مقدمة البحث

علم البايوميكانيك :- يعرف بأنه دراسة حركة الإنسان من الجانب الميكانيكي الذي يحدد الحركة Mechanic ودراسته الجانب العضوي الذي له التأثير المباشر على الحركة وهذا هو Biomechanic [١] ، لقد تم دراسته من قبل العديد من الباحثين :

درس من قبل (ريسان خريبط ، نجاح مهدي) [٢] على أنه دراسة الظاهرة الحركية ودراسة موضوعية على أساس استخدام القوانين والأسس والمدلولات الميكانيكية في التحليل الحركي .

وخرج الباحث بتعريف أجوائي لعلم البايوميكانيك (هو دراسة القوانين الفيزيائية على مسار الأداء الرياضي)

إذ قارن المستوى الذي وصلت إليه مختلف الفعاليات الأن مع المستوى السابق لوجودنا هناك تطور ملموس بالأنجاز ومستوي الأداء وأن هذا التطور لا يمكن أن يعزي إلى التطور الحاصل في القوة المستخدمة أو السرعة فقط أو بقية العناصر البدنية ، وإنما جاء نتيجة لدراسة الحركة دراسة علمية وافية واستخدام الأجهزة الحديثة وبناء على ذلك فقد قسم علم البايوميكانيك إلى :-

اولاً :-

الكينماتك :- وهو أحد فروع البايوميكانيك الذي يعني بدراسة الحركة دراسة وصفية من حيث زمانها ومكانها بغض النظر عن القوة التي سبب حدوثها ، وكما عرفها (فؤاد السامرائي) على أنها المادة العلمية التي تهتم بدراسة العلاقة بين حركة جسم ما وبين زمانها ومكانها دون البحث عن القوة التي تسبب هذه الحركة وكلا التعريف يعطيان نفس المفهوم .

ثانياً:-

الكنيتك :- وعرفه (سمير مسلط) على أنه دراسة القوة التي تؤثر بحركة وكيفية التعامل مع هذه القوة أعتبار أن الحركة التي تحدث هي عبارة عن تأثير متبادل بين القوة الداخلية (الذاتية للعضلة) والقوة الخارجية .

التحليل البايوميكانيكي للمهارة المركبة

ويقصد به تناول الظاهرة الحركية للمواد الدراسية بعد تجزئتها إلى عناصرها الأولية الأساسية المؤلفة لها والتحليل الحركي يشمل الدليل الميكانيكي للحركة أو المهارة والتحليل الكنيتكي أن التحليل الحركي أنواع متعددة وكل نوع منها يعتمد بالأساس على وسيلة القياس المستخدمة وعدد المتغيرات المراد تحليلها وبناء على ذلك قسم التحليل إلى ما يلي :-

أولاً :-

التحليل الكمي :- يعني استخدام بأجهزة قياس دقيقة ومثل التصوير السينمائي والتصوير بالآت التصوير الاعتدياية ويذكر (طلحة حسام الدين) [٣] أن هذا الأسلوب من التحليل غير أقتصادي إلا ان الأستعانة بهذا النوع من التحليل يساعد على تكوين صورة عامة من القيم والمقادير المختلفة .

ثانياً:-

التحليل النوعي :- يعتمد هذا الأسلوب على تسجيل حركة الجهاز الفيديو تبين على سبيل المثال ليتمكن من معرفة نوع الأداء علم أن هذا الأسلوب من أساليب دراسة الحركة يكون خاصاً على معرفة الشكل الخارجي المميز له من حيث المسار العام أو ملاحظته وضع الجذع أو الذراعين على سبيل المثال دون التمكن من دراسة دقائق أجزاء الحركة والعوامل المؤثرة فيها .

وذكر (ريسان خريبط ، نجاح مهدي شلش) التحليل النوعي العميق بأنه دراسة دقائق الحرمة بشكل شامل وعميق بأستعمال أجهزة التصوير السينمائي والألات .

كما أستفادت الدراسة المشار اليها من حصان القفز في تحقيق أهدافها في الإجابة على العديد من التساؤلات المطروحة بشأن المشاكل الحركية للأداء باستخدام التحليل الوصفي بيوميكانيكي لأداء وأعتمدت أيضاً العديد من الدراسات على سبيل المثال وليس على سبيل الحصر على نفس الأسلوب في الكشف عن بعض الحقائق التكنيكية لبعض المهارات .

كدراسة **(محمد فؤاد)على جهاز العقلة (١٩٩٠) (١٤) (أحمد مهران) على جهاز الحلق (١٩٩٢) (١) و(ياسر عاشور) على جهاز العقلة (٢٠٠٤)(١٦)**

وقد أشار (**عادل عبد البصير) (١٩٩٨م)** إلى أن الميكانيك الحيوية تلعب دوراً مهم في مجال التعليم المهاري للناشئين وكذلك المتقدمين .

وطاولة القفز ضمن أجهزة جمباز الرجال يعتبر جهاز ذو طبيعة خاصة حيث أن الجهاز الوحيد الذي لا يحتوي على جملة مهارية وأنما يحتوي على مراحل فنية للأداء ستحتاج إلى فهم ودراسة طبيعة خصائص هذه المراحل للتعرف على أهم مميزات كل مرحلة كما أشارت أليه بعض الدراسات التي نذكر منها ديناميكية الارتكاز باليدين على حصان القفز التي أجراها **(طلحة حسام الدين ١٩٨٠)(٨)[٣]** والمعاملات الهندسية لمسارات الطيران التي أجرها **(علي عبد الرحمن)(١٩٨٣)(١٢)** والخصائص التكنيكية الأمامية على اليدين المتبوعة بدورة ونصف دورة هوائية أمامية مكورة التي أجراها **(جمال علاء)(حدين طولان)(١٩٨٥)(٤)** وزاوية الضغوط وعلاقتها بالأداء والتي أجراها **(عبد العزيز خالد)(١٩٧٨)(١١)** والتي استهدفت جميعها الكشف عن متغيرات يعتمد عليها في تطوير مستوي جهاز القفز .

ويذكر **جمال علاء الدين ١٩٩٩م** أنه من الضروري أستحداث وتوظيف الطرق الميكانيكية (الحركية) وكذا الحلول التكنلوجية (التقنية) والتربوية المتقدمة لتسجيل ودراسة مؤثرات وخصائص الحركة الإنسانية للكشف عن طبائع التركيب البيلوجي الحيوي للأداء الحركي ومن خصائص الفردية للأبطال للوصل بما يسمى بفن الأداء الأمثل .

ويشير **طلحة حسام الدين وأخرون ١٩٩٨م** إلى أن كل مدرب يجب أن يعلم التكنيك المثالي الخاص بكل حركة وأن يقوم بتدريب اللاعبين عليه لأنه الطريقة المثلى لتحقيق الهدف باسرع ما يمكن **(٩: ٢٩٦- ٢٩٧)**

ويرى **جيردهوضموث (١٩٩٩م)** أن المنحني الخصائصي لفن الأداء الأمثل لرياضة من الرياضيات يعكس الاستخدام الأمثل للقوانين الميكانيكية على أساس الشروط الميكانيكية الحيوية بأي الالتزامات الميكانيكية المتوفرة وخصائص الجهاز الحركي للإنسان والهدف الأساسي لمعظم أنواع الأنشطة الرياضية هو تحقيق ما هو أسرع وأقوى وأعلى وهذا معناه من وجه نظر الميكانيكية الحيوية بذل شغل ميكانيكي باكبر قدر في أتجاهات مضادة للظروف الخارجية **(الوثب لمسافة أطول أو الارتفاع الأعلى)**.

كما يعني ذلك أيضاً أستغلال الطاقات الميكانيكية لأحدث حركة بأعلى درجة **(مثال ذلك عند القيام بحركات الدوران)** أو بذل جهد ميكانيكي بحد اقصى **(قطع مسافة معينة في أقصر زمن ممكن) (٥: ٣١٥)**.

الجزء النظري

تعتبر رياضة الجمباز إحدى الأنشطة الرياضية التي تطور أدائها الحركي في الأونة الأخيرة بمعدلات سريعة ويعبر عن ذلك بوضوح من خلال ما يثبت هذا في بطولات العالم والدورات الأولمبية من الأرتقاء والتقدم في مجال الأداء المهاري وأن دل ذلك على شيء فأنما يدل على مدى القدرة على توظيف الحقائق العلمية لخدمة هذه الرياضة الا أن رياضة الجمباز في مصر تعاني العديد من المشاكل كي تلحق بركب التطور الرياضي العالمي وذلك ليس فقط بالنسبة للمستويات العالية ولكن أيضا على مستوى القاعدة العريضة.

وتتميز رياضة الجمباز بتعدد أجراءتها والتي تختلف طبيعة الأداء عليها وفقاً لاختلاف الشكل والتركيب الهندسي لكل من هذه الأجهزة ويعد جهاز حصان القفز أحد هذه الأجهزة الذي شمله تطويراً كبيراً وهائلاً خاصة بعد التعديلات الهندسية التي أدخلت على شكله من ناحية وقانون التحكيم من ناحية أخرى .

وتكمن صعوبة الأداء المهاري على طاولة القفز في صغر حجمه كما تمثل صعوبة تقييم الأداء على هذا الجهاز في قلة زمن الأداء حيث لا تتعدى زمن الأداء ست ثواني ويتخلل الأداء في هذه الفترة الزمنية المحدودة مجموعة من المراحل الفنية والتي يشترط حدوثها عند أداء أي مهارة على هذا الجهاز **(٦: ١٠٠)(١٨ :١-٢)**

ويؤكد **بيتر ماكجينز Peter M.Mcgins** على أجراء دراسات مثل المشار اليها في أيضاحه أن تحسن الأداء من أهداف الميكانيكا الحيوية في الرياضة والتمرينات ووسيلتها في ذلك أما أستخدام التحليل الوصفي البيوميكانيكي لتبين التكنيك أو التحليل الوصفي البيومكانيكي لتحقيق التدريب .

وترى **(نيلة الشرقبالي ودلال أحمد) (١٩٩٣)** أن أي كأن حي قادر على تحريك نفسه يخضع في الواقع لتحقيقي هما أنه يجب ان يغير من شكل حركته بأستمرار ويجب أن يدفع في الأتجاه المضاد لأتجاه حركته ضد المحيط الخارجي .

وأنه بناءاً على ذلك يجب عند دراسة اي حركة لابد من ملاحظة وتحليل المتغيرات الشكلية للجسم وأجزاءه وكذلك معرفة مقدار القوة اللازمة لتحريكه فيكلا النواحي الكينمتتيكية والميكانيكية يجب أن تدرس حتى يمكن فهم الحركة بشكل واضح **(١٥ : ٤٢١)**

ويرى الباحث أن الأداء على طاولة القفز يعتمد بالدرجة الأولى على مساهمات أداء الجسم المختلفة أثناء مراحل الأداء المختلفة تحت شروط تعرفها لمتغيرات الأداء البيوميكانيكي المختلفة وتأثيرها على جسم اللاعب في كافة مراحل الأداء حيث أن مرحلة الدفع بالقدمين من المراحل التي تؤثر في مستوي الأداء على طاولة القفز بشكل كبير كما أن الدفع باليدين لا يمكن أن يؤدي إلى تحت ظروف محددة تحققها سرعة وزاوية الأنطلاق من سلم القفز لحظة كسر .

وذلك من خلال ما يمكن لجسم اللاعب أكتسابه من سرعة أفقية ممثلة في سرعة الخطوة الأخيرة للأقتراب اذ ان شكل الجسم من خلال زاوية الدخول والخروج من السلم وكذلك من جسم الطاولة القفز هو الذي يحدد مسار الأداء الحركي على هذا الجهاز في ضوء ما تنتجه النظم الأرتكاز المستخدم في متغيرات دينماكية ومع وضوح أهمية المراحل السابقة وما تلعبه من دور كبير من نجاح الأداء على طاولة القفز فقد ظهرت للباحث عدة تساؤلات حول ما تحتويه دينماكية الارتكاز بالقدمين واليدين واختلاف المجموعات المهارية وكذلك مكونات وأشكال العلاقات المتبادلة لأجزاء الجسم وكذا الاختلافات بين هذه المكونات باختلاف الأداء المهاري داخل هذه المجموعات حيث وجد أن الكثير من الباحثين قاموا بأجراء العديد من الدراسات على هذه الجهاز من وجهات نظر متباينة فمنهم من قام بتحليل الأداء البيومكانيكي ومنهم من قام بوضع برامج تدريبية ومنهم من قام بوضع تصور مقترح لمجموعة من التدريبات النوعية .

الا ان اي من هذه الدراسات وفهم من قام بوضع تصور مقترح لمجموعة من التدريبات النوعية الا ان أي من هذه الدراسات لم ترتبط بدراسة المؤشرات

البيوميكانكية المصاحبة لمراحل الأداء على جهاز طاولة القفز بأختلاف المجموعات المهارية كأساس في توجيه برامج التدريب على هذا الجهاز . ويرجع الباحث إلى أهم نقاط تقييم الفقرات على حصان القفز كما أشر البند رقم (٨) في قانون الجمباز والمنوط بها لجنة التحكم (B) إلى أمكانية أستخدام مهنية التحليل الوصفي والبيوميكانيكي لتحسين الأداء وإلى الحاجة إلى توفير معلومات عن هذه النوعية المهارية لدى المدربين لأعداد لاعبيهم من كافة المستويات عليها وخاصة الشيء المبكر والحاجة إلى الحفاظ على مكانتنا الأقليمية والعالمية على ذلك الجهاز كما سبق أن حققه أحد لاعبي الفريق المصري في العديد من المسابقات الأخيرة لأمتلاكه أكثر من قفزة من مجموعات مختلفة .

رأى الباحث في التعرف على الخصائص البيوميكانيكة لبعض المجموعات المهارية على طاولة القفز فرصته لتحقيق عديد من الأهداف التدريبية على كافة المستويات والإجابة على العديد من التساؤلات العاملين في مجال التدريب التي كانت سبباً أحجاجهم على أعداد وتدريب لاعبيهم على بعض هذه المهارات على طاولة القفز .

ويتمثل الأداء المهاري على جهاز طاولة القفز في أداء القفز لمرة واحدة والخطأ في تنفيذ هذا الأداء يفقد اللاعب قيمة عالية من الدرجة وأحياناً الدرجة بأكملها هذا على عكس الأداء المهاري على بقية أجهزة الجمباز والذي يتضمن أداء جملة حركية وعلى الجانب الأخر فأن التدرج في قيم الدرجات الصعوبة للقفز داخل المجموعات المهارية المتحللة في ضوء محددات الأداء الجيد وفقاً لأختلافات الكمية والكيفية في مقادير المتغيرات البيومكيانكية المرتبطة بكل مرحلة من مراحل الأداء الفني على هذا الجهاز .

الخصائص البيوميكانيكية لحركات الجمناستك

أن تحقيق الأنجاز الجيد وجمالية الأداء وتناسقه بأي يأتي نتيجة الأستثمار الجيد للمتغيرات البيوميكانيكية وتتميز حركة الجمباز بسرعتها العالية وتعدد حركاتها وصعوباتها وظهور حركات جديدة الأمر الذي أدى إلى ضرورة الأهتمام بالتدريب والخضوع في التدريب على الكثير من المتغيرات البيوميكانيكية أن هذه السرعة العالية والتعقيد والربط المتعدد يجعل من حركات الجمناستك تتأثر بالنواحي البيوميكانكية بشكل كبير ،

أن تطور الأداء الفني يخضع إلى الخواص البيوميكانكية وتصنف هذه الخواص غلى نوعين الأول هي الخواص الكنيماتكية الحركات والتي تحدد المسارات الحركية لنقاط جسم لاعبي الجمباز وكذلك سرعة الحركة وزايا مفاصل الجسم والارتفاعات التي يصلها جسم اللاعب حيث أن الحركات تكون على نوعين أما أن تكون حركات اسناد أو أتصال اللاعب مع الجهاز أو الحركات بلا أسناد أم النوع الثاني من الخواص فهي الخواص الكينتكية وتمثل القوة التي تؤثر على جسم اللاعب وتشمل العامل الأساسية لأي حركة جمناستيكية وتتقسم هذه القوة إلى قوة داخلية ذاتية وقوة خارجية (العوامل الخارجية ووزن الجسم) من الممكن أن نعد الأداء الفني نظام حركي متكون من تراكيب عديدة تمكن على تحقيق اهداف مركبة وان تحقيق هذه الأهداف يرتبط بالأسس البيومكانيكية لمهارة معينة ومدى تلائمها لتحقيق الهدف ففي الجمناستك هناك خصوصية في تغير العلاقة بين الأسس البيومكانيكية وتحقيق الهدف الحركي كون المقاومة في الجمناستك هي وزن الجسم وأن تقويم الأداء من حيث شكل الأداء وكيفية حركة الجسم ككل أو أجزاءه في الهواء أو على الأرض او في بداية الحركة حتى نهايتها ولجميع أجهزة الجمناستك كما في الشكل رقم (٢) .

أن الميكانيك أقدم علم في الفيزياء عرفه الإنسان وقد فسرت مفاهيمه الأساسية لتكوين بنية علوم الفيزياء .

الميكانيك :- هو دراسة حركة الأجسام المادية ويقسم إلى جزئيين الأول منه وصف مجرد للحركة ويسمى بعلم الحركة المجردة والثاني يصب في الحركة الناتجة عن القوى المسببة له ويسمى بالديناميك .

الحركة :- هي التغير في موقع جسم بمرور الزمن بالنسبة لجسم ثاني .

أما أذا كان موقع الجسمين النسبي لا يتغير بمرور الزمن فأن كل منهما يكون في حالة سكون بالنسبة للأخر .

أنواع الحركة

١- الحركة الأهتزازية

٢- الحركة الأنتقالية

٣- الحركة الدورانية

الحركة الانتقالية

أذا ثنينا محاور في جسم متحرك وتغير هذه المحاور متوازية إلى محاور أخر مثبته في الفضاء عن أذ يقال بأن حركة اللاعب هي حركة أنتقالية يتحرك اللاعب من موضع إلى أخر كما في لاعب الجمباز تكون حركتهما أنتقالية .

ومن الممكن وصفغ حركة اللاعب بالأنتقال كما مبين في الشكل رقم (١) الذيب يوضح المسار الهندسي لمركز ثقل الجسم على جهاز طاولة القفز .

الحركة المنتظمة التعجيل على خط مستقيم

أذا كان تعجيل اللاعب منتظماً فمعدل تعجيله الأتي $\boldsymbol{a = \frac{dv}{dt}}$

بالتكامل $\boldsymbol{\int dv = a \int dt}$

$$\mathbf{V = at + C_1}$$

حيث C_1 هو ثابت التكامل الذي لا يمكن أيجاد قيمة شروطه الأبتدائية التي تتضمن معرفة السرعة الابتدائية والموقع الأبتدائي .

فأذا كان V_0 تمثل السرعة الابتدائية للاعب عندما يكون الزمن (صفر) t=0

$$\mathbf{V_0 = C_1}$$

$$\mathbf{V = V_0 + at}$$

$$\mathbf{V = \frac{dx}{dt}}$$

$$\mathbf{\frac{dx}{dt} = V_0 + at}$$

بالتكامل ينتج

$$\mathbf{X = V_0 t + {}^{1}\!/_{2}\ at^2 + C_2}$$

فإذا أبتدأت حركة اللاعب من نقطة الأصل عندما يكون الزمن (صفر) T=0 أي أن الشرط الأبتدائي

$$\mathbf{T = 0 \quad , \quad X = 0}$$

$$\mathbf{X = V_0 t + {}^{1}\!/_{2}\ at^2}$$

$a = \frac{dv}{dt}$

$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dt} = \frac{ds}{ds} = \frac{ds}{dt} = \frac{dv}{ds} = v = \frac{dv}{}$

أي أن

$Vdv = adx$

$\frac{1}{2} V^2 = as + C_3$

زمن الشروط الأبتدائية السابقة

$C_3 = \frac{1}{2} V_0^2$

$V^2 = V_0^2 + 2as$

الأجسام حرة السقوط

ويقصد بالأجسام حرة السقوط التي تهمل خلال حركتها مقاومة الهواء أي أذ سقطت أجسام مختلفة بالحجام والأوزان والتراكيب من ارتفاع معين تصل جميعها إلى سطح الأرض في وقت واحد .

معادلات الأجسام حرة السقوط

$$V = V_0 + g\,t$$

$$Y = \frac{1}{2}\,(V_0 + V)\,t$$

$$y = V_0 t + \frac{1}{2}\,g\,t^2$$

$$V^2 = V_0^2 + 2gy$$

الشكل رقم (٣)

لحظة بدء الأنطلاق

V_0=0m

T_0=0s

لحظة الجري

V_0=2m

T=2s

V=2+(10)(2)

V= 2+20

V=22m.s

لحظة القفز

V_0=20m

T=2s

V=20+(10)(2)

V=20 +20

V=40m.s

المناقشات والاستنتاج

المصادر والمراجع

١- سمير مسلط الهاشمي ـ البايوميكانيك الرياضي ـ الموصل دار الكتب للطباعة والنشر ـ ط٢ ـ ١٩٩٩ ص١٤.

٢- نجاح مهدي ، ريسان خريبط ـ التحليل الحركي ـ البصرة مطبعة دار الحكمة ـ ١٩٩٢ ص٤١٥.

٣- طلحة حسام الدين ـ الميكانيكا الحيوية والأسس النظرية والتطبيقية ـ القاهرة ـ دار الفكر العربي ـ ١٩٩٣ـ ص٢١٧ .