

واما العلاقة بين الطاقة الميكانيكية و(الزخم الزاوي للرجل الضاربة) ويعزو الباحث ذلك الى ان كل من الزخم والطاقة الحركية يعتمد على كتلة الجسم وسرعته حسب قانون العزم والطاقة الميكانيكية وحركة اللاعب من خلال ابعاد اجزاء الجسم الدائر عن محور الدوران الى ابعاد ما يمكن خصوصاً مفاصل الرجل الضاربة، أي مد الرجل الضاربة مدا كاملاً ومن دون ثني في المفاصل وذلك للاستفادة التامة من تاثير مبدأ اطالة نصف قطر الدوران كي تزداد السرعة

المحيطة للجسم للرجل الضاربة والتي تساعد في زيادة سرعة الضرب، إذ يمكننا أن نقول أنه ينبغي أن تكون حركة الرجل الضاربة سريعة جداً لأن عن طريقها تتحدد سرعة انطلاق الكرة.

وأما العلاقة بين الطاقة الميكانيكية و(عزم الوزن عند التهديف) ويعزو الباحث إلى أن عزم الوزن له علاقة مباشرة زاوية الاقتراب اللاعبين مما ولد ذلك كسراً للنمط الحركي لهذه المرحلة وقلل عزم الوزن والتي تولد لدى اللاعب شعوراً جيداً للقيام بعمل عضلي جيد من حيث وضع الزوايا وذلك لأن أي "زيادة في زاوية الاقتراب يعني تقليل المسافة بين مركز ثقل الجسم وخط الجاذبية وبذلك يكون عزم الوزن كقوة معيقة قليلة" (صريح، 2010). من أجل التقليل من عزم الوزن يجب زيادة زاوية الاقتراب بشكل مناسب.

وأما العلاقة بين الطاقة الميكانيكية و(مؤشر الدقة) ويعزو الباحث سبب ذلك إلى أن دقة التهديف بشكل إيجابي وملحوظ وجاءت النتيجة متماشية لما ظهر من تطور في قيم المتغيرات الميكانيكية المقاسة السابقة الذكر. وهذا يتفق مع ما أشار إليه كل من (أمال ومحمود، 199) و(الصميدعي، 1987) في أن الأساس الميكانيكي لتحقيق الدقة تكمن في كيفية التعامل المناسب لوضعية الضربة وقاعدة ارتكاز اللاعب وعلاقة ذلك بالأجزاء الأخرى من الجسم والتي يكون لها أثر فعال لاداء مهارة التهديف بنجاح وفاعلية.

ويتبين من الجدول (3) لمتغير الطاقة الحركية وجود علاقة الارتباط مع بعض المتغيرات الميكانيكية وهي (عزم القصور الذاتي للرجل والسرعة الزاوية للجسم بين مرحلتين الارتكاز والضرب، والسرعة المحيطة للجسم بين مرحلتين الارتكاز والضرب، والسرعة الزاوية للرجل الضاربة، والسرعة المحيطة للرجل الضاربة، والسرعة الزاوية للرجل الضاربة، وعزم الوزن عند التهديف، ومؤشر الدقة). ويعزو الباحث العلاقة بين الطاقة الحركية و(عزم القصور الذاتي للرجل) فان الأساس الميكانيكي المهم لاتمام هذه المهارة هو تقريب اجزاء الرجل الضاربة لمحور الدوران وماله من علاقته في تقليل عزم القصور الذاتي وفي الوقت نفس زيادة مقدار السرعة الزاوية، عن طريق الثني في زاوية الورك والركبة، أي كلما تمكن اللاعب من زيادة حدة الثني، عمل ذلك على زيادة السرعة الزاوية لمفصل القدم الضاربة، وهذا يتفق مع ما أشار إليه هوخموث في أن "تقصير نصف القطر يؤدي إلى التقليل من عزم القصور الذاتي وبالتالي من زيادة السرعة الزاوية" (هوخموث، جيرد، 1999).

وأما العلاقة بين الطاقة الحركية و(السرعة الزاوية والسرعة المحيطة للجسم بين مرحلتين الارتكاز والضرب) ويعزو الباحث ذلك إلى أن حركات الجذع وحركات الرجلين أثناء اداء المهارة، لأن زيادة الجزء سوف يؤدي إلى زيادة الكل، وكذلك زيادة زاوية الارتكاز لحظة الضرب وانتقال الجسم باستمرار الحركة إلى الامام يزيد من الفرق الزاوي الذي بدوره يزيد من السرعة الزاوية وفقاً للمعادلة الاتية: السرعة الزاوية = الفرق الزاوي / الزمن (Hall, 1999).

وأما العلاقة بين الطاقة الحركية و(السرعة الزاوية والسرعة المحيطة للرجل الضاربة) ويعزو الباحث ذلك إلى أن اتخاذ الوضع المناسب بزوايا الرجل خصوصاً بالوضع التحضيري يقلل من عزم قصورها وبالتالي يساعد في اكتساب هذه الرجل السرعة الزاوية المطلوبة، والتي تعد أحد العوامل الأساسية في زيادة السرعة المحيطة لقدم الرجل الضاربة وهذا يتفق مع ما أشار إليه هوخموث في أن "تقصير نصف القطر يؤدي إلى التقليل من عزم القصور الذاتي وبالتالي من زيادة السرعة الزاوية" (جيرد هوخموث، 1999). وذلك لأن السرعة المحيطة تتناسب طردياً مع

السرعة الزاوية على وفق المعادلة الآتية: السرعة المحيطية = السرعة الزاوية \times نصف القطر / القطاع (Luthanen, 2003).

وأما العلاقة بين الطاقة الحركية و(الزخم الزاوي للرجل الضاربة) ويعزو الباحث ذلك الى ظهرت في متغير الزخم الزاوي للرجل الضاربة جاء نتيجة حتمية لما ظهر من فروق في قيم السرعة الزاوية والمحيطية، وفقاً للمعادلة الآتية: (الزخم الزاوي = عزم القصور الذاتي \times السرعة الزاوية) (صريح، 2010) وأن النقصان في عزم القصور الذاتي ساعد في زيادة السرعة الزاوية الأمر الذي يسبب زيادة في الزخم الزاوي لهذه الرجل.

وأما العلاقة بين الطاقة الحركية و(عزم الوزن عند التهديف) ويعزو الباحث الى ان في اداء مهارة التهديف من يتولد لدى اللاعب شعوراً جيداً للقيام بعمل عضلي جيد من حيث وضع الزوايا الجسم والرجل وذلك لان اي "زيادة في زاوية الاقتراب يعني تقليل المسافة بين مركز ثقل الجسم وخط الجاذبية وبذلك يكون عزم الوزن كقوة معيقة قليلة" (صريح، 2010). من اجل التقليل من عزم الوزن يجب زيادة زاوية الاقتراب بشكل مناسب، ويرى الباحث ان اللاعبين عملوا على تقليل عزم الوزن اثناء المس والترك والتي أدت الى الاقلال من العبء الملقة على هذه العضلات.

وأما العلاقة بين الطاقة الحركية و(مؤشر الدقة) ويعزو الباحث سبب ذلك الى أن تحقيق السرعة الزاوية والسرعة المحيطية واتخاذ الاوضاع الصحيحة للرجل، وعلاقته بعمل العضلات العاملة على هذه المفاصل التي يؤدي الى زيادة إنتاج القوة المطلوبة للأداء، وعمل ذلك على زيادة سرعة القدم بسبب زيادة كفاءة المجاميع العضلية العاملة عليها، ان هذا التطور قد جاء نتيجة تطور عمل العضلات العاملة. ويشير كل من (جلال وصالح، 1967) إلى الضربة بوجه القدم الامامي على أنها من أتقن أنواع الضربات التي لايمكن اللاعب أن يستغني عنها لأنها تجمع بين القوة والتحكم في الاتجاه وتحديد الهدف ولذلك فهي من أفضل الضربات للتسديد على المرمى سواء أكانت الكرة ثابتة أم متحركة أم طائرة أم نصف طائرة.

ويتبين من الجدول (2) لمتغير الطاقة الكامنة وجود علاقة الارتباط مع بعض المتغيرات الميكانيكية وهي (زاوية الورك للرجل الضاربة وعزم القصور الذاتي للرجل والسرعة المحيطية لجسم بين مرحلتين الارتكاز والضرب، والسرعة المحيطية للرجل الضاربة والزخم الزاوي للرجل الضاربة وعزم الوزن عند التهديف).

وأما العلاقة بين الطاقة الكامنة و(زاوية الورك للرجل الضاربة) ويعزو الباحث سبب ذلك ارتفاع الورك واعتماد الطاقة الكامنة على ارتفاع الجسم. وكذلك يؤكد (Lees&Nolan, 1996) على "ان الركضة التقريبية تكون باتجاه حركة ضرب الكرة أي التقرب من الكرة بخطوة أو أكثر من خطوة لركل الكرة اذ ان هذا التقرب يساعد الرجل الضاربة من ان تتمرجح في المستوى الجانبي بحيث ان الرجل الضاربة يمكن ان توضع بصورة أكثر استقراراً تحت الكرة وبذلك تحقق تلامساً أفضل معها، وبهذا فإن هذا التقرب يسمح للمفصل أو المفاصل ان تؤدي مساراً تعجيلياً أفضل، الأمر الذي يؤدي إلى تحقيق مستوى أفضل في الأداء".

وأما العلاقة بين الطاقة الكامنة و(السرعة المحيطية للجسم بين مرحلتين الارتكاز والضرب والسرعة المحيطية للرجل الضاربة) ويعزو الباحث سبب ذلك الى الارتباط الحركات الزاوية وفق اجزاء الاداء المهاري المرتبط بمهارة التهديف وفقاً للهدف الحركي المطلوب واللازم لتحقيق السرعة الزاوية المطلوبة وبما يتناسب مع الوضع الزاوي الذي تحققه مفاصل هذه الرجل والذي يولد عزمًا

مناسباً للتغلب على القصور الذاتي لها اثناء اداء حركة المرجحة لاداء الضربة، اذ ان اتخاذ الوضع المناسب بزوايا الرجل خصوصاً بالوضع التحضيري يقلل من عزم قصورها وبالتالي يساعد في اكتساب هذه الرجل السرعة الزاوية المطلوبة والتي تعد احد العوامل الأساسية في زيادة السرعة المحيطية لجسم ولقدام الرجل الضاربة. وهذا يتطلب القوة المبذولة للارتطام بالارض مع التنسيق العالي مع حركات باقي اجزاء الجسم ومراعاة الاسس الفنية والميكانيكية والتي تعطي مردوداً ايجابياً في تكيف هذه العضلات وتطوير ردود افعالها والذي سبب في تطوير السرعة المحيطية للجسم ولرجل الضاربة، واكتساب المهارة النوعية في الاداء (صريح ووهبي، 2007).

واما العلاقة بين الطاقة الكامنة و(الزخم الزاوي للرجل الضاربة) ويعزو الباحث سبب ذلك الى حركة اللاعب من خلال ابعاد اجزاء الجسم الدائر عن محور الدوران الى ابعد ما يمكن خصوصاً مفاصل الرجل الضاربة، أي مد الرجل الضاربة مدا كاملاً ومن دون ثني في المفاصل وذلك للاستفادة التامة من تاثير مبدأ اطالة نصف قطر الدوران كي تزداد السرعة المحيطية للجسم للرجل الضاربة والتي تساعد في زيادة سرعة الضرب، اذ يمكننا ان نقول انه ينبغي ان تكون حركة الرجل الضاربة سريعة جداً لان عن طريقها تتحدد سرعة انطلاق الكرة.

واما العلاقة بين الطاقة الكامنة و(عزم الوزن عند التهديف) ويعزو الباحث سبب ذلك الى زاوية الاقتراب واقلل عزم الوزن من خلال هذه النتائج وتتطور زاوية الاقتراب والتي تولد لدى اللاعب شعوراً جيداً للقيام بعمل عضلي جيد من حيث وضع الزوايا وذلك لان اي "زيادة في زاوية الاقتراب يعني تقليل المسافة بين مركز ثقل الجسم وخط الجاذبية وبذلك يكون عزم الوزن كقوة معيقة قليل" (صريح، 2010).

الاستنتاجات:

ان انواع الطاقة الثلاث تتاثر بمتغيرات الزخم وعزم القصور والوزن والسرعة الزاوية، فزيادتها مؤشر لازدياد انواع الطاقة، عكس متغيرات الزوايا التي لاتعطي مؤشراً واضحاً وعلاقة بانواع الطاقة، كما ان مؤشر الدقة يتناسب عكسياً مع انواع الطاقة ولم يكن هناك تاثير متبادل بينه وبين الطاقة الكامنة.

المصادر

امال جابر ومحمود ابراهيم (1999)؛ تاثير اختلاف الشدة على بعض المتغيرات المرتبطة بالتوافق الحركي لدى لاعبي كرة القدم بدولة البحرين. مؤتمر العلمي للرياضة العربية وطموحاتها المستقبلية، ص 12-14.

ثائر غانم حمدون ونادية طالب نوري (2010)؛ تتبع مسار الطاقة الميكانيكية لاداء حركة التسوكاهارا المكورة على طاولة القفز وعلاقتها بمستوي انجاز ناشئي الجمناستك. مجلة كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد، ص 101-131.

حسناء ستار جبار (2013)؛ الطاقة الحيوية والطاقة الحركية وعلاقتها ببعض المتغيرات البابوكينماتيكية الخاصة بأداء مهارة الضربة الأرضية الأمامية والخلفية في التنس الأرضي. مجلة كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد، ص 371-399.

- صريح عبد الكريم الفضلي (2000)؛ تحديد فترة التدريب الرياضي للاركان القصيرة باستخدام الطاقة الحركية. مجلة كلية المعلمين، ص200.
- صريح عبد الكريم الفضلي ووهبي علوان (2007)؛ موسوعة التحليل الحركي، التحليل التشريحي وتطبيقاته الحركية والميكانيكية. بغداد، دار الكتب والوثائق، ص230.
- صريح عبد الكريم وقاسم محمد وحמיד عبدالنبي (2009)؛ تدريب السرعة وفق القدرة- الشغل بالاعتماد على فترات الراحة لتحسين الطاقة الحيوية وانعكاسها على الطاقة الحركية وإنجاز (100)م. مجلة كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد، ص131-153.
- صريح عبدالكريم الفضلي (2010)؛ تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي. ط1، عمان، دار دجلة، ص164.
- قاسم حسن حسين وإيمان شاكر محمود (2000)؛ الأسس الميكانيكية والتحليلية والفنية في فعاليات الميدان والمضمار، ط2، عمان، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، ص15.
- لؤي الصميدعي (1987)؛ البايوميكانيك والرياضة. الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر-جامعة الموصل، ص330.
- محمد جلال ومحمد صالح (1967)؛ كرة القدم. ط1، القاهرة، عالم الكتب، ص25-27.
- محمد حسن علاوي ومحمد نصر الدين رضوان (2000). القياس في التربية الرياضية وعلم النفس الرياضي. القاهرة، دار الفكر العربي، ص71.
- ناظم جبار جلال (2012)؛ تأثير التدريبات البدنية على وفق الجمل الخطية لتطوير القوة والسرعة (المطلقة والنسبية) وبعض المتغيرات الميكانيكية ودقة التصويب البعيد من الحركة في كرة القدم. اطروحة، جامعة كوية، كلية التربية الرياضية، ص56.
- وخموت جيرد (1999)؛ الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمي للحركات الرياضية. (ترجمة)، كمال عبد الحميد، القاهرة دار المعارف، ص227.
- Gerry Carr .(1997); Mechanic Of Sport . :USA: A Practitioner's Guide, Human kinetics. P.76.
- Hall, S. J. (1999); Basic Biomechanics. (3ed, Ed.) edition Boston: Mc GRAW-HILL international editions. P.349.
- Hay, J. G. (1978); The Biomechanica of Sport Techniques (Vol. 2ed). London: Prentice-Hall International, Inc., p.150.
- Lees, A., & Nolan, L; (1996). The biomechanics of Soccer Skills. In Science and Soccer. London: Reilly, T.(ed). : E and FN Spon press. P.211-243.
- Luthanen, P. (2003); [http:// www.coach.esiafo.com](http://www.coach.esiafo.com) , , . Retrieved from www.coach.esiafo.com: progression. P.8-9.