دراسة تحليلية لقانوني متوسط السرعة في الحركات الخطية

أ.م.د. ياسر نجاح حسين
كلية التربية الرياضية / جامعة بغداد
٢٠٠٩م

ملخص البحث

عند مراجعتنا لأغلب المصادر العربية والاجنبية نجد هناك قانونان لمتوسط السرعة في مجال الحركات الخطية فقسم من المصادر تعتمد على قانون والقسم الثاني يعتمد على قانون آخر، لذا تكمن أهمية البحث في الوقوف على معرفة فحوى القانونين وافضلية كل منهما في التطبيق.

وهنا تكمن المشكلة في ان احد هذين القانوين يعد من النادر استعماله لدى أغلب الباحثين والمختصين العراقيين في مجال علم البايوميكانيك سواء في البحوث او التدريس، الامر الذي دفع الباحث لمعرفة أهميته في التطبيق مقارنةً مع القانون الاخر من خلال دراسة تحليلية للقانونين. القانون الاول هو: (متوسط السرعة= س$_{١}$ + س$_{٢}$/ ٢) ويعد الاكثر استعمالاً من قبل الباحثين والمختصين، أما القانون الثاني هو: (متوسط السرعة= مجموع المسافات/ مجموع الازمان). ويعد الاقل استعمالاً من قبل الباحثين والمختصين.

ولغرض بيان الفرق والافضلية في استعمال قانون متوسط السرعة للحركات الخطية كمؤشر ميكانيكي عند التحليل الحركي للرياضيين في انتقالاتهم، افترضنا سرعتين مختلفتين لرياضي يقود دراجة هوائية، وعمدنا على تغيير المسافات والازمان لهذه السرعتين نحو الزيادة بشكل منتظم ومتسلسل بحيث تبقى قيمة السرعتين ثابتة. وجاء هذا الاجراء متعمداً لنبين كيف يتعامل القانون الأول والثاني لمتوسط السرعة بتغيير الازمان والمسافات للسرع.

من خلال ما تم التوصل له من نتائج نصل الى استنتاجات اهمها:

١. هناك فرق في مقدار نواتج متوسط السرعة بين القانونين الاول والثاني.
٢. تعود الافضلية الى استعمال متغير متوسط السرعة كمؤشر ميكانيكي الى القانون الثاني وليس الاول. لان القانون الاول يعتمد على التغير الحاصل في السرع فقط بينما القانون الثاني فهو يتأثر بتغير المسافات والازمان المسببه للسرع.
٣. يعد التزايد في متوسط السرعة للقانون الثاني مؤشراً للزيادة في المسافة والزمن للسرعة الاكبر. وبالعكس فالتناقص في متوسط السرعة للقانون الثاني يعطي مؤشراً للزيادة في المسافة والزمن للسرعة الاقل.

يوصي الباحث بما يلي:

توسيع قاعدة المعرفة لطلاب كلية التربية الرياضية والمهتمين في البايوميكانيك الرياضي لمفهوم قانوني متوسط السرعة والفرق بينهما.

Abstract

Analytical Study Of Speed Average On Liner Movements

There are two laws for Average speed yet one of those two is rarely used by researchers thus the researcher aimed at identifying the importance of applying this rarely used law compared to the other law. The first law, which is frequently used by researchers, is (Speed Average $S^1+S^2/2$) while the second law, which is less used by researchers, is (speed Average = Total Distance/Total Time).

So as to show which law is more appropriate for measuring speed Average for linear movements as a biomechanical indicator we assumed two different speed for an athlete riding a bicycle. We changed the distances and times of these two speeds by increasing gradually and consistently so as the value of the two speeds remain the same.

The researcher concluded the following:

1. There is a difference in the values of speed between the two laws.
2. The second law is the best law as a biomechanical indicator because the first law depends on the change in speed only while the second law depends on the changes in distances and times that cause the speed.
3. The increase in speed in the second law in an indicator of an increase in distance and time for the heist speed while the decrease in speed in the second law indicates increase in distance and speed for the lowest speed.

Finally the researcher recommends educating students of Physical Education College who are interested in biomechanics so as to be able to identify the differences between the two laws and which one is the best to be used

الباب الأول

١- التعريف بالبحث

١-١ المقدمة وأهمية البحث

يعد علم البايوميكانيك الرياضي أحد أهم العلوم التي ساهمت وعملت بشكل ايجابي في تطوير الانجاز الرياضي العالمي وبالأخص الألعاب الفردية. وكما هو معروف أن هذا العلم يعتمد في تحليله للنتائج والقراءات على القوانين الفيزيائية للطبيعة، وهي تعد من الثوابت. وقد تكون هناك بعض القوانين التي تأخذ مسار مختلف عند تطبيقها على جسم الانسان في الفعاليات الرياضية، بسبب إمكانية الرياضي على تغير وضع جسمه من شكل الى اخر لطبيعة تكوينه، الامر الذي قد يجعل الباحثون يختلفون في تفسيراتهم واعطائهم الحلول المناسبة والصحيحة والتي ممكن ان تكون لها الاثر الاكبر في تطوير الانجاز الرياضي.

وتاتي هذه القوانين وفقاً لنوع الحركة فمنها الخطية ومنها الدائرية وايضاً المركبة. وفي مجال الحركات الخطية وحسب ما تم ذكره في أغلب المصادر العربية والاجنبية نجد هناك قانونان لمتوسط السرعة فقسم من المصادر تعتمد على قانون والقسم الثاني يعتمد على قانون آخر، لذا تكمن أهمية البحث في الوقوف على معرفة فحوى القانونين وافضلية كل منهما في التطبيق.

١-٢: مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في وجود قانون لمتوسط السرعة في الحركات الخطية يعد من النادر استعماله لدى أغلب الباحثين والمختصين العراقين في مجال علم البايوميكانيك سواء في البحوث او التدريس، الامر الذي دفع الباحث لمعرفة أهميته في التطبيق مقارنةً مع القانون الاخر من خلال دراسة تحليلية للقانونين وبالتالي رفع توصيات بذلك للاستفادة منها في مجال تطبيق البحوث العلمية في المجال الرياضي.

القانون الاول وهو الاكثر استعمالاً من قبل الباحثين والمختصين هو:[١]

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{س١} + \text{س٢}}{٢}$$

أما القانون الثاني وهو الاقل استعمالاً من قبل الباحثين والمختصين هو:[٢]

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{م١} + \text{م٢}}{\text{ن١} + \text{ن٢}}$$

١-٣: هدفا البحث:

- التعرف على الفرق بين قانوني متوسط السرعة للحركات الخطية عند التطبيق من خلال النواتج العلمية لها.
- التعرف على الافضلية بين قانوني متوسط السرعة للحركات الخطية عند التطبيق من خلال النواتج العلمية لها.

(١) سمير مسلط الهاشمي. الميكانيكا الحيوية، بغداد: دار الحكمة للطباعة والنشر، ١٩٩١، ص١٠١.

(٢) ريموند أ. سيرواي وأخرون. الفيزياء للعلميين والمهندسين الميكانيكا والديناميكا الحرارية، ترجمة محمد محمود عمار وأخرون، ج١ط٥، الرياض، دار المريخ للنشر، ٢٠٠٨،ص٦٤

١-٤: فرضا البحث:

- هناك فرق في النواتج العلمية المستحصلة عند التطبيق بين قانوني متوسط السرعة للحركات الخطية.
- الافضلية بين قانوني متوسط السرعة للحركات الخطية عند التطبيق هي للقانون الثاني.

١-٥: مجالات البحث:

١-٥-١: المجال الزماني: ٢٠٠٩\٢\٢٥ – ٢٠٠٩.١٨\٢٥

١-٥-٢: المجال المكاني: كلية التربية الرياضية – جامعة بغداد.

الباب الثاني

٢- الدرسات النظرية

٢-١: مفهوم عام للبايوميكانيك

البايوميكانيك أو (الميكانيكا الحيوية) (Biomechanik)، مصطلح من أصل إغريقي وهو مكون من كلمتين (Bio) تعني الحياة و(Mechanik) تعني الواسطة أو الآلة لذلك فان تركيب المصطلح يعني الآلة الحيوية وهو العلم الذي يبحث حركة وسكون الأجسام مختلفة الإحجام والخصائص سواء كانت الأجسام حية أومادية مستقصياً مقوماتها وكافة صورها من وجهة نظر القوانين المادية بدون استثناء.[١]

ويُعرِف هوخموث (Hochmuth) البايوميكانيك بأنه علم تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بايولوجية معينة، والمقصود بالشروط البايولوجية (التشريحية والفسلجية والفيزيائية والنفسية).[٢]

ويعرفه دوريس وريتشارد (Doris and Richard) بانه علم يختص أو يبحث في حقائق القوى الداخلية والخارجية على الاجسام الحية.[٣]

---

(١) فؤاد توفيق السامرائي. البايوميكانيك، الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٨، ص١٣.

(٢) لؤي الصميدعي. البيوميكانيك والرياضة، الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٧، ص١٠.

(3) DorisI.Miller and Riehard C.Nelson; Biomeshanics of spurt (phi ladelphia, LEA &FEBiGFR,1973) P.1

ووصف طلحة البايوميكانيك بالعلم المتعلق بفهم العلاقات الداخلية والخارجية للجسم البشري ووظيفة الاجهزة العضوية مع الاخذ بنظر الاعتبار الخواص المميزة للحركات الرياضية من الناحية الزمانية والمكانية وناحية الاتجاه في الابعاد الثلاثية الذي تتحرك فيه الاجسام، اذ توصف فيه الحركات على نحو نوعي أو ان توصف على نحو كمي، وهو الاهم عند دراسة كينماتيكية الحركة وكينيكيتها باستعمال المفاهيم المأخوذة عن التشريح والفيزياء والرياضيات لاجل فهم وتفسير الحركات البشرية.[١]

اذن نجد ان كل العلماء اتفقوا على مفهوم هذا العلم في مجال التربية الرياضية والذي نهدف من خلاله الى تقصي الحقائق والمسببات التي تصل بنا الى الاداء المثالي (العالي) وكذلك الى المستوى المهاري للرياضيين، من خلال التحليل الحركي المستمر لمهارات الرياضيين وتفسير النتائج بشكل علمي صحيح بالاعتماد على القوانين الفيزيائية التي هي اساس علم البايومكانيك.

ويقسم هذا العلم بدوره الى قسمين هما (الستاتك والديناميك) ويقسم الاخير أيضاً الى قسمين هما (الكينتك والكينماتيك). [٢]

٢-٢: الكينتك:

هي عملية تحليل الاسباب المؤدية لحدوث الحركة من ناحية القوة (Force) ويقسم من حيث مسارات الحركة الى الكينتك الخطي والكينتك الزاوي (الدوراني).[٣]

٢-٣: الكينماتيك:

هو عملية تحليل وصفي وشكلي للحركات (التحليل الحركي) ويمكن ان يقسم على نوعين رئيسين من حيث المسار الحركي هما الكينماتيك الخطي المستقيم، والكينماتيك الزاوي الدوراني.[٤]

٢-٤: المتغيرات الكينماتيكية الخطية:

---

(١) طلحة حسين حسام الدين. الميكانيكا الحيوية الاسس النظرية والتطبيق، ط١، القاهرة: دار الفكر العربي، ١٩٩٧، ص٢٦.

(٢) قاسم حسن حسين وإيمان شاكر محمود: طرق البحث في التحليل الحركي ، ط١ ،عمان، دار الفكر العربي، ١٩٩٥، ص١٤ .

(3) Susan J. Basic Biomechanis, 2ed edition, U.S.A. Mc Graw-Hill companies, Inc, 1995, P.49.

(4) Susan J. Hall. PH. P.49.

ان المتغيرات الكينماتيكية الخطية قد تكون كميات متجهة اي انها كميات يتطلب الامر عند دراستها ذكر مقدارها واتجاهها كالسرعة والازاحة والتعجيل وغيرها، وفي بعض الاحيان تكون الكميات الميكانيكية قياسية اي انها تعرف بذكر مقدارها فقط كالطول، ودرجة الحرارة وغيرها.[١]

٢-٤-١: السرعة والسرعة المتجهة:

تعرف السرعة بشكل مبسط بانها المسافة المقطوعة خلال وحدة الزمن. والتعبير عن كمية السرعة لمقدار لا يعبر عن مفهوم السرعة ككمية متجهة، اذ ان المعني يجب ان يفرق بين السرعة بشكلها القياسي (Speed) والسرعة المتجهة (Velocity).[٢]

وهذان المفهومان (قياسي، متجهة) يعتمدان على مفهومين هما المسافة والازاحة، اذ تعد السرعة كمية قياسية عند اقترانها بالمسافة والزمن فكلاهما كمية غير متجهة او قياسياً، كما في المعادلة الآتية:

$$\text{السرعة (Speed)} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{الزمن المستغرق}}$$

اما اذا كانت علاقة الازاحة (كمية متجهة) مع الزمن (كمية قياسية) فان السرعة تكون كمية متجهة كما في المعادلة الآتية:[٣]

$$\text{السرعة (Velocity)} = \frac{\text{الازاحة المقطوعة}}{\text{الزمن المستغرق}}$$

٢-٤-٢: متوسط السرعة:

(1) James Hay G. The Biomechanics of sport Technique, 8th edition. N.G. angel-wood-cliffs, 1987, P.41.

(2) Miller, John. A. "Techniques using the Triple Jump", International Journal of Biomechanics, 5, 1984.

(٣) قاسم حسن حسين (وآخرون). تحليل الميكانيكية من فعاليات الساحة والميدان، جامعة البصرة، مطبعة دار الحكمة، ١٩٩١، ص٧٦.

عندما تكون حركة الجسم بسرعة ثابتة معناه انه يقطع مسافات متساوية بازمان متساوية (حركة منتظمة) ولكن عندما يقطع الجسم مسافات متساوية بازمان غير متساوية او بالعكس (حركة غير منتظمة) فهذا يعني ان هناك أكثر من مقدار للسرعة فعن طريق جمع السرعتين المختلفتين والقسمة على (٢) يكون لدينا متوسط السرعة كما في المعادلة الآتية:[١]

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{السرعة الاولى + السرعة الثانية}}{٢}$$

وهناك قانون آخر يمكن من خلاله استخراج متوسط السرعة، عن طريق جمع المسافات المقطوعة وقسمتها على مجموع الازمان كما في المعادلة الاتية:[٢]

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{مجموع المسافات المقطوعة}}{\text{مجموع الأزمان المستغرقة}}$$

الباب الثالث

٣- منهج البحث واجراءته الميدانية:

٣-١: منهج البحث:

استعمل الباحث المنهج الوصفي لملاءمته مشكلة البحث.

٣-٢: عينة البحث:

نظرا لخصوصية هذا البحث من حيث التطبيق لم يستعمل الباحث عينة بشرية ولكنه اعتمد في بحثه على ارقام افتراضية من خلالها يتم تطبيق قانوني متوسط السرعة في الحركات الخطية ومن ثم التوصل الى معرفة ما اذا كانت هناك فروق بين نتائج كل قانون عند التطبيق ام لا. وهذه الارقام تمثلت

(١) سمير مسلط الهاشمي. البيوميكانيك الرياضي، الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٩٩، ص٨٨.

(٢) فياض عبد اللطيف النجم (واخرون). الفيزياء للصف الثاني المتوسط، بغداد: ط١٦، شركة الاعتدال للطباعة، ٢٠٠٨، ص٢٣.

بقيم لمتغيرين اساسيين يعتمد عليهما تطبيق قانوني متوسط السرعة وهما (متغير المسافة، متغير الزمن).

٣-٣ وسائل جمع المعلومات:

١. المصادر العربية والاجنبية.
٢. استمارة الاستبيان.
٣. الملاحظة والتحليل.
٤. المقابلات الشخصية.

٣-٤ اجراءات البحث:

من خلال مراجعة المصادر الخاصة بالبايوميكانيك ومن ضمنها كتاب الفيزياء المنهجي للصف الثاني متوسط والذي يحتوي على قوانين الحركة الخطية، لفت نظر الباحث مثال لاستخراج متوسط السرعة في هذا الكتاب بقانون ثاني غير المتعارف عليه في اغلب كتب البايوميكانيك مما اثار الفضول لمعرفة ما اذا كان هناك فرق في الناتج عند استخدام القانون الاول، وبالفعل كان هناك فرق واضح، الامر الذي حذى بالباحث الى التعمق بهذان القانونان، وكان اول ما فعله الباحث بتاريخ ٢٠٠٩/٢/٢٥ هو توزيع استمارة استبيان مؤلفة من خمسة اسئلة في البايوميكانيك من ضمنها سؤال يخص قانون متوسط السرعة لمعرفة ما اذا كان هذا القانون الثاني معروف لدى ذوي الاختصاص من حيث التطبيق ام لا ونص السؤال في الاستمارة هو:

س/ ماهي القوانين الميكانيكية التي يمكن ان نستخرج منها متوسط السرعة لجسم لديه سرعتين: الاولى (م = ٤٨ م) و (ن = ٤ ثا) والثانية هي (م = ٢٤ م) و (ن = ٦ ثا)؟

وتم توزيع الاستمارة على اكثر من ٣٠ مختص في البايوميكانيك وهم من الحاصلين على شهادة الدكتوراه في البايوميكانيك الرياضي ومن مختلف كليات التربية الرياضية في العراق. أضافةً الى

المقابلات الشخصية(*) مع من كان لهم الباع الطويل في هذا الاختصاص ولهم مؤلفاتهم التي درست في كليات التربية الرياضية كمنهج للطلبة.

ثم قام الباحث بعد ذلك بالاطلاع على بحوث البايوميكانيك للماجستير والدكتوراه وكذلك المجلات العلمية والتي لها علاقة بقانون متوسط السرعة.

من كل ذلك توصل الباحث الى حقيقة دفعته الى اكمال بحثه لتقصي فحوى القانونين من حيث التطبيق، وهي ان قانون متوسط السرعة الثاني غير واضح لدى أغلب ذوي الاختصاص. ويكاد يكون معدوم التطبيق في منهج درس البايوميكانيك لطلبة كليات التربية الرياضية أو في بحوث البايوميكانيك في التربية الرياضية.

الباب الرابع

٤- عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها:

لغرض اثبات وتوضيح الفرق بشكل تطبيقي لقانوني متوسط السرعة تم افتراض ارقام تمثل قيم لمسافات مقطوعة وكذلك قيم الازمان المستغرقة لقطع تلك المسافات لرياضي يقطع بدراجته الهوائية مسافات وازمان مختلفة (سرع مختلفة). وقد تعمد الباحث ولاغراض بحثية من جعل الاختلاف في السرعتين الاولى والثانية مرة مختلف ومرة متساوي في ضوء الاختلاف الحاصل للمسافات المقطوعة والازمان المستغرقة.

٤-١ عرض نتائج الفرق بين نواتج قانوني متوسط السرعة وتحليلها:

ينقسم الجدول (١) الى مرحلتين الاولى نثبت فيها المسافات ونغير الأزمان للسرعتين الاولى والثانية. اما المرحلة الثانية فنغير فيها المسافات ونثبت الأزمان للسرعتين الاولى الثانية.

---

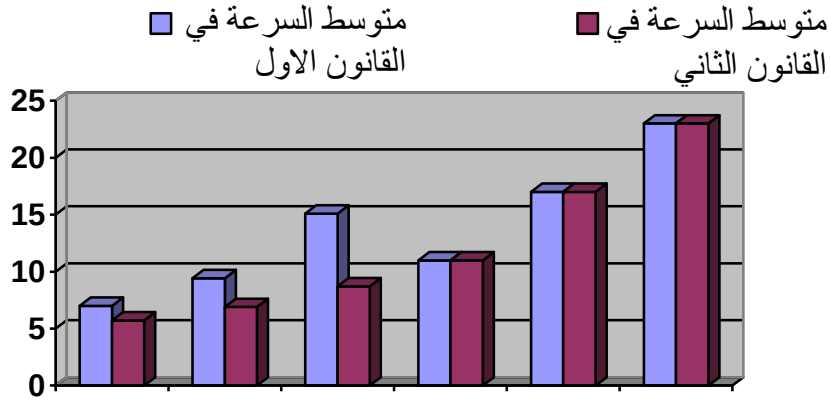
* ١) سمير مسلط الهاشمي، أستاذ دكتور، كلية التربية الرياضية– حامعة المستنصرية، بايوميكانيك.
٢) صائب عطية العبيدي، أستاذ دكتور، كلية التربية الرياضية– حامعة بغداد، بايوميكانيك.
٣) لؤي الصميدعي، أستاذ دكتور، كلية التربية الرياضية– حامعة الموصل، بايوميكانيك.
٤) وديع ياسين، أستاذ دكتور، كلية التربية الرياضية– حامعة صلاح الدين، بايوميكانيك.
٥) حاجم شاني، أستاذ دكتور، كلية التربية الرياضية– حامعة البصرة، بايوميكانيك.

جدول (١)

المراحل		المرحلة الاولى			المرحلة الثانية		
السرعة الاولى	م١	٥٠	٥٠	٥٠	٦٠	٩٠	١٢٠
	ن١	١٢.٥	١١	٩.٥	٥	٥	٥
	س١	٤	٤.٥٥	٥.٢٦	١٢	١٨	٢٤
السرعة الثانية	م٢	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٨٠	١١٠
	ن٢	٥	٣.٥	٢	٥	٥	٥
	س٢	١٠	١٤.٣	٢٥	١٠	١٦	٢٢
متوسط السرعة	ق١	٧	٩.٤٣	١٥.١	١١	١٧	٢٣
	ق٢	٥.٧١	٦.٩	٨.٧	١١	١٧	٢٣

من خلال ما تم عرضه في الجدول (١) نجد ان هناك فرق في نواتج متوسط السرعة للقانونين خلال المرحلة الاولى عند تثبيت المسافة وتغير الزمن، في حين لم يكن هنالك فرق في نواتج متوسط السرعة للقانونين خلال المرحلة الثانية عند تغير المسافة وتثبيت الزمن. والشكل البياني (١) يوضح ذلك الاختلاف والتساوي في نواتج متوسط السرع.

ملاحظة: (م١= المسافة الاولى، م٢= المسافة الثانية، ن١= الزمن الاول، ن٢= الزمن الثاني، س١=السرعة الاولى، س٢=السرعة الثانية ق١= القانون الاول لمتوسط السرعة، ق١= القانون الثاني لمتوسط السرعة).



	7	9.43	15.1	11	17	23
	5.71	6.9	8.7	11	17	23

الشكل البياني (١)

٤-٢ عرض نتائج الافضلية بين قانوني متوسط السرعة وتحليلها:

لغرض ايجاد الافضلية قام الباحث بتغيير قيم المسافات والازمان دون التغيير لقيمة السرعتين الاولى والثانية في كل التطبيقات للجداول الثلاث.

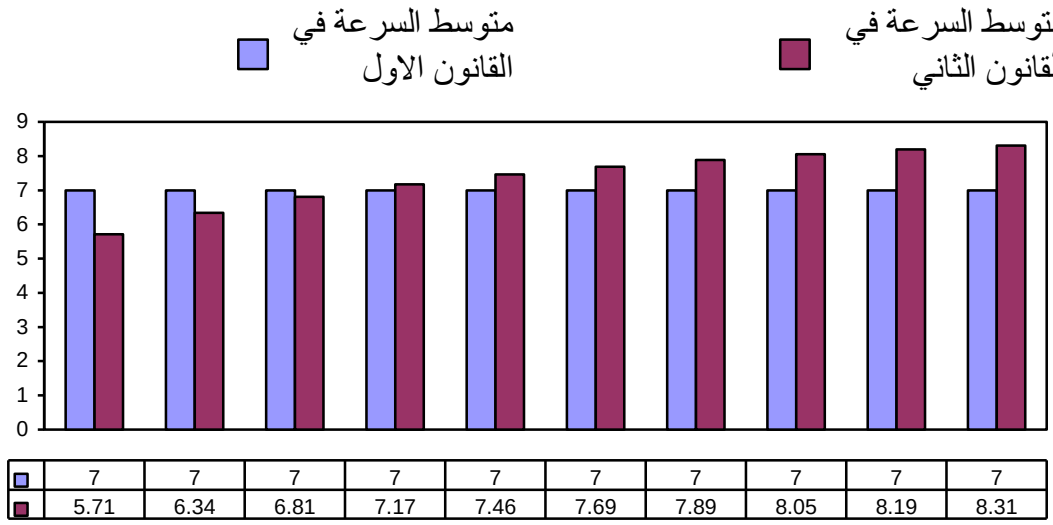
٤-٢-١ عرض النتائج عند تثبيت السرعة والزمن للسرعة الاولى وتغيرها للسرعة الثانية:

الجداول (٢) ثبتنا المسافة والزمن للسرعة الاولى وغيرنا المسافة والزمن للسرعة الثانية.

جدول (٢)

المراحل		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
السرعة الاولى	م١	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠
	ن١	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٥
	س١	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
السرعة الثانية	م٢	٥٠	٨٠	١١٠	١٤٠	١٧٠	٢٠٠	٢٣٠	٢٦٠	٢٩٠	٣٢٠
	ن٢	٥	٨	١١	١٤	١٧	٢٠	٢٣	٢٦	٢٩	٣٢
	س٢	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
متوسط السرعة	ق١	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧
	ق٢	5.71	6.34	6.81	7.17	7.46	7.69	7.89	8.05	8.19	8.31

من خلال ما تم عرضه في الجدول (٢) نجد ان الفرق واضح بين نواتج قانوني متوسط السرعة لنفس السرعتين، إذ في كل مرة نزيد من مقدار المسافة والزمن للسرعة الثانية دون ان نغير من قيمتها نجد ان متوسط السرعة في القانون الثاني يزداد مرة بعد مرة بالمقارنة مع متوسط السرعة للقانون الاول فهو ثابت لم يتغير. والشكل البياني (٢) يوضح ذلك الفرق.



الشكل البياني (٢)

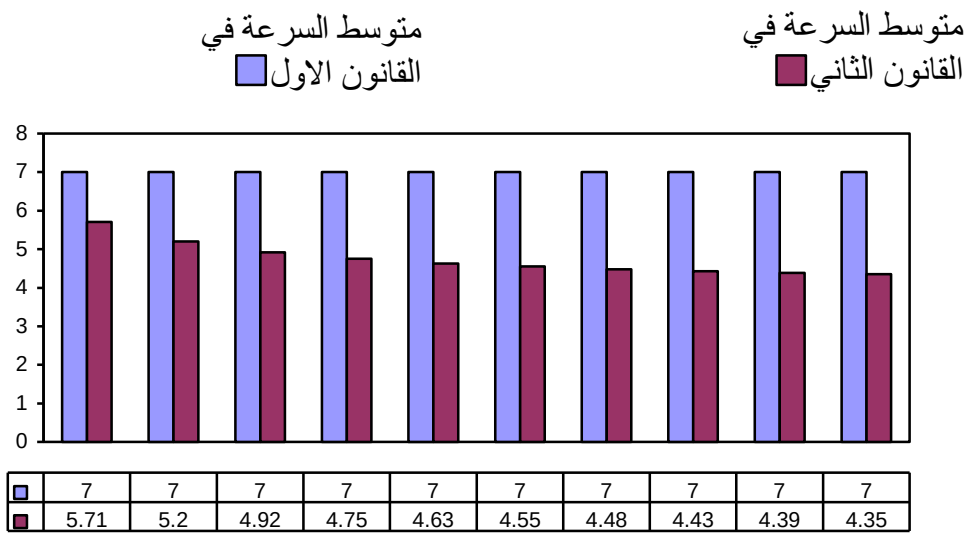
٤-٢-٢ عرض النتائج عند تغير السرعة والزمن للسرعة الاولى وتثبيتها للسرعة الثانية:

الجداول (٣) غيرنا المسافة والزمن للسرعة الاولى وثبتنا المسافة والزمن للسرعة الثانية.

جدول (٣)

المراحل		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
السرعة الاولى	م١	٥٠	٨٠	١١٠	١٤٠	١٧٠	٢٠٠	٢٣٠	٢٦٠	٢٩٠	٣٢٠
	ن١	١٢.٥	٢٠	٢٧.٥	٣٥	٤٢.٥	٥٠	٥٧.٥	٦٥	٧٢.٥	٨٠
	س١	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
السرعة الثانية	م٢	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠
	ن٢	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥
	س٢	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
متوسط السرعة	ق١	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧
	ق٢	5.71	5.2	4.92	4.75	4.63	4.55	4.48	4.43	4.39	4.35

من خلال ما تم عرضه في الجدول (3) نجد ان الفرق واضح بين نواتج قانوني متوسط السرعة لنفس السرعتين، إذ في كل مرة نزيد من مقدار المسافة والزمن للسرعة الاولى دون ان نغير من قيمتها نجد ان ناتج متوسط السرعة في القانون الثاني يقل مرة بعد مرة بالمقارنة مع متوسط السرعة للقانون الثاني فهو ثابت لم يتغير. والشكل البياني (3) يوضح ذلك الفرق.



الشكل البياني (٣)

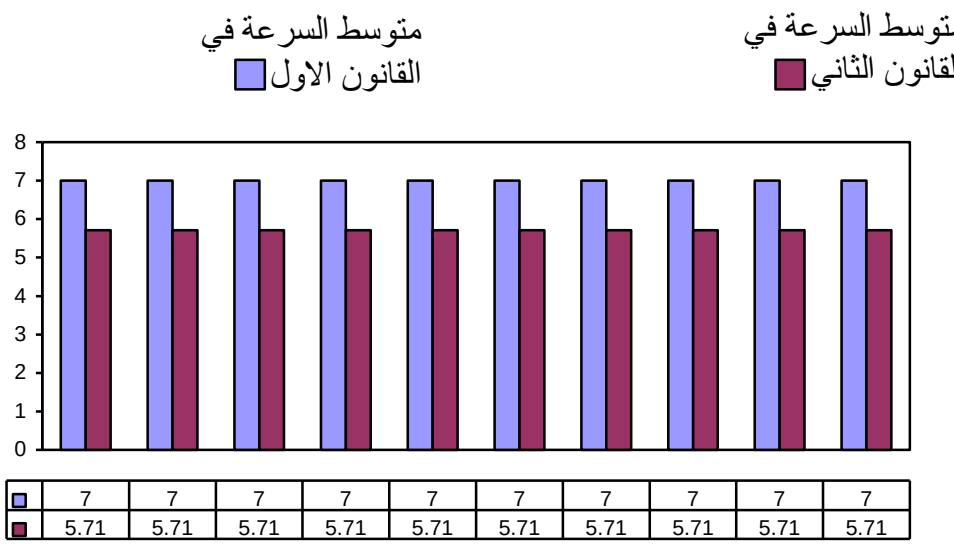
٤-٢-٣ عرض النتائج عند تغير السرعة والزمن لكلا السرعتين الاولى الثانية:

الجداول (٤) غيرنا فيها المسافة والزمن في كلا السرعتين. مع ملاحظة ان الزيادة الحاصلة عند التغير لكل المسافات والازمان هي زيادة منتظمة ولكل الجداول.

جدول (٤)

المراحل		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
السرعة الاولى	م١	٥٠	٨٠	١١٠	١٤٠	١٧٠	٢٠٠	٢٣٠	٢٦٠	٢٩٠	٣٢٠
	ن١	١٢.٥	٢٠	٢٧.٥	٣٥	٤٢.٥	٥٠	٥٧.٥	٦٥	٧٢.٥	٨٠
	س١	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
السرعة الثانية	م٢	٥٠	٨٠	١١٠	١٤٠	١٧٠	٢٠٠	٢٣٠	٢٦٠	٢٩٠	٣٢٠
	ن٢	٥	٨	١١	١٤	١٧	٢٠	٢٣	٢٦	٢٩	٣٢
	س٢	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
متوسط السرعة	ق١	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧	٧
	ق٢	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71

من خلال ما تم عرضه في الجدول (٤) نجد ان الفرق ثابت بين قانوني متوسط السرعة، إذ في كل مرة نزيد من مقدار المسافة والزمن للسرعتين الاولى والثانية (مع المحافظة على ثبات قيم السرعتين لكل المراحل) نجد ان متوسط السرعة يبقى ثابت في القانون الثاني دون ان يتأثر بالزيادة أو النقصان كما حصل في الجدولين (٢،٣). والشكل البياني (٤) يوضح ذلك الثبات في الفرق بين السرعتين.



الشكل البياني (٤)

٤-٣ مناقشة النتائج:

٤-٣-١ مناقشة نتائج الفرق بين نواتج قانوني متوسط السرعة:

كل القوانين والمعادلات الميكانيكية وضعت من اجل الوصول الى قيمة رقمية تعطي مؤشر له دلالة واضحة تعبر عن حل لمشكلة معينة. وقد يكون هناك قانونين أو اكثر تعطي نفس الناتج أو قد تختلف النواتج ولكن المهم هو الوصول الى الحل الصحيح للمشكلة وذلك عن طريق اختيار القانون الافضل والاكثر تعبيراً كمؤشر لحل تلك المشكلة.

وعليه وجب علينا ان نعرف طبيعة كل قانون وكيف نتعامل معه، وفيما يخص قانوني متوسط السرعة للحركات الخطية عمد الباحث في البداية ومن خلال الجدول (١) لمعرفة ما اذا كان هناك فروق في ناتج متوسط السرعة لسرعتين مختلفتين بدلالة قيمتهما بالنسبة للقانون الاول وبدلالة المسافات المقطوعة والازمان المستغرقة بالنسبة للقانون الثاني.

وقد ثبت ان القانونين مختلفان في نواتجهم عندما يتم الاعتماد في التحليل على تثبيت المسافات المقطوعة عند تقسيمها الى مراحل. وهذا ما يحدث في بحوث الاركاض فالباحثين يقسمون المسافة الكلية الى مسافات متساوية لغرض السيطرة على متغيرات البحث الميكانيكية.

وثبت ايضاً ان القانونين يعطيان نفس الناتج أي انهما لايختلفان، وذلك عندما يتم الاعتماد في التحليل على تثبيت الأزمان المستغرقة للمسافات المقطوعة عند تقسيمها الى مراحل. وهذا ما لايمكن حدوثه في بحوث الاركاض بسبب اختلاف الازمان المستغرقة للعدائين عند قطعهم المسافة المحددة لهم. فالجميع هم متساوين في مسافة الركض الكلية (١٠٠م، ٢٠٠م، ٤٠٠م، ...) وبالتالي من الصعوبة على الباحث السيطرة على متغيرات البحث الميكانيكية.

ويعود سبب الاختلاف والتطابق في نواتج متوسط السرعة للقانونين الى قيمة مقام كل قانون. فمقام القانون الاول ثابت ويساوي (٢)، أما مقام القانون الثاني فهو رقم متغير لانه يمثل مجموع الازمان. لذلك نرى انه عندما تختلف قيم الازمان المستغرقة للسرعتين يحدث الفرق في نواتج القانونين، وعندما تتساوى قيم الازمان المستغرقة للسرعتين تتطابق نواتج القانونين.

فكما هو معروف في حل مسائل الرياضيات لايمكن جمع الكسور الا بعد توحيد المقامات ولان القانون الاول يقوم على اساس جمع السرعتين أي جمع عددين لكل واحد منهم بسط ومقام (كسور) وقسمتهما على (٢).

$$\text{متوسط السرعة (ق١)} = \frac{\text{س١ + س٢}}{2}$$

$$\text{أي ان متوسط السرعة} = \frac{\dfrac{\text{م١}}{\text{ن١}} + \dfrac{\text{م٢}}{\text{ن٢}}}{2}$$

وبالتالي ما سيحصل هو جمع المسافتين (البسط) والزمنين (المقام) دون توحيد المقامات (الزمن) أي ناتج القسمة سيجعل الزمن لكلا السرعتين متساويين وهذا عكس الواقع الموجود للحالة الاولى في الجدول (١). ولكنه جاء متماشياً مع الحالة الثانية وكان واقعياً بسبب تساوي الزمن لكلا السرعتين. أما القانون الثاني فهو في كلتا الحالتين سيقوم بجمع المسافات والازمان أي كل طرف (البسط والمقام) على حده واجراء القسمة. لذلك لايتأثر الناتج سواء كان هناك تساوي أو اختلاف في الازمان لان خطوات الحل ستكون صحيحة حسابياً.

$$\text{متوسط السرعة (ق٢)} = \frac{\text{(م١ + م٢)}}{\text{(ن١ + ن٢)}}$$

وبذلك يكون قد تحقق الفرض الاول.

٤-٣-١ مناقشة نتائج الافضلية بين قانوني متوسط السرعة:

لقد ثبت ان الافضلية بين قانوني متوسط السرعة للحركات الخطية عند التطبيق هي للقانون الثاني، فلو تتبعنا نواتج متوسط السرعة للقانون الاول خلال كل المراحل في الجداول (٢، ٣، ٤) سنراه ثابتاً لايتغير. والسبب يعود الى طبيعة القانون الاول لمتوسط السرعة، والذي فيه تجمع السرعتين وتقسم على (٢) فلأن السرعتين مقدارهما ثابت خلال كل المراحل، كان ناتج متوسط السرعة لهما ثبات وبذلك فإن قانون متوسط السرعة الاول لم يحقق لنا مؤشراً ميكانيكيا ممكن من خلاله أن نستدل على تغير المسافات والازمان للسرع خلال انتقالات الرياضي.

في حين كان القانون الثاني لمتوسط السرعة مؤشراً ميكانيكاً واضحاً على تغير المسافات والازمان للسرع خلال انتقالات الرياضي رَغم ثبات قيمة السرعتين باستثناء الجدول (٤).

وبشكل اخر ومن اجل ايضاح اكثر ممكن أن نطرح ثلاثة أسئلة نستفهم من خلالها أفضلية القانون الثاني لمتوسط السرعة كمؤشراً ميكانيكاً.

س١ : ماذا يعني لنا التزايد الحاصل في مقدار متوسط السرعة للجدول (٢)؟

س٢ : ماذا يعني لنا التناقص الحاصل في مقدار متوسط السرعة للجدول (٣)؟

س٣ : ماذا يعني لنا الثبات الحاصل في مقدار متوسط السرعة للجدول (٤)؟

الجواب هو:

١. التزايد الحاصل في مقدار متوسط السرعة في الجدول (٢) معناه ان هناك زيادة في المسافة والزمن في السرعة الاكبر (س٢) على حساب السرعة الاقل (س١).
٢. أما التناقص الحاصل في مقدار متوسط السرعة في الجدول (٣) معناه ان هناك زيادة في المسافة والزمن في السرعة الاقل (س١) على حساب السرعة الاكبر (س٢).
٣. عندما لا يحصل أي زيادة أو نقصان لمتوسط السرعة فذلك يعني انه لايوجد فرق كمي في الزيادة او النفصان في المسافة والزمن لكلا السرعتين.

وبذلك يكون قد تحقق الفرض الثاني.

الباب الخامس

٥- الاستنتاجات والتوصيات:

٥-١ الاستنتاجات:

من خلال ما تم التوصل له من نتائج نصل الى استنتاجات اهمها:

١. هناك فرق في مقدار ناتج متوسط السرعة بين القانونين الاول والثاني.
٢. ان قانون متوسط السرعة الاول (س١+ س٢/ ٢) هو قانون أحصائي عام لانه يعتمد على مجموع القيم والقسمة على عددها.
٣. يعد قانون متوسط السرعة الثاني (مجموع المسافات/ مجموع الازمان) هو قانون ميكانيكي (فيزيائي) خاص لانه مشتق من القانون الرئيسي للسرعة وبالتالي فهو يعتمد على القيم الاصلية المسبب للسرعة.

٤. تعود الافضلية الى استعمال متغير متوسط السرعة كمؤشر ميكانيكي الى القانون الثاني وليس الاول. لان القانون الاول يعتمد على التغير الحاصل في السرع فقط بينما القانون الثاني فهو يتأثر بتغير المسافات والازمان المسببه للسرع.

٥. يعد التزايد في متوسط السرعة للقانون الثاني مؤشراً للزيادة في المسافة والزمن للسرعة الاكبر. وبالعكس فالتناقص في متوسط السرعة للقانون الثاني يعطي مؤشراً للزيادة في المسافة والزمن للسرعة الاقل.

٥-٢ التوصيات:

يوصي الباحث بما يلي:

١. توسيع قاعدة المعرفة لطلاب كلية التربية الرياضية والمهتمين في البايوميكانيك الرياضي لمفهوم قانوني متوسط السرعة والفرق بينهما.

٢. استعمال قانون متوسط السرعة الثاني (مجموع المسافات/ مجموع الازمان) للحركات الخطية في بحوث البايوميكانيك الرياضي.

٣. اجراء بحوث مماثلة للتأكد من أفضلية الاستعمال للقوانين الميكانيكية الاخرى وخصوصاً تلك التي لها اشتقاقات متعددة.

المصادر العربية والاحنبية

- ريموند أ. سيرواي وأخرون. الفيزياء للعلميين والمهندسين الميكانيكا والديناميكا الحرارية، ترجمة محمد محمود عمار وأخرون، ج١ط٥، الرياض، دار المريخ للنشر، ٢٠٠٨.
- سمير مسلط الهاشمي. البيوميكانيك الرياضي، الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٩٩.
- سمير مسلط الهاشمي. الميكانيكا الحيوية، بغداد: دار الحكمة للطباعة والنشر، ١٩٩١.
- طلحة حسين حسام الدين. الميكانيكا الحيوية الاسس النظرية والتطبيق، ط١، القاهرة: دار الفكر العربي، ١٩٩٧.
- فؤاد توفيق السامرائي. البايوميكانيك، الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٨.
- فياض عبد اللطيف النجم (واخرون). الفيزياء للصف الثاني المتوسط، بغداد: ط١٢، شركة الاعتدال للطباعة، ٢٠٠٥.

- فياض عبد اللطيف النجم (واخرون). الفيزياء للصف الثاني المتوسط، بغداد: ط١٦، شركة الاعتدال للطباعة، ٢٠٠٨.
- قاسم حسن حسين (وآخرون). تحليل الميكانيكية من فعاليات الساحة والميدان، جامعة البصرة، مطبعة دار الحكمة، ١٩٩١.
- قاسم حسن حسين وإيمان شاكر محمود: طرق البحث في التحليل الحركي، ط١، عمان، دار الفكر العربي، ١٩٩٥.
- لؤي الصميدعي. البيوميكانيك والرياضة، الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٧.
- DorisI.Miller and Riehard C.Nelson; Biomeshanics of spurt (phi ladelphia, LEA &FEBiGFR,1973).
- James Hay G. The Biomechanics of sport Technique, 8th edition. N.G. angel-wood-cliffs, 1987.
- Miller, John. A. "Techniques using the Triple Jump", International Journal of Biomechanics, 5, 1984.
- Susan J. Basic Biomechanis, 2ed edition, U.S.A. Mc Graw-Hill companies, Inc, 1995.