دراسة تحليلية لقانون السرعة المحيطية في ادبيات البيوميكانيك الرياضي

ا.م. د عدي جاسب حسن
قسم التربية البدنية وعلوم الرياضة/جامعة الكتاب
Dr_udayhasan@yahoo.com

ملخص البحث:

تعتبر السرعة المحيطية من المتغيرات الاساسية في البيوميكانيك ولها دور مميز في العديد من الفعاليات والالعاب الرياضية، وعليه لا بد من التطبيق الصحيح لقانونها ليتماشى وينسجم مع الجسم البشري. لذا يهدف البحث بالتعرف على الفروق الاحصائية بين التطبيق المعتمد في ادبيات البيوميكانيك الرياضي لقانون السرعة المحيطية والتطبيق الذي يتبناه الباحث. استخدم الباحث المنهج الوصفي بأسلوبه المسحي، وتضمنت عينة البحث قيم افتراضية متعلقة بقانون السرعة المحيطية المتمثلة بقيم للسرع الزاوية وانصاف الاقطار، اذ بلغت عدد الحالات ٣٠ حالة موزعة بالتساوي بين التطبيقين. اهم ما توصل اليه الباحث هو وجود فرق ذات دلالة احصائية بين التطبيق المعتمد في العديد من ادبيات البيوميكانيك الرياضي والتطبيق الذي تبناه الباحث، فضلا عن دقة نتائج التطبيق الذي تبناه الباحث لقياس السرعة المحيطية والذي كانت متطابق مع نتائج بعض برامج التحليل الحركي. ويوصي الباحث بضرورة اعتماد التطبيق في هذا البحث عند قياس السرعة المحيطية مراعين بذلك تباين نصفي قطر الدوران، وبالتالي اعطاء نتائج دقيقة تسهم في تطوير الاداء.

An analytical Study of Law of Peripheral Speed in Sport Biomechanics Art

Asst. Prof Dr. Uday CH. Hasan
Department of Physical Education and Sports Sciences, Al-Kitab University

ABSTRACT:

Peripheral speed is one of the main variables in biomechanics and has a distinctive role in many activities and sports, and accordingly, the correct application of its law must be in order to be in line with the human body. Therefore, the research aims to identify the statistical differences between

the approved application in the art of mathematical biomechanics for the law of peripheral speed and the application adopted by the researcher. The researcher used the descriptive method in his survey method, and the sample included virtual values related to the law of peripheral speed represented by values of angular velocity and half-diameters, as the number of cases reached 30 cases distributed equally between the two applications.

The most important findings of the researcher is the presence of a statistically significant difference between the approved application in many of the mathematical biomechanics literature and the application adopted by the researcher, as well as the accuracy of the results of the application adopted by the researcher to measure the peripheral speed, which was identical with the results of some kinetic analysis programs. The researcher recommends the necessity of adopting the application in this research when measuring the peripheral speed, taking into account the variation in the two halves of radius, and thus giving accurate results that contribute to the development of performance.

١- التعريف بالبحث:

١-١ المقدمة وأهمية البحث:

يُحدد العاملون في مجال البيوميكانيك الرياضي عادة متغيرات القياس الخاصة ذات العلاقة بنتيجة الأداء على أساس المتغيرات المثبتة والمتوقعة على أساس تحليل ميكانيكي بسيط أو على أساس المنطق أو كما يُخصصه اللاعب أو المدرب. أو عن طريق تثبيت المتغيرات من تحليل علمي سابق، ربما يرتكز على اختبار الفرضية أو على نموذج رياضي ومحاكاة الأداء، لذا فإن البيانات المستخرجة من الدراسات المسحية او التجريبية تستعمل أحياناً بنجاح لاختبار الفرضيات أو للمساهمة في تعريف وتحديد نماذج الأداء. (حسن، ٢٠١٥)

ومن تلك المتغيرات التي يتوقع أن يكون لها صلة مبنية على تحليل ميكانيكي بسيط هي قياسات السرع ومنها السرعة المحيطية التي تعد من المتغيرات الاساسية في البيوميكانيك ولها دور مميز في العديد من الفعاليات والالعاب الرياضية، والتي عرفها العديد من الباحثين بانها المعدل الزمني لانتقال نقطة معينة من الجسم الدائر على محيط الدائرة. (الهاشمي، ١٩٩٩)

ولما كان علم البيوميكانيك ينبع اساساً من تخصصي الميكانيكا وعلم الاحياء ولتحقيق اغراض علم البيوميكانيك لابد من الفهم والتطبيق الصحيح لقوانين الميكانيكية ومنها قانون السرعة

المحيطية، لذا تكمن اهمية البحث بالتعرف على التطبيق الصحيح لقانون السرعة المحيطية ليتماشى وينسجم مع الجسم البشري.

١-٢ مشكلة البحث:

يتميز علم البيوميكانيكي الرياضي بتنوع القوانين الميكانيكية وامكانية اشتقاق قوانين اخرى، وعليه يجب الحذر من سوء تطبيق تلك القوانين التي قد تؤدي الى ارباك القراء، وخاصة ممن هم حديثي التخصص او من هم خارج التخصص، لذا يسعى الباحث الى التواصل الدقيق والموجز لتعزيز التخصص وتجنب الالتباس في القوانين الميكانيكية المهمة ومنها قانون السرعة المحيطية.

فمن خلال اطلاع الباحث على ادبيات البيوميكانيكي الرياضي وجد ان هذه الادبيات اغنت المتخصصين والعاملين بالمعرفة، الا ان البعض منها يستخدم التطبيق الخاطئ لقانون السرعة المحيطية، ولا يفهم من ذلك ان الباحث يستبعد هذا الادبيات او كاتبيها من حقل البيوميكانيك، لذلك سيعتمد الباحث على ارقام افتراضية لتعزيز الوعي للتطبيق الصحيح لقانون السرعة المحيطية اكثر من التطرق الى اسماء كتاب ادبيات البيوميكانيك. وهي دعوة لتفحص القوانين الميكانيكية ومدى انسجامها وتطبيقها في المجال الرياضي.

١-٣ هدف البحث:

- التعرف على الفروق الاحصائية بين التطبيق المعتمد في ادبيات البيوميكانيك الرياضي لقانون السرعة المحيطية والتطبيق الذي يتبناه الباحث.

١-٤ فرض البحث:

- وجود فروق ذات دلالة احصائية عند مستوى معنوية ٠.٠٥% بين بين التطبيق المعتمد في ادبيات البيوميكانيك الرياضي لقانون السرعة المحيطية والتطبيق الذي يتبناه الباحث.

٢- الدراسات النظرية:

٢-١ البيوميكانيك:

يعد البيوميكانيك احد الفروع القديمة للبيولوجيا ويعني البيوميكانيك بدراسة حركة الانسان اثناء ادائه الفعل الحركي الرياضي للحصول على الهدف المنشود وكذلك اعداد الاسس العلمية الصحيحة النموذج الامثل في حركة اللاعبين وصولا الى المستوى العالي. (الصميدعي ورشيد، ٢٠١٩)

ويمكن على اساس هذا الفهم ان نحدد الواجبات الاساسية للبيوميكانيك الرياضي وهي:

١. حمل البحوث الخاصة للإداء الرياضي المثالي وفق المسارات الحركية الصحيحة والنموذجية.
٢. تعميم المعلومات التي تم الحصول عليها حول الاداء المثالي لتعلمها وفهمها من قبل المدربين واللاعبين.
٣. مواكبة التطور في مناهج البحث العلمي الخاص في البيوميكانيك.
٤. تطوير مناهج التدريب وفق الاسس البيوميكانيكية الحديثة وباستخدام التقنيات والاجهزة العلمية الحديثة.
٥. تطوير القدرات البدنية والنفسية والفسلجية المطلوبة باستخدام الاسس الميكانيكية الصحيحة لها. (الجنابي، ٢٠١٨)

٢-٢ اقسام البيوميكانيك:

يقسم علم البيوميكانيك الى قسمين هما: الاستاتيكا والديناميكا. يدرس علم الاستاتيكا الأنظمة التي تكون في حالة ثابتة. بينما يدرس علم الديناميكا النظم التي يوجد فيها التسارع (التعجيل). ويعد الكينماتيك والكينتيك من التقسيمات الفرعية للدراسة البيوميكانيك. ما يمكننا مراقبته بصريًا عند مشاهدة جسم متحرك يطلق عليه الكينماتيك والذي يتضمن دراسة حجم الحركة وتسلسلها وتوقيتها، دون الرجوع إلى القوى التي تسبب أو تنجم عن الحركة. في حين الكينتيك يهتم بدراسة القوى المرتبطة بالحركة ويمكن اعتبار القوة بمثابة دفع أو سحب مؤثرة على الجسم. (Susan, 2012)

٢-٣ القوانين الميكانيكية في المجال الرياضي:

إن الفلسفة المتبعة في التعامل مع جسم الإنسان من خلال دراسة التحليل الميكانيكي بالاعتماد على التحليل البيولوجي، يعتمد على المحاولات العلمية لدراسة الترابط بين عمليات التدريب الرياضي والتعلم الحركي وبين طرق تحسين الأداء والإنجاز الرياضي من خلال تحسين الأدوات

والمستلزمات الخاصة بالرياضي والتي تساعده في الحصول على انسب المسارات الحركية ووفقا لحدود الحركة التي يؤديها وبالشكل الاقتصادي لكل مستويات التدريب.

لذا فأن فلسفة استخدام القوانين الميكانيكية في تطبيق طرق التدريب الرياضي بتطلب بالحقيقة معرفة ما يلي:

١. المعلومات الأساسية التي تدخل في بناء معظم القوانين الميكانيكية المستخدمة في المهارة الرياضية وعلاقة كل واحدة منها بالجانب الرياضي.
٢. تحديد القدرات البدنية للأداء وتحديد المداخل الميكانيكية الخاصة بدراسة هذا الأداء ونعني بالمدخل الميكانيكي، نوع المعالجة المتبعة في التعامل مع المسارات المدروسة بالقوانين التي تتلاءم وطبيعة الحركة.
٣. معرفة الأسس الحركية للأداء البشري والذي يعتبر القاعدة الأساسية التي يبنى عليها محتوى أي برنامج تدريبي. (الفضلي، ٢٠١٠)

ولكون دراستنا تتضمن قانون السرعة المحيطية سوف يتناوله الباحث بشيء من التفصيل

٢-٣-١ السرعة المحيطية:

جميع الحركات التي تؤدى على محور وهمي او حقيقي، خارجي او داخلي انها حركات دائرية، فالنقطة التي تتحرك على محيط الدائرة تمتلك سرعة تسمى بالسرعة المحيطية ووحدتها تماثل وحدة السرعة الخطية (متر/الثانية) وقانونها هو:

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر (عمر و رحمن، ٢٠١١)

وللعلاقة بين السرعة الزاوية للجسم اثناء دورانه وسرعته المحيطية اهمية كبيرة في دراسة الحركات الرياضية التي تتم بشكل دائري، اذ يمكن اشتقاق العلاقة بين السرعة المحيطية والسرعة الزاوية من خلال التتبع الميكانيكي للقوانين الاتية:

$$\text{الزاوية نصف القطرية} = \frac{\text{طول القوس}}{\text{نصف القطر}}$$

$$\text{اذن طول القوس} = \text{الزاوية نصف القطرية} \times \text{نصف القطر}$$

ولكون طول القوس يعبر عن المسافة التي يقطعها الجسم اثناء حركته وبفترة زمنية معينة ومن خلال المعادلة الاتية:

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{اذن السرعة} = \frac{\text{الزاوية نصف القطرية} \times \text{نصف القطر}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{ولما كانت السرعة الزاوية} = \frac{\text{الزاوية نصف القطرية}}{\text{الزمن}}$$

اذن السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

وهذه المعادلة تفسر لنا سرعة حركة الكثير من الاجسام عند دورانها على محيط دائرة ومدى علاقة مقدار السرعة التي يدور بها الجسم مع بعد ذلك الجسم عن محور الدوران (نصف القطر). (الهاشمي، ١٩٩٩)

٣- منهج البحث واجراءاته الميدانية:

٣-١ منهج البحث:

استخدم الباحث المنهج الوصفي بأسلوبه المسحي.

٣-٢ عينة البحث:

وفقا لطبيعة هذا البحث لم تكن عينة البحث عينة بشرية وانما اعتمد الباحث على قيم افتراضية متعلقة بقانون السرعة المحيطية المتمثلة بقيم للسرع الزاوية وانصاف الاقطار، اذ بلغت عدد الحالات الى ٣٠ حالة موزعة بالتساوي بين التطبيق المعتمد للقانون السرعة المحيطية في بعض ادبيات البيوميكانيك الرياضي وبين التطبيق الذي سيتبناه الباحث.

٣-٣ وسائل جمع المعلومات:

١. المصادر العربية والاجنبية.
٢. الملاحظة والتحليل.
٣. المقابلات الشخصية.

٣-٤ اجراءات البحث:

بعد مراجعة العديد من ادبيات البيوميكانيك الرياضي ومن ضمنها بعض الكتب المنهجية لكليات واقسام التربية البدنية وعلوم الرياضة في العراق، اثار الباحث التطبيق المعتمد باستخراج السرعة المحيطية وخاصة للوصلة الاخيرة من السلسلة الكينماتيكية للجسم الدائر (مثلا القدم عند ركل الكرة او اليد عند الضرب الساحق بالكرة الطائرة) باعتماد طول الرجل او الذراع كاملة كنصف قطر للدوران اثناء الاداء الحركي، لذا قام الباحث بتصميم استبانة اليكترونية لاستطلاع رأي متخصصي البيوميكانيك الرياضي في الوطن العربي المشتركين بعضوية احدى منصات التواصل الاجتماعي حول امكانية الاجابة على المسألة التالية:

تحرك جسم من نقطة أ الى نقطة ب بزمن قدره ٠.٤ ثانية وبزاوية ٦٦ درجة وكان بعد الجسم عن محور الدوران في بداية الحركة ٠.٦ متر بعدها اصبح عند نقطة ب ٠.٨ متر احسب السرعة المحيطية للجسم.

واتضح ان التطبيق الذي يتبناه الباحث غير مطبق لدى معظم ذوي الاختصاص او غير مفهوم بصورة متكاملة فضلا عن عدم تطبيقه في مناهج تدريس البيوميكانيك الرياضي لكليات واقسام التربية البدنية وعلوم الرياضة، وهذا ما دفع الباحث الى تمحيص هذا التطبيق للوقوف على دقة النتائج المستخلصة، والتعرف فيما اذا كانت هناك فروق معنوية بين هذا التطبيق والتطبيق الذي سيتبناه الباحث.

٣-٥ الوسائل الاحصائية:

تم استخدام حزمة البرنامج الإحصائي للعلوم الاجتماعية SPSS (Version 22) في المعالجة الإحصائية باستخدام اختبار (t) للعينات المستقلة. تم استخدام تفسير حجم الاثر على النحو التالي: اقل من ٠.٢ ضئيل، من ٠.٢ الى ٠.٦ صغير، من ٠.٦ الى ١.٢ معتدل، من ١.٢ الى ٢.٠ كبير، من ٢.٠ الى ٤.٠ كبير جداً، اكبر من ٤.٠ كبيرة للغاية. (Batterham & Hopkins, 2006) وقد قام الباحث بتقريب النتائج إلى أقرب كسرين عشرين كما ارتضى مستوى دلالة ٠.٠٥.

٤- عرض وتحليل ومناقشة النتائج:

جدول (١) يبين البيانات الخام لمتغيرات السرعة الزاوية ونصف قطر الدوران لاستخراج السرعة المحيطية

بحالتي التطبيق المعتمد في ادبيات البيوميكانيك الرياضي والتطبيق المعتمد في هذا البحث.

ت	تطبيق العديد من ادبيات البيوميكانيك السرعة المحيطية= السرعة الزاوية X نصف القطر			التطبيق المتبني السرعة المحيطية= السرعة الزاوية X (متوسط نصفي القطر)			
	السرعة الزاوية (١/ثا)	نصف القطر (م)	السرعة المحيطية (م/ثا)	السرعة الزاوية (١/ثا)	نصف القطر الاول (م)	نصف القطر الثاني (م)	السرعة المحيطية (م/ثا)
1	9.13	1	9.13	9.13	0.4	1	6.39
2	9.13	1.05	9.58	9.13	0.45	1.05	6.84
3	9.13	1.1	10.04	9.13	0.5	1.1	7.30
4	9.13	1.15	10.50	9.13	0.55	1.15	7.76
5	9.13	1.2	10.95	9.13	0.6	1.2	8.21
6	9.13	1.25	11.41	9.13	0.65	1.25	8.67
7	9.13	1.3	11.86	9.13	0.7	1.3	9.13
8	8.77	1.35	11.84	8.77	0.75	1.35	9.21
9	9.29	1.05	9.76	9.29	0.45	1.05	6.97
10	9.81	1.05	10.30	9.81	0.45	1.05	7.36
11	10.34	1.05	10.85	10.34	0.45	1.05	7.75
12	10.86	1.05	11.40	10.86	0.45	1.05	8.15
13	11.38	1.05	11.95	11.38	0.45	1.05	8.54
14	11.91	1.05	12.50	11.91	0.45	1.05	8.93
15	12.43	1.05	13.05	12.43	0.45	1.05	9.32

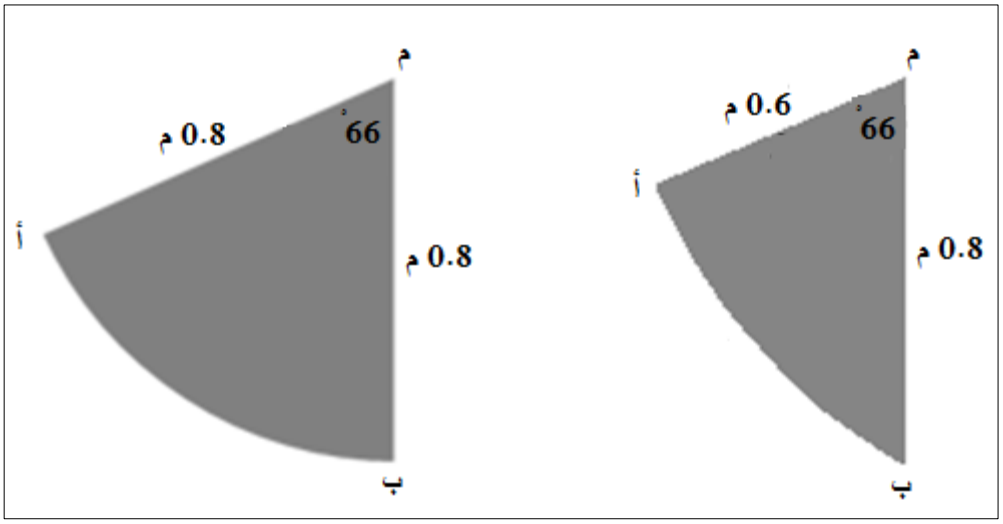
يتبين من جدول (١) القيم الافتراضية للمتغيرات الميكانيكية للسرع الزاوية وانصاف اقطار الدوران بحال التطبيق المعتمد في العديد من ادبيات البيوميكانيك الرياضي والتطبيق الذي يتبناه الباحث، اذ يتبين اختلاف واضح بقيم السرع المحيطية بين التطبيقين، وللتأكد من وجود فروق معنوية بين التطبيقين استخدم الباحث اختبار (t) للعينات المستقلة.

جدول (٢) يبين دلالة الفرق الإحصائي للسرعة المحيطية بين التطبيقين

السرعة المحيطية				قيمة ت المحتسبة	مستوى الدلالة	معنى الدلالة	حجم الاثر
تطبيق ادبيات البيوميكانيك		التطبيق المتبنى					
سَ	±ع	سَ	±ع				
11.01	1.13	8.04	.93	7.862	.000	معنوي	2.871

من خلال الجدول (٢) الذي يبيَّن دلالة الفرق الإحصائية للسرعة المحيطية بين التطبيقين، فقد بلغت قيمة (ت) المحتسبة (7.862) وهى قيم دالة عند مستوى معنوي ≤ (0.05) وهذا يدل على وجود فرق ذات دلالة احصائية بين تطبيق ادبيات البيوميكانيك الرياضي والتطبيق المتبنى في هذا البحث لقياس السرعة المحيطية، وتبين ان حجم الاثر لطريقة قياس السرعة المحيطية بلغ (2.871) وهو اثر كبير جداً.

ويعزو الباحث سبب هذا الفرق في قياس السرعة المحيطية لان العديد من ادبيات البيوميكانيك الرياضي تتعامل مع نصف قطر الدوران بقيمة واحدة وكأنما الجزء الاخير من السلسلة الكينماتيكية يتحرك على محيط الدائرة، في حين الواقع انه يتحرك على محيط اشبه بالبيضوي لتباين نصفي قطر الدوران، وهذا ما نشاهده جليا في العديد من المهارات فمثلا ان لاعب التنس الارض عندما يعمل على مرجحة اليد الضاربة الى الخلف فهو يتعمد على تقليل نصف قطر الدوران عن طريق ثني مفصل المرفق وارجاع المضرب للخلف وذلك للتقليل من عزم القصور الذاتي فضلا عن زيادة السرعة الزاوية للذراع، في حين اثناء ضربه للكرة يسعى الى زيادة نصف قطر الدوران ليتحصل على سرعة محيطية عالية تكون معيارا لسرعة الكرة فيما بعد، وعليه فان اغفال تباين نصف قطر الدوران خلال مراحل الاداء عند قياس السرعة المحيطية سوف يوقعنا بنتائج مغلوطة وغير دقيقة.



شكل (١) يوضح التعامل مع نصفي قطر الدوران عند قياس السرعة المحيطية

ولزيادة التأكد من دقة نتائج السرعة المحيطية اعتمادا على التطبيق الذي يتبناه الباحث، عمد باستخراج قيمه عن طريق برامج التحليل الحركي التي تتوفر بها مميزات حساب مسار حركة الجزء الاخير من السلسلة الكينماتيكية (كبرنامج AutoCAD) او امكانية حساب السرعة

المحيطية مباشرة (كبرنامج Kinovea)، وكلا البرنامجين اعطت ذات القيم للتطبيق الذي يتبناه الباحث.

لذلك فمن الضروري مراعاة خصوصية حركة الجسم البشري ومدى صحة التطبيقات الميكانيكية عليه، لذا يُنصح العاملين بمجال البيوميكانيك الرياضي بأن يكونوا أكثر حذراً فيما يتعلق بتفسير نتائج أبحاثهم التطبيقية، لأن التفسير غير الملائم للنتائج قد يكون له عواقب سلبية على الأداء او حدوث الإصابة. (Glazier & Mehdizadeh, 2019)

٥- الاستنتاجات والتوصيات:

٥-١ الاستنتاجات:

١. اعتماد قانون السرعة المحيطية في العديد من ادبيات البيوميكانيك الرياضي بغض النظر عن تباين انصاف اقطار الجسم المتحرك على محيط الدائرة.
٢. وجود فرق ذات دلالة احصائية بين التطبيق المعتمد في العديد من ادبيات البيوميكانيك الرياضي والتطبيق الذي تبناه الباحث.
٣. دقة نتائج التطبيق الذي تبناه الباحث لقياس السرعة المحيطية والذي كانت متطابق مع نتائج بعض برامج التحليل الحركي.

٥-٢ التوصيات:

١. ضرورة اعتماد التطبيق في هذا البحث عند قياس السرعة المحيطية مراعين بذلك تباين نصفي قطر الدوران، وبالتالي اعطاء نتائج دقيقة تسهم في تطوير الاداء.
٢. مراجعة جادة للعديد من القوانين الميكانيكية ودراسة مدى انسجامها مع الجسم البشري.
٣. توسيع وتشجيع التفكر الناقد العقلاني لطلبتنا في كليات واقسام التربية البدنية وعلوم الرياضة.
٤. ضرورة اعتماد المدربين الأسس والقوانين الميكانيكية في التدريب حيث يجب التدريب على زيادة قيم السرعة المحيطية للجزء الاخير من السلسلة الكينماتيكية اعتماداً على مبدأ إطالة نصف قطر الدوران كمبدأ ميكانيكي يمكن تطبيقه من خلال التتبع الميكانيكي لمعادلة السرعة المحيطية.

المراجع

- احمد توفيق الجنابي. (٢٠١٨). *علم البيوميكانيك في الرياضة نظرياته وتطبيقاته*. عمان: دار الوفاء للنشر.
- حسين مردان عمر، و اياد عبد رحمن. (٢٠١١). *البايوميكانيك في الحركات الرياضية* (ط١). بغداد: مطبعة النجف الاشرف.
- سمير مسلط الهاشمي. (١٩٩٩). *البايوميكانيك الرياضي* (ط٢). جامعة الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر.
- صريح عبد الكريم الفضلي. (٢٠١٠). *تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي*. عمان: دار دجلة.
- عدي جاسب حسن. (٢٠١٥). *الميكانيكا الحيوية وانتقاء المواهب الكروية*. عمان: دار مجدلاوي.
- لؤي غانم الصميدعي، و سعد الله عباس رشيد. (٢٠١٩). *البيوكينماتيك الرياضي*. عمان: دار المعتز للنشر والتوزيع.
- Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International journal of sports physiology and performance*, *1*(1), 50-57.
- Glazier, P. S., & Mehdizadeh, S. (2019). Challenging conventional paradigms in applied sports biomechanics research. *Sports Medicine*, *49*(2), 171-176.
- Hall, S. (2014). *Basic biomechanics*. (6th ed), McGraw-Hill Higher Education.