جامعة الموصل

كلية التربية للبنات

قسم التربية البدنية وعلوم الرياضية

الدراسات العليا /الماجستير

أساسيات ميكانيكية الحركات وتطبيقيات القوانين الميكانيكية في التدريب الرياضي

اعداد طالبة الماجستير

غفران محفوظ محمد

باشراف

د.علاء الدين فيصل

2020 2021

تطبيقات القوانين الميكانيكية في التدريب الرياضي

إن الفلسفة المتبعة في التعامل مع جسم الإنسان من خلال دراسة التحليل الميكانيكي بالاعتماد على التحليل البيولوجي، يعتمد على المحاولات العلمية لدراسية الترابط بين عمليات التدريب الرياضي 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. إن اتباع نتائج التحليل الميكانيكي واعتماد النظريات الميكانيكية في التدريب وتطبيقها بشكل ميداني وعملي سوف يؤدي بشكل مباشر إلى تحسين التكنيك والأداء وبالتالي نستطيع بناء فلسفة خاصة لتقويم هذا الأداء وتطوير النواحي الميكانيكية التي يعتمد عليها في تطوير الإنجازات الرياضية بالاعتماد على النتائج المستخلصة من القوانين والنظريات الميكانيكية والتي تساعد في التعرف بشكل علمي على نواحي الضعف والقوة في الصفات البدنية ذات العلاقة بتحقيق الشروط الميكانيكية الصحيحة. لذا فأن فلسفة استخدام القوانين الميكانيكية في تطبيق

طرق التدريب الرياضي يتطلب بالحقيقة معرفة مايلي:

١. المعلومات الأساسية التي تدخل في بناء معظم القوانين الميكانيكية المستخدمة في المهارة الرياضية وعلاقة كل واحدة منها بالجانب الرياضي، وهذه بالحقيقة تقودنا إلى معرفة كل من (الزمن - الازاحه-- الكتلة) والتي من خلالها يمكن إن تتوفر لنا المعلومات عن تفاصيل التمرين المستخدم ، مثلا لتطوير السرعة أو التدريبات التي تطور التعجيل وعلاقتها بتطور القوة أو المجاميع العضلية المسؤوله عن هذا التطور من اجل وضع المعايير التي تحكم هذا التطور.

٢ تحديد المكونات 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، أي يعنى إن هناك مبادئ عامة تحكم الأداء حركيا ووظيفيا وان الالتزام بهذه المبادئ هو أحد شروط نجاح البرنامج.

يتأثر الركض السريع بخاصيتين ميكانيكيتين أساسيتين هما : طول الخطوة ومعدل الخطوة (التكرار في وحدة زمنية معينه) ، وتمتلك هاتين الخاصيتين تقييم مختلف خلال الركض ، فيما يخص الركض بسرعات عاليه والتي يمكن فيها تنفيذ طول خطوة بمستوى واحد في حين إن الزيادة تستمر في معدل الخطوة. نحاول هنا إظهار ما يحدث في السرعة فوق القصوى (والتي تحدث باستخدام

أســـاليب تدريبية كالسحب مثلا) وكيف يحدث تطور هاتين الخاصيتين عند الاحتمالات التي تتوقعها على أساس الحسابات النظرية ، وفي الحقيقة عند زيادة طول الخطوة بأسلوب معين ، فمن المتوقع إن معدل الخطوة يزداد اقل مما نتوقعه.

فعند دراسة **قانون السرعة** والذي يعني النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم إلى زمن قطع هذه المسافة، فأنه يمكننا من التعرف على العديد من المميزات البدنية والتدريبية التي يمكن أن تطورها بالتدريب لدى اللاعب. فمثلا عند دراسة أحد الأرقام العالميـة المتحققة معدل بركض(100) متر مثلا كلعبة فرديه تعتمد في إنجازها على الزمن المتحقق والـذي يعـني الإنجاز المتحقق ، نلاحظ إن هذا الإنجاز يتأثر بكميات ميكانيكية متعددة وهي كل من معدل السرعة والذي يرتبط بكل من المسافة والزمن المستغرق لقطعها، من جهة، ومن جهة أخرى يرتبط هذا الرقم أيضا بميزات ومكونات خطوة العداء التي ترتبط بالعديد من المميزات البدنية ذات العلاقة تطبيق الشروط الميكانيكية لأداء هذه الخطوة وهي زمن الارتكاز وتكراره (تردد الخطوات، وزمن الطيران وتكراره، أي طول الخطوات)، وهذا يمكن إن يكون معدل السرعة

هو نتاج لكل من طول الخطوة وترددها (معدل الخطوة) ويمكن إن تكون العلاقة التي تربطهم معا هي:

معدل السرعة = طول الخطوة * ترددها

فمعدل السرعة بالنسبة للعداء هو قدرته على أداء حركات متكررة متتالية من نـوع واحـد وبمسافات محددة تشكل في مجموعها النهائي مجمل المسافة الكلية في اقل زمن ممكن

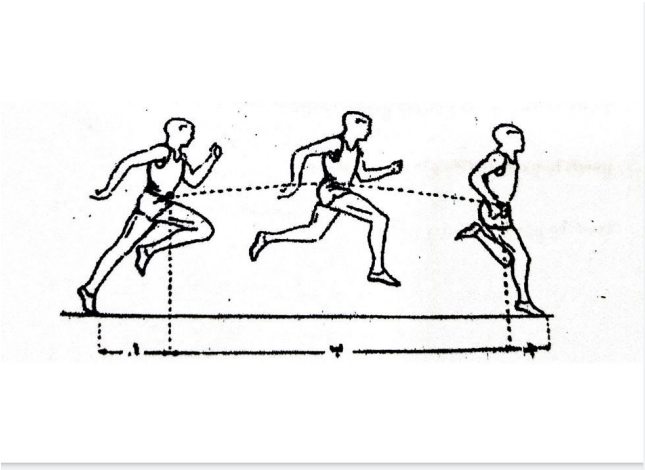
السرعة = المسافة / الزمن

وكذلك: معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها

- طول الخطوة هو مقياس كمي يقاس بالمتر (ويعبر عنه بالطول الزمني)

إما تردد الخطوات فهو يعني عدد الخطوات في زمن محدد (ويعبر عنه بالتردد الزمني)

- زمن الخطوة هو عبارة عن مجموع زمنين هما زمن الارتكاز (مس الارض بالقدم في كل خطوة) ، والذي له علاقة بزمن دفع القوة (القوة × الزمن) والتي يطلق عليها (اللحظـة الزمنية)،وهي العامل الحاسم في تغير كمية حركة الجسم ايجابيا أو سلبيا (الكتلـة × السرعة) بين لحظات الارتكاز والدفع، وزمن الطيران وهو الزمن الذي يستغرقه الجـسم بين لحظتين زمنيتين ويسمى ايضا بالطول الزمني. (لاحظ الشكل ١)



ا ، ب : لحظة زمنية واحدة (مكونه من ارتكار خلفي وامامي) وهما يتكرارات في كل خطوة

ج : لحظة طيران (طول زمن) يتكرر بين كل لحظين زمنيتين
شكل (١) العلاقة بين لحظات الارتكاز والدفع

- عدد الخطوات التي يقطعها العداء في زمن محدد بمعرفة الزمن المستغرق في الخطوة الواحدة، فإذا كان هذا الزمن (أي الطول الزمني كبير) نجد عند الخطوات قليلة والعكس صحيح، ووفقا لمعادلة سرعة التردد والزمن المستغرق لأداء الخطوة يتحدد بزمن الارتكار و الطيران

- ويشير بعض العلماء إلى إن النسبة بين زمني الارتكار والطيران عند كل خطوة ركض يكون كما يلي :

في مرحلة البداية بعد الانطلاق (مثل الجزء الأول من مسافة 100 متر لمتسابق هذه المسافة على سبيل المثال) تتراوح النسبة بين (1،1.50) تقريبا بين كل من زمن الارتكار والطيران (أي أن زمن ارتكار يكون ضعف ونصف زمن الطيران)

- وعند أقصى سرعة (في منتصف المسافة تقريبا) تتراوح النسبة بين زمن الارتكار وزمن الطيران ما بين (1.20،1.70) تقريبا

- يقل العداء حوالي 65% من زمن الخطوة في ملامسة الأرض أثناء الخطوات القلائل الأولى بعد الانطلاق، ويتناقص هذا الرقم إلى 35% أو اقل عند بلوغ السرعة القصوى

- يستطيع العداء التحكم بالزمن عن طريق سرعة وردود أفعال عمل عضلات المرحلين والتي قد تكون جيدة عند عداء وضعيفة عند آخر، وهنا تدخل العوامل الوراثية، وهذا يتطلب أيضا سرعة انقباض وانبساط العضلات العاملة والتي تتأثر بعمل الجهازين العصبي والعضلي

وقد أوضح الكثير من الباحثين إن كلا العاملين يكونان في حالة توازن تقريبي، لكن في حالة بذل القوة بتكرار عالي فأن ذلك سوف يؤدي إلى زيادة التردد ويؤدي في المقابل إلى الإقلال من طول الخطوة.. إلى جانب إن طول اللاعب الكلي وطول الرجلين والقوة العضلية النسبية لعضلات

الرجلين تلعب دوراً كبيراً في ذلك، نلاحظ إن العلاقة بين طـول الخطـوة وترددها من خلال المثال التالي :

تنظيم السرعة	طول الخطوة	ترددها	معدل السرعة
طول خطوة جيد+ تردد ضعيف	2م	3 خ/ث	6م/ث
طول(خطوة + تردد) جيدين	2م	4 خ/ث	8م/ث
طول خطوة جيد+ تردد ضعيف	2م	2.5 خ/ث	5م/ث
تردد جيد+ طول خطوة اقل	1.50م	4 خ/ث	6م/ث
طول خطوة جيد+ تردد جيد	1.75م	4 خ/ث	7م/ث

جدول(١) يمثل تنظيم السرعة وفقاً لطول وتردد الخطوات

يمكن من خلال تحليل زمن الـ (100متر) وبمعرفة مجموع الخطوات التي يقطع بها العداء هذه المسافة والتي من السهولة حسابها حتى بالعين المجردة، التعرف على قيم كل مـن طـول الخطوة وترددها وتحديد الضعف في هذه العوامل الذي يؤدي الى ضعف في معدل السرعة والانجاز الكلي والذي يعطي فكرة عن الصفات البدنية التي تؤثر بشكل مباشر علـى هـذه المتغيرات، وبالتالي المساعدة في بناء برنامج تدريبي لتطويرها، ويمكن توضيح ذلك من المثـال التالي:

عندما يكون لدينا عداءين اثنين يمتلكان الأزمان التالية في 100 متر:

الأول يحقق زمن 9.92ث (زمن إنجاز العداء لأول) ويعمل 44 خطوة على طول مسافة السباق على سبيل المثال.

الثاني يحقق زمن 10.50 ث. (زمن إنجاز العداء الثاني) ويعمل 48 خطوة على طول مسافة السباق أيضا على سبيل المثال.

فأنه من خلال هذين الزمنيين يمكن التوصل إلى المتغيرات الميكانيكية الآتية والتي تعطـي للمدرب الأسباب الحقيقية للضعف في الجانب البدني والذي يكون مسؤولا عن هذه المتغيرات الميكانيكية للعداء الثاني:

أولا- نستخرج معدل السرعة لكل عداء من خلال معطيات المسافة والزمن (س= م/ن)

يكون معدل سرعة العداء الأول 10.08 م/ث والثاني 9.52 م/ث

ثانيا- نستخرج طول خطوة الركض لكل عداء (كمعدل) **بقسمة المسافة الكلية(100متر) على عدد الخطوات لكل عداء،** فيكون معدل طول خطوة العداء الأول(2.27)متر والثاني(2.08)متر، أذن الفرق بين العدائين في معدل طول الخطوتين لهما هي(0.19 سم) أي انه في كل خطوة يكون الفرق ثابت وهو (0.19 سم) وهذا الفرق يكون لصالح العـداء ذو الزمن الأقل ويكون **0.19× 44 خطوة =8.36متر**) أي يصل العداء ذو الزمن الأقل قبل الآخر بمسافة (8.36 متر) ، وإذا أريد زيادة كفاءة العداء الثاني ، فيجب أن نعمل إما على زيادة طول خطوته أو زيادة تردد خطواته، فلو فرضنا أننا نعمل على زيادة طول خطوته من 2.08 متر إلى 2.12 متر أي بزيادة 4 سم وهذه الزيادة ممكنة جدا لأنها لا تؤثر على زوايا جسم الرياضي أثناء الركض ولأنها من الممكن تحقيقها بسهولة أما بالتأكيد على تطوير تكنيك الخطوة أو بأجراء تدريبات الوثب المختلفة لتطوير القوة السريعة ، وبـذا نرجـع إلى المعادلات السابقة لنرى مدى الفائدة من هذه الزيادة لمعدل طول الخطوة فنقول:

أولا- إن معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها في هذه الحالة يكون تردد الخطوة بالنسبة للعداء الثاني هو

9.52 \ 2.08 = 4.57 خ\ث

(ملاحظة يمكن ان نستخرج تردد الخطوات بقسمة عدد الخطوات على الزمن، وفي هذه الحالة يكون ناتج. 48خ \ 10.50= 4.57 خ/ث وهو نفس الناتج اعلاه)

ثانيا- ألان لو فرضنا إن هذا التردد يمكن تحقيقه مع الزيادة في طول الخطـوة (4 سم) أي يصبح طول الخطوة (2.12متر) فيكون معدل السرعة هنا = 2.12م ×4.57 خ\ث

وهو يساوي = 9.70 م/ث

ثالثا – فلو رجعنا إلى معادلة السرعة السابقة **(س= م/ن)** وطبقناها لاستخراج الزمن الجديد بعد تطوير طول الخطرة، فنقول : بما أن السرعة هي 9.70م /ث = المسافة 100م / الزمن (مجهول) **اذنا الزمن = 10.30 ثانية أي بنقصان 0.20 ثانية عن الوقت الأصلي**

وهذا يمكن تحقيقه فقط بالتركيز على **تكنيك الخطوات** وتدريباتها (مثل- رفع الركبـة أثناء الركض والمرجحة الصحيحة وتطبيقات عزوم قصور الرجلين الذاتية الصحيحة وكذلك تناسق عزوم قصور الذراعين والجذع بما يتناسب وتحقيق التناسق بالشكل الصحيح والأمثـل والذي يعطي إمكانية لتحقيق المسافة المناسبة لمرحلة الطيران)، فضلا عن ذلك يمكن تنفيـذ **تدريبات القوة المميزة بالسرعة** بالصورة الصحيحة من خلال تمارين البلايـومترك الخاصة والمتنوعة، والتي تطور من زمني الارتكاز والطيران الخطوات ركض العداء وهذا يعني إن زمن الدفع اللحظي يكون جدا قصير ويعطي ردود أفعال عالية أثناء الـدفع لتطبيـق حركـات الارتكاز والطيران عند الركض،

إن ماتقدم يحتم علينا الإشارة إلى إن من بين العوامل التي تؤثر على سرعة الركض هي طول الخطوة ومعدل الخطوة اللتان تعتبران الخاصيتان الميكانيكيتين التي يعتمد عليهما الركض السريع . وقد أشار (سيتونغ وفوسين 1970) الى إن الزيادة في سرعة الركض هي تزامن الدمج

بين الزيادة في كل من طول الخطوة ومعدل الخطوة ، حيث يصبح معدل الخطوة العامل الأكثر أهمية عند الركض بسرعة عالية .

وفي دراسة حول التحقق من تأثير هاتين الخاصيتين عند الجهد القصوى ، وجد (ياسكر وآخرون 1984) إن طول الخطوة في السرعة الأعلى تثبت ، في حين تستمر الزيادة في معدل الخطوة ، في ضوء الملاحظة السابقة ، يبدو إن الزيادة في سرعة الركض فوق الحد الأقصى يمكن الوصول إليها عن طريق زيادة معدل الخطوة ، مع احتمالية انخفاض في طول الخطوة لأجل الحصول على إدراك أفضل لهذه الظاهرة المعقدة التي تسيطر على سرعه الركض، لذا فأن الدراسة والتحقق من العلاقة بين قياس الخاصية الميكانيكية المختارة خلال دورة خطوة واحدة وسرعه ركض تنفذ عند سرعة قصوى وفوق القصوى.

وفي دراسة أجريت على أربعة عدائين سرعة للرجال من الفريق الايطالي لألعاب القوى، كان أزمان هؤلاء العدائين بين (10.16–10.50) ثانية، في 100 متر.

اجري الأختبار بالشدة القصوى (السرعة القصوى) لثلاث محاولات ، ثم نفذت سلسله من اركاض باستخدام نظام السحب (جهاز صمم لسحب اللاعب - لاحظ الشكل ٢) والتي صمم من قبل

(فيتوري وباسكو 1983) والذي يسمح للرياضي بالركض في سرعة فوق القصوى ، حيث تكون هذا النظام من جهاز كهربائي يتصل بجهاز ميكانيكى مربوط بعجلة محيطها والتي يربط فيها احد نهايتي حبل طوله (100 متر) يدور حولها عد تشغيلها، النهاية الثانية للحبل تربط بحزام قريب من مركز كتلة الرياضي (لاحظ نفس لشكل ٢) ، تكون القوة المسلطة على الحبل من الجهاز منتظمة خلال المسافة وهي بين (100 – 150 نيوتن) ، القوة القصوى المسلطة من الجهاز من المحتمل زيادها الى معدل سرعة يصل إلى (15 م/ث) (فيتوري وياسكو 1983 ، نظام السرعة ، صنع من قبل پاها كوسى ، بافاسكالي ، فنلندا). كانت الخصائص الميكانيكيه والمورفولوجيه (كأوساط حسابية للرياضيين الاربعه هي كما معروضة بالحقول(٢) أدناه:

العمر (سنة)		الوزن(كغم)		الطول(سم)		طول الخطوة(سم)		زمن (100) ثا	
س-	ع + -	س-	ع + -	س-	ع + -	س-	ع + -	س-	ع+ -
21.5	2.1	69	7	177.3	1.9	225.8	4.3	10.33	0.13

جدول (٢)

تم قياس متغيرات طول الخطوة وزمن الركض ومعدل الخطوة في المسافة بين (50متر)و(60 متر) من المسافة الكلية للسباق ، بواسطة خليتين ضوئيتين كهربائيتين ، تم الحصول على طول الخطوة

(SL) بواسطة قياس المسافة بين الأثر الذي يتركه حذاء الركض (السبايكس) عند الركض فوق ورق ابيض ثبت على الأرض في المجال الذي يركض عليه الرياضي وكان نوع الورق هو (سبورت فلكس ،12 مليمتر موندوربرر، البا ، ايطالي)(هذ القياس يعطي خطأ مقداره ±002 %)، وتم تثبيت منصة قياس القوة تحت المجال المحصور بين الخليتين الضوئيتين الكهربائيتين بسمك (3) مليمتر وطول (10) متر

وتتصل منصة قياس القوة بساعتين توقيت رقمية (دقتها ±0.001 ثانية) ، سجل زمن رد الفعل للقدمين**(Tc)**بواسطة إحدى الساعتين الرقميتين واستعملت الأخرى للدلالة على الزمن بين تماسين ناجحين للقدمين مع الأرض أثناء الركض **(Tf)**، بالإضافة إلى قياس سرعة الركض بواسطة الخلايا الضوئية (المثبتة بارتفاع رقبة الرياضي) وتم قياس سرعة كل دورة خطوة أيضا، وقد شملت الحسابات أيضا زمن التماس وزمن الطيران لدورة الخطوة ، ولهذا تم اخذ قياس طول الخطوة من علامات القدم التي تركها الرياضي على الورق الأبيض ، وتم حساب سرعة الركض كما يلي:

السرعة = طول الخطوة ÷ (زمن التماس + زمن الطيران بين التماسين الناجحين)

Vx=SL÷ (Te+ Tf)

من نتائج هذه التجربة إن معدل الخطوة ازداد كما كان متوقع مثل شروط الركض الطبيعي مع زيادة معدل السرعة ،وكذلك ارتفع مستوى تثبيت طول الخطوة بعد البداية ومن ثم انخفض عند وصول السرعة إلى القيمة القصوى ، وأنخفض زمن التماس مع زيادة سرعة الركض ، وخلال السرعة فوق القصوى وكما كان متوقع ظهر زيادة في طول الخطوة والتي كانت السبب في زيادة سرعة الركض ، وبطريقة مشابهه اظهر معدل الخطوة أشكال مختلفة مقارنة مع مأتم ملاحظته خلال الركض الطبيعي ، في السرعة فوق القصوى يميل معدل الخطوة (تردد الخطوات) للزيادة بقيمة واطئة مقارنة مع المعدل الحقيقي للركض الطبيعي بالسرعة القصوى ، وانخفض زمن التماس بأقل قيمة مقارنة مع السرعة القصوية الطبيعية.

وكذلك أظهرت النتائج إن زيادة السرعة القصوى إلى حدود (10.15م/ث) في السرعة الطبيعية والى (11.6 م/ث) في السرعة فوق القصوية ، يمكن الحصول عليها من خلال نظام السحب الذي تم تطبيقيه ، من خلال الزيادة في طول الخطوة وكذلك الانخفاض في زمن الطيران وزمن التماس. لاحظ الجدول ٣

السرعة	معدل السرعةم/ث طول الخطوة سـ تردد الخطوة زمن التماس ه زمن الطيران ملي ثانية									
	س-	ع + -	س-	ع+ -	س-	ع+ -	س-	ع+ -	س-	ع+ -
السرعة القصوى	10.15	0.42	225.8	4.3	4.5	0,3	92.8	3.1	103.0	10.6
السرعة فوق القصوى	11.60	0.92	244.8	9.7	9.7	0.7	84.9	6.9	126.0	5.7
المعنوية	معنوي		غير معنوي		غير معنوي		معنوي		غير معنوي	

تطبيق قانون السرعة لتدريب السباحين

أن استخدام قياسات معدل الضربة وأطوالها شائعاً جدا في تدريبات منافسات السباحة بمختلف أنواعها، ويشير معدل الضربة إلى دورة ضربات الذراعين طبقا لعدد دورات الضربة التي يقوم بها السباح كل دقيقه (أو على طول مسافة السباق)، إن دورة الضربة تضمن ضربتا كل من ذراع اليمين واليسار في سباحتي الزحف والظهر، ودورة الضربة في سباحتي الفراشة والصدر هي ضربة كاملة واحدة بكلتا الذراعين وبشكل متزامن وانسيابي.

طول الضربة تعني المسافة التي تقطعها الذراعين أثناء كل دورة ضربة، وتقاس بالأمتار وأجزاءه، ويمكن حساب طول الضربة بعدة طرق، أكثر الطرق دقه هي استخدام التصوير الفديوي، وكذلك يمكن احتساب عدد دورات الضربات من خلال قسمة المسافة المقطوعة على عدد الضربات (كما في مثالنا السابق لعداء 100 متر) فعلى سبيل المثال إذا عمل السباح 20 دورة ضربه لإكمال 40 متر يكون معدل طول كل ضربه من ضرباته لتلك المسافة (40÷ 20متر) ولحساب طول الضربة يتم اختيار وسط المسافة المقطوعة والتي يجب تحديدها بإعلام وسط المسبح، بحيث إن المسافة التي يقطعها السباح بدون ضربات أثناء الاستدارة والدفع لا تؤثر في حساب عدد دورات ضربة السباح.
أما تردد الضربات في زمن معين فأحسن طريقة لحسابها **هي بقسمة عدد الضربات على زمن قطع المسافة**، أو يمكن حسابها بساعة توقيت عادية، حيث يمكن التعبير عن القيمة الناتجة بالزمن أثناء الدورة الواحدة (دورة \ زمن)، او يمكن الحساب بدقة أفضل من خلال توقيت دورتين أو أكثر ، ثم إيجاد المعدلة بالقسمة على عدد الدورات على الزمن ، على سبيل المثال إذا كان زمن ثلاث دورات هو3.30 ثانية ، نقوم بقسمة الزمن على 3 لحساب معدل تردد الضربات في الثانية فيكون (0.90) ضربة/ثانية ، ويكون زمن الضربة الواحدة هو 1.10 ث. كما يمكن التعبير عن معدلات الضربة بدورات الضربة خلال الدقيقة الواحدة، حيث يتم احتساب القيم بقسمة معدل الزمن لدورة ضربة واحدة على 60 ثانية، أن المعادلة الموجودة على اليسار توضح كيف إن الزمن الخاص بثلاث دورات للضربة يمكن تحويله إلى دورات ضربة بالدقيقة الواحدة، وكما يلي:

تم احتساب ثلاث دورات ضربة وكان على سبيل المثال 3.20 ثانية ، لذا فأن السباح كان يضرب عند معدل1.10 ضربة في الثانية الواحدة، والتي تعادل 57 دورة ضربة حال الدقيقة الواحدة(ض/د)، وقد تم حساب ذلك وفقا لما يأتي :

- أكمل السباح ثلاث دورات ضربة في 3.20 ثانية

3.20- ثانية ÷3 دورات ضربة = 1.10 ثانية لكل ضربه

60 ثانية ÷1.10ث لكل ضربه =54.54 ضربة بالدقيقة

حساب السرعة في السباحة :

يمكن حساب سرعة السباح خلال أي جزء من أجزاء السباق من خلال التعرف على طول الضربة (دورة الضربة) وزمنها، فإذا كان مثلا دورة الضربة (2.09 متر) اثناء جزء السباق المراد قياسه وزمن هذه الدورة 1.13 ثانية ، فان معدل السرعة خلال هذه الدورة تكون ناتج قسمة طول الضربة على زمنها و يساوي 1.85 م/ث ، إن حسابات هذه الكميات تحتاج إلى دقة عالية وأجهزة تصوير عديدة مع فريق عمل متخصص للعمل بشكل مستمر ، ولأجزاء متعددة من السباق لكي تكون يتم حساب معدلات السرعة بأسرع وقت وأقل ما يمكن من الجهد. ويمكن استخدام كاميرات التصوير الفديوية الرقمية والتي لها إمكانية عالية لمراقبة أطوال الضربات بسرعة وسهولة فضلا ، عن إمكانية ربطها ، حيث تسمح هذه الوسيلة التقنية للمدرب من مراقبة أقسام متنوعة من السباق .

العلاقة بين معدل الضربة وطولها وسرعة السباح :

إن العلاقة بين معدل وطول الضربة وسرعة السباح هي علاقة صعبة ، أحد جوانب هذه الصعوبة كون إن العلاقة عكسية بين معدلا الضربة وطولها بحيث يقل طول الضربة كلما زاد معدل الضربة (ترددها) والعكس صحيح ، وإذا استخدم السباح الربط الصحيح بين معدل وطول الضربة ستكون النتيجة سرعة عالية للسباح

يمكن أن نوضح ما تقدم من خلال المثال التالي:

إذا طلب من سباح أن يسبح 50 متر سباحة حرة مع التأكيد على تردد عالي للضربات (معدل 20 دورة / دقيقه) ما يعادل (0.333 ضربة / ث)، فإذا استطاع السباح أن يحقق (3.5 متر) لكل دورة ضربة، فأن معدل سرعته تكون(3.5 ×0.333 = 1.16م / ث) - وفي حالة زيادة معدل تردد الضربات إلى (80 دورة / دقيقه) يمكن للسباح تغطية (1متر) في كل دورة وبزمن (1.333 دورة ثانية) وبذا تكون سرعة السباح (1×1.333=1.333 م/ث). إن زيادة السرعة بالتأكيد على الإقلال من الزمن يتم بالتأكيد على تطوير عزوم القوة العاملة في مفاصل الذراعين بشكل رئيسي لمواجهة القوة المعيقة الناتجة من الماء كوسط مقاوم ، وهذا يتطلب تصميم منهاج تدريبي باستخدام

وسائل تدريبية لتطوير هذه العزوم ، كأحزمة مثقلة أو استخدام أجهزة البكرات والأسلاك وفق نظرية العزوم التي ستتطرق إليها في الفصول القادمة.

أما إذا أنجر السباح مثلا سرعة عالية مثل (6.06 م /ث) وبمعدل ضربة يصل إلى 62 ضربة / دقيقه (أي 1.033 دورة/ ثانيه) وهذا يعني أن طول كل ضربة ساري 1.994 متر. وفي ذلك دلالة على إن زيادة السرعة ناتج من زيادة طول الضربة الواحدة.

وعندما يريد السباح أن يزيد من سرعته فيجب عليه زيادة معدل الضربات على حساب طولها ، وتكون هذه الحالة في بداية السباق ، حيث يقل طول الضربة بمقدار قليل جدا مع كل زيادة في تردد الضربات ، لذا يستمر السباح بزيادة سرعته إلى أن يصبح تردد الضربات عالي جدا يزيد عن 60 دورة / الدقيقة في معظم الحالات ، بعد ذلك يكون الهبوط في طول الضربة كبير مع زيادة إضافية في تردد الضربات وبالتالي تقل سرعة السباح ، وفي ذلك إشارة إلى إن هذين العاملين يجب أن يتناسبا مع كفاءة عالية في تحمل السرعة وتحمل القوة والتي يجب أن يطورها السباح وفقا لمنهج علمي يشمل تمارين تحمل السرعة وتمارين تحمل القوة للمحافظة على أعلى معدل لتردد الدورات مع نسبة جيدة من أطوال هذه الضربات. ومعدلات الضربات السريعة تتطلب ناتج عالي من الطاقة يأتي معظمة من التمارين التي تزيد من الكفاءة الفسيولوجية .. ولقد دلت الدراسات أن عامل طول الضربات مع معدل ضربات جيدة كان العامل الأكثر حسما لنتائج بعض الإبطال والبطلات الاولمبيات ، فقد أظهرت الأبحاث الحديثة إن الربط الجيد بين طول الضربة ومعدل الضربة هو أكثر أهمية لتحقيق الإنجاز الجيد ، على سبيل المثال فوز السباحة بروك بنيت بسباق 800 متر سباحه حرة في اولمبياد اتلانتا 1996 مع العلم ان طول ضربتها تراوحت ما بين (1.65 – 1.83 متر لكل دورة) على طول مسافة السباق ، كما أن أطوال ضربات السباحين السبعة الأوائل الذين وصلوا إلى النهائيات تراوحت بين (1.76 – 2.19 متر) ، وقد بلغ أكبر لطول الضربات خلال هذه المسابقة (1.90 – 2.09 متر) لكل دورة ، واستطاعت السباحة(بنيت) أن تكون أسرع سباحه في البطولة الأولمبية حيث استطاعت الحفاظ على معدلات ضربة بين (51-54 دورة / دقيقة لطول السباق ، وعلى العكس كانت معدلات الضربة للسبعة الأخريات بين (43-48)دورة\دقيقة

ولتكون أكثر دقة فيما يخص تأثير طول أو معدل الضربات على تحقيق السرعة ، فيما يخص طول الضربة فأن تأثيرها على سرعة السباح تكون ايجابية، حيث انه بزيادة طول الضربة يمكن زيادة السرعة على شرط أن لا ينتج هبوط غير عادي في معدل الضربة .

استخدام نظرية الطاقة الحركية في تحديد شدة التدريب للاركاض القصيرة

والطاقة هي المقدرة على القيام بعمل ما وهناك صور عديدة للطاقة يتمثل أهمها في الحرارة والضوء والصوت وهناك أيضا الطاقة الميكانيكية والطاقة الكيميائية التي تتحرره عند حدوث تغيرات كيميائية ، ويمكن تحويل الطاقة من صورة إلى صورة أخرى ، فعلى سبيل المثال يمكن تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة في عضلات الإنسان إلى طاقة حركية .

فالطاقة الناتجة عن الحركة هي الطاقة التي يمتلكها جسم ما والتي تعكس قدرة هذا الجسم على القيام بعمل يعني تحريك قوة ما ، وهذا النوع يسمى في علم الفيزياء(الطاقة حركية) ، وترتبط هذا الطاقة بكمية التحرك(الزخم) الذي يملكه هذا الجسم ، وكمية الحركة هذه لاتعتمد فقط على سرعة الجسم بل أيضا على كتلته مضروبة في سرعته، ولهذا فان سرعة الجسم تدخل بشكل رئيس في حساب الطاقة الحركية إذا ما علمنا إن كتلة الجسم هي ثابتة تقريبا، ولتوضيح أهمية استخدام الطاقة الحركية في تدريب رياضية السرعة ، تستعرض ماياني:

من المسلم به إن تحديد الشدة التدريبية عند تدريبات السرعة لعدائي المسافات القصيرة لغرض تطوير السرعة ومطاولة السرعة الخاصة ،يتطلب منا **أولاً** تحديد الزمن القصوى لقطع هذه المسافة القصيرة التي نريد لتدريب لاعبينا عليها، وهذا الزمن يمثل الشدة القصوي له (100%) ثم يتم تحديد الشدة المراد التدريب عليها من هذه الشدة، فمثلا لاعب 100 متر زمنه القصوى في هذه المسافة هو (10 ثانية) وهو يمثل الشدة القصويه له (100%) وأريد لهذه العداء التدريب بشدة 90% وبتكرار (٣ مرات لهذه المسافة) فان تحديد الشدة بالطريقة المعروفة في التدريب يكون بقسمة الزمن القصوى على الشدة المراد التدريب عليها وتكون بذلك:

10 ثانية \ 0.90 = 11.11 ث هذا الزمن يمثل بشدة 90%

وهذه الشدة يكون التدريب عليها دون مراعاة أوزان الرياضيين او الفروق الفردية بينهم. لهذا فقد جاءت نظرية الطاقة الحركية لتعطي واقع الفروق في أزمان هذه الشدة من خلال متغيرات معدل السرعة والكتلة لكل رياضي وكما يلي:

الطاقة الحركية لعداء يمتلك 10 ثانية في مسافة 100 مثلا وكتلته 70 كغم، هي

ط ح = 0.5 الكتلة × مربع السرعة

0.5× 70 ×(10\100)²

=3500 جول وهي تمثل طاقته الحركية 100 %

فلو أريد هذه العداء إن يتدرب بـ (90%) من طاقته الحركية فنقول:

90%من طاقته الحركية =3500×0.90 = 3150 جول تمثل شدة 90% من طاقته الحركية الكلية

وبالرجوع بشكل عكسي الى المعادلة الأولى نقول :

90% ط ح= 0.5 ك س^{٢}

^{2} (n \ 100) x70x0.5 =3150

الزمن=10.63

ن=$\sqrt{10.63}$

اذآ ان فـ (الزمن= 10.63 ث) وهو زمن التدريب بشدة 90% وهذا الزمن يأخذ بنظر الاعتبار كتله اللاعب والتي تعتبر أحد المقاومات الهامة (من خلال تأثير قوة الجذب) التي يتعرض لها العداء أثناء أداء حركات الركض (عمليات الارتكار والطيران) والمسافة المقطوعة ، وبذلك فان العداء يبذل القوة الحقيقية التي يعترض إن يبذلها ضد الجاذبية وبشكل يتناسب مع هذه المقاومة (كتلة جسمه)،و يلاحظ إن الزمن بشدة 90% المستخرج بطريقة الطاقة الحركية هو اقل بكثير من الزمن المستخرج بالطريقة التقليديـة والـذي كـان (11.11 ث) والمستخرج من قانون الشدة التقليدية، وهذا نكون قد حققنا الفائدة المرجوة من التدريب بشكل أكثر فاعلية وتأثيرا من الطريقة التقليدية مع مراعاة الفروق الفردية بين اللاعبين، وقد يكون التدريب وفق هذه النظرية فعـالا في مراحـل تـدريـب الـشـاب لان الخصوصية تأخذ دورها في هذه الفئة من العمر .

وللسهولة في حساب الشدة التدريبية بطريقة الطاقة الحركية، فقد تم اشتقاق القانون التالي والذي يعطي الشدة التدريبية ذاتها التي تستخرجها بطريقة الطاقة الحركية وهو:

$$\frac{\text{الشدة المطلوبة} \quad \text{الزمن القصوي}}{\sqrt{\text{الشدةالمطلوبة}}}$$

من اجل سهولة استخدامها في الساحات وبشكل مباشر من قبل المدربين. وتستخدم الطريقة أعلاه لتدريب السرعة لجميع المسافات القصيرة ولجميـع اجـزاء هـذه المسافات (من 10 م - 20 م - ..... 400 متر) ويمكن استخدام نفس الخطوات فيما يخص الطاقة الحركية الزاوية لتحديد شدة التدريب للحركات الراوية باستخدام قانون الطاقة الحركية الزاوية وكما يلي:

استخدام نظرية الطاقة الحركية الزاوية في تحديد شدة التدريب للحركات الزاوية

كما تم ذكره سابقا فيما يخص تحديد شدة التدريب بنظرية الطاقة الحركية ، فأنـه يمكـن ايضا تحديد شدة التدريب للحركات الزاوية من خلال نظرية الطاقة الحركية الزاوية وقانونها :

الطاقة الحركية الزاوية = ½ك (نق × س ز) ^{٢}

ولما كانت السرعة الزاوية = الازاحة الزاويه / الزمن

لذا يمكن تحديد شدة التدريب بايجاد الطاقة الحركية الزاوية القصـوية (100%) وبـنفس الاجراءات التي استخدمناها في الطاقة الحركية الخطية ، ولايضاح ذلك ، نأخذ المثال التالي: لو أردنا تدريب لاعب القرص بطاقة حركية زاوية 100 % عند رمي القرص، وكان زمن الحركة بالذراع 0.35

ث ، وكتلة هذه الذراع(7كغم) وطولها (0.80 م)، والازاحـة الزاوية التي تقطعها الذراع اثناء المرجحة هي(60) فأن الطاقة الحركية الراويـة لهـا

تـساوي:

ط ح ز = ½×7 كغم (0.80 × 110 / 0.35) ²

وهي تساوي =67.34 جول

فأذا أريد تدريب هذا اللاعب بشدة 90 % من طاقته حركته الزاوية عنـد اداء حركـات المرجحة وبنفس الازاحة الزاوية ، فأن الزمن المطلوب للتدريب يكون :

90% الطاقة الحركية الزاوية =67.39 × 0.90

=60.60 جول

وبالمقابل يمكن استخراج زمن التدريب المناسب لهذه الطاقة الحركية الزاوية ويكـون زمـن التدريب في هذه الحاله كما يلي وبالرجوع عكسيا بالمعادلة اعلاء وكما يلي:

60.60=½×7 (0.80 ×160\ن)²

ن = 0.36 ث عدد التدريب بشدة 90% من الطاقة الحركية الزاوية.

بينما شدة التدريب الحقيقية التقليديه هي 0.38 ت بشدة 90 % عند تحديدها من القانون

(زمن التدريب القصوي / شدة التدريب المطلوبة)

ويمكن من خلال ماتقدم من معلومات في المثال اعلاه الاستفادة عند تدريب الحركات الدائرية في الجمناستك أو بعض حركات الرمي بالعاب القوى ، حيث ترتبط هذه التدريب بمبدا عزم القصور الذاتي والذي يعني التحكم بانصاف اقطار الجسم (زوايا الاجـزاء عـند التدريب، من أجل زيادة السرعة الزاوية او انقاصها بما يؤمن تحقيق طاقة حركية زاوية مناسبة للشدة المطلوبة ، وكذلك عند تصميم التمارين التأهيليه لما بعد الإصابات والتي تعتمد على تصوير العضلات العاملة على المفصل المصاب بشكل مطلق ومباشر .

من هذه المؤشرات تعد مهمة جدا لانها تأخذ بنظر الاعتبار كتلة كل جزء مـن اجـزاء الجسم و اطوالها عند تطبيق الأداء والحركات الزاوية التي ترتبط بكتلة الجسم الكليـة عـد الحركة : حيث يمكن تدريب ذراع الرامي بشكل مطلق دون إشراك كتلـة الجـسم بهذا التدريب ، أي يمكن ان من خلال هذا القانون من معرفة الضعف في حركة الذراع ، والـي يمكن ان نعطينا حلول لوضع منهاج تدريبي يخص القوة المطلقه للذراع من أجل ان تؤثر هذه القوة في تحقيق سرعة زاوية أكبر وبالتالي يمكن تحقيق أكبر طاقه حركيه زاوية يمكن ان تؤثر في تحقيق مسافة أكبر عند تطبيق الأداء الفني (حركات المرجحه والدوران) وبشكل افضل فيما اذا لم يتم الاخذ بنظر الاعتبار كتلة الذراع أو

سرعتها الزاوية إثناء الحركة ، ويمكن ان تضاف كتلة الجذع لو كتلة اجزاء الجسم الأخرى اذا كان التدريب لا يؤخذ الشكل المطلق للذراع فقط (أي تكون حركة الذراع نسبة الكتل اجزاء الجسم الأخرى).

ويمكن تطبيق هذا القانون في جميع الحركات الزاوية سواء في العاب القوى او حركات الارسال في التنس او الطائره او التهديف او حركات الجمناستك الدورانية ..... الخ .

ويمكن **استخدام قانون الشغل وقانون القدرة** و تحديد شدة التدريب، حيث يعتمد لشغل الذي ينجره جسم الرياضي عند أداء أي جهد بدني على بذل قوة بسرعة معينة

فلو رمزنا للشدة بالحرف (ش)

والجهد بالحرف (ع)

ولزمن الجهد بالحرف (ن)

فأن الشدة = الجهد المبذول / الزمن (أي ع / ن)

أن أي عمل أو جهد إنما يتم من خلال بذل قوة منتجة مضروبة في طريق بذلها(المسافة التي تدفع بها هذا القوة الجسم)

لذا فيمكن التعبير عن الجهد المبدول بـ **(القوة × المسافة)**

ادنا **الشدة = القوة * المسافة / الزمن**

إذناً **الشدة = القوة × السرعة (باعتبار إن المسافة / الزمن =السرعة)**

لذا فالشدة ترتبط بسرعة الحركة وحجم القوة المنتجة فيما لو اقترنت هذه الشدة بامتزاج القوة

والسرعة، ويرتبط الشغل المنجز بمقدار الطاقة الحركية التي ينجزها الجسم حيث أن

الشغل = الطاقة الحركية

وحيث إن الشغل المنجز هو النتاج من استخدام القوة لمسافة محدده، لذا فهو السبب الحقيقي لاكتساب الجسم الطاقة الحركية، لهذا فأن شغل القوة هنا يساوي الطاقة الحركية حيث إن:

الطاقة الحركية = ½كتلة × مربع السرعة

والشغل القوة = القوة المبذولة × المسافة

وبما ان ق = ك ج

ولما كان ج = س^2 \ 2م (س^2 - ٢ ج م)

إذن ق = ك × س^2\ ٢م ومن هذه العلاقة نستخرج مايلي

ق م (شغل) = 1\2 ك س^2(طاقة حركية)

أي إن الشغل = الطاقة الحركية

وعندما يرتبط الشغل بالزمن المنحر ، فأن ذلك يعبر عن القدرة المتجرة ، إذن يمكن تكون القدرة مساوية للطاقة المنجرة ويمكن حساب الشدة المطلوبة من الزمن القصوى

باستخدام المعادلة التالية

$$\frac{\text{الشدة المطلوبة}}{\sqrt[3]{\text{الشدةالمطلوبة}}} \quad \text{الزمن القصوي}$$

فشدة التدريب للعداء السابق الذي زمنه القصوى10 ثانية التي تعادل 0.90 تكون

10.36ث

وهذه الشدة تختلف عن الشدة التي تم حسابها بالطاقة الحركية وتختلف أيضا عن شدة التدريب التقليدية ، لارتباطها بطاقة الفرد وقوته التي تختلف من لاعب إلى أخر ، أي أن اللاعب الذي يمتاز بمقادير قوة عالية في عضلاته يكون قدرته على إنجاز الشغل أعلى بكثير من اللاعب الأقل قدره ، وعلى هذا الأساس يكون عداء المسافات القصيرة ضخم العضلات ، والضخامة تعني زيادة المقاطع الفسيولوجية للعضلات العاملة والتي تعني زيادة قرة هذه العضلات لارتباط زيادة مساحة العضلات بإنتاج القوة. **أن السبب في استخدام الشدة بالجذر** $\sqrt[٣]{\text{الشدةالمطلوبة}}$

هو أنه إذا حافظ اللاعب على وزنه نسبيا(كتلته) طول فترة التدريب والمنافسات ، ففي هذه الحالة يكون حساب الشدة ببساطة وفق الطريقة التقليدية :

شدة التدريب=الزمن القصوي\شدة التدريب المطلوبة

فضلا عن الطريقة أعلاه يمكن أن تستخدم لتدريب الناشئين في بداية مراحل التدريب لهم وعندما تستخدم نظرية الطاقة الحركية أو الشغل الناتج على فرض إن الكتلة ثابتة نسبيا والمسافة أيضا ثابتة

شدة التدريب =الزمن القصوي $\sqrt{\text{شدة التدريبالمطلوبة}}$

والطاقة الحركية لا تعطينا واقع حقيقي لما تمثله النسبة من محمل الطاقة المستنفذة، لذا فان القدرة تكون في هذه الحالة مساوية للشغل المنجر ، أو بتعبير آخر للطاقة الحركية المنجزة مقسومة على زمن التدريب أو(زمن المسافة) القصوى

أي الشدة =القدرة / الزمن

وفي هذه الحالة يكون تحديد الشدة كما يلى :

بما إن القدرة = الشغل / الزمن

ولما كان الشغل = الطاقة الحركية (0.5 ك س^2)

اذن

$$\text{الشدة المطلوبة} = \frac{0.5 \text{ ك } (\text{م} / \text{ن})^2}{\text{ن}}$$

اذنا

القدرة = 0.5 ك(م/ن)^2 × 1/ن

=0.5م^2\ ن^3

ويمكن تطبيق هذه النظرية لتحديد الشدة المطلوبة للتدريب لعدائي المسافات القصيرة وينفس الخطوات التي أجريناها في نظرية الطاقة الحركية سابقاً.

أي بثبات الكتلة والمسافة لذا :

$$\text{الشدة المطلوبة} = \frac{\text{الزمن القصوي}}{\sqrt{\text{الشدةالمطلوبة}}}$$

أن القوانين النظرية التي تم الإشارة إليها سابقا تتضمن جميعها احتساب الـزمن بالشدة المطلوبة من الشدة القصوى وهذه القيم تشير إلى أن هناك تناقص في الزمن المطلوب التدريب عليه عندما تستخدم هذه الطرق النظرية الثلاثة.

وخلاصه لما تقدم فان تحديد الشدة بالطريقة التقليدية يمكن أن يكون نافع عند تدريب الناشئين، ونظرية الطاقة الحركية تكون جيدة مع تدريب الشباب، ونظرية الشغل – الطاقة تكون فعاله مع تدريب المتقدمين.

السؤال المهم هنا ، بفرض إن نظرية الطاقة الحركية وكذلك نظرية الشغل - الطاقة استخدمت كقوانين لتحديد شدة التدريب لعدائي للاركاض القصيرة ، هل يمكن اعتماد هذه الطريقة لاستعمالها في فعاليات الركض الأخرى.