الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة العلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف – وهران
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

مطبوعة في مقياس

علم الحركة

الرتبة العلمية: أستاذ محاضر ب

السداسي: الخامس الحجم الساعي: 42 ساعة

الفئة المستهدفة: طلبة السنة الثالثة ليسانس (التربية البدنية والرياضية / التدريب الرياضي)

البريد الإلكتروني: abderahmne.benguenab@univ-usto.dz

إعداد الأستاذ

بن قناب عبد الرحمان

السنة الجامعية

2025 - 2026

1- مدخل لعلم الحركة:

2- تطور الحركة عبر العصور:

تعتبر الحركة أنها وسيلة الإنسان الأول في التعبير عن نفسه، حيث استخدمت الحركة في المجتمع البدائي كلغة ينقل بها الفرد أحاسيسه وأفكاره للآخرين، ويظهر هذا في رقصات القدماء حول النار كأسلوب لإعلان الولاء والخضوع للآلة، أو في رقصات الحرب عند الشعور بالخطر، أو في الرقصات التي تؤدي عند مراسيم الزواج كإعلان للفرح والسرور.

ولقد حضت حركة الإنسان وما حولها من دراسات باهتمام المفكرين على مر العصور، وفيما يلي سوف نستعرض جهود بعض الرواد أصحاب الفضل في وضع أسس ومبادئ دراسة حركة الإنسان عبر التاريخ:

وانطلاقتنا تبدأ من رسوم وتماثيل القدماء المصريين التي تدل على أنهم كانوا يهتمون اهتماماً بالغاً بدراسة الشكل الخارجي لحركات الإنسان، فقط اهتموا بتسجيل أوضاع الجسم وطريقة تحرك الأطراف، وإظهار المدى الحركي لكل مفاصل الجسم أثناء أداء بعض الحركات الرياضية في بعض الرقصات، كما كانوا يتبنون حركات معينه في المناسبات المختلفة كانت هذه الحركات ذات طابع تعبيري مدروس، ودقة التعبير الواضح في رسومهم تدل بما لا يدعو مجالاً للشك أن الفنان المصري القديم كان على دراية وعلم بطبيعة ومدى الحركة البشرية (جي، 2013، صفحة 65).

ويرجع الفضل في ظهور هذا العلم ومدى تطبيقه في المجالات الحياتية المختلفة وخصوصاً المجال الرياضي إلى ما خلفه السابقون من تراث ونقوش وتماثيل تعبيرية كالحركات الرياضية المختلفة الموجودة على بعض جدران المعابد و الموجودة حتى يومنا هذا، حيث نجدها واضحة على معابد "**بني حسن**" وذلك بصعيد مصر والتماثيل التعبيرية المختلفة "**بوادي الرافدين**" بالعراق، أو ما هو موجود بالقرى الأوليمبية باليونان ..... الخ، من تلك النقوش والتماثيل والحركات المختلفة والتي مكنت المبدعين والعلماء والباحثين على الدراسة والتنقيب في إمكانية تعلم تلك الحركات وتحليلها وتطويره.

وكل من شاهد الحركات الرياضية المختلفة على جدران معابد "بني حسن" بصعيد مصر أو على جدران القرى الأولمبية باليونان أو التماثيل الباقية وحتى الآن بالعراق لأحسسنا مدى اهتمام من سبقونا بأوضاع الجسم وشكله وحركة الأطراف عند الجري أو الوثب أو اللقف، وذلك من أوضاع مختلفة مما لا يدعو للشك بأنهم كانوا على دراية كبيرة بكثير من فنون الحركة وأبعادها وتذوقها.

ولقد ذكرت كتب التاريخ أن الفيلسوف اليوناني **أرسطو طاليس** (385 – 322 ق.م) هو أول من اهتم بدراسة الحركة البشرية في التاريخ القديم المسجل، فهو يعتبر بحق الرائد الأول لعلم الحركة، فقد تكلم عن مركز ثقل جسم الإنسان ، وعن الروافع وأثرها على حركة الأجسام، كما برهن على أن الرياضيين يثبون إلى مسافات أبعد إذا حملوا أثقالاً في أيديهم، وأن العدائين يجرون أسرع إذا ما حركوا أيديهم حركة عكسية مع الرجلين أثناء العدو.

وكان أرسطو أول من وصف حركة المشي عند الإنسان على أنها: "تحويل الحركة الدائرية الناتجة من المفاصل إلى حركة انتقالية لمركز الثقل، ولقد كان تحليل أرسطو لحركة المشي هو أول تحليل هندسي لحركة الإنسان في التاريخ".

أما أرشيدس **Archimedes** (287 – 212 ق.م) وهو عالم يوناني توصل إلى قانون الطفو ومازال هذا القانون ذات أهمية قصوى لعلم الحركة في مجال السباحة (جي، 2013، صفحة 101).

وجاء بعد ذلك العالم الروماني "جالن **Gallen** (131 – 1 ق.م)" وهو من رواد علم الطب في العالم ، ساهمت أبحاثه في معرفة ودراسة حركة الإنسان، فهو أول من فرق بين الأعصاب الحسية والأعصاب الحركية وأول من تكلم عن النغمة العضلية **Musicale Tone** وعن الانقباض العضلي، وذكر أن الحركة عند الإنسان تتم نتيجة لمرور ما أسماه "بروح الكائن الحي" من المخ إلى العضلات خلال الممرات العصبية، والواقع أن جالن هو صاحب الفضل في إيجاد التصور العلمي لكيفية حدوث حركة الإنسان من وجهة النظر الفسيولوجية، وقد أهملت دراسة حركة الإنسان بعد جالن قرابة خمسة عشر قرناً.

ثم أحيا دراسة حركة الإنسان من جديد العالم الإيطالي **ليوناردو دافينشي** (1452 – 1519م)، وهو مهندس وفنان اهتم بدراسة حركة الإنسان من زاوية القواعد الميكانيكية التي تحكم هذه الحركة في الجلوس والوقوف والوثب، وهو الذي وجه الأنظار إلى أن الجسم تحكمه نفس قواعد الميكانيكا للأجسام الصلبة.

ويعتبر **جاليليو Galileo** (1564 – 1643م) من العلماء الذين استفاد من أبحاثهم علم الحركة كثيراً، فقد أفاد منهجه في استخدام الرياضيات في حل المشكلات العملية أثره الواضح على علم الحركة ، كما كانت أبحاثه"علاقة الجاذبية الأرضية بالأجسام الساقطة، وعلاقة الزمن بالمسافة والسرعة" دعائم قوية في دراسة حركة الإنسان بعد ذلك ، تابع **الفونس بورويللي** (1608 – 1679م) وهو تلميذ جاليليو أبحاث أستاذه ونشر أول كتاب في الميكانيكا الحيوية هو "الحركة عند الحيوان" ، وقد استخدم التمرينات الرياضية لعلاج بعض التشوهات وهو أول من حدد عن طريق التجربة العلمية موضع مركز ثقل جسم الإنسان ،ثم جاء العالم **إسحاق نيوتن** (1642 – 1727م) الذي كان له الفضل في وضع قواعد وأسس الميكانيكا التي استند عليها علم الحركة وعلم الميكانيكا الحيوية، وفي عام (1741م) نشر العالم **نقولا ادريا** كتابه عن القوام المعتدل للطفل ، وكان لظهور التصوير أثره الفعال في دراسة الحركة البشرية، وكانت أول محاولة لتصوير الحركة هي التجربة التي قام بها حاكم كاليفورنيا حين حاول تصوير جياده وهي تمشي وتقفز ، وقد قام بالتجربة المصور **أدور مايبردج** وتتلخص طريقته في انه وضع أربعة وعشرون كاميرا تعمل متتابعة وتسجل حركة حصان يجري، وهي الحركة المراد دراستها فتم تصوير أربعة وعشرون صورة متتابعة وعند عرض الصور متتابعة يظهر لنا مسار الحركة، وكانت هذه التجربة هي أول تجارب التحليل الحركي عن طريق الصور ونجح **ميبردج** في تصوير بعض الرياضيين بنفس الطريقة.

أما **توماس أديسون** فقد كان له الفضل في تطوير آلات التصوير السينمائي وآلات العرض ، وبظهور التصوير السينمائي فتح الباب على مصراعيه أمام التحليل الحركي ودراسة حركة الإنسان (جي، 2013، صفحة 132).

واستغل **ماري Mart** (1880م) هذا التقدم في تصوير بعض الحركات الرياضية، وهو أول من وضع أسلوب التصوير المتتابع على كدر واحد، هذا وقد تمكن باستخدام هذه الطريقة من تصوير أجزاء الحركة متتابعة خلال وحدات زمنية متساوية وبالتالي تمكن من إيجاد خط سير الحركة وخطوط سير أجزاء الجسم أثناء الأداء الحركي.

واستطاع العالمان الألمانيان **براون وفشر** وعن طريق تجربة ماري من إيجاد العلاقات الكينماتيكية للحركة الرياضية ، كما استطاعا إيجاد مركز ثقل جسم الإنسان عن طريق تجربتهما الشهيرة بإيجاد الوزن النسبي لكل عضو من أعضاء الجسم، وخرج من تجربتهما على الجث بجدوليهما الشهير، الذي يحدد الوزن النسبي لأجزاء الجسم بالنسبة للرجال والسيدات واعتماداً على إيجاد مركز ثقل الجسم في الأوضاع

المختلفة تمكنا من استخراج مسار مركز الثقل وبالتالي إيجاد منحنى السرعة / زمن ، ومنه حددا منحنى التسارع ، باستخدام قانون الميكانيكا: **القوة = الكتلة × العجلة** تمكنا من إيجاد منحنى التوزيع الزمني للقوة.

وتابع السوفياتي **برنشتاين** أبحاث العالمان الألمانيان، وأكمل طريقة التصوير المتتابع، وأتبع أسلوب أسهل وأدق في تحديد منحنى المسافة / زمن.

وتتابعت الدراسات والأبحاث العلمية في النصف الأخير من القرن العشرين حيث ظهرت أهمية دراسة الحركات الرياضية حين اشتددت المنافسة بين الدول في الدورات الأولمبية والمقابلات الدولية.

وما زال العلم يأتينا كل يوم بجديد في مجالات علم الحركة والميكانيكا الحيوية، ولما كان علم الحركة والميكانيكا الحيوية مرتبطان ارتباطاً وثيقاً بالعلوم الأخرى مثل الفسيولوجي وعلم النفس وتكنولوجيا الآلة، فإن أي تقدم في هذه العلوم يعني تقدماً في أسلوب دراسة علم الحركة والميكانيكا الحيوية فعلم الحركة والميكانيكا والباحثون عن أسلوب الأداء الأمثل في مجال التربية الرياضية حريصون دائماً على مسيرة الانفجار المعرفي في العلوم الأخرى بهدف الوقوف على معرفة الأسلوب الأمثل للأداء الحركي الذي يبني عليه التخطيط وتطوير طرق التدريس والتدريب.

وفي بداية الأربعينات نشط الباحثون الأمريكان في مجال علوم الحركة أمثال فلتن "**Futlon**" 1942، **اسبينشاد** "**Espenschad**" 1947 ، ثم **لاتشوف** "**Latchaw**" 1954 ، و **كوفيل** "Cowell" 1961 وذلك في الخمسينات والستينات، حيث ربطوا علم الحركة ببعض العلوم الأخرى.

وفي بداية الخمسينات وحتى نهاية الستينات من القرن العشرين قام ماينل "**Meinel**" رائد علم الحركة في أكاديمية الثقافة الرياضية بمدينة لايبزج بألمانيا الديمقراطية حين ذاك بدراساته وأبحاثه في مجال علم الحركة بمساعدة كل من **شنابل "Shnabel" وكللر "Keller"** وأصدر كتابه المعروف نظريات الحركة والذي يعتبر مرجعاً من المراجع الهامة في علم الحركة بصورته الجديدة.

ويقول **ماينل** بأن ما وصلنا عليه ما هو إلا بداية تحتاج إلى مواصلة جادة من العمل المضني والمستمر لفترة طويلة لوضع الحل الأمثل للمصاعب والمشاكل الحركية المتعددة ، وهذا لا يتأتى من فراغ ، بل بمساهمة وشحذ همم كل العاملين التربويين في البحث والتنقيب فيما يهم علوم الحركة، حيث ارتباطها بالعلوم الأخرى وتخص العلوم التربوية أساساً.

وينظر ماينل للحركات الرياضية عامة على أنها ظواهر متجانسة ومتكاملة لأقسام الحركة المترابطة وهي ليست بيوميكانيكية فقط، بل إنها أشكال إيجابية حركية لتفاعل الإنسان مع المحيط المتعايش معه، وأن صورها وأشكالها تكون متعددة وتحتاج غلى ملاحظة دقيقة ومتعددة الجوانب من أجل استيعابها (خيون، 2002، صفحة 83).

إن قيمة دراسة علم الحركة التربوي يظهر من خلال، ظهور قيمة المحلل الرياضي وقدراته الذاتية والتي تمكنه من الارتقاء بها إلى الموضوعية للإبداع والابتكار، وذلك عند تحليله للحركات عامة والرياضية بنوع خاص، بذلك وجد ماينل منفذاً بسيطاً وطريقاً سهلاً ممهداً لتحليل المهارات الرياضية المتقدمة أو الجماعية والتي لا يمكن للتحليل الكينماتوجرافي حلها ببساطة وسهولة.

فعند مشاهدة عرض رياضي كبير أو لوحة فنية رياضية راقصة أو فريق لكرة القدم أو السلة، بذلك يمكن للمحلل الرياضي الفاهم والواعي والدارس تقويم تلك المهارات والحركات بوضع الأسس التقويمية للحركة: الوزن، الانتقال ، السريان ، الإيقاع الحركي ....إلخ. حيث يصعب تحليلها وتقويمها كينماتوغرافيا.

وهنا يظهر ماينل دور وأهمية المحلل والمقوم الرياضي وقدرته وملكاته على التصرف الصحيح في التحليل والتقويم الحركي.

إننا لا ننكر أهمية التحليل الكيمناتوغرافي أو نقلل من قيمته، بل علينا أيضاً أن نعضد ونظهر أهمية التحليل الوصفي التربوي والذي يعتمد على قدرات الإنسان في الإبداع والابتكار ، حتى تنمو وتتطور مواهبه فلا تضيع فرصة لإمكانية ظهور تلك المواهب.

وبنظرة تأملية لما سبق نجد أن علم الحركة ارتبط يوماً بالميكانيكا وسمي باسم "علم الحركة الميكانيكي" آو "البيوميكانيك" ، وقد ارتبط ببعض العلوم الطبية وسمى باسم "علم الحركة الوظيفي" حتى ظهر ماينل فقد نحى بعلم الحركة نحواً آخر وكما تكلمنا حيث قال: إن نظرة العلوم الطبيعية للحركات الرياضية تقتصر على مدى تطبيق القوانين الفيزيائية والفسيولوجية والتي هي مهمة جداً ولكنها تحتاج إلى مراجعة متأنية وأن توضع في قالب آخر إذا أردنا أن نستفيد من تلك المعلومات في مجالاتنا للمظهر الخارجي للحركة، آخذين في الاعتبار تأثير النواحي التاريخية والاجتماعية والفسيولوجية والتربوية في سير وشكل الحركات والمهارات الرياضية (جي، 2013، صفحة 200) ومن خلال ما تقدم به نلخص مختصر لبعض أهم الأحداث التاريخية لعلم الحركة عبر مرور التاريخ.

جدول(01) يوضح مختصر تاريخي لمسار علم الحركة

الفترة التاريخية	العالم أو المفكر	أهم ماساهم به في علم الحركة
322–385 ق.م	**أرسطو طاليس**	تكلم عن مركز ثقل جسم الإنسان وعن الروافع وأثرها على حركة الأجسام.
212 – 287 ق.م	**أرشميدس Archimedes** وهو عالم يوناني	توصل إلى قانون الطفو ومازال هذا القانون ذات أهمية قصوى لعلم الحركة في مجال السباحة.
1–131 ق.م	**جالن**	أول من فرق بين الأعصاب الحسية والأعصاب الحركية وأول من تكلم عن النغمة العضلية Musicale Tone وعن الانقباض العضلي.
(1452 – 1519م)	**ليوناردو دافينشي**	اهتم بدراسة حركة الإنسان من زاوية القواعد الميكانيكية التي تحكم هذه الحركة في الجلوس والوقوف والوثب.
(1564 – 1643م)	**جاليليو Galileo**	تطرق لعلاقة الجاذبية الأرضية بالأجسام الساقطة، وعلاقة الزمن بالمسافة والسرعةوالت هي دعائم قوية في دراسة حركة الإنسان بعد ذلك.
(1608 – 1679م)	**الفونس بورويللي**	استخدم التمرينات الرياضية لعلاج بعض التشوهات وهو أول من حدد عن طريق التجربة العلمية موضع مركز ثقل جسم الإنسان.

(1642 – 1727م)	إسحاق نيوتن	كان له الفضل في وضع قواعد وأسس الميكانيكا التي استند عليها علم الحركة وعلم الميكانيكا الحيوية.
1741م	نقولا ادريا	كتابه عن القوام المعتدل للطفل وكان لظهور التصوير أثره الفعال في دراسة الحركة البشرية
1880م	ماري Marte	استخدام طريقة تصوير أجزاء الحركة المتتابعة خلال وحدات زمنية متساوية وبالتالي تمكن من إيجاد خط سير الحركة وخطوط سير أجزاء الجسم أثناء الأداء الحركي.
/	براون وفشر	تمكنا من استخراج مسار مركز الثقل وبالتالي إيجاد منحنى السرعة / زمن ، ومنه حددا منحنى التسارع ، باستخدام قانون الميكانيكا: **القوة = الكتلة × العجلة** تمكنا من إيجاد منحنى التوزيع الزمني للقوة.
بداية الخمسينات	ماينل "Meinel" شنابل "Shnabel" وكللر "Keller"	وأصدر كتابه المعروف نظريات الحركة والذي يعتبر مرجعاً من المراجع الهامة في علم الحركة بصورته الجديدة،يظهر ماينل دور وأهمية المحلل والمقوم الرياضي وقدرته وملكاته على التصرف الصحيح في التحليل والتقويم الموتوري (الحركي.

3– مفهوم علم الحركة :

هو دراسة الحركة الإنسانية من وجهة نظر العلوم الطبيعية، فدراسة حركة الجسم الإنساني تعتمد على ثلاث ميادين دراسية هي علم الميكانيكا وعلم التشريح وعلم وظائف الأعضاء ، ومعظم الدراسات الخاصة بعلم الحركة تعتمد أساساً على علمي الميكانيكا والتشريح بجانب دراسات منفصلة عن فسيولوجية عمل العضلات والتي تغطي جزء كبير من الجانب الثالث ، إلا وهو علم وظائف الأعضاء حيث أن هناك مفاهيم فسيولوجية معينة لا يمكن تجاهلها عند تدريس مادة علم الحركة.

في الماضي عندما كانت أنشطة التربية البدنية بسيطة ولا تشتمل على المهارات الحركية المعقدة، كانت محتويات المنهج الدراسي لمادة علم الحركة تعتمد أساساً على التشريح الوظيفي وبالتدريج وعندما تعقدت المهارات الحركية وأشتمل منهاج التربية البدنية على المهارات التي تتطلب توافق عضلي وعصبي ودرجه عالية من التحكم والاتزان ظهرت الحاجة إلى دراسة الأسس الميكانيكية التي تطبق على التكنيك الرياضي للوصول بالأداء إلى أعلى مستوى ممكن، والأسس الميكانيكية لا تطبق فقط على حركة الجسم الإنساني بل تطبق كذلك على حركة الأداء المستخدمة مثل الكرة والمضرب، والرمح، والجلة، والقرص إلى آخر الأدوات التي تستخدم في الأغراض الرياضية (احمد، 2010).

وبفضل بعض العلماء تسمية علم الحركة بدراسة الحركة لأنها ليست علم قائم بذاته، ولأن الأسس التي تعتمد عليها هذه المادة متسقة من العلوم الأساسية كالتشريح والفسيولوجي والطبيعة وعلى أي حال فإن الإسهام الحقيقي لهذا العلم أو لهذه الدراسة هو اختيار الأسس التي تحكم الحركة الإنسانية من عدة علوم وتنظيم طريقة تطبيقها ، وقد أعطى هذا العلم نظره جديدة للحركة الإنسانية التي تعايشها، وفتح الباب على عالم جديد وآفاق جديدة لاكتشاف وتقدير الحركة الإنسانية.

ولو فكرنا قليلاً فلا يسعنا إلا أن نتأثر ليس فقط بجمال الحركة الإنسانية ولكن كذلك بقدرتها اللامحدودة، بمعناها، بنظامها ، بطريقة تكيفها وتفاعلها مع البيئة المحيطة ، فلا شيء متروك للصدفة أو للمصادفة ، فكل عضو مشترك في حركة الجسم يقوم بهذا الأداء في خضوع تام للأسس الفسيولوجية والطبيعية.

4- تعريف علم الحركة:

عرفه **كورت ماينيل** بأنه:

"العلم الذي يبحث في المظهر الخارجي لسير الحركة".

ويعرفه **حامد عبد الخالق** بأنه:

"هو العلم الذي يقوم بدراسة الأداء الحركي للإنسان بغرض الوصول إلى أعلى مستوى بما تسمح به إمكانات وطاقات البشر".

يعرفه **باور "Bawer"** : "بأنه ميدان دراسة القوانين والمبادئ المتعلقة بحركة الإنسان بهدف الوصول إلى الكفاية الحركية".

مما تقدم يمكن تعريف علم الحركة وكما يلي:

"العلم الذي يبحث في شكل الخارجي للحركة ومدى تعلم وتطور حركات الإنسان المختلفة منذ الولادة إلى الشيخوخة" (الديلمي، 2016، صفحة 67).

5- أهمية دراسة علم الحركة

- ✓ يساعد الفرد على تفهم الحركات التي يقوم بها مما يساعده على أدائها بطريقة سليمة وكذا تجنبه الحوادث والأخطار.
- ✓ يساعد الفرد على الإحساس بالقوام المعتدل وحسن استخدام أطراف الجسم وأجزائه المختلفة.
- ✓ يوفر للفرد القدرة على تقويم الحركات من حيث تأثيرها على التكوين البدني وكذا معرفة الأخطاء وسببها.
- ✓ يساعد الرياضي في الوصول إلى مستوى الأعلى إذا توفرت لديه الإمكانيات وذلك بتطبيق المبادئ والقوانين الميكانيكية والحركية في التدريب.
- ✓ يوفر للفرد القدرة على تحليل الحركات المختلفة.
- ✓ يسهل على أستاذ التربية البدنية والرياضية عملية ا لتدريس وذلك باستخدام الأسس العلمية من حيث تحليل الحركات الرياضية وبالتالي إمكان تحديد الأخطاء واكتشافها والعمل على إصلاحها ، مع معرفة النقاط الفنية الخاصة بكل مهارة حركية.
- ✓ يساعد الأستاذ والمدرب على وضع البرنامج المناسب تبعاً للسن والجنس والحالة الصحية، كذا وضع برنامج للفئات الخاصة وذوي الاحتياجات.

6 - مجالات علم الحركة:

6-1- مجال دراسة الحركات الرياضية:

يهتم علم الحركة والميكانيكا الحيوية اهتماماً بالغاً بدراسة الحركات الرياضية، وزاد هذا الاهتمام حينما اشتد الصراع في المقابلات الدولية، وحينما تحول الصراع إلى استعراض للمستوى العلمي الذي وصلت إليه الدول المتنافسة في مجال الرياضة، ونلاحظ

أنه كلما زاد الصراع بين الدول في المجال الرياضي كلما اندفع الباحثون نحو دراسات أعمق للحركة الرياضية لتقنين جميع العوامل التي تؤثر على مستوى أداء الفرد، وتأثير القوى المختلفة سواء كانت هذه القوى الداخلية أو الخارجية أو التأثير المتبادل بين القوى الداخلية والخارجية وتأثيرهما في دراسة الحركة الرياضية (بسطوسي، 1996، صفحة 43).

6-2- المجال الطبي:

اتجه علم الحركة والميكانيكا الحيوية أخيراً إلى الميدان الطبي حيث ساهما في تشخيص بعض حالات الانحراف في القوام وتحديد الحركات السوية للإنسان ، وبالتالي معرفة نواحي القصور أو العجز كما ساهما في تحديد المهام الحركية الواجب توافرها عند تصنيع الأطراف الصناعية كما تساعدا في تحليل حركات الخواص والمساعدة في وضع برامج لتأهيلهم والمشاركة في علاجهم.

6-3- مجال الصناعة والإنتاج:

تمشياً مع ظروف واحتياجات العصر الحديث فقد دخل علم الحركة والميكانيكا الحيوية ميدان الصناعة والإنتاج حيث اهتم بدراسة وتحليل الحركات المهنية وطبيعة حركة العامل ومدى توافقها مع طريقة تشغيل الآلة، ومحاولة إيجاد أعلى توافق بين حركة العمل وأسلوب تشغيل الآلة بهدف تحقيق أفضل مستوى لتشغيل الآلة بأقل جهد ممكن من العامل.

6-4- مجال التطور الحركي للإنسان:

وفى هذا المجال يقوم علم الحركة والميكانيكا الحيوية بدراسة تطور حركة الإنسان منذ الولادة وحتى الشيخوخة أي دراسة المميزات الحركية لكل مرحلة سنية يمر بها الإنسان.

6-5- مجال الحركة في الفراغ:

مما لا شك فيه أن علماء الفراغ حين قرروا إرسال إنسان إلى الفراغ بعيداً عن الجاذبية الأرضية وعندما فكروا في إنزال إنسان على سطح القمر لابد أنهم فكروا وقاموا بدراسة حركة الإنسان حين ينعدم الوزن أو حينما يسير على القمر وتبلغ جاذبيته ربع الجاذبية الأرضية ويساهم علم الحركة والميكانيكا في دراسة وتحليل حركة الإنسان في أي مكان وتحديد العوامل المؤثرة عليها سواء في الفراغ أو في أي مجال آخر (بسطوسي، 1996، صفحة 45).

المحاضرة رقم 03 **يوم الثلاثاء 16 نوفمبر 2023**

المدة: ساعة ونصف

المحور الثالث : التطور الحركي :

من المعروف أن الدراسات التي تهتم بطريقة تعلم المهارات الحركية هي مجال مشترك بين علم النفس وعلم الحركة هذه الدراسات تهتم بالعوامل التي تساعد على التعلم الحركي، كما تهتم بالمراحل التي يمر بها الفرد أثناء تعلمه للمهارات الحركية، وهدف هذه الدراسات هو إيجاد تصور صحيح لدى المعلمين والمدربين للمراحل التي يمر بها التلميذ أثناء تعلمه لأحدى المهارات الحركية وخصائص كل مرحلة وواجبات المعلم أثناء كل مرحلة.

7- مفهوم التطور والتطور الحركي

ومن الظواهر الواضحة في التطور الإنساني هو التطور الحركي، والذي يشكل بالنسبة للطفل حلقة هامة ومتممة لتطور عدد كبير من أنماط سلوكه والمتمثلة في التغيرات التي تطرأ على قوة الفرد وشدة عضلاته وقدرته على تحريك أعضاء جسمه وانتقاله من مكان إلى آخر، ويعرف التطور الحركي بأنه " **اكتساب قدرات ومهارات إرادية كالقبض والمشي والقفز والاتزان تسير في تطورها وفق نسق يكاد يكون عالمياً**".

كما عرف (الخولي، 2009، صفحة 120) التطور الحركي بأنه "التغيرات في السلوك الحركي خلال حياة الإنسان، والعمليات المسؤولة عن هذه التغيرات"، بينما عرفه (المولى، 1991، صفحة 138)بأنه "تطور الإنسان من الأداء العشوائي إلى الأداء السليم وذو المعنى الإنساني واكتسابه قدراته المختلفة عن طريق اللغة والتفكير والإدراك وهو أحد وسائل التعلم وجمع المعلومات"، (الكرمدي، 2015)فقد عرف التطور الحركي "بأنه عملية مركبة ترتبط بالتغيرات الحركية المرتبطة بالعمر والخبرة، والناحية المعرفية أو العقلية والاجتماعية والانفعالية".

7-1- مراحل التطور الحركي

فيقول سبحانه وتعالى

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ (يأيها الناس إن كنتم في ريب من البعث فإنا خلقناكم من تراب ثم من نطفة ثم من علقة ثم من مضغة مخلقة وغير مخلقة لنبين لكم ونقر في الأرحام ما نشاء إلى أجل مسمى ثم نخرجكم طفلاً، ثم لتبلغوا أشدكم ومنكم من يتوفى ومنكم من يرد إلى أرذل العمر لكيلا يعلم من بعد علم شيئاً (صدق الله العظيم (الحج : 5)

إن الملاحظ لحياة الإنسان وتطورها يرى بكل وضوح إن هناك مراحل متميزة في هذه الحياة تمتاز كل منها بمجموعة من الخصائص التي تختلف في مجموعها عن الخصائص التي تميز المراحل الأخرى، إذ أدرك الإنسان منذ القدم وجود هذه المراحل في حياته وحاول أن يصفها ويحدد الخصائص والصفات التي تميز كلاً منها، فجاءت في لغتهم المصطلحات التطورية التي تصف هذه المراحل، فيقولون هذا رضيع وذاك فطيم، وهذا دارج، وهذا مثغور إلى غير ذلك من المصطلحات التي تصف المراحل التطورية المختلفة في حياة الإنسان.

وبالرغم من اعتراف العلماء بأن التطور هو عملية مستمرة إلا أنهم لاحظوا إن هذا التطور يأخذ في كل جانب من جوانبه المختلفة مجموعة من الخصائص والصفات تختلف من مرحلة إلى أخرى، ولذا رأوا إن يقسموا دورة العمر إلى مراحل تطورية وذلك لغرض دراستها وملاحظتها وسهولة التحليل والوصف.

ولقد حظيت فكرة مراحل العمر في مجال التطور الحركي باهتمام العديد من العلماء حيث قسموا التطور الحركي للإنسان منذ الولادة وحتى سن الشيخوخة إلى مراحل متعددة، وليس هنالك تقسيم واحد لمراحل التطور الحركي ولكن في الواقع إن هنالك كثيراً من التقسيمات التي تختلف باختلاف العلماء لذلك انقسمت دراسة مراحل التطور إلى اتجاهات عديدة منها:

جدول (02) يوضح أهم الاتجاهات والمدارس التي قسمت مراحل التطور الحركي

الاتجاه الأول	الاتجاه الثاني	الاتجاه الثالث
المدرسة الشرقية (ماينل)	**المدرسة العربية (وجيه محجوب)**	**المدرسة الغربية (جاليهيو 1982)**
1 مرحلة الرضاعة: (**1–12 شهر**). **2**. مرحلة الطفولة: (**2–3 سنة**). **3**. مرحلة ما قبل المدرسة: (**3–7 سنوات**). **4**. مرحلة المدرسة الابتدائية: (**7–10 سنوات**). **5**. مرحلة المدرسة الابتدائية المتأخرة : (**10–12 سنة**) بنات و(**10–13سنة**) بنين. **6**. مرحلة المراهقة: وتشمل– أ. المراهقة الأولى (**11–14 سنة**) بنات و (**12–15 سنة**) بنين. ب. المراهقة الثانية (**13–18 سنة**) بنات و (**14– 19 سنة**) بنين. **7**. مرحلة الرجولة: وتشمل مراحل فرعية هي – أ. الرجولة المبكرة: (من 20/18 إلى 30 سنة). ب. الرجولة المتوسطة: (من 45/30 إلى 50 سنة). ج. الرجولة المتأخرة : (من 50/45 إلى 70/60 سنة). **8**. مرحلة الكهولة: (60–70 سنة فما فوق).	**1 المرحلة الأولى** : وهي مرحلة الولادة وتمثل السنة الأولى. **2. المرحلة الثانية** : وهي مرحلة الحضانة من سنة إلى ثلاث سنوات. **3. المرحلة الثالثة** : قبل المدرسة من (3) سنوات إلى دخول المدرسة (7) سنوات. **4. المرحلة الرابعة**: الابتدائية وتشمل : أ. المدرسة الابتدائية الأولى (الأول،الثاني،الثالث الابتدائي). ب. المدرسة الابتدائية الثانية (الرابع، الخامس، السادس الابتدائي). **5. المرحلة الخامسة**: المراهقة وتشمل – أ. المراهقة الأولى (الأول، الثاني، الثالث المتوسط). ب. المراهقة الثانية (الرابع، الخامس، السادس الإعدادي). **6. المرحلة السادسة**: الرجولة وتشمل– أ. الرجولة الأولى: (الشباب). ب. الرجولة الثانية: (المتوسطة). ج. الرجولة الثالثة: المتأخرة . **7. المرحلة السابعة**: (الكهولة).	**1** مرحلة الحركات المنعكسة **ReflexiveMovement Phase** **2**. مرحلة الحركات الأولية **RudimentaryMovementPhase** **3**. مرحلة الحركات الأساسية **Fundamental Movement Phase**. **4**. مرحلة الحركات المتعلقة بالرياضات والألعاب **Sport– related Movement Phase**.

7-2-التطور الحركي للطفل في مرحلة ما قبل سن المدرسة:

تعد مرحلة ما قبل سن المدرسة مرحلة حيوية ومهمة جداً للتطور الحركي عند الأطفال، فبعد إن تنتهي سنين مرحلة الطفولة بنهاية السنة الثالثة من عمر الطفل تفسح المجال لمرحلة أعلى هي مرحلة ما قبل المدرسة والتي تمتد من 3 إلى 7 سنوات إذ تمثل ازدياد مهارة الطفل في أوجه النشاط الحركي، إذ يشير (وجيه، 2001، صفحة 59) بأن "مرحلة ما قبل المدرسة هي مرحلة إتقان أشكال الحركات المختلفة وكذلك الحصول على إمكانية الربط الحركي فضلاً عن ذلك فأنها تعد مرحلة البناء الأساسي للتوافق الحركي، ويصل التعلم إلى أعلى مستواه في هذه المرحلة وان التطور الحركي للطفل في هذه المرحلة يظهر في ثلاث اتجاهات وهي:

* الزيادة السريعة لكمية الإنجاز.

* التحسن الواضح لنوعية الحركة.

* الزيادة في أنواع أشكال الحركات المسيطر عليها حل الواجبات المختلفة".

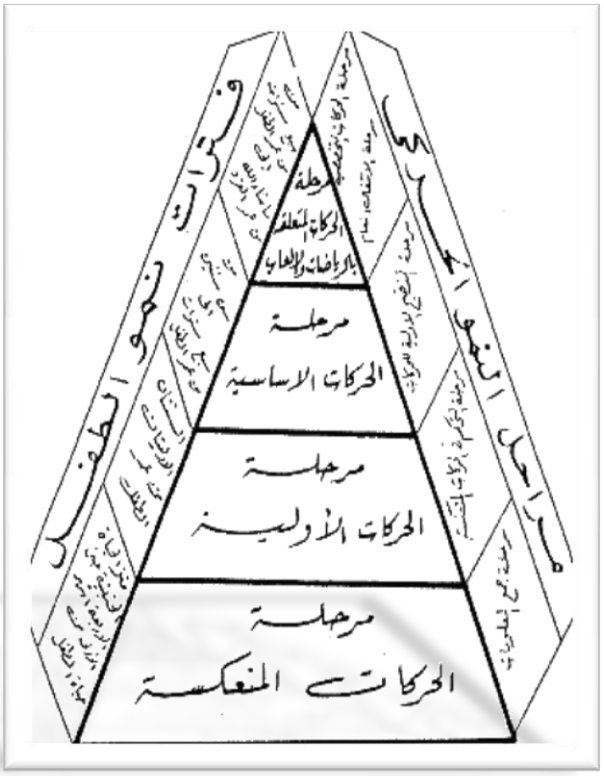
تمتاز حركات الطفل في بداية السنة الثالثة من عمره بالشدة وسرعة الاستجابة والتنوع في كمية الحركات التي يؤديها ، فبعد أن كانت حركاته في السنتين الأوليتين من عمره تشمل على المشي وتحريك أعضاء الجسم والمسك بالأشياء بصورة عشوائية وغير منتظمة نجد أن هذه الحركات تأخذ صوراً شتى كالجري، والقفز من أعلى إلى أسفل، والقفز لمسافات بعيدة، والتزحلق وصعود ونزول السلم، والسير على أطراف الأصابع، وركوب الدراجة ذات الثلاث عجلات والعجلتين، وان هذه الحركات تعتمد على العضلات الكبيرة في الجسم.

ويتطور النمو الحركي تدريجياً خلال مرحلة ما قبل المدرسة فالطفل يستطيع ضبط الكثير من حركاته، وتحدث بعد الخامسة من العمر تطورات أساسية تتمثل بنمو الحركات الدقيقة المتناسقة وتشمل مجموعة من العضلات الصغيرة التي تستعمل في رمي الكرات ومسكها، وفي مهارة الكتابة، وعندما يكون الطفل في عمر السادسة يكون قادراً على التكيف لمتطلبات المدرسة والمساهمة في النشاطات والألعاب مع الأفراد".

أما تعلم الحركات فيكون مختلفاً لدى الأطفال، إذ يتم على مقدار تعلمهم لشكل الحركات المتعددة والمعقدة والتي تكون بمثابة قاعدة أساسية للحركات الجديدة وتوجد اختلافات كبيرة في السنين الأولى من مرحلة الطفولة فلكل سنة لها تطورها الحركي الذي يختلف عن السنة التي قبلها أو بعدها ولكن تؤخذ كمرحلة واحدة وتسمى مرحلة ما قبل المدرسة، ويختلف التطور الحركي كذلك عل أساس الفروق الفردية أيضا فتكون قابلية التقدم بالحركات والمهارات على أساس البناء الحركي والتوازن، وتنفيذ الحركات المركبة،فطفل السنة الرابعة مثلاً يختلف عن طفل السنة الخامسة والسادسة في أداءه الحركي ، إن الحركات في هذه المرحلة تتميز بالقوة والسرعة، وان البناء الحركي للمهارة يتحسن وكذلك يظهر الوزن والنقل الحركي وتصل المرونة إلى أبعد مداها الحركي إذا ما استغلت بشكل صحيح، لأنها مرحلة إتقان الصفات الحركية (محجوب، 1989، صفحة 87).

ومن خلال ما تقدم نستطيع القول بأن الطفل في هذه المرحلة يتعلم المهارات الحركية الأساسية ويتقنها والتي تعد أساس جميع الحركات المختلفة والمتقدمة التي يحتاج إليها لتطوره اللاحق ويظهر استخدام هذه المهارات الأساسية في ألعابه المختلفة، إذ إن استعداد الطفل للتطور الحركي في مراحله المتقدمة يعتمد اعتماداً كبيراً على بناء الأنماط الحركية التي تكونت عند الطفل في وقت سابق، ونلاحظ

بأن هناك فرقاً في الأداء الحركي بين الطفل في السنة الثالثة والطفل في السنة الرابعة والخامسة ويظهر هذا الفرق في كيفية الأداء، ومستوى الإتقان، وربط هذه المهارات بمهارات حركية أخرى، وترتبط سرعة تطور النمو الحركي للطفل بالفرص المتاحة له لممارسة الأنشطة الحركية المختلفة.



شكل بياني (02) يوضح مراحل التطور الحركي

8- مفهوم المهارات الحركية الأساسية وأهميتها

إن مصطلح المهارات الحركية الأساسية يطلق على النشاطات الحركية التي تبدو عامة عند معظم الأطفال وتتضمن نشاطات مثل رمي الكرات والتقاطها، والقفز والوثب، والحجل، والتوازن، وتعد ضرورية للألعاب المختلفة التي يقوم بها الأطفال ، ويضيف (العلاوي، 1987، صفحة 15) أن مصطلح المهارات الحركية الأساسية يشير إلى "بعض مظاهر الإنجاز الحركي التي تظهر مع مراحل النضج البدني المبكرة مثل الحبو، والمشي، والجري، والدحرجة، والوثب، والرمي، والتسلق، والتعلق، ولأن هذه الأنماط **Patterns** الحركية تظهر عند الإنسان في شكل أولي، لذا يطلق عليها اسم المهارات الحركية الأساسية **Fundamental Skills** أو الرئيسية.) **Basic Skills**

كما عرفها (السامرائي، 1987، صفحة 69) بأنها "تلك الحركات الطبيعية الفطرية التي يزاولها الفرد ويؤديها بدون إن يقوم أحد بتعليمه اياها مثل المشي، والجري، والقفز، والتعلق".

بينما عرفت (الديلمي، 2016)المهارات الحركية الأساسية بأنها "أشكال ومشتقات الحركات الطبيعية والتي يمكن التدريب عليها واكتسابها في عديد من الواجبات الحركية التي تشكل تحدياً لقدرات الطفل من اجل اكتساب حصيلة جيدة من مفردات المهارات الحركية".

وتعد المهارات الحركية الأساسية متطلباً رئيسياً وقبلياً لأغلب المهارات المتعلقة بالألعاب الرياضية، وان الفشل في الوصول إلى التطور والإتقان لهذه المهارات يعمل كحاجز لتطور المهارات الحركية التي يتم استخدامها في الألعاب الرياضية إذ تؤكد ذلك (السلام، 2013) أنه "من الصعب أن يصبح الفرد ناجحاً في الأداء الحركي في لعبة كرة السلة على سبيل المثال إذا لم تصل مهاراته الأساسية في الرمي واللقف والمحاورة والجري إلى مستوى النضوج فهنالك حاجز مهاري بين نمو أنماط مرحلة المهارات الحركية الأساسية وأنماط مرحلة مهارات الألعاب"،كما يؤكد ذلك (بسطوسي، 1996، صفحة 16) بأن الطفل إذ لم يتمكن من تطوير المهارات الحركية الأساسية في مرحلة ما قبل المدرسة سوف يؤدي ذلك إلى مواجهة الطفل صعوبات كبيرة في تعلم مهارات الألعاب الرياضية في مراحل الطفولة والمراهقة وهذا ما يسمى بـ "حاجز الكفاءة".

ويضيف (راتب، 1999) إلى إن المهارات الحركية الأساسية التي تمتد فترتها ما بين 2-7 سنوات تحتل أهمية مميزة بالنسبة لتطور مراحل النمو الحركي، وتعد أساسا لاكتساب المهارات العامة والخاصة المرتبطة بالأنشطة الرياضية المختلفة في مراحل النمو التالية وخاصة أثناء فترة الطفولة المتأخرة والمراهقة.

8-1- تصنيف المهارات الحركية الأساسية

لقد تضمنت المؤلفات المتنوعة من بحوث ودراسات وكتب في مجال المهارات الحركية الأساسية تصنيفات متعددة لهذه المهارات وذلك نظراً لتباين وتنوع وجهات النظر، ولكن يمكن تصنيف المهارات الحركية الأساسية إلى ثلاث فئات رئيسية تمثل وجهة نظر كل من دافيد جاليهيو ، و (الخولي، 2009)، و (راتب، 1999، صفحة 90)، وفيما يأتي عرض لتصنيفات المهارات الحركية الأساسية حسب وجهات النظر السابقة:

8-2- المهارات الانتقالية:

وهي تلك المهارات التي تؤدي إلى تحريك الجسم من مكان إلى آخر عن طريق تعديل موقعه بالنسبة لنقطة محددة على سطح الأرض، وتشمل المهارات الانتقالية، المشي، والجري، والوثب الطويل والعمودي، والحجل والتسلق.

8-3- مهارات المعالجة والتناول:

وهي تلك المهارات التي تتطلب معالجة الأشياء أو تناولها بالأطراف كاليد والرجل أو استخدام أجزاء أخرى من الجسم وتتضمن هذه المهارات وجود علاقة بين الطفل والأداة التي يستخدمها وتتميز بإعطاء قوة لهذه الأداة أو استقبال قوة منها، وتجمع مهارات المعالجة والتناول بين حركتين أو أكثر، ومن خلال هذه المهارات يتمكن الأطفال من استكشاف حركة الأداة في الفضاء من حيث تقدير كتلة الشيء المتحرك، والمسافة التي يتحركها، وسرعة واتجاه الأداة، وتشمل مهارات المعالجة والتناول مهارات كالرمي، والاستلام(اللقف)، والركل، ودحرجة الكرة، وطبطبة الكرة، والضرب، والالتقاط.

8-4- مهارات الاتزان الثابت والحركي:

وهي تلك المهارات التي يتحرك فيها الجسم حول محوره الرأسي أو الأفقي وتتضمن هذه المهارات:

الاتزان الثابت: ويقصد به القدرة التي تسمح للطفل بالاحتفاظ بثبات الجسم دون سقوط أو اهتزاز عند اتخاذ أوضاع معينة.

ب. الاتزان الحركي:- ويقصد به القدرة التي تسمح للطفل بالتوازن أثناء أداء حركي معين، وتشمل مهارات ثبات واتزان الجسم مهارات كالثني، والمد، والمرجحة، واللف، والدوران، والدحرجة، والاتزان المقلوب، والاتزان عل قدم واحدة، والمشي على عارضة التوازن.

9- التطور الحركي للمهارات الحركية الأساسية في مرحلة ما قبل سن المدرسة:

إن التعرف على التطور الحركي للطفل ولاسيما تطور المهارات الحركية الأساسية له أكبر الأثر بالنسبة للآباء والمربين، وجميع الذين يتعاملون مع الطفل ويتابعون تطورهم عن وعي وإدراك من أجل تهيئة الظروف والعوامل البيئية المناسبة لتحقيق التطور الحركي للطفل، وكذلك إن التعرف على التطور الحركي للطفل له أهمية في تحديد المناهج والأنشطة الرياضية لأن بناء أي منهاج في هذه المرحلة العمرية يتطلب منا معرفة مقدار التطور الحركي الذي وصل إليه الطفل، وفيما يأتي عرض لبعض المهارات الحركية الأساسية وتطور أداءها والتي تضمنها المنهاج المقترح وكما يأتي (السلام، 2013، صفحة 213):

9-1-مهارة الركض:

يعد الركض امتدادا طبيعياً لحركة المشي التي يؤديها الطفل، إذ أن تطور الركض يعتمد بشكل أساسي على حركة المشي السريع للطفل، إذ تعد بمثابة مرحلة تمهيدية لمهارة الركض، وتظهر المحاولات الأولى للركض عندما يؤدي الطفل حركة المشي السريع في حوالي الشهر الثامن عشر بعد الولادة، ولكن لا يعد حركة ركض حقيقي لأن الطفل لا يمتلك القوة العضلية بالقدر الكافي الذي يسمح للقدمين أن تتركان الأرض بصورة دقيقة، ويختلف الركض عن المشي في أن هناك فترة طيران قصيرة أثناء كل خطوة وتسمى مرحلة عدم الارتكاز أو مرحلة الطيران، في حين يكون المشي على اتصال دائم بالأرض أما بقدم أو بالقدمين معاً، ويمكن ملاحظة فترة الطيران

أثناء الركض خلال السنة الثانية من عمر الطفل، وتعد مهارة الركض من المهارات الأساسية التي يتوقف عليها نجاح الكثير من المهارات الرياضية والألعاب المختلفة.

وفي السنة الرابعة من عمر الطفولة يلاحظ حركة الرجلين والذراعين التوافقية أثناء الركض عند حوالي 30% من الأطفال، ولكن عند النظر بشكل عام نلاحظ أن حركة الطفل تؤدى بصورة غير منتظمة وتكون حركة الرجلين قصيرة وذات ضربات قوية مع قلة مجال الحركات وعدم انتظام حركات الذراعين، وفي عمر خمس سنوات نلاحظ إن تطور توافق الركض يصل إلى حوالي 70-75 % وبعد سنة يصل التطور إلى 90% فتظهر حركة الركض بوضوح في عمر 5-7 سنوات وبصورة خاصة زيادة سعة الخطوة نتيجة لزيادة قوة الدفع المناسبة في لحظة المد من مفصل الركبة مع زيادة رفع الفخذ كذلك تتحسن سرعة الركضة ورشاقتها عند الأطفال في عمر 5-7 سنوات، إن نسبة النمو السنوية عند الطفل في السنوات الأولى من الدخول إلى المدرسة تكون أكبر مقارنة مع نموه في مراحله الأولى.

9-1- مهارة الوثب:

تعني مهارة الوثب اندفاع الجسم في الهواء بوساطة دفع أحدى الرجلين أو الرجلين معاً، ثم الهبوط على أحدى القدمين أو القدمين معاً، ويمكن أن تؤدى مهارة الوثب في اتجاهات مختلفة وبإشكال متنوعة، مثل الوثب لأعلى أو لأسفل أو للأمام أو للخلف أو للجانب، ومن الأهمية أن ينظر إلى مهارة الوثب كإحدى المهارات الأساسية المستقلة والهامة، فضلاً عن أنها مهارة تتسم بقدر من الصعوبة يزيد عن مهارة الركض، ويعود سبب ذلك إلى إن مهارة الوثب تتطلب من الطفل فضلاً عن توافر قدر ملائم من القوة يسمح بدفع الجسم في الهواء، أن يمتلك قدراً كافياً من التوافق العضلي العصبي الذي يسمح باحتفاظ الجسم بتوازنه أثناء الطيران وعند الهبوط ، وتظهر المحاولات الأولى للوثب عندما يكون الطفل في وضع مرتفع قليلاً على درجة مثلاً وينزل عن ذلك المستوى المرتفع نزولاً قوياً، فيبدو قفزه وكأنه خطوة ثقيلة إلى الأسفل، ويتمكن الأطفال عند سن الثانية والنصف تقريباً من القفز مستخدمين القدمين معاً"، وعندما يبلغ الطفل عامه الثالث والرابع يشهد تقدماً ملحوظاً لأداء مهارة الوثب لأسفل وذلك من حيث مسافة الوثب وتنوع أنماط الوثب،"وفي عمر خمس سنوات يستطيع الطفل تأدية القفز من الثبات وكذلك القفز لأعلى والقفز العريض ومن الركضة التقريبية كذلك فأنه يستطيع القفز فوق خطين أو منطقة محددة ومرسومة على الأرض".

9-2- مهارة الرمي:

تعد مهارة الرمي من أكثر المهارات أهمية وشيوعاً للتعبير عن حركات المعالجة والتناول للعضلات الكبيرة في هذه المرحلة، ويمكن إنجاز هذه المهارة بطرائق عديدة، حيث تؤدى مهارة الرمي والذراع مفرودة من أعلى الرأس، كما يمكن أن تؤدى باليدين من أسفل الحوض، تؤدى بحركة الذراع للجانب... وتعد مهارة الرمي والذراع مفرودة من أعلى الرأس من أكثر مهارات الرمي استخداماً في مجال دراسات تطور النمو الحركي لمهارة الرمي، كما يمكن أداء هذه المهارة باستخدام أدوات مختلفة حيث يختلف الشيء المراد رميه من حيث الحجم والوزن والشكل، كما أن الهدف من الرمي يختلف فقد يكون دقة الرمي، أو قوة الرمي، أو زيادة المسافة، لذلك من الصعوبة تحديد نمط ثابت ومعين لأداء هذه المهارة.

ويقوم الطفل في العام الثاني من عمره بمحاولات قذف بعض الأشياء الصغيرة (كرات مثلاً) إلى الأسفل ويظهر سعادة كبيرة عندما يقذف هذه الأشياء على الأرض وينظر إليها بعينيه، وبتطور النمو يستطيع الطفل تحديد اتجاه الرمي، ولكن ليس في مقدور

الطفل أداء مهارة الرمي بدرجة توافقية جيدة فلا يستطيع الطفل التحكم في توقيت الرمي، إذ تكون هناك برهة انتظار بين المرحلة الابتدائية للرمي والمرحلة الرئيسية وفي لحظة إطلاق الكرة من اليد، وفي العام الثالث تتطور مهارة الرمي عند الطفل حيث يمكنه رمي الكرة بقوة، ولكن النقل الحركي من الجذع إلى اليد الرامية لا يكون بدرجة متقنة.

ومع تطور النمو يزداد تحسن مهارة الرمي، إذ يستطيع الطفل في العام الرابع رمي الكرات الكبيرة والصغيرة، مع توجيهها إلى هدف معين إذ يكون الرمي بيد واحدة من وضع الوقوف وتكون أحدى القدمين للأمام والأخرى للخلف، أو يكون الرمي من وضع الوقوف والقدمان متباعدتان وعلى خط واحد والرمي من أسفل للأعلى وللأمام.

ويتمكن الطفل من أداء مهارة الرمي على هدف كبير على بعد (2 م) على إن يكون الهدف بموازاة ارتفاع رأس الطفل ويتم ذلك بدءاً من عمر 4-5 سنوات وعندما يبلغ الطفل العام السادس يصبح في مقدوره إن يتقن دقة الرمي على هدف يبعد حوالي (5 م)، ويرمي الأولاد لمسافة أبعد وبدقة أكثر من البنات.

9-3-مهارة الاستلام (اللقف):

تعد مهارة الاستلام (اللقف) من أكثر المهارات الحركية الأساسية تمثيلاً لمهارة المعالجة والتناول للعضلات الكبيرة في الجسم، ويعد المحك العلمي لنجاح مهارة الاستلام لدى الطفل هو استلام الشيء المقذوف أو الكرة باليدين.

ويبدأ بزوغ المحاولات الأولى لاستلام الكرة لدى الطفل في سن الثانية عندما يكون جالساً والرجلان متباعدتان للخارج، بينما تتدحرج الكرة بين الرجلين فيحاول أن يمسك الكرة ويسحبها نحو أحد الرجلين، في الوقت الذي يعجز فيه طفل الثانية من العمر عن استلام الكرة الطائرة في الهواء حتى وان تم تمريرها ببطء ولمست صدره.

وعندما يبلغ الطفل من العمر ثلاث سنوات وعند ملاحظة مهارة الاستلام لديه نجده يمد يديه بصورة متوازية وعلى شكل (سلة) لاستلام الكرة ولكنه يجتاز هذه الحالة بالتدريج إلى إن يصل إلى وضع الاستعداد أو التهيؤ لاستلام الكرة، فنلاحظ امتداد الذراعين للأمام نحو الكرة وتكون راحتا اليدين مفتوحة بفتحة مناسبة لاستلام الكرة والأصابع مبتعدة عن بعضها قليلاً ويقوم الطفل بسحب الكرة إلى الصدر لأجل الأمان، ويكون هناك ثني ومد في مفصلي الورك والركبتين لأجل استلام الكرة بشكل أسهل.

وتتطور مهارة الاستلام مع تقدم عمر الطفل ففي السنة الرابعة يقوم الطفل بمد الذراعين في اتجاه الكرة القادمة في الهواء من وضع الاستعداد و يكون اتساع اليدين أكثر قليلاً من حجم الكرة وتكون الأصابع متباعدة، وعندما تلمس إحدى اليدين الكرة فأنه يقوم بالقبض عليها بمساعدة اليد الأخرى.

وتعد بداية العام الخامس من عمر الطفل تغيراً كبيراً في مهارة استلام الكرة إذ يستمر تطور هذه المهارة، وبذلك يستطيع الطفل استلام الكرة إذا كان هناك انحراف في اتجاهها نحو اليمين أو اليسار أو الأعلى، وتتطور تلك المهارة بالنسبة للأطفال المتدربين إذ يمتلكون مستوى من التوقع الحركي والذي يمكنهم من متابعة سير الكرة ثم النجاح في استلامها وهي في الهواء، إن هذه المرحلة من التطور يمكن الوصول إليها عندما يكون الطفل في عمر (6) سنوات تقريباً، وان قابلية السرعة والانسيابية تتحسن مع تقدم عمر الطفل و إن (10 %) من أطفال بعمر (6-7 سنوات) قادرين على أداء مهارة الاستلام بقدر من السرعة والانسيابية

9-4- الطفل ما قبل سن المدرسة

تطلق مرحلة ما قبل سن المدرسة على السنوات الست الأولى من عمر الطفل منذ لحظة ميلاده وحتى بلوغه نهاية السنة السادسة، ويعود سبب ذلك إلى ما تلتزم به الدول على ضرورة إن يكمل الطفل الست سنوات حتى يحق له الالتحاق بالمدرسة الابتدائية، وهذا لا يعني أن الطفل لا يحق له الالتحاق بأي مؤسسة تربوية تعليمية قبل ذلك السن، وإنما يعني أن هذه المؤسسات يطلق عليها أسماء أخرى غير كلمة (المدرسة) مثلاً دور الحضانة، أو رياض الأطفال، أو مراكز الرعاية النهارية.

بينما يشير (صالح، 2010، صفحة 274) إلى أن "هذه المرحلة تمتد من بداية السنة الثالثة إلى بداية السنة السادسة من عمر الطفل ولها عدد من المسميات تبعاً لتعدد الأسس المعتمدة في تقسيم دورة حياة الإنسان، فعرفت باسم مرحلة ما قبل المدرسة وفقاً للأساس التربوي، والطفولة المبكرة **Early Child Hood** تبعاً للأساس البيولوجي، وقبل التمييز وفقاً للأساس الشرعي، أما اعتماداً على الأساس المعرفي كما وضعه (بياجيه) فعرفت باسم مرحلة ما قبل العمليات "، في حين يذكر (وجيه محجوب وآخرون، 2000) بأن مرحلة ما قبل المدرسة تطلق على السنوات التي تمتد ما بين 3-7 سنوات من عمر الطفل،أي دخوله إلى المدرسة وفقاً للأساس الحركي ويطلق على هذه المرحلة أيضاً تسمية مرحلة رياض الأطفال.

المحور الثالث: تقسيمات الحركة وفق لأنواعها :

إن إتباع نتائج التحليل الميكانيكي والاعتماد على النظريات الميكانيكية في التدريب وتطبيقها عمليا يؤدي بشكل مباشر إلى تحسين التكنيك وتحسي الإنجاز وبالتالي نستطيع أن نرى فلسفة خاصة لتقييم الإنجاز وتطوير النواحي الميكانيكية التي يعتمد عليها في تقييم ذلك الإنجاز من خلال التدريب على جميع المتغيرات البدنية ذات العلاقة بتطبيق النواحي الميكانيكية .

لذا فان فلسفة استخدام علم الحركة في تطبيق طرق التدريب الرياضي يتطلب معرفة الأسس الحركية للأداء البشري والذي يعتبر القاعدة الأساسية التي يبنى عليها محتوى أي برنامج تدريبي أي بمعنى هناك مبادئ عامة تحكم الأداء حركيا ووظيفيا وان الالتزام بهذه المبادئ هو احد شروط نجاح البرنامج.

1 تقسيم الحركة من حيث المسار الزمني :

1 2 -حركة منتظمة :

وهي تلك الحركات التي تسير بسرعة ثابتة وهذا النوع غير وارد في الأنشطة الرياضية ويوجد منها نوعان هما:

- حركة منتظمة التغير موجبة.
- حركة منتظمة التغير سالبة.

1-2 حركة غير منتظمة :

وفيها يقطع الجسم مسافات غير متساوية في وحدات زمنية متساوية يوجد منها نوعان هما:

- حركة غير منتظمة التغير موجبة.

- حركة غير منتظمة التغير سالبة.

2 – تقسيم الحركة من حيث المسار الهندسي :

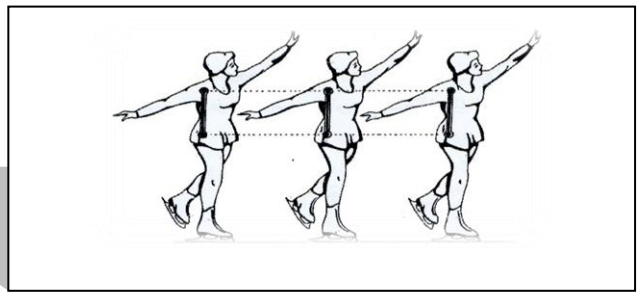
2-1 حركات انتقالية :

وهي حركة الانتقال الموازي للجسم ككل بحيث تنتقل جميع نقط الجسم انتقالاً متساوياً ومتوازياً (أي تتحرك نفس المسافة في نفس الاتجاه وبنفس السرعة) وتنقسم بدورها إلى قسمين (J.HALL، 1995، صفحة 79):

2-2 الحركة الانتقالية الخطية (الحركة المستقيمة) :

الحركة الخطية المستقيمة للجسم ككل تحت تأثير قوى خارجية مثل (العدو . الجري في خط مستقيم).

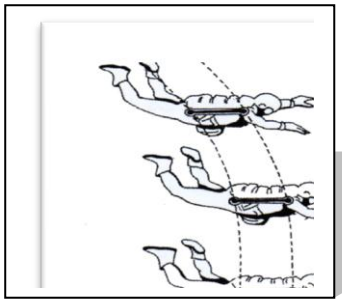
شكل بياني (03) يوضح الحركة الانتقالية الخطية



2-3- الحركة الانتقالية المنحنية:

هي حركة انتقالية للجسم ككل في مسار منحني (غير مستقيم) مثال حركة مسار المقذوف أثناء طيرانه انزلاق الزحافات على الجليد في المنحنى ولا يجب أن تكون بالضرورة مساراً دائرياً على محيط الدائرة.

شكل بياني (04) يوضح الحركة الانتقالية المنحنية



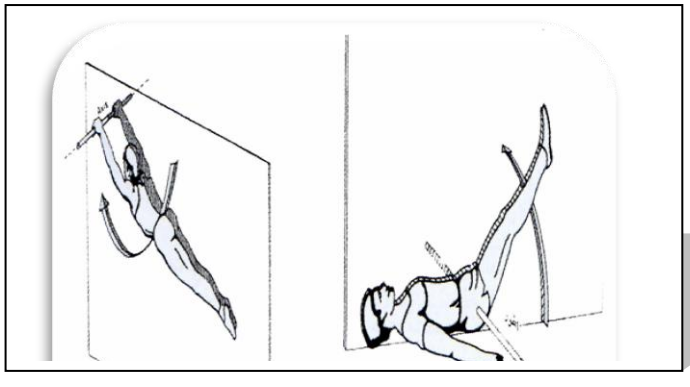
أمثلة في المجال الرياضي :

- الجري فى منحنى.
- الوثب العالي أثناء مروق عارضة الوثب .
-

2-4-الحركة الدائرية (الدورانية):

وفيها ترسم أي نقطة من الجسم دائرة أو قوس من دائرة حول محور دوران داخل الجسم أي أن الحركة الدائرية للجسم ككل حول محور ثابت أو محور دوران الجسم، وتكون أبعاد نقط الجسم المختلفة ثابتة بالنسبة لهذا المحور ومثال لذلك الدورانات على العقلة في الجمباز .

شكل بياني (05) يوضح الحركة الدائرية



2-5- الحركة العامة :

هي عبارة عن حركة انتقالية و دورانية بمعنى أن يدور الجسم حول المحور نفسه في اتجاه معين(جواد، 2001، صفحة 16) .

مثال: الدورة الهوائية في الغطس

3- تصنيف المهارات الحركية من حيث طبيعة الأداء:

يمكن أن تصنف المهارات الحركية إلى أصناف عدة وذلك تبعا لطبيعة المهارة أو حجم العضلات المشتركة أو عوامل أخرى، وقد صنفت من قبل المختصين في التعلم الحركي إلى أشكال كثيرة ولكن اغلبها تتفق على ما يأتي:

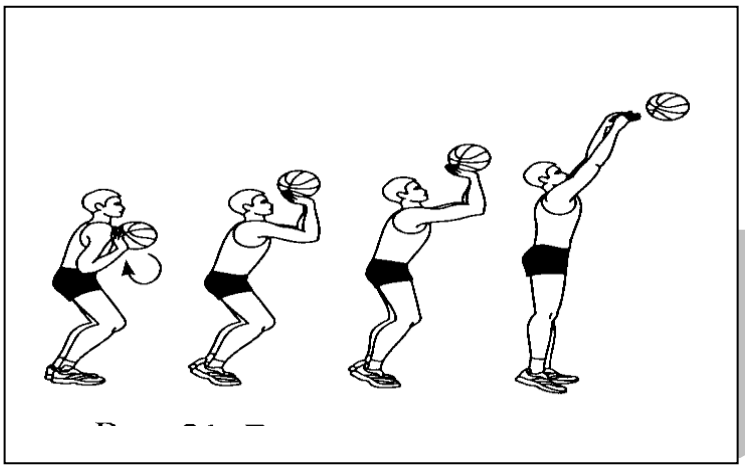
- مهارات العضلات الدقيقة – مهارات العضلات الكبيرة
- مهارات مستمرة، ومهارات متماسكة، ومهارات متقطعة
- مهارات السيطرة الذاتية – مهارات السيطرة الخارجية
- مهارات مغلقة – مهارات مفتوحة

3-1 مهارات العضلات الدقيقة – مهارات العضلات الكبيرة:

غالبا ما تصنف المهارات الحركية إلى مهارات العضلات الدقيقة ومهارات العضلات الكبيرة، وذلك على وفق حجم العضلات المشتركة في أداء الحركة ، فالمهارات الدقيقة هي تلك المهارات التي تشترك في أدائها مجموعات العضلات الدقيقة التي تتحرك خلالها بعض أجزاء الجسم في مجال محدود لتنفيذ استجابة دقيقة في مدى ضيق للحركة ، وكثيرا ما تعتمد هذه المهارات على التوافق العصبي العضلي بين اليدين والعينين، مثل مهارات الرماية أو بعض مهارات التمرير والسيطرة على الكرة في الألعاب التي تستخدم فيها الكرات، أما مهارات العضلات الكبيرة فتستخدم في تنفيذها مجموعات العضلات الكبيرة، وقد يشترك الجسم كله أحيانا في تنفيذها، مثل مهارات كرة القدم والعاب القوى والمنازلات ، وفي ضوء هذا التصنيف نضع جميع المهارات الرياضية على سلسلة افتراضية في أحد طرفيها تقع مهارات العضلات الدقيقة وفي الطرف الأخر مهارات العضلات الكبيرة(سويدان، 2006، صفحة 65).

أما المهارات الرياضية الأخرى فتقع على هذه السلسلة تبعا لحجم العضلات المشتركة في الأداء، ففي الرمية الحرة بكرة السلة أو الإعداد في الكرة الطائرة تستخدم أحيانا مجموعات العضلات الدقيقة بشكل واضح بالإضافة إلى اشتراك بعض العضلات الكبيرة في الجسم ، وفي بعض أنواع الإرسال في تنس الطاولة يكون اشتراك العضلات الدقيقة على قدر متساو من الأهمية لاشتراك العضلات الكبيرة، وهكذا يمكن وضع جميع المهارات الرياضية على نقطة ما من هذه السلسلة الافتراضية.

شكل بياني (06) يوضح مهارات العضلات الدقيقة –العضلات الكبيرة



2-3 مهارات مستمرة، ومهارات متماسكة، ومهارات متقطعة:

في هذا التصنيف تحدد المهارات على وفق الزمن الذي تستغرقه وفترات التوقف التي تتخلل الأداء ومدى الترابط بين أجزاء الحركة بعضها بالبعض الأخر، إذ يمكن افتراض وجود سلسلة من المهارات في أحد طرفيها تقع المهارات المستمرة بينما تقع في الطرف الأخر منها المهارات المتقطعة وتتوزع جميع المهارات الرياضية على هذه السلسلة.

إن المهارة المستمرة هي المهارة التي تتكرر فيها الحركات بشكل متشابه ومستمر دون توقف ملحوظ، إذ يتداخل الجزء النهائي من الحركة الأولى مع الجزء التحضيري من الحركة التي تليها، وهكذا تظهر الحركات وكأنها حركة واحدة مستمرة، كما هو الحال في السباحة والركض والمشي والتجديف. أما المهارة المتقطعة فهي المهارة التي تتكون من حركة لها بداية ونهاية واضحة ولا ترتبط بالضرورة بالحركة التي تليها كما هو الحال في الإرسال بالكرة الطائرة فبعد أن ينفذ الإرسال تعتمد الحركة التالية على أسلوب استجابة الفريق المنافس وهذا أمر لا يمكن معرفته أو توقعه دائما، لذا فان الحركة التالية للإرسال قد تكون مختلفة في كل مرة، هذا فضلا عن أن هناك مدة زمنية بين تنفيذ الإرسال والمهارة التي تليها.

وتتميز المهارة المستمرة بإمكانية تعلمها بوقت أسرع من المهارة المتقطعة عندما تكون من نفس مستوى الصعوبة، كما يمكن الاحتفاظ بالمهارة المستمرة لمدة زمنية أطول وذلك لان تكرار الحركة (التمرين عليها) هو جزء متأصل في طبيعة المهارة.

أما المهارات المتماسكة فتتصف باعتماد الحركات فيها الواحدة على الأخرى، كمهارة الغطس إلى الماء والحركات الأرضية في الجمناستك إذ تعتمد كل حركة على ما يسبقها وما يليها من حركات، واغلب الحركات الرياضية هي من نوع المهارات المتماسكة ، ويصعب أحيانا فصل هذه المهارات إلى أجزاء عند تعلمها وذلك من اجل المحافظة على وحدتها وترابطها فعلى سبيل المثال نلاحظ أن مهارة رمي الرمح تعتمد على مدى الترابط والانسيابية بين حركة الاقتراب والرمي فانسيابية الحركة والربط المناسب بين أجزائها يعد العنصر الحاسم في نجاح أدائها، وكذلك الأمر بالنسبة لحركتي الدوران والرمي في المطرقة (وجيه، 2001).

شكل بياني (07) يوضح مهارات مستمرة



3-3 مهارات السيطرة الذاتية – مهارات السيطرة الخارجية:

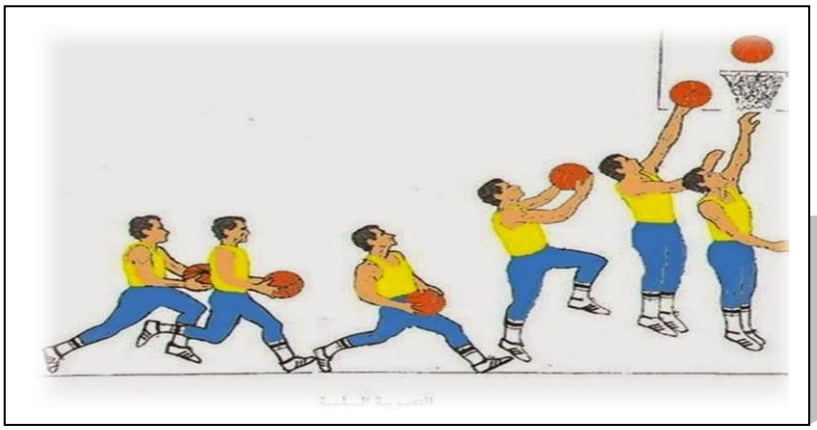
يمكن تقسيم المهارات الحركية إلى أربعة أنواع على وفق طبيعة الفرد والهدف، ففي بعض المهارات يكون الفرد في حالة ثبات عند قيامه بالاستجابة كما يكون هدف المهارة أيضا ثابت ، بينما تنفذ بعض المهارات بطريقة يكون الفرد والهدف كلاهما في حالة حركة، لذا يمكن تصنيف المهارات إلى أربعة أنواع موزعة على سلسلة افتراضية في أحد طرفيها مهارات يكون فيها الفرد والهدف في حالة ثبات

وفي الطرف الأخر منها مهارات فيها الفرد والهدف في حالة حركة ، وبين هذين الطرفين نوعان آخران من المهارات أحدهما يكون فيه الفرد ثابتا والهدف متحرك أما الأخر ففيه الفرد متحرك والهدف ثابت.

جدول (03) يوضح مهارات السيطرة الذاتية – مهارات السيطرة الخارجية

الفرد والهدف في حالة ثبات	الفرد متحرك والهدف ثابت	الفرد ثابت والهدف متحرك	الفرد والهدف في حالة حركة
الرماية على الهدف	التهديف السلمي في كرة السلة	ضرب الكرة بالمضرب	تمرير الكرة بين لاعبين أثناء الركض

شكل بياني (08) يوضح مهارات السيطرة الذاتية – مهارات السيطرة الخارجية



إن الشيء المهم هنا هو المدى الذي تسمح به طبيعة المهارة للفرد بالتنبؤ للاستجابة ومقدار السيطرة الذاتية أو الخارجية على أداء المهارة، وعلينا أن ننظر إلى المهارة التي تقع على هذه السلسلة في إطار الظروف التي تؤدى فيها المهارة ، فعلى سبيل المثال في مهارة ضرب الكرة بالمضرب يكون اللاعب في حالة ثبات قبل أدائه للضربة ولكنه سيتحرك أثناء قيامه بالمهارة ويمكن أن نلاحظ أن المهارات على هذه السلسلة تزداد صعوبة كلما انتقلنا من الطرف الأيمن نحو الطرف الأيسر،كما نستنتج أن أداء اللاعب للمهارات في الطرف الأيمن من السلسلة لا يعتمد كثيرا على سرعة القيام بالعمليات الإدراكية من قبل الفرد، بل يعتمد على مجموعة الاستجابات الملائمة التي يقوم بها، وذلك لان ثبات المثير يتيح للاعب الوقت الكافي للاستعداد قبل أدائه للحركة ، أما بالنسبة للمهارات الموجودة في الطرف الأيسر من السلسلة فالأمر مختلف تماما إذ أن المثيرات هنا ليست ثابتة كما إنها قد تكون غير متوقعة بطبيعتها مما يفرض قدرا كبيرا من المتطلبات على اللاعب عند أدائه لها (وجيه، 2001، صفحة 125).

3-4 مهارات مغلقة – مهارات مفتوحة:

يرتبط هذا التصنيف إلى حد كبير بالتصنيف السابق والخاص بالسيطرة الذاتية والسيطرة الخارجية ، إن المهارة المغلقة هي المهارة التي تؤدى تحت ظروف بيئية ثابتة نسبيا، أما المهارة المفتوحة فهي تلك المهارة التي تؤدى تحت ظروف تتغير أحداثها باستمرار ، ويمكن أن تعرف المهارات المغلقة بأنها تلك المهارات التي ليست لها متطلبات بيئية عديدة وان كان لها بعض المتطلبات فهي غير متوقعة مثل

رمي القرص وركض 100 م وغيرها، أما المهارات المفتوحة فهي تلك المهارات التي لها متطلبات بيئية عديدة متوقعة وغير متوقعة مثل كرة القدم وكرة السلة و رياضات المنازلات والعاب المضرب، ويمكن تصنيف جميع المهارات الرياضية على سلسلة تقع في أحد طرفيها المهارات المغلقة وفي الطرف الأخر المهارات المفتوحة، وتتوزع المهارات ما بين هذين الطرفين.

إن المهارة المغلقة تشبه إلى حد كبير العادة الحركية فهي تتكرر وتنفذ بالأسلوب نفسه في كل مرة بغض النظر عن الظروف المحيطة، إذ إنها لا تتأثر بما يجري في البيئة، فلو أخذنا مهارة رمي القرص على سبيل المثال نجد أن أفضل الرياضيين في هذه الفعالية هم الأشخاص الذين يمتلكون قدرات بدنية معينة بالإضافة إلى أسلوب أداء (تكنيك) مناسب وسليم من الناحية الميكانيكية يتقنونه لدرجة انه باستطاعتهم تنفيذه تحت مختلف الظروف ، وأكثر الرياضيين نجاحا في مثل هذه المسابقات هم الذين يستطيعون إهمال الإشارات القادمة إليهم من البيئة الخارجية (المنافسون، والجمهور، والحكام)، إذ أن أساس التفوق في المهارات المغلقة يتجلى بعاملين أساسيين هما التكنيك المستخدم والقدرات الوظيفية للرياضي والتي نعني بها المواصفات البدنية مثل الطول والوزن والقوة العضلية والسرعة والقدرة العضلية والرشاقة وغيرها.

أما المهارات المفتوحة فتعتمد بشكل رئيس على القدرات الإدراكية للرياضي أي مقدرته على قراءة البيئة التي من حوله وتفسير المثيرات القادمة منها واختيار الاستجابة المناسبة لها ففي كرة القدم مثلا نلاحظ أحيانا أن اللاعب قد يمتلك تكنيكيا جيدا لأداء الحركات المختلفة ولكنه لا يستطيع القيام بها أثناء اللعب في الوقت أو المكان المناسب، لذا لن يعد هذا اللاعب ماهرا، ففي لعبة مثل كرة القدم يلعب الإدراك (تفسير الانطباعات الحسية) دورا مهما في حسن اختيار الاستجابة المناسبة، وهذا الأمر يتطلب من اللاعب أن يكون على اتصال دائم بالمعلومات القادمة إليه من البيئة المحيطة به كي يتمكن من تفسيرها بالشكل المناسب.

إن متطلبات التفوق في المهارات المفتوحة والمهارات المغلقة وطرائق التدريب المستخدمة في كل منهما تختلف على وفق طبيعة هذه المهارات فمن اجل أن يصبح اللاعب بارعا في إحدى المهارات المغلقة عليه أن يهتم بتطوير البناء الوظيفي لقدراته البدنية ، فضلا عن اكتسابه لأسلوب أداء فني صحيح ميكانيكيا (التكنيك) لتلك المهارة ينسجم ومواصفاته البدنية والتمرين عليه حتى يتقنه بشكل جيد ويصعب في بعض الأحيان على الرياضي الوصول إلى المستويات العليا في المهارات المغلقة بسبب عدم توافر المواصفات البدنية اللازمة لتلك المهارة لديه أو نتيجة لنقص في أحد عناصر اللياقة البدنية لديه، أما التفوق في المهارات المفتوحة مثل كرة السلة أو التنس الأرضي فيعتمد بشكل رئيس على مقدرة اللاعب في التعامل مع الكثير من الظروف والمتغيرات المختلفة فتعلم لعبة ككرة اليد مثلا لايتم عن طريق معرفة مجموعة من الرميات أو المناولات فقط، بل لابد للاعب أن يتعلم أيضا كيف ومتى يمكنه استخدام تلك المناولات والرميات بشكل مناسب تحت ظروف اللعب المختلفة (محجوب، 1989، صفحة 169).

وفي أداء المهارات المفتوحة يمكن للفرد أن يعوض بعض النقص في أسلوب أدائه أو قدراته البدنية عن طريق براعته في الجوانب الإدراكية وحسن التصرف في المواقف المختلفة، إذ لا يتطلب التفوق في المهارات المفتوحة توافر بعض الخصائص البدنية المحددة لدى الرياضي.

إن السر وراء تمكن بعض اللاعبين من الاستمرار في ممارسة بعض المهارات المفتوحة والتفوق فيها سنوات متقدمة من عمرهم قد يكمن في مقدرتهم على حسن التصرف في الملعب واستخدام خبرتهم في تفسير المثيرات من حولهم بشكل يقلل من الحاجة إلى بذل مجهود بدني ضائع لا لزوم له.

إن اللاعب البارع في المهارات المفتوحة يستجيب بسرعة أفضل من اللاعب الاعتيادي نتيجة لمقدرته على الاستفادة من التلميحات الأولى التي تصله من البيئة عن الحركة دون الحاجة إلى الانتظار لتلميحات أخرى كي يتخذ قراره وينفذ استجابته.

3 – تصنيف المهارات الحركية من حيث خصائص الحركة:

4-1- بناء الحركة:

غالباً ما يمكن تقسيم المهارات الحركية الرياضية إلى ثلاثة أجزاء واضحة، ولا يبدأ التكوين الحركي بأداء الواجب الحركي بصورة مباشرة إذ يسبق المرحلة الرئيسية التي يتعين أثناءها أداء هذا الواجب الحركي مرحلة أخرى تكون طويلة أو قصيرة، يطلق عليها اسم "**المرحلة التمهيدية**"، وعند الانتهاء من أداء الواجب الحركي، أي عند انتهاء المرحلة الأساسية فإن الأداء الحركي لا يتوقف لتوه، وإنما يضعف تدريجياً وهو ما نطلق عليه اسم "**المرحلة النهائية**".

و يتكون البناء الحركي في الغالب لمعظم المهارات الرياضية داخل احد الأشكال التالية (البصير، 1998) :

الحركة الوحيدة– الحركة المتكررة– الحركة المركبة– الجملة الحركية

4-1-1 الحركة الوحيدة :

وهى تتكون من

✓ **المرحلة التمهيدية :**

تستهدف الإعداد الجيد للمرحلة الرئيسية من الحركة ، والتي يتحقق الهدف الميكانيكي الأساسي، احتمالات تنفيذ تكون ناجحة، وهذا على ضوء خاصية الاقتصاد في الجهد، والمرحلة التمهيدية تظهر بعدة أشكال هي :

- ✓ المرحلة التمهيدية في عكس اتجاه الحركة
- ✓ المرحلة التمهيدية في نفس اتجاه الحركة
- ✓ المرحلة التمهيدية المتكررة
- ✓ المرحلة التمهيدية متعددة المراحل

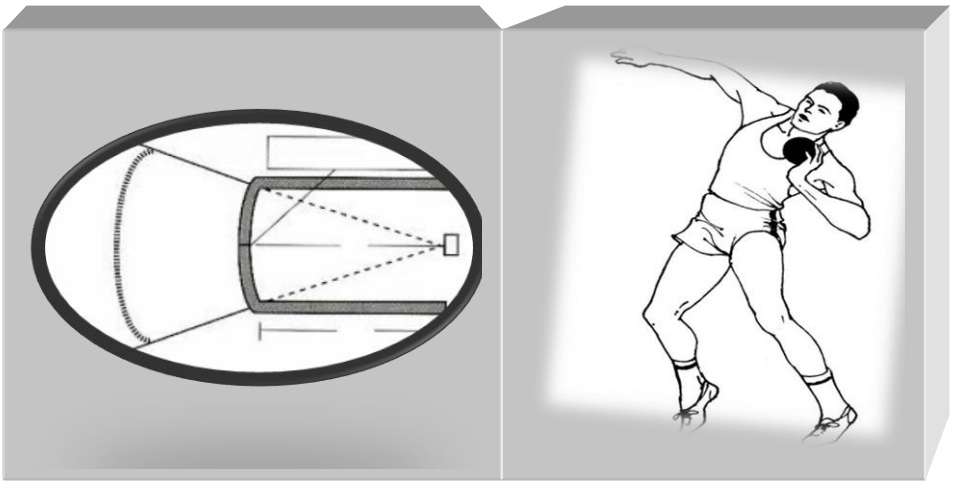
✓ **المرحلة الرئيسية :**

ترتبط أقرب ما يكون بخاصية الهدف والأصالة، وتكون هذه المرحلة امتداداً للمرحلة التمهيدية، ويقع على عاتق هذه المرحلة مسئولية تحقيق الهدف الميكانيكي للأداء الحركي.

✓ **المرحلة النهائية :**

هي مدى الحركة، وهذا يعنى الوصول إلى حالة الاتزان الديناميكي للحركة، ويعنى الوصول إلى السكون النسبي بعد تصويب الكرة على المرمى، أو الشروع في حركة جديدة، كما يحدث في الربط بين المهارات.

شكل بياني (09) يوضح مثال عن الحركة الوحيدة



4-1-2 الحركات المتكررة:

تحتوي الحركة الثنائية في حالات السرعة الطبيعية من قسمين وذلك تداخل القسم النهائي مع القسم التحضيري ونشاهد قسمين هما القسم الرئيسي وقسم يشمل القسمين الآخرين.

ملاحظة عدم تقليل السرعة عند الانتقال من القسم التحضيري إلى القسم الرئيسي في الحركات التي تحتاج إلى ركضه تقريبية أو دوران كحركات القفز والرمي وذلك للاستفادة الكلية من القوة التي يحصل عليها الجسم نتيجة للقسم التحضيري (المولى، 1991، صفحة 75)

ولها غالباً مرحلتان أو قسمان فقط، ولكن إذا كان الأداء بطيئاً، فسوف يظهر لنا ثلاث مراحل حيث مراحل المهارة المتكررة هي:

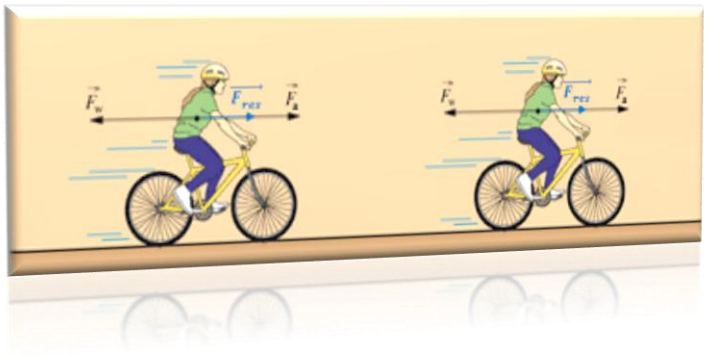
– **المرحلة المزدوجة** : وهي تطابق كل من المرحلة التمهيدية على المرحلة النهائية.

. – **المرحلة الأساسية** : يتم فيها إنجاز الواجب الحركي .

كما يوجد عدة أشكال للمهارة المتكررة كما يلي :

- ✓ **المهارة المتكررة البسيطة** : التي يؤديها الجسم كله كمهارة واحدة ، ويستمر تكراراها مثل الوثب لأعلى .
- ✓ **المهارة المتكررة المتبادلة** : وهي أن يؤدى أجزاء الجسم حركة متكررة بصورة متبادلة ، أي عندما يأخذ أحد الأعضاء الجزء الرئيسي من الحركة يكون الثاني من الجسم في المرحلة المزدوجة مثال السباحة الحرة .
- ✓ **المهارة المتكررة المتلازمة** : وهي أن تؤدى أجزاء الجسم المتقابلة نفس الحركة ، وفي نفس الوقت مثال سباحة الدولفن .
- ✓ **المهارة المتكررة المركبة** : عبارة عن تكرار مجموعة من الحركات جمل حركية بصفة مستقرة مثال سباق الحواجز وركوب الدراجة

. شكل بياني (10) يوضح مثال عن الحركة المتكررة



4-2-3 الحركات المركبة:

هي أكثر الحركات الرياضية صعوبة حيث أنها تستهدف تحقيق أكثر من هدف ميكانيكي أساسي، وبالتالي فإنها تعتبر منظومة من الحركات المنفردة تتخذ نسقاً محدداً ومتطلبات خاصة لكل من هذه المفردات، حيث قد تحتوى المرحلة الرئيسية منها على أكثر من هدف مطلوب تحقيقه، فالتصويب من الوثب في كرة اليد نموذج لحركة مركبة تعمل فيها أطراف الجسم في اتجاهات مختلفة، وبتوقيتات زمنية مختلفة بهدف تحقيق أكثر من هدف أو واجب حركي، فالاقتراب والارتقاء وتصويب الكرة أو السقوط على الدائرة لاستلام الكرة وتصويبها أو استلام الكرة من الجري ثم تصويبها نحو المرمى (المولى، 1991).

شكل بياني (11) يوضح مثال عن الحركة المركبة



4-2-4 الجملة الحركية :

عبارة عن وصل مهارتين ببعضهما بحيث تكون المرحلة النهائية للمهارة الأولى هي نفسها مرحلة تمهيدية للمهارة الثانية، مثال عند أداء الجملة الحركية للحركات الأرضية في الجمباز.

5- تقسيم الحركات وفقا للأسس الفسيولوجية:

يرتبط هذا التقسيم بالوظائف الخاصة بالحركات في جسم الإنسان حيث تعتمد حركة الجسم على الانقباض العضلي الذي ينتج قوة محركة ويحتوي تركيب جسم الإنسان على تقسيم فسيولوجي على النحو التالي (زاهر، 2005، صفحة 143):

5-1 الحركات الإرادية:

هي تلك الأنواع من الحركات التي يقوم بها الإنسان وفقا لإرادته الشخصية، كما أنه من الممكن التحكم في هذه الحركات ومن أمثلة هذه الأنواع مختلف أنواع الحركات الرياضية في النشاط الرياضي الفردي والجماعي أو المنازلات.

2-5 الحركات اللاإرادية:

وهي التي يقوم بها الفرد نتيجة لمؤثرات لا تخضع للإرادة مثل حركات المعدة في عملية الهضم والامتصاص والقلب والأجهزة الرخوية الداخلية بجسم الإنسان، وهناك اختلاف في السرعة والانقباضات العضلية بين العضلات الإرادية واللاإرادية.

المحور الرابع: المستويات والمحاور :

6- مستويات ومحاور الحركة:

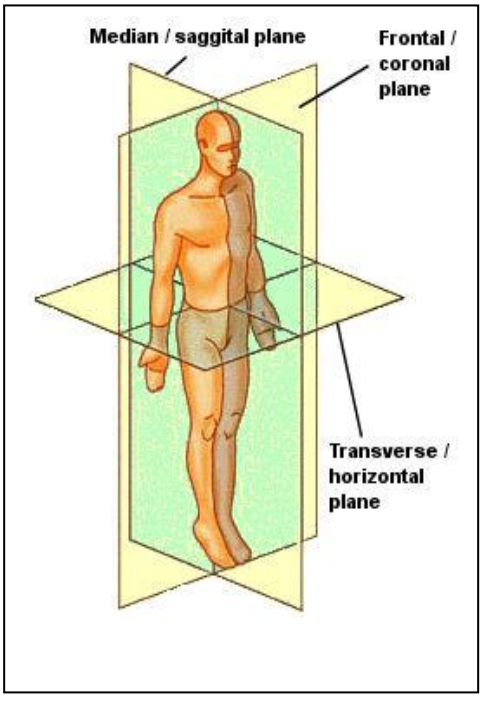
تعتبر المستويات والمحاور من الأمور المفيدة عند وصف حرك ة الإنسان وكذلك حركات الأجزاء المختلفة منه ،والمستوى من الناحية الهندسية (هو المستوى الفراغي المنتظم، وقد اصطلح على أن تنسب حركة الجسم إلى ثلاث مستويات فراغية متعامدة تلتقي عند نقطة مركز الثقل وهي (عبادة، 2001، صفحة 62) :

6-1- المستوى السهمي: يمر بالجسم من الأمام للخلف و يقسم الجسم إلى نصفين متساويين أحدهما جهة اليمين والأخر جهة اليسار.

6-2- المستوى الأمامي : يمر بالجسم من اليمين إلى اليسار و يقسم الجسم إلى قسمين أحدهما أمامي والأخر خلفي.

6-3- المستوى الأفقي: (العرض) : يقسم الجسم إلى قسمين علوي وسفلي.

شكل بياني (12) يوضح مستويات ومحاور الحركة



❖ **Median/sagital plane مستوى سهمي**

يقسم الجسم إلى يمين– يسار حركات مثل:

ثني- Flexion بسط (مد) –Extension

❖ **Frontal/coronal plane مستوى أمامي:**

يقسم الجسم إلى أمام– خلف

تقريب - تبعيد Abduction :

ثني جانبي :

دوران خارجي للقدم **Eversion**

دوران داخلي للقدم **Inversion**

❖ **Transverse/horizontal plane مستوى عرضي أفقي:**

يقسم الجسم إلى فوق- تحت

كل حركات الدوران مثال توجيه الرأس إلى اليمين واليسار

7- المحاور:

وهي مستويات أصلية (لأنها تمر بمركز ثقل الجسم) وتقسم الجسم إلى أنصاف متساوية ، ومن المهم أن يكون مفهوم لدينا أن أي حركة من الحركات الجسم أو أجزائه تقاس بالنسبة لهذه المستويات الفراغية ، ومن هنا يتضح لنا أن هناك ثلاث محاور أصلية للحركة هي :

7-1 المحور الطولي (الراسي): يخترق الجسم من الأعلى إلى الأسفل فيدور حوله الجسم كما في الدوران حول الجسم في التزحلق على الجليد، وهو خط وهمي يمر من الرأس للقدمين عمودي على المستوى الأفقي.

7-2 المحور الجانبي (العرض) :هو خط وهمي يخترق من الجانب إلى الجانب الآخر عمودي على المستوى الجانبي وهو موازي لسطح الأرض كما في الركض ، المشي في عبور العارضة في الوثب العالي ويدور أماما وخلفا.

7-3 المحور السهمي (العميق): يخترق الجسم خط وهمي من الأمام إلى الخلف، عمودي على المستوى الأمامي وموازي للأرض ، كما في العجلة البشرية حيث يدور الجسم يميناً ويساراً ،وتتعامد هذه المستويات على بعضها البعض، وتتلاقى في نقاط هذه المستويات عند نقطة مركز ثقل الجسم فيحدث الاتزان (الكرمدي، 2015).

المحور الخامس الحركة في المجال الرياضي:

8- مفهوم الحركات الرياضية:

إن مصطلح الحركات الرياضية يختلف في مضمونه عن مصطلح الحركات الميكانيكية، فالحركة الرياضية في حقيقتها عبارة عن مجموعة حركات ميكانيكية، فكما نرى أن حركات الذراعين و الجذع و الرجلين تُكوّن في مجموعها ما يسمى بالحركة الرياضية.

كما أن مصطلح الحركة الرياضية قد يطلق على بعض الحركات الثابتة التي لا يتم فيها التغير المكاني بالنسبة للزمن، و عليه نستطيع أن نطلق مصطلح المهارات الرياضية عليها بدلا من الحركات الرياضية.

والحركة الرياضية هي أهم المجالات التي يقوم علم الحركة الحيوية بدراستها و تقنينها ومحاولة إيجاد حلولا لمشاكلها.

وقد حضت الحركات الرياضية باهتمام بالغ في السنوات الأخيرة وخاصة عندما اشتدت المنافسة بين الدول في المقابلات والدورات الدولية وفي تحطيم الأرقام القياسية العالمية، وهنا تحول الصراع من مقارنة قدرات الأفراد المتنافسين إلى صراع علمي محوره قدرة العلم على زيادة قدرات أو طاقات الإنسان إلى أبعد مستوى (الصمد، 2005، صفحة 125).

9- تعريف الحركات الرياضية:

عُرفت الحركات الرياضية بعدة تعريفات نذكر منها:

" الحركات الرياضية هي جميع الحركات التي تستخدم كوسيلة لبناء و تربية الناس والمحافظة على صحتهم و رفع مستواهم في الرياضة و في العمل و في الدفاع عن الوطن، و كذلك من أجل إسعادهم و ترويحهم."

و عرفها **جونسون** و **نيلسون** على أنها: " **جميع التمارين التي تحقق هدفا حركيا أو مستوى حركي.**"

كما **عرفها جنس** و **شولتز** على النحو التالي:

" الحركة الرياضية هي انتقال أو دوران الجسم أو أحد أجزائه في اتجاه معين وبسرعة معينة وفي زمن معين سواء كان ذلك باستخدام الأداء أو بدونها، كما أنها أساس الأنشطة المختلفة وهي تحدث غالبا نتيجة انقباض العضلات الذي ينتج عنه حركة للجسم كله أو لأحد أجزائه، و من المستحيل أن تحدث الحركة دون إخراج قوة ما"

أما **برويز** فقد عرفها : " **الحركة الرياضية هي انتقال الجسم أو احد أجزائه من مكان إلى آخر و بسرعة معينة**"

و تتميز الحركة الرياضية عن غيرها من الحركات في كونها حركة مقننة تهدف إلى تحقيق واجب حركي محدد، قد يكون الدقة و الجمال في الأداء كما هو في حركات الجمباز، وقد يكون مدى التوافق والسيطرة على الأداء كما هو في كرة القدم وكرة السلة.

وعموما فان طبيعة اللعبة هي التي تحدد الواجب الحركي وهدف الحركة الرياضية ، كما تتميز الحركات الرياضية بالتوافق الأمثل بين القوى الداخلية والقوى الخارجية بهدف أن يكون الأداء اقتصاديا غير مسرفا لطاقة الرياضي .

10- خصائص الحركات الرياضية:

تعتبر الحركات الرياضية من حركات الإنسان المدروسة والمقننة والتي تسعى إلى تحقيق هدف حركي بأسلوب يضمن الوصول إلى الهدف المنشود، ودراسة خصائص الحركات الرياضية تساعد العاملين في مجال التربية البدنية على معرفة أسلوب الأداء الصحيح، كما تساعدهم على إدراك الخطأ وأسبابه و بالتالي تصبح لديهم القدرة على التوجيه السليم للوصول باللاعب إلى أعلى مستوى أداء تسمح به إمكانياته وقدراته، وتشترك جميع الحركات الرياضية في خصائص وصفات عامة، لكن لكل حركة رياضية خصائص تميزها عن بقية الحركات، وهذا ما سنوضحه في هذا السياق (الصمد، 2005، صفحة 179).

10-1- الإيقاع الرياضي:

يعرفه **ماتي لوتس** تعريفا فلسفيا فيقول " **الإيقاع هو الحياة، والحياة هي الإيقاع** " وترجع كلمة الإيقاع إلى أصل يوناني، **Rhythoms** وهي كلمة كان اليونانيون يستعملونها عند وصف الحركة المنتظمة للأمواج أو هرمونية الأصوات عندما ترتفع نغمتها أو تنخفض أثناء الحديث أو حركات الرقص الرشيقة، و بصفة عامة كانت هذه الكلمة تعني، الانسياب.

إن الإيقاع الحركي موجود في الحركات المتكررة وفي الحركات الوحيدة وبنفس القدر، ويمكن التعرف على أبسط الإيقاعات الحركية في الحركات المتجانسة التي يتحرك فيها كل الجسم، مثل: التجديف و الوثب في المكان.

ويكون الإيقاع الجماعي واضحا وسهلا عند أداء الحركات المتكررة كالمشي والجري والتجديف، وتزداد صعوبته في الحركات الفردية، أما إيجاد إيقاع جماعي عند الجمل الحركية فان ذلك يعتبر مستحيلا.

10-1-1 أهمية الإيقاع الحركي:

- يعمل على إيجاد التبادل الأمثل بين الشد و الارتخاء في العضلات، مما يجعل الأداء اقتصاديا للطاقة المبذولة.
- يعمل الإيقاع على تأخير مظاهر التعب، لان الشد والارتخاء يساعدان على سرعة الدورة الدموية، مما يمد العضلات بالأكسوجين و الطاقة اللازمتين لأداء الحركات.
- الإيقاع الصحيح للحركة يرفع مستوى الأداء، فهو يساعد اللاعب في تحريك أجزاء جسمه في مسار الحركة الصحيح.
- يساعد إيقاع الحركة في تحديد أجزاء الحركة التي تحتاج إلى معدل أقوى من القوة.

10-2- النقل الحركي:

يعتبر النقل الحركي من أهم خصائص الحركات الرياضية، فهو يعمل على زيادة معدل تسارع الجسم خلال المدى الحركي، ولذا يجب أن لا يكون هناك أي توقف بين حركة عضو وآخر، بل يجب أن تتحرك أجزاء الجسم بتداخل أي أن الحركة التالية لا تبدأ من الصفر، بل تبدأ من أين انتهت الحركة الأولى و هكذا (الصمد، 2005، صفحة نفس المرجع السابق).

10-2-1 أنواع النقل الحركي:

يمكننا تصنيف النقل الحركي في جسم الإنسان إلى نوعين:

- **النقل الحركي من الجذع إلى الأطراف:**

و تبدأ الحركة في هذا النوع من الجذع إلى احد الأطراف، الذراعين أو الرجلين أو الرأس عندما يكون هذا الجزء هو المكلف بانجاز الحركة أو إنهائها مثل :

رمي الرمح: تبدأ الحركة من الجذع ثم تنتقل إلى عضد اليد الرامية ثم إلى الكف و منها إلى الأداة و هي الرمح.

الضربة الساحقة(كرة الطائرة): تبدأ الحركة من الجذع إلى العضد ثم الساعد ثم اليد ثم إلى الكرة.

التماس (كرة القدم): تبدأ الحركة من الجذع ثم إلى الذراعين و منها إلى الكرة.

- **النقل الحركي من الأطراف إلى الجذع:**

إن طبيعة جسم الإنسان تحتم أن تكون الأطراف هي مصدر القوة الداخلية المسببة لحركة الجسم الانتقالية، لذا فانه في أغلب الحركات يُعتمد على الأطراف كمصدر للقوة المحركة أو كقوة مساعدة ، والنقل الحركي من الأطراف إلى الجذع يظهر بوضوح في أغلب الحركات الرياضية، و يمكن تصنيفه على النحو التالي:

- **النقل الحركي من الذراعين إلى الجذع:**

وتعمل حركة الذراعين هنا كقوة مساعدة أو موجهة لحركة الجذع.

مثال: حركتي الوثب الطويل والقفز العالي.

- **النقل الحركي من الرجلين إلى الجذع:**

و هو أكثر أنواع النقل استخداما في الحركات الرياضية، فيظهر في حركة المشي و الجري و الحجل و الوثب، و في جميع مهارات العاب القوى، و في الألعاب الجماعية، و يعتبر هذا النقل عاملا مشتركا في جميع أنواع النقل التي تكلمنا عليها.

- **النقل الحركي من الرأس إلى الجذع:**

نجد هذا النوع من النقل الحركي في جميع حركات الدوران سواء كان الدوران حول المحور الراسي أو حول المحور العرضي، و هذا يُظهر لنا أهمية الرأس في توجيه حركة الجسم.

مثال: في رياضة الجمباز الدحرجة الأمامية، الدحرجة الخلفية، الدورات الهوائية.

10-3 الانسياب الحركي : "انسيابية الحركة تعني التوافق الأمثل بين جميع أجزاء الجسم عند أداء الحركة الرياضية."

و انسيابية الحركة تعني صحة الأداء الفني وقدرة اللاعب على تطوير جميع أجزاء جسمه لانجاز هدف الحركة، وتظهر لنا بوضوح إذا ما ربطنا مراحل الحركة بعضها ببعض (الصمد، 2005، صفحة نفس المرجع السابق)..

أمثلة:

الوثب العالي: تتمثل الانسيابية في ربط مرحلة الاقتراب و حركة الوثب و المرور فوق العارضة.

دفع الجلة: تتمثل الانسيابية في ربط مرحلة الزحف ومرحلة دفع الجلة.

أما في الحركات المتكررة فتظهر الانسيابية في وصل المرحلة المزدوجة مع المرحلة الرئيسية.

و في الحركات المركبة أو الجملة الحركية، فان الانسيابية تظهر بصورتين، الأولى، في ربط أجزاء كل حركة ن و الثانية في ربط حركتين متتاليتين.

10-4 التوقع الحركي:

التوقع احد خصائص الحركة الرياضية، ويظهر من خلال المرحلة التمهيدية التي تشير إلى شكل وطبيعة الحركة الأساسية، كما وأن شكل ومستوى الأداء في المرحلة الأساسية يوحي لنا بشكل المرحلة النهائية.

10-4-1 أنواعه:

- **التوقع الذاتي:** يتوقف التوقع الذاتي على مدى خبرة اللاعب الحركية، فهو يتوقع مستوى المرحلة الأساسية على مدى ما حققه من نجاح المرحلة التمهيدية، و يظهر هذا النوع من التوقع كثيرا عند لاعبي الجمباز.
- **توقع حركة الغير:** يحدث كثيرا في الألعاب الجماعية أن يتوقع اللاعب حركة اللاعب الخصم أو حركة اللاعب زميله، خاصة حراس المرمى فهم يتوقعون اتجاه وقوة الكرة من خلال المرحلة التمهيدية لمهاجم فريق الخصم.

إن توقع حركة الغير تحتاج إلى خبرات الأداء إلى جانب دراسة صفات الخصم وإمكانياته وأسلوب تصرفه في مختلف المواقف، والواقع أن توقع حركة الغير من أهم وأصعب المهام التي تقابل لاعبي الرياضات الجماعية.

- **توقع نتائج الموقف:**

ويُقصد بالموقف هنا وجود أكثر من مهاجم وأكثر من مدافع يشتركون بإمكانياتهم وتوقعاتهم في موقف واحد.

مثال: حارس المرمى يجب أن يكون مدرَبا على تقدير نتائج الموقف عندما يهاجمه عددا من لاعبي الخصم مع وجود عدد من المدافعين، و عليه أن يحدد كفاءة مدافعيه و خطورة مهاجمي الخصم.

10-5- الامتصاص(مرونة الحركة):

امتصاص الحركة هي قدرة مفاصل الجسم على امتصاص الطاقة الزائدة، وتظهر لنا هذه الخاصية في المرحلة النهائية لحركات القفز الطويل والقفز إلى أعلى، حيث يسقط الجسم من ارتفاع كبير إلى الأرض و تصبح المفاصل هي المسؤولة على إحداث تناقص كبير في سرعة الجسم .

10-5 -1تعريفه: " هو تحويل حالة الجسم من الحركة إلى السكون تدريجيا دون تصلب زائد، أهو فرملة حركة الجسم أو حركة الأداء المستعملة بانسيابية."

أمثلة:

جميع النهايات على أجهزة الجمباز و جميع الحركات التي تنتهي بسقوط الجسم من ارتفاع كبير على الأرض.

10-6- جمال الحركة:

يعني مصطلح جمال الحركة توافق وتتابع مراحلها، وجمال الحركة يلعب دورا هاما في بعض الرياضات التي يكون فيها نوعية الأداء أساسا لتقييمها، كما في التمرينات الفنية والجمباز، فهدف الحركة في هذه الرياضات ليس تسجيل رقم بل هو توافق وانسيابية الأداء.

وجمال الحركة لا يخص الجمباز والغطس والتزحلق فقط، بل جميع الرياضات يمكن أن توصف بالجمال إذا ما كان مدى الحركة صحيحا، و تم النقل بين أجزاء الجسم بانسيابية و إيقاع سليم (الصمد، 2005، صفحة نفس المرجع السابق).

و على ذلك يمكننا وصف الحركة بالجمال إذا توفرت فيها الخصائص التالية:

- اكتمال المسار الفني للحركة.
- توفر الإيقاع في الأداء.
- وصل مراحل الحركة بانسيابية.
- حدوث النقل الحركي بين أجزاء الجسم، و خاصة في المرحلة الأساسية.
- امتصاص الطاقة الزائدة عن احتياجات الأداء في المرحلة النهائية.

11- قواعد تقويم الحركات الرياضية:

هناك ثلاثة قواعد عامة لتقييم الحركات الرياضية وهي (وجيه، 2001، صفحة 89):

11-1 قاعدة الهدف:

في كل الرياضات الجماعية يكون تقويمها على أساس الهدف، و ذلك بان يطلق حكم المقابلة النتيجة النهائية على أساس الأداء و ليس على أسلوب و كيفية الأداء نفسه.

و تقويم هدف الحركة إما أن يكون قياسيا أو اعتباريا، و لكنه من المألوف عند تقويم هدف الحركة أن يُتبع الأسلوب القياسي، أي اتخاذ الزمن أو المسافة أو الوزن كعناصر للمقارنة.

أمثلة:

- يُتخذ الزمن كعنصر للتقويم عندما يكون هو هدف الحركة، كسباقات العدو والدراجات والتجديف والسباحة.
- تُتخذ المسافة كعنصر للتقويم في الرياضات التالية: الوثب العالي، القفز الطويل، القفز بالزانة وفي كل مسابقات الرمي بأنواعها.
- يُتخذ الوزن كعنصر للتقويم في كل مسابقات الرفع و النتر للإثقال.

مما سبق، نرى أن قاعدة الهدف تقوم على أساس تقويم وقياس نتائج الحركة وفي الحركات المركبة أو ذات المستوى العالي قد يقوم قياسها على أساس مدى نجاح كل مرحلة من مراحل الحركة في انجاز واجبها.

11-2 قاعدة الاقتصاد في الجهد:

قاعدة الاقتصاد في الجهد تعني البحث عن الأداء الأمثل بأقل جهد ممكن ، والحركة الاقتصادية تعني أن القوة والطاقة قد أستغلها بالشكل الصحيح، وأنه لا يوجد ضياع للطاقة والقوة المصروفتين في حركات أخرى لا تخدم الواجب الحركي.

وبحثا عن الاحتفاظ بالطاقة وجدنا أن الكثير من الحركات الرياضية قد تغير أسلوب أدائها الفني أو ما يُعرف بالتكنيك، ليحل محله أسلوبا جديدا أكثر اقتصادا للجهد.

إذن نستطيع أن نقوم بتقييم أسلوبين مختلفين لحركة رياضية واحدة لمعرفة أيها أكثر اقتصادا للجهد.

11-3 الأصالة أو جمال الحركة:

كثيرا من الحركات الرياضية لا يكون تقويمنا لها على أساس قياس نتائج الأداء بل على أساس قياس أسلوبه وجمال الحركة، كما هو متبع في حركات الجمباز الإيقاعي و الباليه الفني.

و نقصد بالأصالة هنا جمال الحركة ومدى التوافق بين حركات أجزاء الجسم المختلفة(وجيه، 2001، صفحة نفس الصفحة).

المحور السادس :الخصائص المؤثرة على حركة الإنسان:

1 - الخصائص المؤثرة علي حركة الإنسان

2-1 الخصائص التشريحية :

في تناولنا موضوع الخصائص التشريحية التي يتميز بها الجهاز الحركي لجسم الإنسان مكون من مجموعة من العظام المتباينة الطول الشكل والمتصلة مع بعضها بمفاصل تختلف في شكلها وتكوينها ومداها الحركي ،كما تربط هذه العظام وتكسوها الأوتار والعضلات التي تكون الشكل الخارجي لجسم الإنسان (سويدان، 2006، صفحة 100) .

1-2-1العظام :

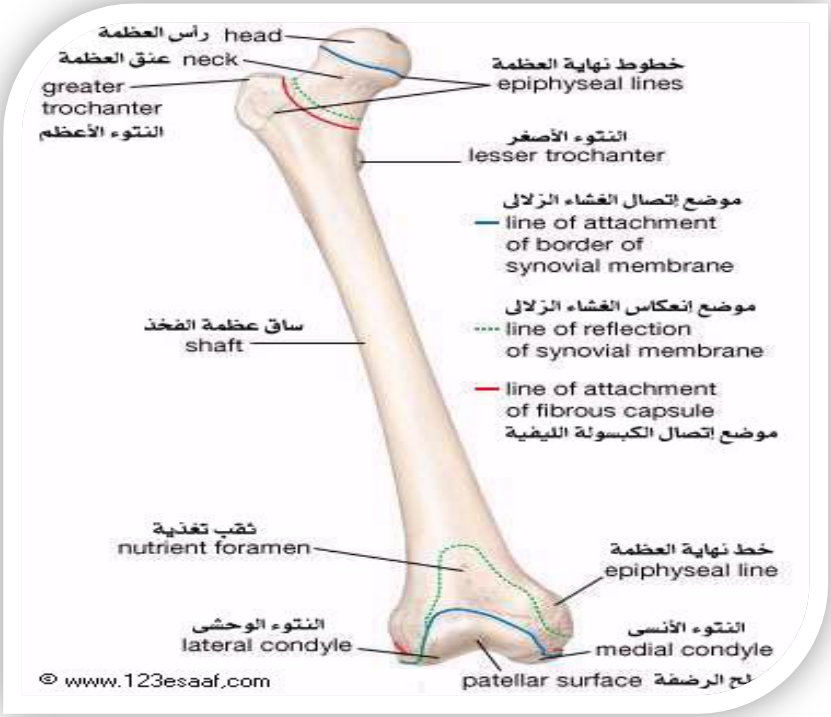
تتكون العظام من عناصر عضوية تكسب العظام خاصة المرونة وأخري غير عضوية وهي المسئولة عن صلابة عظام الجسم حسب متطلبات العمل والعمل الواقع علي كل عظمة .

فمثلا عظمة الفخذ وعظام الفقرات التي يقع عليها قدرا كبيرا من التحميل نجد أن نسب الجير بها عالية.

يتناسب شكل عظام الجسم مع وظائفها الميكانيكية فعظام الأطراف تكون طويلة حيث أنها تعمل كروافع ، كما أننا نلاحظ وجود انحناء من أحد جوانبها وشكلها الأنبوبي ، وذلك لزيادة صلابتها وتحملها .

كما أن وزنها يعتبر قليلا نسبيا وهذا يفيد في تقليل القصور الذاتي عند أداء الحركات السريعة .

شكل بياني (13) يوضح مكونات العظام



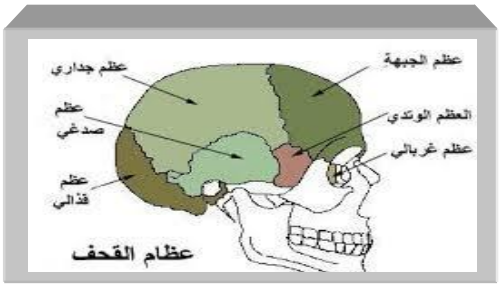
1-2-2 المفاصل:

تتمفصل العظام مع بعضها بمفاصل يختلف كل مفصل عن أخر بما يتناسب مع المتطلب الحركية المطلوبة من هذا المفصل ويكسو رؤوس المفصل مع بعضها غضاريف ملساء لتسهيل الحركة كما يوجد داخل المفصل سائل زلالي يعمل علي تسهيل الحركة وتقليل الاحتكاك إلي أقصي درجة ممكنة ، وتحديد الأربطة الموجودة حول كل مفصل، و طبيعة ومدي حركة المفصل كما يعمل علي تماسكه ويمكن تصنيف المفاصل الموجودة في جسم الإنسان علي النحو التالي (سويدان، 2006، صفحة نفس الصفحة):

شكل بياني (14) يوضح مفصل عديم الحرك

- **مفاصل عديمة الحركة :**

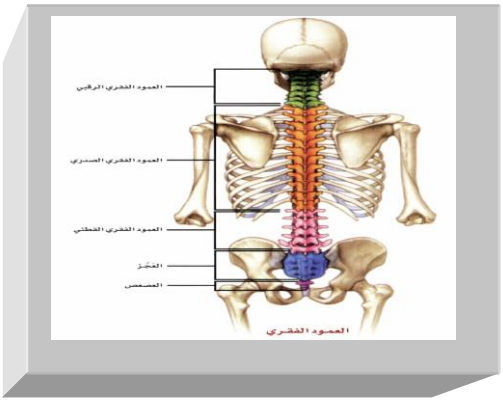
ويتمثل هذا النوع من المفاصل في تمفصل عظام الجمجمة .



شكل بياني (15) يوضح مفاصل محدودة الحركة

- **مفاصل محدودة الحركة :**

مثل تمفصل الفقرات مع بعضها .



➢ **مفاصل ذات مدي حركي كبير :**

وهي المفاصل التي تسمح بمدي واسع للحركة مثل مفاصل الأطراف في اتجاهات مختلفة وهي : .

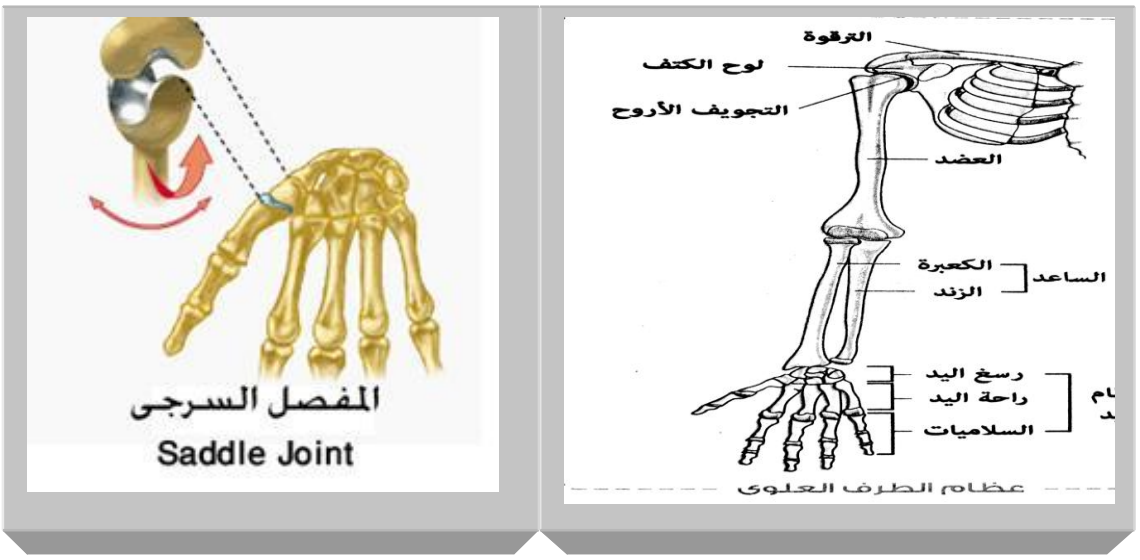
أ- مفصل الكرة والحق : وهو المفصل الذي يسمح بالحركة في جميع الاتجاهات كما يسمح بالدوران ومن أمثلة هذا المفصل في جسم الإنسان مفصل الكتف ومفصل الفخذ .

ب- المفصل الرزي : وهو يسمح بحركة ذات مدي كبيرة ولكن في اتجاه واحد ومن أمثلته التمفصل بين الفقرتين العنقيتين الأولي والثانية، والتمفصل الموجود بين عظمة الكعبرة وعظمة العضد في الساعد .

ت- المفصل الإنزلاقي : وتتم فيه الحركة نتيجة لانزلاق العظام علي بعضها في حركة محدودة وتوجد هذه الحركة بين عظام رسغ اليد ومشط القدم .

ث- المفصل اللقمي : وهو يسمح بالحركة في اتجاهين كما في المفصل بين الزند والكعبرة في مفصل المرفق .

شكل بياني (16) يوضح نموذج عن مفاصل ذات مدى حركي كبير



1-2-3العضلات:

تغطي العظام العضلات وهي التي تكون الشكل العام للجسم وعادة ما تصل العضلة بين عظمتين يكون في احدهما ما يسمي بمنشأة العضلة وقد يكون أكثر من منشأ واحد وتندمج العضلة في عظمة أخري .

وتعتبر العضلات مصدر القوة المحركة لعظام الهيكل العظمي، فعند وصول العصب المركزي وعن طريق عصب العضلة تتحول هذه الإشارة الكهربية إلى تفاعلات كيميائية يتسبب عنها انقباض العضلة ويتوقف مقدار الانقباض وقوته على مقدار الإشارة العصبية الآتية من الجهاز العصبي المركزي (علي ع.، 2004) .

ومن المعروف أن انقباض العضلات يتسبب عنه حركة العظام في الاتجاهات المختلفة وتنقسم عضلات الجسم إلى ثلاثة أنواع حيث نوع العمل أو الوظيفة التي تقدمها العضلة وهي:

- عضلات إرادية.

- **عضلات لا إرادية.**
- **عضلات القلب.**

1-2-3-1العضلات الإرادية:

هي مجموعة العضلات التي تغطي الهيكل العظمي وتصل بين أجزائه وتحدد مدي حركته ، وسميت بالعضلات الإرادية نظرا لتحكم الجهاز العصبي المركزي في حركتها .

والحركة الإرادية هي المحور الذي يسعي علم الحركة إلي دراسته . والعضلات الإرادية تختلف في شكلها وحجمها مما يجعلها قادرة علي إنجاز المهام الحركية المكلفة بها .

ويمكننا تقسيم العضلات الإدارية من حيث شكلها إلي (علي ع.، 2004) :

- **العضلة الطولية:** وهي عضلة طويلة تكون أليافها متوازية جنبا والعضلة الخياطية التي توجد بطول الفخذ من الأمام خير مثل لهذا النوع .
- **العضلة المربعة :** وهي عضلة ذات أربعة جوانب أو ضلوع وغالبا ما تكون عضلة مسطحة والعضلة المبينة التي توجد بين الشوكة واللوح هو مثل لهذا النوع .
- **العضلة المثلثة :** وهي عضلة من النوع المسطح تبدأ من أحد طرفيها ، وهي طريف ضيق ثم تمتد الألياف إلي الطرف الأخر في شكل مروحة والعضلة الصدرية العظمي خير مثل لهذا النوع.
- **العضلة المغزلية:** وهي عبارة عن عضلة مستديرة عادة تتجمع أليافها العضلية وتمتد جنبا إلي جنب في كل طرفيا .
- **العضلة الريشية :** وهي عبارة عن عضلة أليافها قصيرة ومتوازية وتمتد بميل من أحد جانبي وتر طويل مما يعطي في مجموعة شكل الريشة التي توجد في جناح الطائر وأطلق عليها العضلة نص الريشية للتفرقة بينهما وبين الريشة والعضلة القصيرة الخلفية خير مثل لهذا النوع .
- **العضلة الريشية** : وهي عبارة عن عضلة تتميز بوتر طويل في الوسط تمتد منه الألياف العضلية بميل من جانبي الوتر وهذا يعطي العضلة في مجموعها شكل الريشة التي توجد في ذل الطائر، والعضلة المستقيمة الفخذية هي خير مثال لهذا النوع .
- **العضلة الريشية المتعددة :** وهي عبارة عن عضلة تتميز بعدة أوتار وأليافها العضلية تمتد بميل بين هذه الأوتار والجزء الأوسط من العضلة الطويلة خير مثل لهذا النوع (**علي ع.، 2004، صفحة 204**) . .

1-2-3-2-العضلات الغير إرادية :

وهي العضلات التي تعمل لا إراديا أي تتم الحركة فيها دون تدخل الجهاز العصبي المركزي بل تتم الحركة تحت تأثير جهاز عصبي موضعي ذاتي.

والعضلات التي تعمل لا إراديا عادة ما تكون عضلات رقيقة ملساء مغزلية الشكل لا يوجد بها أنسجة مستعرضة كما أنها هيكلية ومن أمثلة العضلات اللاإرادية.

عضلات الجهاز التنفسي – عضلات جدار القناة الهضمية –عضلات الرحم – عضلات المثانة

بالإضافة إلى **عضلة القلب** وهي عضلة وحيدة في نوع تكوينها الليفي والعصبي فهي تشبه في تكوينها الليفي العضلات اللاإرادية ولكنها تختلف عنها في أنها تعمل تحت تأثير جهاز عصبي ذاتي يتحكم فيه الجهاز العصبي المركزي

1-2-3-3 تقسيم العضلات تبعا لوظيفتها :

وهذا يعني أن للعضلات أدوار مختلفة الحركة المطلوبة وهذا يؤدي إلي تصنيف العضلات من حيث مشاركتها في العمل إلي أنواع مختلفة هي : .

– العضلات المحركة الأساسية أو المشاركة :

العضلة المحركة هي العضلة التي تكون مسئولة مسئولية مباشرة في التأثير علي الحركة ومعظم حركات الجسم البشري تسببها عضلات محركة عديدة يكون بعض منها بدرجة الأهمية دون البعض الأخر ، فتعد محركات أساسية أما العضلات الأخرى والتي تشارك كعضلات محركة بحكم انقباضها تحت ظروف خاصة تعتبر محركة مساعدة ، كما أن هناك نوعا آخر من العضلات قد يشارك في حالات التغلب على مقاومات عالية تسمي أحيانا بعضلات الطوارئ ، وهذا الاختلاف نسبي تتباين فيه الآراء، حيث أن يصعب تحديد المدى الذي يمكن عنده اعتبار هذه العضلة محركة أساسية أو مساعدة، ويرى البعض أن العضلات الأكبر والأقوى والأكثر على حركة المفصل المراد تحريكه هي التي يمكن أن توصف بأنها أساسية (زاهر، 2005، صفحة 100).

– العضلات المثبتة أو المساندة أو الموازنة :

هذه المجموعة من العضلات تحتوي على عضلات يمكن أن تنقبض انقباضا ثابتا لتثبيت بعض أجزاء الجسم ضد شد العضلات المنقبضة أو ضد تأثير العز أو الارتداء في بعض الأنشطة، ويمكن استخدام مصطلح (الساندة) عندما يكون الطرف أو الجذع مثبتا ضد الجاذبية في حين يتحرك الجزء البعيد من الجسم كحركة اليد أو القدم أو الرأس في أوضاع الميل أو الثني وتوجد هذه العضلات على الجانب المقابل للجانب الذي توجد فيه العضلات المحركة الأساسية ويعتمد مقدار الشد على سرعة الطرف المتحرك .

– العضلات المكافئة:

هذه العضلات تعمل على منع عمل غير مرغوب فيه للعضلات المحركة، كان الغرض الأساسي هو القبض في حين أن العضلة المحركة يؤدي انقباضا إلى القبض والتقريب فإن الحالة كعضلة مكافئة لإلغاء الجزء الخاص بالتقريب كعمل غير مرغوب فيه .

وأحيانا تشترك عضلتان محركتان في نفس العمل ولكن من الممكن أن تؤديا أعمالا أخري

– العضلات المضادة أو المقابلة :

وهذه العضلات لها تأثير عكسي لعضلات لمحركة ولوجود هذه العضلات في الجانب العكسي للمفاصل من العضلات المحركة عليها أحيانا (الجاذبية العكسية أو المقابلة) فقبضات المرفق أمام الذراع وتعتبر مضادة للعضلات الباسطة لنفس المفصل والتي تقع خلف الذراع، ويظهر دور العضلات المضادة في كبح جماح حركة الطرف المتحرك عند وصوله إلى الحد النهائي لمدى حركة المفصل بانقباضها انقباضا لحظيا يتناسب عند وصوله إلى الحد النهائي لمدى حركة المفصل بانقباضها انقباضا لحظيا يتناسب بالطبع مع القوة الانقباضية للعضلات المحركة، وبالتالي مع سرعة الطرف المتحرك وبمجرد انقباض العضلات المقابلة أو المضادة تبدأ المحركة بالاسترخاء، وحتى إن لم

تبدأ بالاسترخاء فإن انقباض المضادة سوف يحمي أربطة المفصل من ناحية ويسمح باستكمال العزم اللازم لإتمام الحركة من ناحية أخري (زاهر، 2005، صفحة نفس الصفحة).

2- الخصائص الميكانيكية :

أشرنا فيما سبق إلي أن تركيب جسم الإنسان قد ساعد الجهاز الحركي عل ى أداء حركاته بكفاءة تامة ، وسوف نتناول الخصائص الميكانيكية لهذا التركيب الأمثل للوقوف عل ى مدى تلاؤم هذا التكوين للوظائف الحركية . التي تجعلها قادرة علي الاستطالة وهذا ما يساعد علي زيادة المدى الحركي للمفاصل .

كما أن ألياف العضلات تعمل كأوتار مطاطة ، ويمكن أن تؤدي عملها بصورتين : .

2-1- العمل المتتابع :

- في حالة الحرة : وهو أن تبدأ مجموعة من الألياف عملها حتى مستوي معين ثم مجموعة أخرى من الألياف وهكذا .

- في حالة العمل العضلي الثابت : وفيه تبدأ مجموعة من الألياف في الانقباض ثم تتناوب باقي الألياف في تسلسل وترتيب، ويتم ذلك بهدف عدم إرهاق العضلة أو استنفاذ طاقتها في وقت قصير .

2-2 العمل المتلازم :

وهو أن عمل جميع ألياف العضلة في وقت واحد ويحدث هذا عندما يكون الواجب الحركي يحتاج إلى قوة كبيرة في وقت قصير .

مما سبق نري أن العضلات يمكنها أن تؤدي عملها بطريقتين حسب متطلبات الأداء فتتابع انقباض ألياف العضلة ينتج عنه قوة محدودة ولمدة زمنية طويلة، أما العمل المتلازم ينتج عنه قوة كبيرة ولزمن محدود، ولتوضيح ذلك تقدم هذا المثال .

إذا كانت ألياف العضلة تعمل علي خمسة مجموعات في وحدة زمن مقدارها ثانية فإن الانقباض المتتابع ينتج عنه قوة مقدارها 5/1 من قوة العضلة في كل ثانية ولمدة خمس ثوان ثم تبدأ المجموعة الأولى مرة أخر ى وهكذا، أما الانقباض المتلازم فإن القوة الناتجة من انقباض الخمس مجموعات مع بعضها في مدة ثانية واحد يساوي 5/5 أي القوة القصوى للعضلة (J.HALL، 1995).

3- الخصائص الفسيولوجية :

تتخلص الخصائص الفسيولوجية فيما يلي :

- جميع عضلات الجسم تتسم بقابليتها عل ى استقبال المثيرات الحركية والقدرة عل ى الاستجابة لها من طريق الانقباض العضلي الذي يتمثل في قصر طول العضلة فتقرب المسافة بين منشئها والمدغم وينتج عن ذلك حركة أجزاء الجسم .
- تتميز العضلات بالمطاطية والمرونة حيث يمكن للعضلة أن تزيد عن طولها عن طريق الشد ثم تعود لمعدات طولها الطبيعي .
- للعضلة القدرة علي أن تحافظ علي شكلها وتقاوم أي تغيير فيه .

4- العوامل التي تحدد نوع الحركة(الداخلية . الخارجية) :

لكي نجعل جسما يتحرك بميل مثلا لابد وأن نوجه قوة إلى أحد جانبيه أو نقوم بتوجيهها مباشرة بحيث يكون في خط مع مركز الجاذبية في الجسم فالحركة التي بتحركها جسم من الأجسام تتوقف على:

– نوع الحركة التي يمكن أن يقوم بها هذا النوع الخاص من الأجسام فلو أن الجسم عبارة عن رافعة مثلا نجد أن الحركة التي تسمح بها الرافعة هي الحركة الدائرة فقط، ولو أن الجسم عبارة عن بندول فإن الحركة المتكررة المذبذبة، وهكذا ولو أن الجسم حر الحركة فإن حركته تكون منتقلة أو دائرة متوقفا ذلك على الظروف التي تشمل على النقطة التي تستخدم عندها القوة بالنسبة إلى مركز الجاذبية للجسم المتحرك، كما تشتمل عل ى الطريق الممكن للجسم أن يتبعها في حركته وتشتمل عل ى الطرق الممكن للجسم أن يتبعها في حركته ، وتشتمل كذلك على وجود أو عدم وجود عوامل خارجية قد تغير من الحركة أو قد تؤثر علي الجسم في حركته .

وهذه العوامل تعتبر عوامل خارجية أي خارجية عن الجسم مثل خشونة السطح التي تتطلب احتكاك الجسم بالسطح والمقاومة التي تنشأ عن ذلك وتؤثر في حركة الجسم ومن العوامل كذلك مقاومة الهواء ومقاومة الماء وهكذا وقد تكون هذه العوامل كذلك مساعدة للحركة وإما معطلة لها ويتوقف هذا علي الظروف وطبيعة الحركة حتى أن العامل الواحد قد يساعد نوعا خاضعا من الحركة ويعطل نوعا أخر فمثلا احتكاك الشيء بالسطح الخشن قد يساعد حركته وقد يعطلها فهذا السطح يساعد العداء في حرية علي استعمال أقصي مجهود دون خطوة الانزلاق وفقد التوازن ومع ذلك فإن خشونة هذا السطح وما ينشأ عنها من احتكاك قد تعوق وتعطل حركة الكرة في درجتها كما في الهوكي أو الجولف .

هذا وقد تكون المقاومة لازمة وضرورية كما في حالة مقاومة الريح أو الهواء فهي لازمة وضرورية لحركة المركب الشراعي والأمر لا يختلف كثيرا بالنسبة لمقاومة الماء في ضرورية لمروق الجسم بواسطة ضربات اليدين والرجلين كما في السباحة وهي ضرورية كذلك للمركب الصغير في تحركه فوق الماء بواسطة استعمال المجاديف هذا ويمكن أن تكون هذه المقاومة عاملا معطلا وسببا في الحد من سرعة السباح خصوصا إذا تعرف جزء كبير من جسمه للماء الأمر الذي يدفع السباحين للاحتفاظ بأجسامهم أفقية ومستقيمة أثناء العوم ويمكن تطبيق نفس النظرية في حالة المركب (راتب، 1999، صفحة 64).

هذا ومن المشاكل الأساسية في ميدان التربية الرياضية هو معرفة كيفية الاستفادة من هذه العوامل بحيث تصبح مساعدة للحرية واستغلالها لما فيه مصلحة الحركة والعمل علي التقليل من أثرها إلي أقصي حد إذا ما عاقت الحركة وإلي جانب هذه العوامل الخارجية هناك عوامل تشريحية داخلية تؤثر في حركة الإنسان ، وتغير منها وتتمثل هذه العوامل في إصابة بعض المفاصل وعدم توافر التعاون التام بين العضلات الرئيسية والعضلات القابلة بارتخاء الأخيرة مثلا أو وجود أنسجة رخوة غير قوية بالجسم وما شابه ذلك

جدول (04) يوضح العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة في الحركة

عوامل خارجية	عوامل داخلية
1 عوامل جوية:	**1 عوامل انثروبومترية حركية:**
(درجة الحرارة، الرياح.....)	(وزن الجسم ، طول الرجل....)
2 عوامل مرتبطة بالسطح:	**2عوامل نفسية:**
(الانحدار، ليونة السطح .....)	الاسترخاء،الشعور بالقلق...)
3عوامل مرتبطة بالأجهزة والأدوات:	العوامل البيولوجي
ارتفاع كعب الحذاء	الإيقاع

وزن الحذاء وزن على الرأس أو الجذع....	3 **عوامل الكيناتيكية الكينماتيكية:** مركز ثقل الجسم،انتقال الطاقة الميكانيكية،معدل الشغل الايجابي، قوى الدفع،حركات الرجلين، زمن اتصال القدم،حركات الذراع المفاجئة، زاوية ميل قوس القدم،سرعة قبض الساق عند الارتكاز،القبض الاخمصي للقدم عند الارتكاز على مشط، طول الخطوة

المحور الرابع: التحليل الحركي:

2-طرق ووسائل التحليل الحركي الكمي:

يبحث علم التحليل الحركي في الأداء الحركي للإنسان والحيوان أو يدرس فيه الحركة التي يقوم بها، ويسعى هذا العلم في الميدان الرياضي إلي دراسة منحنى الخصائص للمسار الحركي للمهارة الرياضية سعيا وراء تحسين التكنيك الرياضي بهدف تصحيحه وتطويره وفقا لأحدث النظريات العلمية للتدريب الرياضي، لذ يلجأ العاملون في مجال الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية إلى استخدام طرق ووسائل التقويم المناسبة لدراسة الحركات الرياضية ، إلى استخدام طرق ووسائل التقويم المناسبة لدراسة الحركات الميكانيكية التي يؤديها الإنسان أو الحيوان مع مراعاة خصائص تلك الحركات وشروط أجهزتها الحركية التي تعتمد علي العوامل البيولوجية للأعضاء من الناحية الوظيفية (البصير، 1998، صفحة 53).

3- طريقة التحليل الحركي الكمي:

وترتبط طريقة التحليل الحركي الكمي بالطريقتين الخاصتين بالتعرف على الميكانيكا وهما الطريقة **الكينماتيكية** والطريقة **الديناميكية،** لذا فإن المرء يعرف نوعين من طرق التحليل الحركي هما:

- طريقة التحليل البيوكينماتيكية للمهارات الحركية.
- طريقة التحليل البيوديناميكية للمهارات الحركية.

3-1-طريقة التحليل البيوكينماتيكية للمهارات الحركية:

تهتم طريقة التحليل البيوكينماتيكية للمهارات الحركية بتوضيح ووصف أنواع الحركات المختلفة، عن طريق استخدام المدلولات الخاصة بالسرعة والعجلة التي وضعت على أساس من قياسات المسافة والزمن وتستخدم في سبيل تحقيق ذلك عدة وسائل منها مايلي:

القياس اللحظي بواسطة الخلايا الضوئية

- التصوير بالأثر الضوئي - تصوير النبضات الضوئية (فوتوجرافيا) -جهاز تسجيل السرعة
- التصوير السينمائي- القياس اللحظي بواسطة الخلايا الضوئية التصوير بالفيديو

4- التصوير السينمائي:

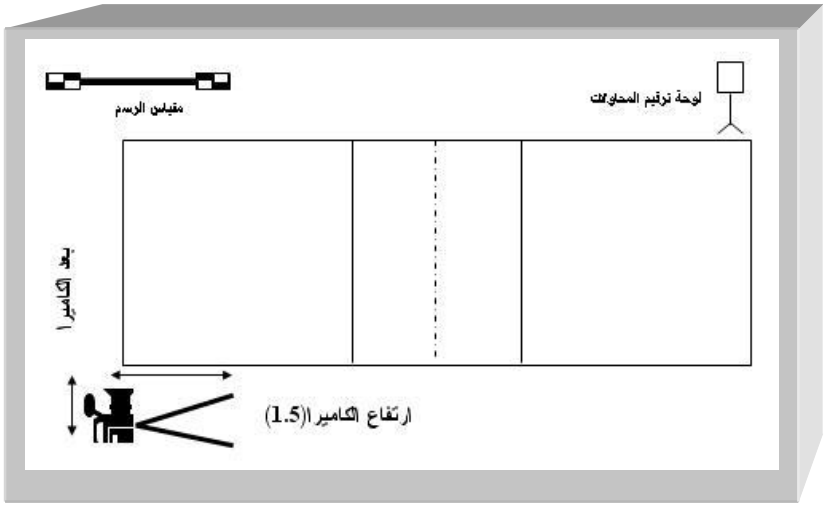
تطور في الأعوام الأخيرة التصوير السينمائي في المجال العلمي باستخدام أداة التصوير السينمائية ذات الدقة العالية في السرعات بالإضافة إلى التطور الكبير الذي طرأ على وسائل التحميض، وقد استفاد العمل العلمي من هذا التطور وخاصة في ميدان الميكانيكا الحيوية حيث أصبح من المستطاع استخدام آلات التصوير السينمائي في تصوير أعداد كبيرة من الصور السينمائية في وحدات زمنية صغيرة، بحيث أصبحت المسافة بين وضع الجسم من صورة إلى أخرى متناهية في الصغر (د ف) وكذلك الفترة الزمنية لحدوث هذه الحركة للجسم أصبحت أيضا متناهية في الصغر (جواد، 2001).

4-1إجراءات تنظيم عملية التصوير السينمائي:

4-1-1الأجهزة والمعدات:

- آلة تصوير سينمائية 8مم ذات سرعات متعددة تعمل بمصدر كهربائي.
- حامل ثلاثي لآلة التصوير السينمائية.
- أفلام ختام ذات حساسية مناسبة لنوع ومكان ووقت التصوير.
- علامات إرشادية ضابطة تحدد خلفية الصور كما في الشكل.

شكل (17) يوضح نموذج عن إجراءات تنظيم عملية التصوير السينمائي



- عارضة قياس مقسمة بدقة لتحديد مقياس الرسم عند تحليل الصور كما في الشكل التالي.
- شريط قياس صلب لتحديد أبعاد التصوير.
- خيط في نهايته مسمار يثبت أسفل حامل آلة التصوير السينمائية.
- ميزان مائي.
- مثلث كبير لرسم الخطوط المتعامدة.
- شريط من البلاستر اللزج (ألوان) لتعليم مراكز مفاصل الجسم.
- مقص.

- جهاز قياس شدة الإضاءة لتحديد فتحة العدسة المناسبة لسرعة التردد المستخدمة في آلة التصوير في حالة عدم وجود هذا الجهاز بآلة التصوير السينمائية.
- ساعة الكترونية كبيرة توضح في مجال التصوير- يرجع إليها من حساب الزمن في حالة عدم معايرة آلة التصوير.
- لوحات مرقمة لتحديد ترتيب المحاولات أثناء التصوير.
- الأدوات أو الأجهزة الخاصة بالمسابقة الرياضية المقرر تصوير اللاعبين خلال أدائها.
- عدد 4 مصادر إضاءة قوة كل منها 1000 ك. ولاستخدامها في حالة إجراء التصوير داخل صالات التدريب.
- ستارة من القماش الأسود علي شكل مربع طول ضلعه 4 أمتار لاستخدامها كخلفية عند التصوي(J.HALL، 1995).

4-1-2 إعداد مكان التصوير:

يتم إعداد مكان التصوير وفق الخطوات التالية:

تحديد المجال الذي سيتم فيه التصوير، ومكان الهدف المراد تصويره سواء كان على الأرض أو على جهاز (مثل جهاز المتوازيين أو العلقة أو الحصان أو الحلق أو القفز بالزانة أو الغطس....إلخ).

توضع الستارة السوداء (الخلفية) خلف الغرض المراد تصويره بحيث يكون الغرض في منتصفها مع ملاحظة تثبيتها.

توضع العلامات الإرشادية الضابطة في خلفية مجال التصوير وفي مجال الحركة بالضبط.

توزيع مصادر الإضاءة على أركان مجال التصوير في حالة ما إذا تم التصوير في صالة مغلقة مع ملاحظة توزيع شدة الإضاءة على الهدف بصورة تظهره بوضوح.

التأكد من عدم وجود أي انحرافات في مكان التصوير ويتم ذلك باستخدام الميزان المائي.

4-1-3 إعداد وضع آلة التصوير:

- تأكد من أن آلة التصوير تعمل.
- تأكد من أن آلة التصوير قد ضبطت علي السرعة المطلوب استخدامها في التصوير بعد معايرتها.
- ضع الفيلم في آلة التصوير وتأكد من وضعه الصحيح فيها وذلك بتشغيلها لمدة ثانية أو ثانيتين.
- ضع آلة التصوير علي حامل التصوير الثلاثي.
- تأكد من عدم وجود أي انحراف أو تغيير في مستوى آلة التصوير وذلك باستخدام الميزان المائي.

تأكد من أن المحور البصري المار من بؤرة عدسة آلة التصوير عدسة التصوير في مستوى الغرض المرصود، فإذا كان الغرض المرصود هو الشخص، فيجب أن تكون عدسة آلة التصوير في مستوى حوض الشخص وعمودية على منتصف المسافة بين مفصلي الفخذين بينما تكون عدسة آلة التصوير في مستوى ارتفاع الجهاز الذي يتم عليه أداء المهارة وعمودية على نقطة اتصال اللاعب بالجهاز (نقطة التعلق أو الارتكاز) من أحد الجانبين إذا كان التصوير سوف يتم علي المحور الأفقي وتحقق بقياس المسافة بين عدسة آلة التصوير والأرض بخيط أو بالشرط ومطابقتها بارتفاع الجهاز.

في حالة تصوير الحركة على الحور الرأسي تتبع ما جاء في البندين (3 : 6) مع ملاحظة أن تكون آلة التصوير عمودية على المستوى الأفقي بمعنى أن يكون المحور الرأسي لعدسة آلة التصوير موازي للمحور الرأسي لمسار الحركة.

في حالة التصوير المسار حول المحورين الرأسي والأفقي ينفذ ما جاء في البندين (6، 7) مع ملاحظة إجراء التشغيل آلتي التصوير في تزامن واحد، بمعنى التحكم في تشغيل آلتي التصوير بمصدر كهربائي واحد(J.HALL، 1995، صفحة 201).

لضمان عدم حدوث انحراف أو تغيير عند إعادة الصور مرة أخرى بعد تصويرها، يجب إلى جانب جعل المحور البصري لآلة التصوير عموديا على مستوى الحركة أن تكون زاوية الصورة متناهية في الصغر، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق التصوير من مسافات كبيرة باستخدام عدسات مقربة بالإضافة إلي جعل الزاوية دائما قائمة تقريبا.

4-1-3تجهيز اللاعب للتصوير:

يجب أن يرتدي اللاعب الملابس الرياضية المستخدمة، بحيث تكون ملتصقة بالجسم تماما أو أن يتحرر من ملابسه، فيما عدا لباس بحر أو شورت قصير مناسب.

يراعي أن يكون هناك تباينا بين لون الملابس الرياضية التي يرتديها اللاعب وبين لون خلفية التصوير، فإذا كانت خلفية التصوير سوداء يفضل أن يكون لون ملابس اللاعب بيضاء والعكس صحيح، كما يجب أن يتحقق هذا التباين في اللون أيضا بين الجهاز أو الأداة وكل من الملابس والخلفية، وذلك لتسهيل عملية نقل النموذج التخطيطي للأوضاع التي يمر بها اللاعب خلال المسار الحركي والتي سوف تحدد كنقاط للدراسة فيما بعد.

توضع علامات واضحة علي شكل (×) أو نقطة كبيرة (●) على النقط التشريحية لمفاصل جسم اللاعب المواجهة لعدسة التصوير ويتحقق ذلك بلصق شريط من البلاستيك اللزج بإحدى الشكلين السابقين تحديدهما عل ى النقط التشريحية للمفاصل بحيث يكون طول الشريط الملتصق من 1سم: 1.5سم كما يراعى أن أماكن النقاط التشريحية لمفاصل الجسم تحدد كما يلي:

توجد النقطة الكتف تمثله نقطة عاي النتوء الاخرومي لعظم اللوح.

مسقط مفصل المرفق تمثله نقطة فوق العقدة الوحشية لعظم العضد

مسقط مركز مفصل رسخ اليد تمثله نقطة علي نتوء عظم الكعبرة.

مسقط مركز مفصل الفخذ تمثله نقطة علي الدور الكبير لرأس عظم الفخذ.

مسقط مركز مفصل الركبة تمثله نقطة أعلى العقدة الوحشية لنهاية عظم الفخذ من أسفل.

مسقط مركز مفصل رسغ القدم تمثله نقطة علي الكعب الوحشي لعظم الشظية.

وفي حالة تصوير الحركات ذات المدى الواسع فإنه يجري استبدال العلامات الصغيرة للبلاستير اللزج بوضع أشرطة من البلاستر تحيط بالوصلات عند مستوى مركز ثقله (عبادة، 2001، صفحة 61).

يجب مراعاة عند تصوير الحركات الرياضية التي تستخدم فيها أداة (جلة – قرص، رفع الأثقال....الخ)، أن تضاف علامة تحدد مركز ثقل هذه الأداة.

4-1-5 إجراء عملية التصوير:

بعد الانتهاء من الإجراءات السابقة في البنود أولا، ثانيا، ثالثا، يتم التصوير وتسجيل جميع البيانات المتعلقة بكل محاولة في الاستمارة الخاصة بها والموضحة فيما يلي:

استمارة تسجيل بيانات التصوير

الهدف، التاريخ، الدارس، الحركة، زمن البداية، الزمن الكلي، زمن العرض العدسة، الحاجز/ البؤري، حالة الإضاءة، فنية الإضاءة (النوروالعدد)، الخلفية، علامات الرجوع، المطابقة، معايرة سرعة آلة التصوير، ارتفاع آلة التصوير، بعد آلة التصوير عن الهدف مقياس الفيلم، الموضوعات (العدد، علامات المفاصل ....الخ)، تكرار الفيلم (الهيكل،أمر التصوير....الخ)، التعليق.

4 -طرق تحديد مركز ثقل الجسم:

لكي يتمكن الفرد من تحديد التغير في مكان كتلة جسم الإنسان بالنسبة للمكان والزمان بطريقة دقيقة يتحتم عليه معرفة موضع مركز ثقل كتلة الجسم بالنسبة للأوضاع المختلفة التي يتخذها جسم الإنسان بالإضافة إلى ضرورة معرفة عزم القصور الذاتي للكتلة بالنسبة لمختلف الأوضاع التي يتخذها الجسم في حالة الحركة الدورانية.

لذا فقد شغلت الرغبة في التوصل إلى معرفة موضع مركز ثقل كتلة جسم الإنسان الباحثين منذ زمن بعيد حيث قام الكثيرون منهم "**بوريللي Borilli**، **موسو Mosso**، ويبر **Weber**، **ديمني Demeny**، هاي كرافت وشين **Hay Craft and Sheen Basler** بإجراء وتطوير طرق البحث المختلفة لمعرفة ذلك، ويمكن تقسيم هذه الطرق إلي ما يلي:

الطريقة المباشرة (باستخدام الجسم كوحدة واحدة).

الطريقة غير المباشرة (باستخدام الجسم كأجزاء).

5-1 الطريقة المباشرة:

كان "بوريللي" أول من توصل إلى تحديد موضع ثقل الكتلة لجسم الإنسان، وللتوصل لذلك وضع شخصا في وضع الرقود عل ى لوحة من الخشب مركزا على رأس منشور وقام بتحريك اللوح حتى حدث وضع اتزان للجسم وبذلك يكون قد أوجد خط تأثير مركز ثقل كتلة الجسم، غير أن الأمر هنا لا يتعلق بتحديد مركز ثقل كتلة جسم الشخص وحدة بل بتحديد الثقل المشترك لكل من جسم الشخص والقاعدة المرتكز عليها هذا الجسم أيضا، حيث أنه عن طريق تحريك اللوح الخشبي فوق الدعامة المرتكز عليها يكون هناك مركز ثقل جسم الشخص على أحد طرفي اللوح الخشبي بينما يكون مركز ثقل اللوح موجودا عند الطرف الآخر للحافة.

وخلال القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين قام فريق من الباحثين بتطوير طريقة بوريللي حيث أجرى الأخوان فيشر تجربتهما على نفس الأسس المماثلة لطريقة بوريللي مع محاولتهما تجنب الخطأ الذي وقع فيه بوريللي، وذلك بوضع الشخص فوق قاعدة قاما سلفا بتثبيتها في وضع الاتزان مع تحريك الجسم الذي أجريا عليه تجربتهما هنا وهناك، ويتضح صعوبة هذه الطريقة إذا ما تخيلنا إيجاد مركز ثقل كتلة جسم اللاعب في أوضاع متعددة وصعبة خلال أدائه مهارة مثل الدورتين الهوائيتين المتكورتين على الأرض.

لذا فقد توصل "**ديبوز ريموند**" إلى جهاز أطلق عليه اسم ميزان مركز الثقل يتكون من قاعدة مثبتة وضعت فوق حافتين ثبت أحدهما فوق ميزان من الموازين المستخدمة في وزن الأشخاص وبقدر بعد المسافة بين خط الثقل ونقطة الارتكاز للميزان، يستخرج مقدارا معينا لوزن الجسم، ووفقا لقانون الروافع، فإنه يمكن حساب تلك المسافة، ولقد أدت هذه الطريقة إلى تبسيط خطوات التجارب بشكل

ملحوظ برغم من أنها لا تصلح إلا لتحديد خط الثقل فقط، أما بالنسبة لتحديد مركز ثقل جسم ما فإنه من الضروري إيجاد ثلاثة خطوط للثقل بحيث لا يجوز أن يقع أكثر من اثنين منهما على مستوى واحد، ونظرا لتمتع الأجسام بخاصية التماثل فإنه من الممكن في معظم الأحيان الاستغناء عن خط الثقل الثالث، وقد قام " **بازلر**" بإضافة تطويرات جديدة على ميزان مركز الثقل الخاص بريموند مستخدما في تجاربه الكثيرة منصة مثلثة الشكل متساوية الزوايا بحيث يتركز عند إحدى الزوايا على جسم ثابت بينما يتركز في زاويتيه الأخيرتين فوق ميزان لوزن الأشخاص وباستخدام هذا الجهاز يمكن إيجاد خطين للثقل تمثل نقطة تقاطعهما مركز ثقل الجسم (الكرمدي، 2015، صفحة 92).

5-2 الطريقة غير المباشرة:

تعتمد الطرق المستخدمة للحصول على المدلولات التي يمكن عن طريقها تحديد موضع مركز ثقل كتلة جسم الإنسان على مبدأ معرفة موضع مركز ثقل كتلة كل جزء من أجزاء جسم الإنسان كل على حدة وقد استخدم في سبيل ذلك دراسات مختلفة منها:

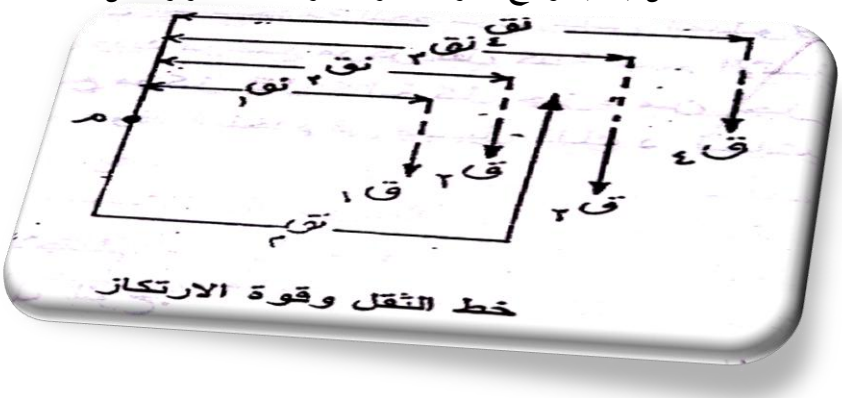
- دراسة الجثث.
- دراسة عمر الأجسام.
- دراسات رد فعل اللوح.
- دراسات النماذج الرياضية.
- الدراسات المتنوعة.

وفيما يلي نذكر أكثر الطرق العلمية التجريبية والتحليلية انتشارا واستخداما في تحديد موضع مركز ثقل كتلة جسم الإنسان.

الطريقة التحليلية لتحديد موضع مركز ثقل كتلة الجسم وفق رأي "كنول وايجرز":

تعتمد هذه الطريقة على قانون أفضل الأوضاع علما بأن هناك توجد حالة خاصة تتمثل في أن القوى تتقاطع خطوط متوازية التأثير وتنطبق على تأثيرات القوى الموضحة في الشروط التالية لحدوث التوازن:

شكل (18) يوضح الطريقة الغير مباشرة لتحديد مركز الثقل



فإذا كان مقدار القوى (ق 1 إلي ق4) ومسافتها العمومية (نق1 إلي نق4) الفاصلة بينها وبين محور الدوران (م) معلومة لنا يصبح في الإمكان معرفة (نق م) الخاصة بقوة الارتكاز (ق م) عن محور الدوران، فإذا ما كان الأمر يتعلق في حالة القوى بأوزان الأجسام فإنه في الإمكان في هذه الحالة معرفة خط ثقل النظام بمعلومية البعد (نق م) حيث تأخذ معادلة القوى الصورة التالية:

$$\text{نق م} = \frac{\text{ق1 نق1 + ق2 نق2 + ق3 نق 3 + ق4 نق 4}}{\text{ق م}}$$

وتطبق المعادلة التالية بصفة عامة على القوى:

$$\text{نق م} = \frac{\text{مجـ ن = 1 ق1 نق1}}{\text{ق}}$$

ونظرا إلي أن حاصل جميع مقادير القوى يمكن التعويض عنها بقوة كلية قدرها (ق م) فإنه يمكن وضع المعادلة في الصور التالية:

$$\text{نق م} = \frac{\sum_{1=\text{ن}} \text{ق1 نق1}}{\text{م}}$$

وهذه الطريقة يمكن استخدامها في تحديد موضع مركز ثقل كتلة جسم اللاعب وذلك إذا كان من المعلوم لنا وضع مركز ثقل كل جزء من أجزاء الجسم عل حدة، وكذلك وزن الجسم، وكما سبق القول آنفا أن نتيجة الأبحاث التي أجريت على أجزاء جثث آدمية لتحديد مراكز ثقلها وأوزانها فقط تم التوصل إلي متوسطات حسابية عامة نلخصها كما في الجدول التالي(J.HALL، 1995):

جدول (05) الوزن النسبي لأجزاء جسم الإنسان بالنسبة لوزن الجسم (عن فيشر وبيرنشتاين)

أجزاء الجسم	الوزن النسبي وفق رأي فيشر	الوزن النسبي وفق رأي بيرنشتين رجال وسيدات		النسبة التقريبية
الرأس	0.0706	0.0672	0.0812	0.07
الجذع	0.427	0.463	0.4390	0.43
الفخذ	0.1158	0.2121	0.1289	0.12
الساق	0.0527	0.0465	0.0434	0.05
القدم	0.0179	0.0146	0.0129	0.02
العضد	0.0336	0.0265	0.0260	0.03
الساعد	0.0228	0.0182	0.0182	0.02
اليد	0.0084	0.0070	0.005	0.01

وقد تمكن "كلاوسير **Clauser**" من تحديد نسبة أوزان أجزاء الجسم بالنسبة لوزن الجسم الكلي وفق الجدول التالي:

جدول (06) الوزن النسبي لأجزاء الجسم المختلفة بالنسبة لوزن الجسم كله عند كلاوسير

أجزاء الجسم	لرأس	الجذع	العضد	الساعد	اليد	الفخذ	الساق	القدم
الوزن النسبي	0.073	0,057	0.026	0 .160	0.007	0.103	0.043	0.015

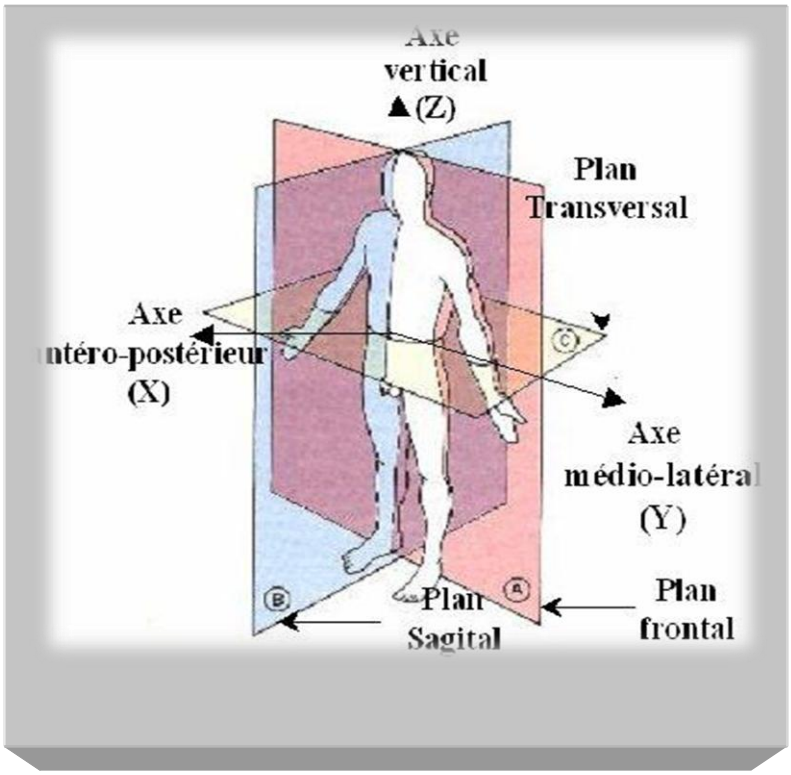
كما أمكن التوصل إلى أن مركز ثقل الأطراف تقع على محاورها الطويلة تماما بينما المسافة الخاصة بمركز ثقل كتلة الجسم فتؤخذ من المفصل العلوي والتي تعتبر كنصف قطر الحركة وهي في نفس الوقت علاقة ثابتة بالنسبة للطول الكلي للعضو، أما مركز ثقل الجذع فإنه يقع علي الجزء الموضح أي في المسافة التي بين المحور العرض لمفصلي الكتفين وبين مركز الثقل في هذه الحالة بمثابة نصف قطر حركة مركز الثقل أما بالنسبة للرأس فإن مركز الثقل يقع خلف عظم الخابور، كما تمكن كلاوسير من تحديد موضع مركز ثقل كتلة كل جزء من أجزاء الجسم علي حدة وفق الجدول التالي (مجيد، 1987، صفحة 91):

جدول (07) نسبة أنصاف أقطار مراكز ثقل كل جزء من أجزاء جسم الإنسان

بالنسبة لطول محاورها الطولية (عن كلاوسير)

أجزاء الجسم	نسبة أنصاف أقطار مراكز ثقل كل جزء من اجزاء جسم الإنسان بالنسبة لطول محاورها الطولية (عن كلاوسير)
الرأس	**46.4**% عن قمة الرأس أو **53.6**% عن تقاطع الذقن والرقبة.
الجذع	**38%** عن المدور الكبير للكتف أو **62**% عن محور المعقدة.
العضد	**51.3**% عن محور الكتفين أو **48.3**% عن محور المرفقين.
الساعد	**39**% عن محور المرفق أو **61**% عن محور الرسغ.
اليد	**18**% عن محور الرسغ أو **82**% عن السلامية الثالثة.
الفخذ	**37.2** عن محور المقعدة أو **62.8**% عن محور الركبة.
الساق	**37.1** عن محور الركبة أو **62.9**% عن محور رسغ القدم.
القدم	**44.9**% عن العقب أو **55.1**% عن قمة الأصبع الأطول.

شكل (19) يوضح أنواع المحاور التي يقسم بها جسم الإنسان



لتحديد مركز ثقل كتلة الجسم بأكمله يستخدم نظام التوافق الكرتيزية وتحدده فوق الصور أو الكروكي الذي يمثل الجسم بمقياس رسم محدد ثم توضع علامات على النقطة المتوسطة للمفصل وبيان المحور الطولي لأجزاء الجسم الذي يوضح أنصاف أقطار الحركة لمركز ثقل كتلة الجسم، لكل مركز ثقل على حده ثم تقيس القيمتين الإحداثيتين (س، ص) الخاصتين بمراكز الثقل كل منها على حده ثم تضع هذه القيم في صورة جدول ثم تحسب المقدار المستخرج من الوزن النسبي لأجزاء الجسم وبعد ذلك عن المحور الإحداثي (ص) وبالمثل (س) أي تحسب العزوم الخاصة بمراكز ثقل أجزاء الجسم بارتباطها بالمحور الإحداثي المعلوم كنقطة دوران وحتى يمكن حساب قيمتي الإحداثيتين سم، صم باستخدام المعادلة والخاصتين بمراكز الثقل المشترك لجميع أجزاء الجسم توجد قيم (ص)، (س) منفصلين ونظراً إلى أن الوزن الكلى يكون له قيمة واحدة وعلماً بأن من الضروري وفقاً للمعادلة قسمة قيمة العزوم على الوزن الكلى فإن قيم (ص)، (س) يمثلان بالفعل القيمتين للإحداثيتين (ص)، (س) وهما خاصتان بمركز ثقل كتلة الجسم المشترك.

مثال: لتحديد مركز ثقل كتلة جسم اللاعب باستخدام طريقة الأجزاء (الطريقة التحليلية) (الصمد، 2005).

يراعى إتباع الخطوات التالية:

- ضع علامة على النقاط الثابتة بالجسم.
- وصل محاور أعضاء الجسم المختلفة مع ملاحظة أن المحور الطولي للجذع هو الخط الواصل بين منتصف كل من المحور الأفقي
- الواصل بين مفصلي الكتفين، مفصلي الفخذين.
- حدد طول كل محور من المحاور الطولية الخاصة بكل جزء من أجزاء الجسم وباستخدام نسب أنصاف أقطار لكلاوسير حدد موضع مركز ثقل كل عضو على حده.
- إيجاد بعد مركز ثقل كل عضو على المحور السيني، والمحور الصادي.
- إيجاد عزم مركز ثقل كل عضو من أعضاء الجسم على حده حول المحور السيني، المحور الصادي و. س، و.ص وذلك بضرب المحور بعد مركز ثقل العضو عن المحور السيني × الوزن النسبي (عن كلاوسير) اضرب بعد مركز ثقل العضو عن المحور الصادي الوزن النسبي للعضو (عن كلاوسير).
- إيجاد مجموع نواتج ضرب بعد مركز ثقل العضو × وزنه النسبي لكل من المحور السيني والمحور الصادي حيث يصبح ذلك هو بعد مركز ثقل كتلة الجسم عن المحور السيني، المحور الصادي على التوالي (إحداثياً نقطة مركز ثقل كتلة الجسم في هذا الوضع).

جدول (08) تحديد مركز ثقل كتلة الجسم باستخدام طريقة أجزاء الجسم (الطريقة التحليلية)

أجزاء الجسم	نسبة أوزان الجسم	العزم حول ص	العزم حول س	ص مم	العزم حول ص
الرأس	0.073	6.8	0.496	6.9	0.574
الجذع	0.507	6.8	3.448	4.7	2.383
العضد الأيمن	026.	7.5	0.195	6.3	0.164
الساعد الأيمن	0.016	7.8	0.125	7.1	0.114
اليد اليمنى	0.007	8.2	0.057	8.2	0.057
العضد الأيسر	0.026	6.2	0.161	6.4	0.166
الساعد الأيسر	0.016	5.2	0.083	7.3	0.117
اليد اليسرى	0.007	4.2	0.029	8.3	0.058
الفخذ الأيمن	0.103	5.3	0.546	3.2	0.330
الساق الأيمن	0.043	3.1	0.133	3.4	0.146
القدم اليمنى	0.015	1.2	0.018	3.8	0.057
الفخذ الأيسر	0.0103	6.9	0.711	2.2	0.227
الساق اليسرى	0.043	4.8	0.335	1.2	0.052
القدم اليسرى	0.015	9.4	0.141	2.2	0.033
	1.000	مجموع العزم	6.478 =	مجموع العزوم	4.408 =

5 -تعيين أوزان الأجزاء المختلفة للجسم:

قام العالم الألماني "**فيشرFisher**" بتعين أوزان الوصلات للأجزاء المختلفة للجسم كما في الجدول التالي:

النسبة المئوية لأوزان الوصلات (أجزاء الجسم الإنساني)

جدول (09) يوضح أوزان أجزاء الجسم المختلفة حسب Fisher

وصلات الجسم	أوزان وصلات الجسم
الرأس	%7
الجذع	%43
الفخذ	%12
الساق	%5
القدم	%2
العضد	%3
الساعد	%2
اليد	%1

هذه الأوزان مقربة.

تعين مركز ثقل من هذه الوصلات:

عين "**فيشر Fisher** " مواضع ثقل الوصلات، ووجد أن مركز ثقل الوصلة بالقرب من نهايتها القريبة كما موضح في الجدول التالي:

جدول (10) يوضح مواضع ثقل الوصلات حسب Fisher

اسم الوصلة	المسافة النسبية لمركز ثقل الوصلة مقاسه من النهائية القريبة لهذه الوصلة
الرأس	فوق الحافة العليا الوحشية للفتحة السمعية
الجذع من مفصل الكتف حتى مفصل الفخذ	0.44
العضد	0.47
الساعد	0.42
الكف (الأصابع نصف مثنية)	المفصل بين عظمي مشط وسلاميات الأصبع الثالث
الفخذ	0.44
الساق	0.42
القدم من عظم العقب حتى الإصبع الكبير	0.44

وتعتمد الطريقة التحليلية لتعيين مركز ثقل الجسم أساسا علي نظرية فارنيون وتتلخص في:

إذا كان لمجموعة القوى المعطاة محصلة فإن عزم هذه المحصلة حول أي محور يساوي المجموع الجبري لعزوم قوى المجموعة حول نفس المحور.

6 -خطوات العمل لتعيين مركز الثقل للجسم الإنساني:

يسجل الوزن المطلقة الحقيقي للوصلة الناتج من ضرب وزن الجسم (أ) في الوزن النسبي للوصلة.

تحدد أطوال الوصلات بالملليمتر علي الصورة.

ضرب طول الوصلة بالملليمتر في المعامل الخاص بالمسافة النسبية لمركز يقل الوصلة مقاسة من نهايتها القريبة، ويتم قياس هذه المسافة المسافات النسبية لمراكز ثقل الوصلات علي أن يعلم موضع مركز ثقل الوصلة بعلامة (×) علي الرسم.

يتم قياس المسافة الأفقية بين موضع مركز ثقل الوصلة وبين المحور الصادي (×) الإحداثي الأفقي لمركز ثقل الوصلة.

يتم ضرب وزن الوصلة (أ) في المسافة الأفقية (×) ثم تجمع عزوم قوى الجاذبية بالنسبة للمحور العمودي.

يتم ضرب وزن الوصلة (أ) في المسافة العمودية (Y) ثم تجمع عزوم قوى الجاذبية بالنسبة للمحور الأفقي.

من خلال المعادلات الآتية يمكن حساب إحداثيات مركز ثقل الجسم.

تعين قيمة (2×) علي المحور الأفقي في الرسم كما تعين قيمة (Y2) علي المحور الرأسي ثم يقام من النقطتين الناتجتين عمودان يتعامد كل منهما مع الآخر، حيث تكون نقطة التقاطع هي موضع مركز ثقل الجسم

7 -مفهوم التحليل الكيفي

يعرف التحليل الكيفي ثقلا عن مورسن 1997 م بأنه (الملاحظة المنظمة والحكم الاستنباطي على جوده الحركة الإنسانية من اجل تقديم أفضل التدخلات العلاجية الملائمة وذلك لتحسن الأداء).

فالملاحظة عبارة عن (عمليه تجميع وتنظيم وإعطاء معنى للمعلومات الحسيه الخاصة بالأداء الحركي الإنساني)، وهذا التعريف يشبه كثيرا تعريف ساجى **sage**1984 م للإدراك، وفي التحليل الكيفي ترتبط الملاحظة بصوره وثيقة بالإدراك، ويعرف التدخل العلاجي في التحليل على انه (تقديم التغذية الراجعة، والتصحيح، أو أي تغيير آخر في البيئة وذلك لتحسين الأداء)، ويعتبر كل من الملاحظة والتدخل العلاجي بمثابة المهام الرئيسية المتضمنة في نطاق العملية الخاصة بالتحليل الكيفي للحركة الإنسانية. وسوف يستخدم مصطلح "الأداء" بمعنى عام و أوسع كي تشتمل على (كل من الفعالية طويلة المدى والفعالية قصيرة المدى والخاصة بحركة الشخص في تحقيق الهدف).

إن الملاحظة في التحليل الكيفي ليست قاصرة على استخدام الرؤية فقط، ولكن يجب ويتحتم استخدام كل الحواس التي يمكن للمعلم أو المدرب توظيفها من اجل تجميع المعلومات فعلى سبيل المثال، قد يعتمد مدرب اللياقة البدنية في صالة الألعاب على معلومات حركيه، فان المعلومات التي يحصل عليها من وضع الأيدي والجهد العضلي لمساعده اللاعب على إتمام المهمة تعد هامه وحساسة في التحليل الكيفي الكمي، والم علومات السمعية الخاصة بالإيقاع قد تكون هي أيضا نقطه مهمة للملاحظة في التحليل بالنسبة لمدرب اللياقة البدنية، أو المعالج النفسي، لذلك الملاحظة الجيدة تتضمن استخدام كل الحواس من اجل جمع معلومات خاصة بالأداء، والملاحظة ليست مقيده بالمعاينة البصرية للحركة(حسام، 1993، صفحة 142).

8-1-البنية العامة للتحليل الكيفي :

هل هناك أي وجه شبه بين نماذج التحليل الكيفي التي تنشأ في النظريات والعلوم المختلفة المرتبطة بعلم الحركة؟ ويمكن الغرض من هذا الفصل في بناء و تركيب النماذج العديدة للتحليل الكيفي في معرفة الأداء بصورة متقنة لاكتشاف الخطأ وتداركه من خلال نماذج ملاحظة أو شاملة، ومبسط للتحليل الكيفي للحركة الإنسانية.

وليس من الممكن استعراض كل الكتب أو المقالات التي تتناول هذا الموضوع، وقد أسهمت العديد من الاتجاهات في هذا المجال، ولكن هذا الكتاب بمكانه استعراض نماذج مختاره فقط، ويشجع القراء على قراءة تلك المصادر الأصلية وغيرها التي يمكن أن تكون موجودة في قائمة المراجع، وقد يكون معلمو التربية الرياضية ومدربيها مهتمون بتطبيق التحليل الكيفي، ويمكن أن يستفيد المتخصصون في الصحة في الطب الرياضي، أو العلاج النفسي البدني، أو التدريب على ألعاب القوى.

وقبل استعراض نماذج خاصة، نذكر بأن المجال والتعقيدات الخاصة بنماذج التحليل الكيفي تتنوع وتختلف، ويؤكد الدارسون للنظريات والعلوم المرتبطة بعلم الحركة في الغالب على جوانب التحليل الكيفي بها وأنها تساعد في:

(حسام، 1993، صفحة 142)

1 - المتبعة الموضوعية للنقاط الفنية والأخطاء.

2 - الدقة في دراسة المهارة موضوع التطوير.

3 – التدوين الحركي الثابت دون تردد.

8-2-نماذج الملاحظة (المرحلية) الخاصة بالتحليل الكيفي:

تعد نماذج الملاحظة (وهي التي تقتصر على الوصف دون الخوض في العلاج أو تعديل السلوك) الخاصة بالتحليل الكيفي في علم الحركة مهمة لأنها تركز على المهارة المهنية المتخصصة التي تم تجاهلها في الماضي وهي الملاحظة الفورية الحية وهم يحاولون تعلم الحركات العديدة وهي تؤكد بصورة نموذجية عل ى كيفية الملاحظة، والسمات أو الخصائص الحساسة للمهارة، وتسلسل الحركة التي يجب ملاحظتها ومراحلها، والأخطاء الممكنة، وقد ركزت تلك النماذج بصورة تقليدية على انتباه الملاحظ لأجزاء خاصة من المهارة أو الأفعال الجسدية، وتحاول بعض نماذج تحليل أو تجزئة المهارة الحركية من أجل الملاحظة المنظمة، ويستخدم آخرون مدخلا يقوم فيه الملاحظ ببناء صورة كلية أو شعور بالحركة من كل المصادر أولا لأنها كانت محل تركيز واهتمام البحوث في السنوات الأخيرة، وهي أكثر ارتباطا بالتحكيم في الكاراتيه والجمباز والسباحة الإيقاعية.

8-2-1نماذج الملاحظة التربوية :

تعد التربية بمثابة أحد العلوم المرتبطة بعلم الحركة والتي ركزت الانتباه على تطوير نماذج الملاحظة من أجل تحسين التحليل الكيفي عند المعلمين، وكيف أن تحمل هويلستر 1939م وباريت 1979م قام بزيادة الاهتمام بتنمية أو تطوير التدريب على الملاحظة فى تعلم الحركة، افترضت بواسطة بينهيرو 1997م نموذجا للملاحظة كجزء من النموذج الشامل الأوسع للتحليل الكيفي، وسوف يتم تلخيص نماذج كل من جانجستيد و بيفيرج 1984م، ودانهام 1986م، 1994م، وهوفمان 1983م وذلك لعرض كيفية الملاحظة فى التحليل الكيفي (J.HALL، 1995).

- **نموذج جانجستيد و بيفيرج :**

كان هناك نموذج افترض كل من جانجستيد و بيفيرج 1984م ظهر من بين النماذج التقليدية للتحليل الكيفي في مقررات علم الحركة والميكانيكا الحيوية، وهذا النموذج عبارة عن نموذج ملاحظة حقيقي يركز على انتباه الملاحظ للجوانب الزمنية والمكانية للحركة، والمكونات الزمنية هي المرحلة **التمهيدية**، المرحلة **الرئيسة**، والمرحلة **النهائية للحركة**، والمكونات المكانية هي عبارة عن وزن الجسم لدى اللاعب المؤدى، وطريق المسار، والأذرع، والأرجل، وحركة الجذع، و وضع الرأس، الاتصال بالأرض ويقدم جدول التالي هذا النموذج مصمم لتركيز الانتباه الخاص بالملاحظ تسلسل أو تتابع الحركة والسمات الحساسة، ويعد إطار العمل للملاحظة هذا مفيدا بالنسبة للملاحظين الذين يعانون من صعوبة تحويل انتباههم إلى اجزاء مختلفة من الحركة.

جدول (11) يوضح نموذج جانجستيد وبيفريدج 1984م للملاحظة والتحليل الكيفي من خلال مكونات الجسم والمحددات الزمنية

المراحل / مكونات الجسم	المراحل الزمنية		
	المرحلة النهائية	المرحلة الرئيسية	المرحلة التمهيدية
طريقة الدوران			
وزن الجسم			
حركة الجذع			

حركة الرأس			
حركة الرجل			
حركة الذراع			
الاتصال بالأرض الاثر / الانطلاق			

- **نموذج هوفمان :**

افترض هوفمان 1983م نموذجا وصفا تشخيصيا للتحليل الكيفي حيث تعتبر المتطلبات الأساسية بمثابة صورة عقلية جيدة للمظهر الذي يجب أن يكون عليه المؤدي وكذلك بمثابة غرض / هدف الحركة ويركز المعلم على الفرق بين الاستجابة الملحوظة والصورة العقلية للاستجابة الصحيحة ولو كان هناك تمايز موجود بين ما يرى وما يجب أن يكون فالملاحظ مطالب بتشخيص (مدى التمايز والسبب المحتمل) ووصف العلاج ،وقد طور هذا النموذج بصورة ابعد مدى إلى نموذج فرضي استنتاجي للتحليل الكيفي ويمكن أن ترتبط الفروق بين الأداء الملاحظ والأداء المرغوب بافتقاد القدرة النقدية أو نقص المهارة أو المشكلة النفسية الجسمية

8-3-النماذج الشاملة (التامة) بالتحليل الكيفي:

يستعرض هذا القسم الإسهامات التي أسهم بها الدارسون لعلم الحركة الذين يفترضون نماذج شاملة للتحليل الكيفي ونعرف النماذج الشاملة (هي التي تبدأ بالإعداد ثم الوصف فالتشخيص بهدف تقديم تفاصيل للعلاج وتعديل السلوك)

والتي تنمي صورة شاملة لكل المهام المتضمنة في التحليل الكيفي للحركة

النماذج الشاملة التربوية :

افترض الدارسون في مجال تعليم التربية البدنية العديد من النماذج الشاملة العديدة من اجل التحليل الكيفي للحركة الإنسانية تختلف عن النماذج التي تعتمد على الملاحظة المنظمة عبارة عن طريقة لتنظيم السلوكيات الخاصة بالمعلم والطالب داخل الملعب أو صالة التدريب من اجل جمع بيانات أو معلومات صادقة عن الأساليب الخاصة بالمعلم والتعليم ولكن التحليل الكيفي عبارة عن مهارة تخصصية مهنية تركز على المتعلم وليس على عملية التعليم آو التدريب والتحليل الكيفي عبارة عن الملاحظة المنظمة والحكم الاستنباطي على جودة الحركة بغرض تقديم اكبر تدخل ملائم من اجل تحسين أداء المتعلم وهنا نعرض نموذجين على النحو التالي:

- **نموذج ارند وهيجنز**
- **نموذج بينهيروا**

نموذج ارند وهيجنز :

إن احد النماذج الخاصة بالتحليل الكيفي للحركة الإنسانية كان عبارة عن النموذج الذي اقترحه **ارند وهيجنز 1976م** وقدما نموذجا شاملا لتحليل الحركة الإنسانية يحتوي على استراتيجيات عديدة تعتمد على ما إذا كان الغرض من التحليل هو المهارة أم الأداء وقد نظرا إلى تحليل المهمة على انه تقويم للتعلم أو لكيفية تغير الحركة الإنسانية على مدى الزمن إن تحليل الأداء كان عبارة عن تقويم لتنفيذ المهمة أو خطوة أو مرحلة فرعية صغيرة ويعد نموذجا ارند وهيجنز شاملا للغاية حتى انه كان مصمما للتوافق مع أي نوع

من التحليل للحركة الإنسانية ويتم وصف هذا النموذج في كتاب خاص به ويمكن أن يستخدم النموذج من اجل التحليل الذاتي أو التشريحي أو الكيفي للحركة الإنسانية (جواد، 2001، صفحة 87).

ويقسم نموذج ارند وهيجنز 1976م للتحليل الكيفي إلى ثلاثة مراحل:

- مرحلة ما قبل الملاحظة
- مرحلة الملاحظة
- مرحلة ما بعد الملاحظة

وتحتوي مرحلة ما قبل الملاحظة على معلومات خلفية أكثر تخصصا عن الحركة التي يتم تحليلها وتحديد العوامل الميكانيكية الدقيقة والتكتيكية المرتبطة بالحركة ثم مرحلة الملاحظة وهي الوصف والتدوين ثم مرحلة ما بعد الملاحظة وهي القرار المتعلق والعلاج وكانت المحاولة المقدمة من ارند وهيجنز 1976م مهمة أيضا لأنها تقدم ملخصا شاملا للتحليل المتكامل للحركة الإنسانية متضمنة موضوعات خاصة بالميكانيكا الحيوية والتعليم والنمو الحركي وكان النموذج عاما بصورة تكفي أو يسمح بوجود مدخل يقوم على إستراتيجية أغراض التحليل

– نموذج بينهيرو :

ظهرت العديد من النماذج الشاملة للتحليل الكيفي ذات صبغة تربوية وافترض بينهيرو نماذج تصف العمليات الشاملة الخاصة بالتحليل الكيفي كذلك نموذج الملاحظة الذي تم وصفه من قبل.

وهذا النموذج الملاحظة الخاص بهم يقوم على مدخل معالجة المعلومات والمستويات الثلاثة في هذا النموذج هي كالتالي:

الاكتساب / التفسير / القرار التشخيصي

ويشبه الاكتساب هنا مهمة الملاحظة بالنموذج الشامل المتكامل للتحليل الكيفي والتفسير يشابه خطوة التشخيص أما القرار التشخيصي فانه يشبه الخطوات العلاجية المتضمنة في مهمة التقويم الخاصة بالتحليل الكيفي ويمكن أيضا النظر إلى هذه العمليات كجزء من معالجة المعلومات في التحليل الكيفي.

– نموذج نورمان :

قام باحث فى مجال الميكانيكا الحيوية ودعا إلى تأكيد على التحليلي الكيفى داخل مقرر علم الحركة فى المرحلة الجامعية (نورمان، 1975م، 1977م)، فقد قام بافتراض استخدام عشر مبادئ ميكانيكية للحركة من اجل تحليل الحركة كيفياً :

1. مجموع القوة الدورانية – مواصلة القوة الدورانية– الدفع– رد الفعل– توازن – مجموع وتواصل سرعات نقاط الجسم –بقاء كمية الحركة الزاوية– المحافظة على بقاء كمية الحركة الزاوية– المعالجة اللحظية للعزم– المعالجة الكمية الحركة الزاوية لنقاط الجسم

وتولدت هذه المبادئ من الخبرة والدراسات العديدة في علم الحركة والتي يمكن أن تستخدم كي تطبق على الحركة، بعض هذه المبادئ مشابهة وتقوم على نفس المتغيرات الميكانيكية وأصبح هذا المدخل جزءاً من برامج التدريب (جواد، 2001، صفحة 87).

وبصورة فعالة يقوم نموذج نورمان للتحليل الكيفي على تلك العوامل الميكانيكية الأساسية التي تكون الحركة الإنسانية، وأول خطوة في التحليل هي تحديد الغرض الميكانيكي أو الهدف من الحركة ويجب أن يركز الغرض الميكانيكي ليس فقط على النتيجة المرغوبة (

مثال، مسافة معينة) ولكن أيضا على السبب الميكانيكي للنتيجة، وفى دفع الجلة يريد اللاعب أو الرياضي أن يصل إلى الحد الأقصى من معدل سرعة الانطلاق وتحسين ظروف الانطلاق (الارتفاع والزاوية) فيقوم التحليل الكيفي على تحديد النواحي والمبادئ الميكانيكية الحيوية.

ومعلم الغطس الذي يلاحظ وضع دخول الماء مرات متعاقبة أثناء محاولات اللاعب يجب أن يقرر إذا كان الخطأ هو توليد الكثير من القوة الدافعة أو كمية الحركة أو المعالجة السيئة زمنياً للخطة الحركية بالنسبة والاتجاهات لأجزاء الجسم.

وهناك العديد من الكتب الأخرى في مجال الميكانيكا الحيوية التي تضع التحليل الكيفي على أساس تقويم المبادئ الميكانيكية المرتبطة بمهارة خاصة وهناك سلسلة من المقالات التي كتبها كل من ساندرز وويلوسن والتي اقترحت 12 مفهوماً ميكانيكياً حيوياً وتطبيقها في التدريس والمهارات الحركية للتدريب ، وكذلك قدم **هدسون 1995م** قائمة يمكن أن تستخدم ضمن المتغيرات الميكانيكية الحيوية الملحوظة والمرتبطة بالحركة (مجيد، 1987، صفحة 216).

8-4-النماذج الشاملة للنمو الحركي :

يهتم مجال النمو الحركي بذكر التغيرات في المهارة الحركية على مدار سعة الحياة الإنسانية، وقد قام العديد من الباحثين بتوسيع نطاق عملهم كي يتضمن نماذج خاصة بملاحظة وتصنيف المستوى التطوري للعديد من المهارات الحركية، وهذه النماذج تقوم إما على مراحل التصنيف الخاصة بعمل الجسم ككل أو تصنيف المراحل الخاصة بمكونات الحركة المتعددة (الأرجل،الجذع،الذراعين، الخ).

8-5-أربعة عموميات مشتركة بين النماذج الشاملة للتحليل الكيفي :

إن كل نماذج الملاحظة والنماذج الشاملة الخاصة بالتحليل الكيفي في علم الحركة لها عموميات مشتركة ويمكن أن تستخدم تقريباً عن طريق كل مهنة أو تخصص يتعلقان بالتحليل الكيفي للحركة الإنسانية والمحللون كيفياً الجيدون ملمون بالمعرفة الخاصة بالحركات واللاعبون القائمون بالأداء، وهم يستخدمون هذه المعرفة من اجل تخطيط لملاحظة الأداء.

وهم يقومون بتقويم نقاط القوة والضعف في الأداء ويشخصون الخطوات المطلوبة للتحسين بعد ذلك، يقومون بتقديم التدخل من أجل تحسين الأداء.

وهذه المهام الأربعة وعلاقتها موضحة فى الشكل (3-1) ويعرض هذا النموذج لمدخل متكامل للتحليل الكيفى للحركات الإنسانية.

نموذج شامل متكامل للتحليل الكيفى :

يعرض الشكل التالي النموذج الشامل المتكامل للتحليل الكيفي، وبعض الموضوعات المهمة في داخل كل مهمة من مهام التحليل، وهذا النموذج يقوم بتركيب العديد من الجوانب المهمة للنماذج التي تم تلخيصها، كما أنه يعطى تتابعهاً أو تسلسلاً بسيطاً ومنطقياً وانسيابياً لعملية التحليل، ويجب النظر إلى المهام الأربعة الخاصة بالتحليل الكيفي المتكامل على أنها مهمة بصورة متساوية، كما أن الضعف في أي واحدة من المهام يقلل من فعالية التحليل الكيفي.

وهناك بعض السمات المهمة للنموذج المتكامل للتحليل الكيفي والتي يجب أن تكون واضحة :

أولاً : النموذج دائري يؤكد على التعلم المستمر والتحسن وهما جزء من النمو المهنى.

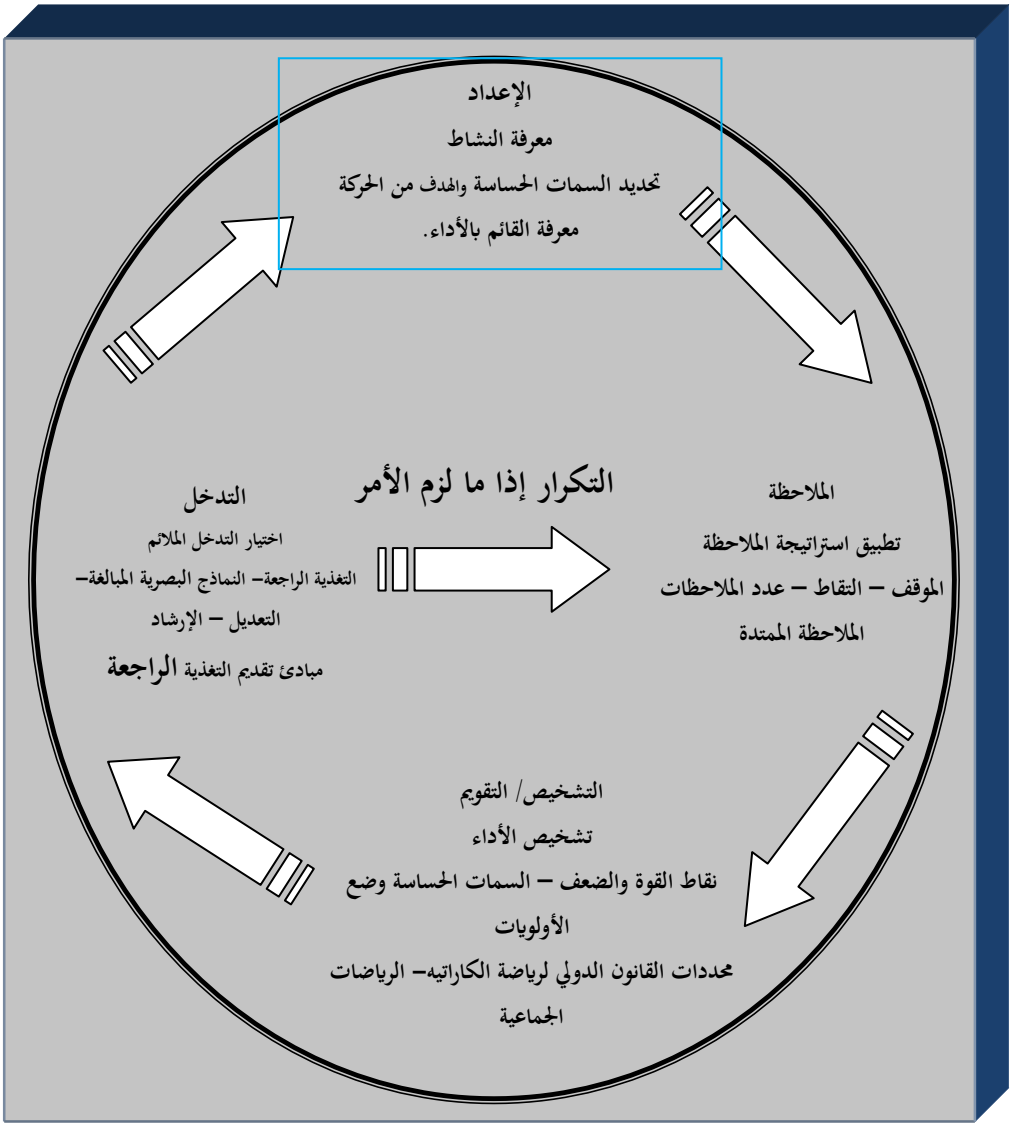
ثانياً : هناك طريقة للتحرك من التدخل إلى الملاحظة بصورة مباشرة، فعلى سبيل المثال، قد يقدم المعلم أو المدرب التغذية الراجعة للاعب المؤدى، وتبدأ في الحال ملاحظة أخرى من أجل الاستمرار في التحليل الكيفي تكون ذلت اتجاهين ملاحظة تنفيذ التصحيح والأداء الجديد.

ثالثاً : قد يمكن تأجيل التدخل حتى يتم الحصول على معلومات أكثر من خلال ملاحظة الأداء مرة أخرى، وقد يستطيع المعلم أو المدرب الماهر أن يكيف استراتيجية الملاحظة على أساس تقويم المعلومات.

والنموذج المتكامل للتحليل الكيفي يجب أن ننظر إليه على أنه جزء من عملية التدريس والتدريب.

ويعد التحليل الكيفي بمثابة مهارة أساسية في التدريس والتي يجب أن تخاطب بصورة منظمة عن طريق المنهج في إعداد المعلم وبرامج علم الحركة الأخرى (العلاوي، 1987).

شكل (20) يوضح نموذج شامل متكامل للتحليل الكيفى



المحور الثامن: قوانين نيوتن للحركة

قوانين نيوتن للحركة :

جمع العالم الإنجليزي إسحاق نيوتن (1642 م – 1727 م) المشاهدات الميكانيكية ونظمها وصاغها في ثلاثة قوانين أساسية تعتبر بحق أساس علم الديناميكا وهذه القوانين تسمي قوانين نيوتن للحركة (أو مسلمات نيوتن) .

وعندما اكتشف نيوتن قانون الجذب العام استطاع أن يفسر به " حركة الأجرام السماوية " أي حركة الكواكب حول الشمس أو حول بعضها، واستطاع أن يفسر به كذلك " حركة الأجسام الأرضية "، أي حركة الأجسام علي سطح الأرض أو بالقرب منها ولذلك فقد اعتبر نيوتن هو مؤسس علم الميكانيكا الحديث، بالرغم من أن أعمال بعض العلماء الذين سبقوه من أمثال : كوبرنيك وكبلر وجاليليو ، قد مهدت الطريق أمام نيوتن ليحقق ما حققه في هذا المضمار (علي ن.، 2006، صفحة 60) .

2–القانون الأول لنيوتن القصور الذاتي:

ويسمى قانون القصور الذاتي وينص على: "**كل جسم يبقى على حالته من حيث السكون أو الحركة المنتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه القوة الخارجية تغير من حالته**"

وكان الاعتقاد السائد قبل جاليليو (1564م: 1642م) أن إعطاء جسم ما حركة مستقيمة منتظمة يتطلب عمل قوة ثابتة في اتجاه الحركة وأن سرعة أي جسم مدفوع على سطح أفقي تتناقص تدريجيا حتى يصل الجسم إلى حالة السكون.

وهذا يعني أن الجسم الساكن يظل ساكناً ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته كما هو الحال مثلا بالنسبة لمنضدة أو كرسي أو أي جسم موجود بالغرفة سوف يبقى بدون حركة ما لم يتأثر بشدة أو دفع يغير من حالته.

وأن الجسم المتحرك بسرعة منتظمة في خط مستقيم سوف يبقى على حالته ما لم تؤثر عليه قوة تغير من سرعته أو اتجاهه فلاعب الانزلاق على الجليد سوف يستمر في الانزلاق بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه ما دام لا يقع تحت تأثير قوة تغير من ذلك.

إن مقدار القوة التي يحتاجها الجسم لتغيير حالته يتناسب تناسباً طردياً مع قصوره الذاتي ومقياس القصور الذاتي لجسم ما هو كتلته Mass أي ما يحتويه الجسم من مادة بمعنى أنه كلما زادت الكتلة زاد القصور الذاتي فالكرة الطبية يكون قصورها أكبر من الكرة الطائرة وكذلك مضرب التنس أكبر من الكرة الريشة (علي ن.، 2006، صفحة 60).

وإذا لاحظنا حالة جسم معين بالنسبة لنقطة ثابتة يمكننا معرفة ما إذا كانت تلك الحركة تتم تحت تأثير القوة أم لا ، فيقاس متجه كمية الحركة الخطية لجسم عند لحظات مختلفة أثناء حركته وبمقارنة هذه القياسات ببعضها نحصل على أحد الاحتمالات الآتية:

أ – الحركة في خط مستقيم وكمية الحركة الخطية للجسم ثابتة (حركة الجسم الحر).

ب – الحركة في خط مستقيم وكمية الحركة الخطية للجسم غير ثابتة.

ج – الحركة ليست في خط مستقيم وكمية الحركة الخطية للجسم ثابتة.

د – الحركة ليست في خط مستقيم وكمية الحركة الخطية للجسم غير ثابتة.

ملاحظة :

الحركة المنتظمة هي الحركة ذات السرعة المنتظمة وهي السرعة ذات المقدار الثابت والاتجاه الثابت.

وبناء عل ى القانون الأول لنيوتن تعرف القوة بأنها : كل مؤثر يعمل " أو يحاول أن يعمل " لعي تغيير حالة الجسم من سكون أو حركة منتظمة .

2-شرح القانون :

- الجسم الساكن يظل ساكناً ملا لم يؤثر عليه قوة تحاول تحركيه، والجسم المتحرك حركة منتظمة يظل متحركا بها ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حركته
- يقصد بتعبير القوة في صياغة القانون أنها : **محصلة القوي المؤثرة علي الجسم**.
- لا يفرق القانون بين الجسم الساكن أو المتحرك حركة منتظمة من حيث القوي المؤثرة عليه، إذ أن مقدار محصلة القوي في كل حالة يساوي صفرا ، ويقال للجسم الساكن أو المتحرك حركة منتظمة أن في حالته الطبيعية.
- يبين القانون أنا الجسم الساكن أو المتحرك حركة منتظمة لا يمكنه تغيير حالته بنفسه بل لابد من وجود قوة تؤثر عليه فتخرجه من هذه الحالة ، ولهذا السبب يسمي القانون الأول لنيوتن أحياناً " **قانون القصور الذاتي** " ، أي أن الجسم يكون قاصرا من تلقاء ذاته علي تغيير حالته .
- عند إطلاق الصواريخ أو سفن الفضاء من سطح الأرض نحو القمر أو المريخ نجد أن سرعتها تتناقص في المقدار وقد تتغير في الاتجاه نتيجة لتأثير عدة قوي عليها مثل قوة جذب الأرض وقوة مقاومة الهواء إلى أن تبتعد بعدا كافيا عن سطح الأرض وتخرج من منطقة الغلاف الجوي وتدخل منطقة انعدام الجاذبية الأرضية فنجد أنها تسير بسرعة منتظمة هي السرعة التي خرجت بها من منطقة الغلاف الجوي، وذلك لانعدام قوتي جذب الأرض ومقاومة الهواء اللتين كانتا تؤثران عليها .
- عند هبوط رجل بمظلة نجاة نجد أنه في البداية يهبط بسرعة متزايدة لأن وزنه هو والمظلة يكون أكبر من مقاومة الهواء له ، وعندما تزداد مقاومة الهواء إلى أن تصبح مساوية لوزن الرجل والمظلمة نجد أنه يهبط بسرعة منتظمة .
- عندما يتحرك قطار (أو سيارة) فإن القوي المؤثرة عليه هي قوة المحرك في اتجاه حركة القطار ومقاومة الهواء والاحتكاك في الاتجاه المضاد، وعندما تكون قوة المحرك أكبر من مجموع المقاومات فإن القطار يتحرك حركة متسارعة، وعندما تصبح مجموع المقاومات مساوية لقوة المحرك نجد أن القطار يتحرك حركة منتظمة وعند إبطال قوة المحرك يتحرك القطار حركة تقصيرية نتيجة لتأثير مقاومات الهواء والاحتكاك كل عاى القطار في اتجاه مضاد لاتجاه حركته حتى يق القطار تماما (علي ن.، 2006، صفحة 60) .

3 عزم القصور الذاتي :

إن عزم القصور الذاتي هو العامل الذي يؤثر في الحركة الدائرية نفس تأثير الكتلة في الحركة الانتقالية، كما أن كتلة الجسم تحدد قيمة العجلة الخطية التي تكسبه إياها وهي قوة معلومة تؤثر عليه.

ولذلك فان القانون الأول لقوانين نيوتن للحركة هو (القصور الذاتي) للجسم في الحركة المستقيمة أي مقاومته للحركة ويتوقف هذا على مقدار كتلة الجسم، ولكي ندرس هذه الناحية أثناء الحركات الدائرية فلا نكتفي بمصطلح القصور الذاتي بل يقال (عزم القصور الذاتي) وذلك لان مقاومة الجسم للحركة الدائرية لا يتوقف على كتلته فقط و إنما على بعده العمودي عن محور الدوران.

عزم القصور الذاتي = الكتلة × (نصف القطر)2

إن جسم الإنسان يتكون من عدة أجزاء ولكل منها قصوره الذاتي، وان عزم القصور الذاتي للجسم بأكمله هو عبارة عن مجموع القصور الذاتي لأجزائه.

مثال:

معرفة عزم القصور الذاتي للذراع عند دوران حول مفصل الكتف فيمكن ذلك من حساب **عزم القصور الذاتي = الكتلة** × (**نصف القطر**)2، وبالتالي يكون عزم القصور الذاتي للذراع هو عبارة عن

عزم القصور للذراع = عزم القصور للعضد +عزم القصور للساعد+ .....الخ

ويمكن حساب "عزم القصور الذاتي" للكتلة بالنسبة للأجسام الهندسية المنتظمة ذات الكثافة الثابتة.أما في حالة جسم الإنسان فيكون من الضروري لإيجاد ذلك عقد مقارنة مع عزم قصور ذاتي لكتلة معلومة بالطرق التجريبية .

جدول (12) يوضح عزم القصور الذاتي لأجزاء الجسم كل على حده حول المحور العرضي المار بمركز ثقلها والأوزان النسبية عن (كلاوسير)

أجزاء الجسم	الرأس	الجذع	العضد	الساعد	اليد	الفخد	الساق	القدم
عزم القصور الذاتي بالكيلو جرام م	0.024	1.211	0.026	0.007	0.005	0.102	0.048	0.037
الوزن النسبي	0.072	0.507	0.026	0.016	007.	0.102	0.042	0.015

وهذه القيم يمكن استخدامها في تحديد عزوم القصور الذاتي لجسم كله، وتشابه إجراءات تحديد عزم القصور الذاتي إجراءات تحديد مراكز ثقل الجسم بالطريقة الجزئية باستخدام العلاقة المعروفة باسم نظرية المحاور المتوازية، والتي يمكن منها حساب القصور الذاتي لأي جسم حول اى محور إذا ما عرف عزم القصور الذاتي للجسم حول المحور الموازى لهذا المحور والمار به مركز ثقل الجسم العام ويعبر عنها بالمعادلة التالية:-

$$1A = 1.C.G + MD2$$

حيث

1A = عزم القصور الذاتي للجسم حول النقطة A

1.C.G = عزم القصور الذاتي للجسم حول المحور المار بمركز ثقله.

D = المسافة بين المحاور المتوازية.

شرح القانون :

الجسم الساكن إذا تحرك وكان وراء ذلك قوة خارجية أي قوة سببت هذه الحركة وليس معني ذلك أن الجسم الساكن خال من القوي التي تؤثر فيه إذا لا يوجد جسم دون أن يتعرض لقوي خارجية تؤثر عليه مثل قوة جذب الأرض (أي وزنه) ولكن عندما يكون الجسم ساكنا فأن محصلة القوي التي تؤثر عليه تنعدم أي يلاشي بعضها البعض الأخر .

فالجسم الساكن الموضوع علي منضدة تؤثر عليه قوة جذب الأرض له ومادام هذا الجسم ساكنا فلابد من وجود قوة أخري مساوية لقوة الجذب في المقدار ومضادة له في الاتجاه وتشترك معها في نفس خط العمل وهذه القوة هي ما نسميها بقوة رد فعل المنضدة علي الجسم .

والجسم المتحرك حركة منتظمة إذا تغير مقدار سرعته أو تغير إتجاه حركته كان وراء ذلك قوة سببت هذا التغير فإذا دحرجنا بلية علي سطح أفقي فإننا نلاحظ أن سرعتها تتناقص تدريجيا حتى تقف وهذا التغير في سرعتها نتج بسبب مؤثر خارجي هو قوة الاحتكاك وإذا قللنا هذه القوة فأن نجعل السطح أكثر ملامسة فأن البلية تتحرك مسافة أطول حتى تقف مما يعني أن التناقص في السرعة أصبح أقل من سابقة (الهاشمي، 1999، صفحة 155) .

4-أهمية القانون الأول لنيوتن :

- تعريف القوة :

هي كل مؤثر يعمل علي تغيير حالة الجسم سواء من السكون او الحركة المنتظمة والمقصود بالقوة هنا هي محصلة القوة التي تؤثر علي الجسم .

-وجود القوة :

إن الحركة في خط مستقيم ليست دليلا على وجود قوة فقد تكون هذه الحركة منتظمة وإنما حدوث تغير في مقدار السرعة هو الدليل القاطع علي وجود قوة سببت هذا التغير .

-خاصية القصور الذاتي :

الجسم قاصر أو عاجز بذاته عن تغيير حالته سواء من السكون أو الحركة المنتظمة ومعني ذلك أن كل الأجسام تميل إلي البقاء علي حالة سكونها أو حالة حركتها المنتظمة بل وتعمل علي مقاومة أي تغير في حالته وهذا ما يسمي بالقصور الذاتي .

-السكون أو الحركة المنتظمة :

-هذا القانون لا يفرق بين الحسم السكن والجسم المتحرك حركة منتظمة من حيث أن محصلة القوة المؤثرة علي كليهما تنعدم .

5-الأسس المتعلقة بقانون القصور الذاتي:

- ✓ الربط بين حركات الانتقال والدوران.
- ✓ استمرار الحركة.
- ✓ تأثير كمية الحركة.
- ✓ انتقال كمية الحركة.

– **الربط بين حركات الانتقال والدوران:** يتميز الأداء الناجح في الغالب بالربط الفعال بين الحركات الانتقالية والحركات الدائرية.

مثال(1) : يتوقف نجاح رمي القرص على أداء عدة حركات، فيوم اللاعب بتحريك جسمه كله في خط من الخلف إلى الأمام داخل الدائرة وذلك للتغلب على القصور الذاتي للقرص في هذه الحركة.

مثال (2) : يستخدم لاعب الوثب الحركة الانتقالية في الاقتراب كما يستخدم الحركة الدائرية لأجزاء جسمه أثناء الارتقاء ومدي الترابط بين الاقتراب والارتقاء يعمل علي تحقيق هدف الحركة .

– **استمرار الحركة:** عند أداء الأنشطة المكونة من حركتين متتاليتين أو أكثر في اتجاه واحد يجب ألا يكون هناك توقف ما بين هذه الحركات، وإذا حدث توقف بعد أداء الحركة الأولى فسوف يؤدي ذلك إلى فقد قيمة أداء الحركة الأولى التي تقدمها الحركة الثانية، كما أن القوى المؤثرة على الجسم لتحركه في الاتجاه المطلوب سوف تكون ذات تأثير كبير في تزايد سرعة الجسم وتغلبه على المقاومات (J.HALL، 1995).

مثال (1):دافع الجلة الذي يتردد في حركاته داخل الدائرة أو أثناء الدفع النهائي سوف يفقد قيمة الحركة أو فائدة القسم التحضيري لها ويطبق هذا المبدأ على السباحة والجري وأنشطة الضرب والرمي.

– **تأثير كمية الحركة:**

إذا كان هناك جسمان يسيران بنفس السرعة ، فالجسم الأثقل تكون كمية حركته أكبر ، وكلما زادت كمية الحركة زادت القوة اللازمة لتغيير اتجاه هذا الجسم أو سرعته.

مثال(1) : عندما يتحرك لاعب كرة القدم بكمية حركة كبيرة فإنه سوف يحتاج لقوة كبيرة للعمل على تبديل أو تغيير كمية حركته.

– **انتقال كمية الحركة :**

إن كمية الحركة التي تنتج من أجزاء الجسم المختلفة من الممكن أن تنتقل إلى الجسم كله في حالة اتصال هذا الجسم بالأرض. وأطراف الجسم الطويلة الثقيلة ذات السرعة الكبيرة تؤدي إلى زيادة كمية الحركة التي تقدمها للجسم كله، وجدير بالذكر أن المبدأ السابق يطبق في جميع مراحل الوثب.

مثال (1) : حركة مرجحة الذراعين والرجل الحرة في الوثب تنتقل إلي الجسم كله.

مثال (2) : في مسابقات المضمار تقدم الذراعين كمية حركة للجسم كله.

أن قانون عزم القصور الذاتي يمكن أن يستخدم في تطوير الحركات والمهارات الرياضية وبدلالته الرياضية التالية :

عزم القصور الذاتي = الكتلة × نق 2 أي إن (ع ق ص)

يتناسب طرديا مع كتلة الجسم ومربع طولها، وان الكتلة تتناسب عكسيا مع مربع الطول، وهذه حقائق يشير إليها هذا القانون الرياضي، السؤال هنا، هل من الممكن استخدام هذه المؤشرات وفق هذا القانون في تدريب صفة القوة مثلا ، أو في تطوير بعض مهارات القفز آو الرمي.....

وعلى هذا الأساس يكون مؤشر عزم القصور الذاتي من المؤشرات التي يمكن التأكيد عليها عند تطبيق المهارات المختلفة وعند تدريس هذه الحركات يجب الأخذ بنظر الاعتبار على اتخاذ الزوايا المناسبة والصحيحة والتي تسهل الأداء الحركي وتسهل عملية تعلم هذه الحركات، كحركات لاعب كرة القدم عند تغير الاتجاه في حركات المراوغة، وحركات لاعب كرة السلة عند أداء بعض المهارات الهجومية والدفاعية، وحركات لاعب كرة اليد وحركات لاعب القفز الطويل والثلاثية والعالي والزانة وحركات لاعبي الرمي بألعاب القوى وحركات لاعب الهوكي ..... الخ) (علي ن.، 2006).

هذا من جهة التأكيد على تحقيق الأطوال في الجسم أو في أجزاء الجسم المختلفة عند أداء الحركات، أما كيف يمكن استغلال هذه الأطوال كمقاومة لحركتها (حيث يمثل الزيادة في طول هذه الأجزاء زيادة في عزوم قصورها)، فيمكن تطبيق بعض الحركات بزيادة نسبية في زوايا الأداء التي تتحقق في مفاصل الجسم، ولنعطي مثال تدريبي على ذلك ..

يمكن أداء حركات القفز على الأجهزة مثل الحواجز أو المدرجات بحيث يكون الجسم ممدودا عند اجتياز هذه الحواجز أو المدرجات ،، وذلك يشكل مقاومة حقيقية لعضلات الجسم العاملة في هذه الحركات ..... من جهة أخرى، وعندما لا يمكننا من استخدام مؤشر الطول ليمثل المقاومة المطلوبة، فيكون الاتجاه نحو زيادة كتلة هذه الأجزاء لزيادة المقاومة والتي ينتج عنها زيادة في القوة التي تتغلب على هذه المقاومة ، ولنأخذ المثال التالي لذلك عند أداء حركات الضربة الساحقة أو الإرسال الساحق سواء للاعبي الكرة الطائرة أو التنس أو حركات التهديف للاعب كرة السلة فأننا لا يمكن تغير زاويا الأداء لأجل تصعيب الحركة، وإنما يمكننا أن نضيف كتله إلى أجزاء الجسم العاملة من اجل زيادة المقاومة والذي يعني زيادة عزوم قصورها، وهذه الزيادة في العزوم تعني زيادة العبء الملقى على العضلات العاملة والتي يجب أن تتكيف وفقا للزيادة في هذا المتغير، وبذلك نضمن تطوير القوة في هذه العضلات وفقا لزوايا العمل بالتالي تطوير القوة الخاصة بالأداء(المولى، 1991، صفحة 19).

إن العمل البدني سواء بإضافة الوزن المضاف أو بزيادة طول الجسم (نق) يجب أن يكون وفقا للأسس التدريبية الصحيحة، ووفقا للحمل التدريبي العلمي، حيث يجب أن نحدد شدة التدريب وحجمه وكثافته ووفقا لنوع الصفة المراد تطويرها، حيث يمكن أن يكون العمل بهذين المبدأين باتجاه تطوير السرعة والسرعة الزاوية والقوة الانفجارية والسريعة ، وبهذا تكون شدة التدريب بحدودها الأقصى والأقل من الأقصى والراحة وفقا لهذه الشدة، أما إذا كان الاتجاه لتطوير تحمل القوة وتحمل السرعة فتكون الشدة بحدودها العالي أو المتوسطة لتطويرها وفقا لمبدأ القصور الذاتي.

ولنأخذ مثالا في تطبيق هذا الموضوع :

من الممكن زيادة كتلة الذراع للاعب القرص أو لاعب الكرة الطائرة أثناء أداء الإرسال مثلا أو لاعب كرة القدم أثناء أداء الرمية الجانبية ..... الخ ،بزيادة نسبة 5 % من كتلة الذراع الكلية والتي تحتسب وفقا لنسب كتل أجزاء الجسم إلى كتلته الحقيقية ، فمثلا

كتلة الذراع النسبية = 6.5 % من مجموع كتلة الجسم ، فإذا كان كتلة الجسم على سبيل المثال 100 كغم فأن كتلة الذراع = 6.5 كغم ، لذا فأن نسبة 5% من كتلة الذراع هذه والتي يمكن إضافتها إلى الذراع = 0.325 غم

ويمكن قياس طول الذراع من اجل إيجاد (نق 2) بالطرق المباشرة وغير المباشرة وليكن مثلا 0.8متر وبذلك يمكن إيجاد قيمة عزم القصور الذاتي للذراع والتي تساوي = 0.325 كغم ×(0.8)2 = 0.208 كغم.م ويمكن أن يكون عزم قصور الذراع في حالته الطبيعية يساوي **كتلة الذراع × مربع طولها** وتساوي 6.5 ×0.64 =4.16 كغم.م 2

وهذه القيمة تمثل شدة 100 % عند التدريب بدون إضافة وزن لذا فأن شدة 90% من هذه الشدة تساوي 3.744 . ويمكن أن تكون شدة التدريب عند العمل بهذا المبدأ وبعد إضافة وزن معين اكبر، وبذلك تتحدد على ضؤ ذلك الشدة التدريبية الجديدة ، حيث أن إضافة وزن بمقدار 0.5 كغم يعني أن عزم قصور الذراع الجديد أصبح 4.48 كغم ، م 2 أي أن 90% من شدة التدريب الجديدة هذه تعادل 4.032 ، ويمكن التدريب على وفق هذه الشدة مع الأخذ بنظر الاعتبار فترة الراحة والتكرار.

6 الخلاصة :

يتضمن القانون الأول لنيوتن ثلاثة مبادئ أساسية في الميكانيكا وهي :

1 . مبدأ القصور الذاتي : وهو أن الجسم قاصر (أو عاجز) ذاتيا عن إحداث أي تغير في حالته من سكون أو حركة منتظمة .

2 . مبدأ تعريف القوة : وهي المؤثر الخارجي الذي يغير أو يعمل علي تغيير حالة الجسم من سكون أو حركة منتظمة .

3 . مبدأ انعدام محصلة القوي المؤثرة علي الجسم : وهو أن الجسم الساكن أو المتحرك حركة منتظمة تكون محصلة القوي المؤثرة عليه هي المتجه الصفري (أي مقدار المحصلة = صفرا) .

القانون الثاني لنيوتن: Second Law قانون العجلة:

علمنا من قانون القصور الذاتي أن تغيير حالة الحركة لجسم ما يتطلب قوة، وتغيير حالة الحركة لجسم ما تعني زيادة أو نقصان السرعة لهذا الجسم أي اكتساب عجلة تناقص أو تزايد للجسم.

حيث يأتي القانون الثاني لنيوتن ليركز على كل من **العجلة وكمية الحركة**، وهو يتناول كيفية تفسير العلاقة بين القوة والكتلة والعجلة، كما يوضح كيفية قياس هذه القوة.

حيث اتخذه نيوتن كأساس للديناميكا الذي ينص على التناسب المباشر بين القوة والمؤثرة والعجلة "**يتناسب معدل التغير في كمية الحركة مع القوة المحدثة له، ويحدث ذلك في الخط المستقيم الذي تؤثر فيه هذه القوة" أو "يتناسب التغير في سرعة الجسم مع القوة المحدثة له ويحدث في اتجاهها"**

تعتبر القوة السبب الرئيسي في إحداث جهد عند الدفع أو السحب أو الرفع، وبهذا تحدث تغيرات في حركة الجسم إذا ما استخدمت هذه القوة. لذا فأن القوة هي سبب تغير حركة الجسم، وطالما أن الجسم مرتبط بكتلة، فأن التغير في حركة الجسم يرتبط بمقدار كتلة هذا الجسم والسرعة التي يتحرك بها من بداية الحركة إلى نهايتها، وهذه الحالة مثلا تكون عند انطلاق اللاعب للبدء بأي

أداء حركي يتعلق بتنفيذ واجب حركي محدد ، ولما كان كل من كتلة الجسم وسرعته تعبر عن مقدار كمية الحركة التي يمتلكها ذلك الجسم والتي لها علاقة بشكل وحجم القوة المبذولة، لذا فأن القوة هي التي تسبب تغير في كمية حركة الجسم دائما. ولها فأن



كمية الحركة = كتلة الجسم × سرعته

وهذه الكمية مرتبطة بمقدار القوة، لذا فأن القوة تعني التغير في كمية حركة الجسم(الصمد، 2005، الصفحات 67-68)

ويعنى هذا القانون

– ماذا يحدث إذا أثرت قوة على جسم ما؟ وببساطة يشرح نيوتن في قانونه الثاني أنه إذا أثرت قوة خارجية على جسم فسوف يكتسب هذا الجسم عجلة تسارع في نفس اتجاه القوة المؤثرة عليه، حيث تتناسب هذه العجلة مع كمية القوة المؤثرة ويحدث هذا في اتجاهها وتتناسب عكسياً مع الكتلة، فإذا حدثت قوة ما حركة معينة في جسم فإن ضعف هذه القوة مثلاً يحدث ضعف هذه الحركة، وكذلك خمسة أمثال القوة يحدث خمسة أمثال الحركة وهكذا.. فإذا كان الجسم ساكناً فإنه يتحرك في اتجاه القوة، أما إذا كان متحركاً وأثرت عليه قوة في اتجاه حركته فإن سرعته تتزايد (في نفس اتجاهها الأصلي). أما إذا أثرت عليه قوة في اتجاه مضاد لحركته فإن سرعته تتناقص أي أن الحركة الحادثة تكون دائماً في الخط المستقيم الذي تؤثر فيه القوى ، وعلى هذا فإن الحركة الحادثة تضاف إلى الحركة الأصلية إذا كانت في اتجاهها وتطرح منها إذا كانت في الاتجاه المضاد ويمكن التعبير عن هذا بالمعادلة الآتية:

$$\sum F = ma$$

حيث $\sum F$ = محصلة القوى الخارجية.

M = كتلة الجسم.

a = العجلة التي يتحرك بها الجسم.

وعليه إذا أثرت قوة على جسم أكسبته عجلة، وإذا كان الجسم مكتسب عجلة فلابد أن هناك قوة تؤثر عليه.

*وطبقا لرأي نيوتن، فإن القوة هي مقياس لرد الفعل الداخلي للجسم، لذا فإن التغيير في كمية الحركة يرجع إلى مقدار كمية رد الفعل الداخلي (والتي تكون عند الإنسان ردود أفعال الجهاز العصبي – العضلي المشتركة)، حيث يمكن أن يكون التغير في السرعة أو لا يكون قياسا برد الفعل الداخلي هذا.

إن معدل التغير في كمية الحركة يتناسب طرديا مع القوة المنتجة لهذا التغير، وهذا الكلام له علاقة بالقانون الأول للحركة (نيوتن الأول)، والذي مضمونه إن كل جسم يبقى على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته، من الأمثلة على ذلك في الأجسام الصلبة، انه يمكن أن يكون اختلافات مابين القوة الداخلية والخارجية عند ضرب كرات البليارد (مثلا) أو حركة التهديف بكرة القدم أو التدريب على تغير كتل الأدوات (كاستخدام كرات اقل أو أعلى من الوزن القانوني) لتحقيق زيادة في مقدار القوة (وهنا القوة العضلية) التي تغير حركة الأداة، أو استخدام أدوات مساعدة وبأوزان أكثر أو

اقل من الأدوات القانونية في التدريب، (مثل عند تدريب المصارعين مع لاعبين أكثر من أوزانهم، أو أدوات رمي غير قانونيه في ألعاب القوى ..الخ). وبهذا يمكن تحديد القوة الداخلية والقوى الخارجية في معظم الرياضات(علي ن.، 2006، صفحة 219).

7-بعض المبادئ العملية للقانون الثاني في المجال الرياضي:

إن مبدأ تغير كتلة الجسم والذي يحتم على اللاعب من زيادة القوة المبذولة لكي يحقق التعجيل المناسب، هو مبدأ يشير أن انه يمكن زيادة قدرة الشعور العضلي والنظام العصبي المصاحب لهذا الشعور لدى اللاعب عند استخدام هذه الأدوات، وهو مبدأ تدريبي تعليمي يعتمد على تحسن التوافق العصبي العضلي، من خلال التحكم بثلاث متغيرات أساسية هي كما يلي:

– **انه بثبات الكتلة** (مثل كتلة الكرات أو الأثقال أو الأدوات) يمكن زيادة القوة للحصول على تعجيل عالي لهذه الأدوات، وهذا ما يخدم الأداء الفني وما يرتبط بهذا الأداء من صفات بدنية أساسية لتطبيقها كالقوة، ومن هذا نستنتج أن لكل قوة تعجيل

– **انه بثبات القوة** (القوة العضلية المستخدمة في الأداء) وتغير كتل الأدوات المستخدمة يمكن التحكم بتعجيل هذه الأدوات مثل (استخدام أقصى قوة عضلية لرمي الأدوات بالرغم من اختلاف كتلها) ، وهذا يعطي ايجابية عالية في تطوير سرعة القوة ، ومن هذا تستنتج لن لكل تعجيل قوة.

– **انه بثبات العجلة** (سرعة الجسم)وتغير القوة يمكن إن نحصل على الدقة المطلوبة باستخدام أداة واحدة(ككرة السلة عند التهديف من مناطق متعددة والتي تتطلب استخدام قوة تتناسب وبعد اللاعب عن الهدف ليتمكن من تحقيق التعجيل المناسب الذي يضمن وصول الكرة إلى الهدف (حلقة السلة) بنفس التعجيل بالرغم من اختلاف مسافات التهديف والتي تتطلب مقادير مختلفة من القوة لإيصال الكرة إلى الهدف بالدقة المناسبة والمطلوبة

و تعتبر هذه المبادئ الميكانيكية مبادئ أساسية في عملية التعلم والتدريب الرياضي والتي من الممكن أن تصاحبها التغذية الراجعة على شكل معلومات ميكانيكية ذات علاقة بالكتلة والتعجيل والقوة والتي تستخدم في مهارات رياضية متعددة كالتهديف والمناولة بكرة القدم واليد والسلة والكرة الطائرة وألعاب المضرب وألعاب الرمي(الكرمدي، 2015، صفحة 145).

ومن الملاحظ أن العزم المؤثر على جسم ما يتناسب مع التغير في كمية الحركة الزاوية، لذا يكون العزم له مواصفات القوة في تغير كمية الحركة للأجسام الدورانية، وعندما يرتبط العزم بزمن الفعل عند الأداء، فنطلق علية عزم دفع القوة الذي يكون السبب في تغير كمية الحركة الزاوية:

عزم دفع القوة = التغير في كمية الحركة الزاوية

ولما كانت **كمية الحركة الزاوية = عزم القصور الذاتي × السرعة الزاوية**

وبما أن **عزم القصور الذاتي = الكتلة × نق 2**

والسرعة الزاوية = السرعة المحيطية / نق (الطول)

إذن **عزم دفع القوة = كتلة الجسم × نق × السرعة المحيطية**

أي انه من الممكن أن يؤثر كمية الحركة على جسم يرتبط بمحور وتبعد نقطة التأثير بمسافة معينه عن هذا المحور ويسبب في توليد عزم دوراني لهذا الجسم ووفقا للقانون أعلاه، وإذا تم حدوث هذا العزم بزمن محدد فيمكن أن نقول عليه عزم دفع القوة الذي يعني استخدام دفع القوة بأقل زمن ممكن لتوليد قوة دورانية:

(عزم دفع القوة يعني هنا القوة المبذولة بأقل زمن لإنتاج الدفع الدوراني)**أي الدفع الزاوي يساوى عزم دفع القوة × زمن التأثير**

لذلك نجد أن السرعة الخطية للجسم والتي لها علاقة بكمية القوة المبذولة تدخل في صياغة هذا القانون وفي تحديد عزم دفع القوة الذي يكون السبب الرئيسي في تغير كمية الحركة الزاوية، وهذا يعطي مؤشرا لفاعلية القوة العضلية في التأثير على التغير في كمية الحركة الزاوية والتي يجب أن تعطى لها الأولوية والأهمية في التدريبات الخاصة بنوع اللعبة.

ويزداد عزم دفع القوة بزيادة القوة الداخلية للعضلات العاملة على أجزاء الجسم العاملة ويرتبط عزم القوة في التغلب على عزم وزن الجسم (عزم الجاذبية) المصاحب للأداء في كثير من المهارات الرياضية، والذي يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار عند تنفيذ هذه الحركات، وهذا يرتبط بزوايا الدفع والاقتراب وزاوية الطيران والهبوط، وما يصاحبها من ارتفاعات لمركز ثقل الجسم في هذه المراحل (زوايا الركبة والوركين. الخ)، إن زيادة هذه الزوايا تعني نقصان من عزم الدوران المقاوم (عزم الوزن) وزيادة عزم القوة بزمن قصير والذي يعني زيادة عزم دفع القوة (الدفع الدوراني)((نفس المرجع، صفحة 156).

كما تشير سوسن عبد المنعم و آخرون إلى بعض الأسس المتعلقة بهذا القانون هى:

- تزايد السرعة يتناسب مع القوة.
- أقصى تعجيل وكفاءة الحركة.
- تأثير قطر الجسم على سرعة الدوران (الزاوي)
- المحافظة على كمية الحركة في حركات المرجحة.
- الحركات التي تؤدى دون استناد.
- حركات اللف.

– تزايد السرعة يتناسب مع القوة:

يتناسب تزايد السرعة مع القوة المحدثة له– هذا إذا كانت الكتلة ثابتة، وعلى ذلك إذا تضاعفت القوة زاد معدل تزايد السرعة بمقدار الضعف (ما عدا مقاومة الهواء والماء).

– أقصى تسارع (عجلة)وكفاءة الحركة:

لبلوغ أقصى تعجيل ينبغي أن تؤثر كل القوى المستطاعة بتتابع أو تسلسل في الزمن المتوقع مباشرة في نفس خط الحركة كما يجب أن تقبل الحركات الغريبة إلى حدها الأدنى.

مثال (1): السباح عند أداءه طريقة الزحف على البطن يجب أن يزيد القوى المحركة للجسم في الاتجاه المطلوب، وتقليل جميع الحركات مثل رفع الجسم لأعلى أو الانحراف من جانب آخر.

– تأثير قطر الجسم على سرعة الدوران (الزاوي):

إذا أحدثت قوة ثابتة دوران الجسم فطول قطر الجسم يقلل من سرعة الدوران بينما تقصير قطر الجسم يؤدي إلى زيادة سرعة الدوران ونتجت هذه الحقيقة من أن المقاومة ضد قوى الدوران أقل في تأثيرها عندما يكون قطر الدوران أقصر (الكرمدي، 2015، صفحة 132).

مثال(1): يزيد الراقص من سرعة دورانه بضم ذراعيه بجانب جسمه كما يقلل من سرعة دورانه بفردهما جانباً.

مثال (2) : في الغطس من السلم المتحرك يزداد معدل الدوران (وعدد الدورانات) عندما يحث تقصير لقطر الدوران إثناء حركة التكور فوضع الجسم المنحني والمفرود ينتج عنه دوران ببطء .

مثال (3) : القفز بالزانة يتضمن عدة حركات دورانية ومن الأشكال الأساسية لهذه الحركات دوران الزانة حول الصندوق ودوران الجسم كله حول قبضة اليد (الكرمدي، 2015، صفحة 145) .

– المحافظة على كمية الحركة في حركات المرجحة:

لتكوين أو تخزين كمية الحركة في أي حركة مرجحة لابد من تغيير نصف قطر الدوران أثناء المرجحة لأعلى (الصعود) وأطالته أثناء المرجحة لأسفل (الهبوط)، ويؤدي ذلك إلى زيادة تأثير الجاذبية عندما تكون الحركة في اتجاهها وتقليل تأثيرها عند العمل في عكس اتجاهها، معنى الاستفادة من القوة الخارجية الإيجابية وتقليل تأثير القوة السلبية، ويستخدم هذا المبدأ بوجه خاص في الأنشطة التي تتضمن المرجحات.

مثال(1):عند أداء حركة المرجحة الكبرى (الدورة الكبرى) على العقلة ، فإن اللاعب يقوم بتقصير نصف القطر أثناء المرجحة لأعلى وذلك للإقلال من تأثير الجاذبية الأرضية، ثم يقوم بإطالة نصف القطر أثناء المرجحة لأسفل لإتاحة الفرصة للجاذبية بالتأثير على الجسم بأقصى ما يمكن.

– الحركات التي تؤدى دون استناد (في الهواء):

يمكن للإنسان أداء الحركات المختلفة وهو غير مرتكز أو مستند، فقد يدور الجسم حول مركز ثقله ولكن هذه التحركات لا تؤثر في مسار طيران الجسم كما سبق وأن أوضحنا سلفاً ، ولكن تفيد هذه التحركات في إمكانية السيطرة على الدوران والاتزان، وفي أحيان أخرى قد يكون لها أهمية خاصة في الإعداد لعملية الهبوط ، كما أن حركة أي جزء من أجزاء الجسم حول محور معين تؤدي إلى حدوث حركة في عكس الاتجاه من بعض أجزاء الجسم.

مثال(1): في الوثب العالي باستخدام الطريقة السرجية يحدد ترتيب وتتالي الحركات فوق العارضة نجاح الوثبة– كما أن ارتفاع مركز الثقل والناتج من الدفع يعتبر من الأشياء الأساسية للمروق فوق العارضة، ولكن المشكلة ترتبط بحركة الرجل المتأخرة إلا أن حركة الرأس، الجذع، الكتفين، والذراع الحرة بعد المروق تساعد على رفع الرجل المتأخرة.

تطبيقات على القانون الثاني في المجال الرياضي :

– معدل التغير في سرعة العدو يتناسب طرديا مع القوة ويحدث في اتجاهها ولهذا فإن ثبتت كل العوامل المؤثرة علي الحركة فإن العجلة تعتمد علي مقدار القوة التي ينتجها اللاعب من الانقباض العضلي .

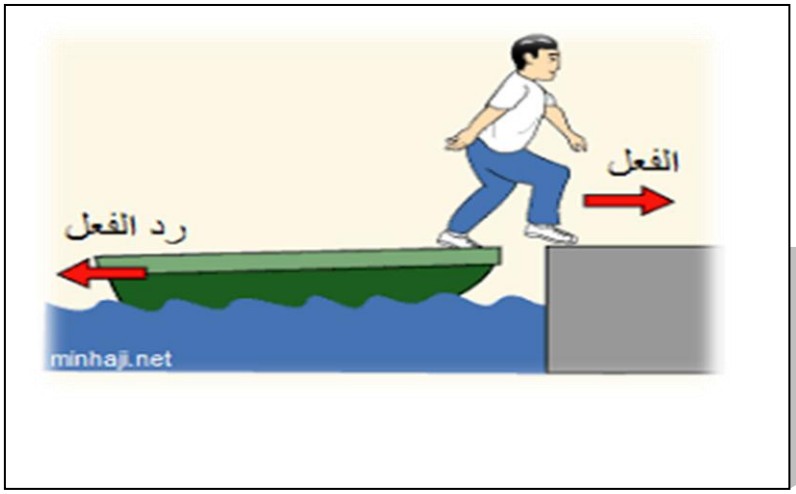
– في الوثب الثلاثي يجب أن تنقبض الرجلين في كل وثبة من الوثبات الثلاثة بزاوية مثالية تسمح بإنتاج القوة المطلوبة لتحقيق الهدف منها .

– في السباحة فإنه تتناسب كمية الحركة مع القوة المحدثة لها وتحدث في اتجاهها فكلما زادت القوى المحركة زادت السرعة وكلما زادت المقاومة قلت السرعة وإذا قلت المقاومة وزادت القوة المحركة زادت السرعة ويلعب وضع الجسم دورا كثيرا في ذلك إلي جانب شكل وأسلوب أداء الضربات .

8–القانون الثالث لنيوتن قانون رد الفعل:

8–1قانون رد الفعل: (نفس المرجع، صفحة 124و125)

شكل (21) يوضح "لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه"



إذا ضغط بيدك على جسم صلب متماسك (كسطح مكتب مثلا) فإنك تشعر بأن سطح المكتب يضغط على يدك، والقوة التي تضغط بها اليد على سطح المكتب تسمى الفعل، والقوة التي شعرت بها في يدك تسمى رد الفعل ، وإذا وقفت على الأرض فإنك تضغط بقدميك عليها بقوة تساوي قوة جذب الأرض لجسمك، والأرض ترد على هذا الضغط (الفعل) برد مساوي في المقدار ومضاد في الاتجاه (رد الفعل) (عبادة، 2001).

8-2-شرح القانون :

- إذا ضغطت بيدك علي أي جسم صلب متماسك (كالنضد مثلا) فإنك تشعر بأن النضد يضغط على يدك ، والقوة التي تضغط بها اليد على النضد تسمي " الفعل " والقوة التي يضغط بها النضد على اليد تسمي " رد الفعل " وإذا زادت قوة ضغطك على النضد (أي الفعل) شعرت بازدياد ضغط النضد علي يدك في الجهة المضادة (أي زاد رد الفعل)
- إذا وقفت على الأرض فإنك تضغط بقدميك عليها بقوة تساوي ثقلك (قوة جذب الأرض لجسمك) أي ك د والأرض ترد علي هذا الضغط (أي الفعل) يؤثر في الأرض ، بينما رد فعل الأرض يؤثر في القدمين .
- إذا علق جسم في طرف خيط وأمسكت بطرفه الآخر فإنك تشعر بأن الخيط بشد يدك رأسيا إلى أسفل وأن يدك تشد الخيط رأسيا إلى أعلى ، وتلاحظ أن الشد يؤثر في اليد ، بينما رد فعل اليد يؤثر في الخيط نفسه .
- إذا تجاذب قطبان مغناطيسيان فإن كلا منهما يجذب الآخر بنفس القوة وتعمل هاتان القوتان في اتجاهين متضادين ، ونلاحظ أنا لفعل يؤثر في أحد القطبين ورد الفعل يؤثر في القطب الآخر .
- إذ غمر جسم سائل واستقر في وضعه داخل السائل فإن الجسم يضغط علي السائل بقوة هي وزنه فيدفعه السائل إلي أعلي بنفس القوة ونلاحظ أن قوة الضغط (الفعل) يؤثر علي السائل بينما رد فعل السائل يؤثر علي الجسم .

فالفعل ورد الفعل يؤثران في جسمين مختلفين .

ملاحظة هامة: من الأمثلة العلمية السابقة يتضح لنا أن القوي المؤثرة علي الأجسام تحدث أزواجا (فعل ورد فعل) وهما متساويان في المقدار ومتضادان في الاتجاه، ومع ذلك فإن هذه الأجسام لا تتزن. وذلك لأن أحدي القوتين تؤثر في جسم ، بينما الأخرى تؤثر في الجسم الآخر .

إن وجود قوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه يشير إلى تفاعل بين هذين الجسمين مع بعضهما، وفي المجال الرياضي الكثير من الحركات التي تتطلب وجود قوتين متعاكستين ومتساويتين في المقدار وحسب نوع الحركة ، حيث يمكن أن يكون الجسمين جزأين من أجزاء الجسم ، أو الجسم ذاته مع جسم آخر (كالأرض أو خصم أخر مثلاً) أو الجسم مع الأداة المستخدمة.

وبشكل عام كل حركه يقوم بها الرياضي من جرى أو قفز أو رمي لا يمكن أن تحدث إلا بوجود قوى، احدهما القوى الداخلية المتمثلة بالقوة العضلية وردود أفعالها العصبية العضلية، والقوى الخارجية والتي تشمل قوى الجاذبية الأرضية والاحتكاك ومقاومة المحيط (هواء أو ماء)الخ.، والعلاقة بين هذه القوى أثناء أداء القفز أو الركض أو الرمي هي التي تنتج الفعل النهائي لهذه القوى من اجل دفع الجسم القفز أو الركض، ولتوضيح ذلك، نقول إن في جميع حركات الجري أو حركات القفز هي عبارة عن فعل ورد فعل متبادل بين القوة الداخلية(العضلية) والقوة الخارجية (الجذب) ويكون التأكيد على حركة الدفع بالرجلين بشكل خاص من خلال العضلات العاملة فيها ، وان يكون الدفع هنا بزاوية وخلف مركز كتلة الجسم ، حيث يمكن أن ينتقل الجسم بسبب هذا الدفع نحو الأمام،و يكون تسلسل الدفع بامتداد الوركين (الفخذ) والركبة ثم الكاحل، ولهذا السبب تتحدد السرعة بصورة رئيسية بمستوى قوة العضلات التي تقوم بالانبساط (الامتداد)وخصوصا العضلات ذات الرؤوس الثلاث الخلفية ، وهذه الفكرة تعطي إهمالا للمرحلة التي

يكون فيها انثناء في هذه المفاصل (المرحلة التي تكون فيها الرجل المرجحة أمام مركز ثقل الجسم في لحظة الارتكاز) حيث يعتقد إن هذه المرحلة هي أكثر أهمية في تحقيق السرعة في الجري القصير القصوى من المرحلة التي يكون نقطة الارتكاز خلف مركز ثقل الجسم ولتفسير ذلك من خلال قانون نيوتن الثالث ، نقول إن اللاعب يتمكن من الجري لمسافة قصيرة وبسرعة قصوى من خلال قوى رد الفعل الأرضية وفعل القوة الداخلية، وعلى ذلك فأن هذا التبادل للقوة تمكن العداء من العمل والتأثير على تحقيق السرعة فقط له عندما تكون قدم رجله الدافعة على الأرض (في مرحلة الارتكاز، والتوقف اللحظي، والدفع)، وتكون القوة المسلطة على الأرض مساوية ومقابلة للقوة التي تدفع اللاعب إلى الأمام، ويعتمد حجم القوة بشكل رئيسي على القوة العضلية العاملة في مفاصل اللاعب المشاركة بشكل حقيقي في الحركة، ولهذا السبب ينبغي النظر في موضوع تدريب القوة مثل تلك الخاصة بتقوية العضلات العاملة بالأداء والعضلات الظهرية والبطن على وفق ردود الأفعال التي تستطيع العضلات تحقيقها من اجل الحصول على ناتج أفعال مقابله لها (عبادة، 2001).

8-3-الأسس المتعلقة بالقانون الثالث لنيوتن:

- اختلاف السطح وكمية القوة المضادة.
- اتجاه القوى المضادة (رد الفعل).
- القوة المضادة في حركات الضرب.
- القوى المضادة المخزونة لفترة ما.
- الاتصال بالسطح عند تطبيق قوة ضد أجسام خارجية.

وتعتمد الأسس السابقة على بذل قوة عضلية ضد سطح أو جسم وفيما يلي بعض الأمثلة التي توضح كل أساس من الأسس السابقة.

- **اختلاف السطح وكمية القوة المضادة:** عند بذل قوة ضد سطح ثابت تنتج قوة مضادة تعود إلى الجسم الذي بذل القوة، وكلما قل ثبات واستقرار السطح قلت القوة المضادة (رد الفعل).

مثال(1): في العدو والوثب يقوم اللاعب بدفع السطح للخلف وذلك للحصول على دفع للجسم، وكلما كان السطح رخواً كما في حالة الرمل أو الطين قلت القوة المضادة، وبالتالي يقل عائد الدفع الذي يتلقاه اللاعب مما يؤدي إلى بذل مزيد من الطاقة لتحقيق الواجب المطلوب منه.

- **اتجاه القوى المضادة (رد الفعل)** : إن اتجاه القوى المضادة يكون في عكس اتجاه القوى المبذولة مباشرة وتكون هذه القوى أكبر تأثيراً عندما تكون عمودية على السطح وذلك لصغر مركبة الاحتكاك.

مثال(1) : للحصول على أكبر ارتفاع في الوثب العمودي يجب تطبيق القوى عمودياً لأسفل ، وبتعبير آخر للحصول على أفضل نتيجة في الوثب يجب أن تطبق القوة فوق نقطة الارتقاء مباشرة.

– **القوى المضادة في حركات الضرب (المضارب والأدوات):** إن كمية القوة المضادة في حركات الضرب (باستخدام المضارب والأدوات المختلفة) تنقل عن طريق الأداة للجسم المضروب مثل الكرة– وتعتمد كذلك على مجموع كمية حركتي الكرة والمضرب عند لحظة الاتصال (نفس المرجع، صفحة 165).

مثال(1) :عند مسك الأداة باليد يجب أن تكون القبضة محكمة لمنع أي ارتداد للأداة للخلف.

– **القوة المضادة المخزونة لفترة ما:** لو كان السطح أو الأداة المستخدمة تتميز بقدر من المرونة– فإن القوة المؤثرة (الفعل) تؤدي إلى حدوث انثناء أو انضغاط ويعتبر ذلك بمثابة طاقة مختزنة– وعند امتداد هذا الانثناء يساعد على زيادة القوة المؤثرة على الجسم.

مثال(1) : عند الدفع على سلم القفز في الجمباز أو الغطس يتحرك السلم لأسفل ثم يطبق عند ارتداده قوة على اللاعب وتعتبر هذه القوة عبارة عن قوة رد الفعل مضافاً إليها قوة ارتداد السلم– وبالمثل عند أداء الحركات على الترامبولين والزانة– وعلى ذلك يمكننا أن نقول أنه كلما زاد انثناء أو انضغاط الأدوات المستخدمة زاد رد الفعل (القوة المضادة).

– **الاتصال بالسطح عند تطبيق قوى ضد أجسام خارجية:** في أنشطة الرمي والدفع والشد والضرب يجب المحافظة على اتصال أحد القدمين أو كليهما معا بالأرض حتى اكتمال بذل القوة المسببة للحركة– فلو كسر لاعب الجلة اتصاله بالأرض قبل أن يكمل دفع الجلة فإن القوة الناتجة سوف تتأثر بذلك كثيراً.

8 -تطبيقات علي القانون الثالث لنيوتن في المجال الرياضي :

– جسم لاعب العدو يتحرك تحت تأثير قوة رد الفعل من مكعبات البداية كنتيجة للقوة المبذولة من الرجلين عل ى مكعبات البداية ورد الفعل المساوي لنفس هذه القوة وبضادها في الاتجاه هي قوة العضلات وهو رد فعل هذه القوة والتي يتحرك اللاعب تحت تأثيرها من مكعبات البداية .

– كما تميز لاعب الجري بوجود مرحلة طيران نتيجة لرد فعل الأرض للقوة التي يبذلها بقدميه عل ى الأرض وتساويه ويعتمد رد فعل الأرض علي عوامل متعددة منها نوع وطبيعة المضمار ومدي مقاومته ومقدار الاحتكاك .

10–قانون الجاذبية الأرضية لنبوتين:

لقد درس نيوتن قانون الجاذبية الأرضية بعد سقوط التفاحة الشهيرة من الشجرة عليه، وقد صاغ نيوتن هذا القانون في جزئين:

الأول:{ **أن كل الأجسام تنجذب لبعضها البعض عن طريق قوة الجاذبية يتناسب عكسي مع مربع المسافة بين الجسمين** }.

والثاني: {يتناسب قوة الجاذبية مع الكتلة لكل من الجسمين محدثة التجاذب بينهما}.

لذا فقد صاغ نيوتن قانون الجاذبية على النحو التالي.

تتناسب قوى الجذب بين الأجسام تناسب طرديا مع كتلتها وتناسبها عكسيا مع المسافة بينها , وقد وضع معادلة جبرية لهذا القانون هي (جواد، 2001، صفحة 87).

$$Fg = \frac{m1\ m2}{d\ 2}$$

حيث (Fg) هي قوة الجذب، (G) هي مقدار ثابت، (m2 & m1) هي كتلتا الجسمين، (d) هي المسافة بينهما.

ومن المعادلة السابقة يتضح أن كلما ذادت كتلة جسم من الجسمين فإن قوته الجاذبية سوف تكون اكبر، وكلما ذادت المسافة بينهما قلت قيمة الجذب.

إن من أهم العوامل المحددة للأداء هو **الجاذبية الأرضية**، فهي تؤثر بشكل مباشر كما تعمل على التأثير بشكل غير مباشر، فبدون وجود الجاذبية الأرضية فان لاعب الوثب الطويل من الممكن أن يؤدي وثبة طولها لا نهائي.

فالقوة الناتجة عن الجاذبية المميزة للكرة الأرضية (FG) غلبا ما يرمز لها بالرمز (G) مباشرة ، حيث يعبر عنها بالقانون :وفعل الجاذبية الأرضية على جسم اللاعب والأدوات والأجهزة التي يستخدمها في الأدوات الرياضية من الممكن أن يؤثر على نتائج المسابقات بشكل كبير ، فقد يصل هذا التأثير إلى نسبة 4% سباً أو ايجابياً بين موقعين كالنرويج و الإكوادور ، ويظهر هذا التأثير بشكل واضح في مسابقات الرمي كالجلة والقرص والرمح ، فقد تزيد مسافة رمي الجلة بمقدار (8 سم) لنفس الرمية إذا ما أديت في الإكوادور (الصمد، 2005، صفحة 184).

وفى مجال التطبيق البيوميكانيكي، فإن قوى الجذب الوحيدة التي يمكن مناقشتها هي قوى جذب الأرض للأجسام الموجودة عليها، لذا فإن الفرق الكبير جدا بين كتلة أي جسم مهما عظمت، وكتله الكرة الأرضية يجعل من قوة الجذب ظاهرة عامة تخضع لها جميع الأجسام، في أي موضع على الكرة الأرضية ودقة الجذب التي تعمل بها الأرض على أي جسم هي ما نعرفة الآن بالوزن والمعدل الذي تجذب بهاالأرض أي جسم في اتجاهها هو (9.8 متر /ث2) وهى محسوبة من كتلة الأرض والمسافة بين سطحها ومركزها.

11-ملخص للمبادئ والأسس المرتبطة بالحركة:

- كل جسم يبقى على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته.
- يتناسب معدل التغير في كمية الحركة مع القوة المحدثة له ويحدث في اتجاهها.
- لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.
- يجب أن تؤثر قوى خارجية لتغيير اتجاه الطيران.
- لزيادة السرعة الزاوية في المرجحات يجب تقصير قطر الدوران بين مركز الدوران ومركز (الثقل) في حركة المرجحة لأعلى- وزيادة قطر الدوران في حركة المرجحة لأسفل.
- عند ارتكاز الجسم على الذراعين يجب أن يقع مركز الثقل فوق قاعدة الارتكاز مباشرة.
- يجب أن يتحرك مركز الثقل في اتجاه الحركة في حركات الوثب.
- يجب في كثير من الحركات التي تؤدي على الحلق أو المتوازي أو العقلة (والتي تتضمن حركات دفع وشد من أوضاع مختلفة) ألا يحدث توقف بين هذه الحركات فيجب أن تكون مستمرة.
- من الضروري بذل القوة في حركات المرجحة من التعلق عندما يكون الجسم أسفل نقطة التعلق.

- عند أداء حركات على الحلق أو المتوازي أو العقلة يجب تقريب مركز الثقل من نقطة الارتكاز في التوقيت المناسب (في نقطة السكون) وذلك لأداء حركة جديدة، وذلك عند تعادل تأثير الجاذبية الأرضية مع قوة المرجحة وينعدم تأثير قوة الطرد المركزية بما يؤدي إلى عدم حدوث تأثير مضاد (مجيد، 1987).
- عندما يكون مركز الثقل أسفل البار في كثير من حركات المرجحة يجب شد الجسم لأعلى في اتجاه البار وذلك لتقليل الجهد المبذول من الذراعين للوصول إلى وضع الارتكاز.
- في الأنشطة التي تتضمن كمية حركة انتقالية وكمية حركة دائرية يجب أن تتكامل الحركة بصورة إنسيابية.
- عند استخدام الأدوات لزيادة طول ذراع الرافعة- فإن حركة المفصل من الممكن أن تزيد مسافة الحركة.
- من الممكن جمع القوى التي توجد في اتجاه الحركة إذا كانت في اتجاه واحد ومتتالية وتؤثر الواحدة تلو الأخرى (كل في قمة الأخرى).
- في الهبوط السليم يجب توزيع القوى على مساحة كبيرة من الجسم لفترة زمنية طويلة حتى لا تحدث إصابات.
- لا يستطيع الجسم رفع أو خفض مركز ثقله أثناء حركته في الهواء.
- يجب أن يعمل اللاعب على تقليل أو زيادة قوى مقاومة الهواء أو الماء أو الاحتكاك وذلك تبعاً لمتطلبات واجب الحركة.
- في الحركات الدائرية مثل الدورة الهوائية يجب أن يتعلم اللاعب الدوران الكامل في الزمن المتاح له أثناء وجوده في الهواء.

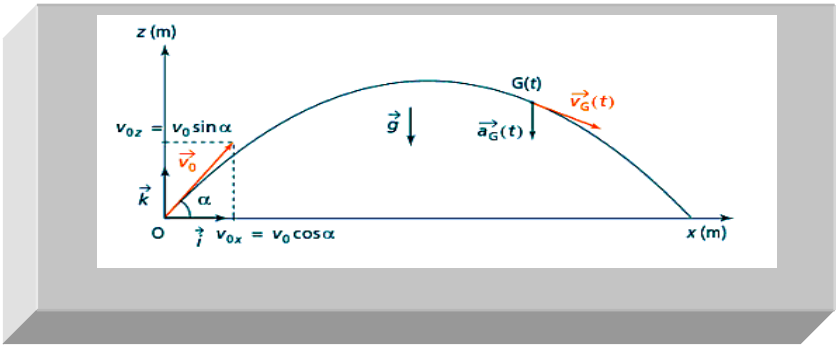
المحور التاسع: المقذوفات

1-المقذوفات

كان الاعتقاد السائد حتى القرن السادس عشر حين وضع جاليليو فروضه ونظرياته بان الأجسام الثقيلة تسقط بمعدل أسرع من الأجسام الخفيفة ، وكان لاختراع المضخات الهوائية الكبيرة دورا هاما في الإثبات المادي لنظرية جاليليو ، فعندما ضخ الهواء خارج مكان ما وتم تفريغه من الهواء تماما لوحظ بان العملة المعدنية والريشة الخفيفة تسقطان للأسفل بنفس السرعة مثل ما يلاحظ في ومن اجل تماثل مدى الجذب الأرضي أو قوة الجذب الأرضية فالمقذوف يأخذ مسارا منحنيا متكافئا يطلق عليه (المقطع المتكافئ) إلا إذا كان القذف عموديا تماما) قد يعتدل المسار بدرجات مختلفة بواسطة مقاومة تأثير تيارات الهواء،وهذه المقاومة تتوقف على حجم المقذوف ووزنه وشكله وسطحه وسرعته ففي رمي الرمح والقرص تؤثر على زاوتي الهجوم والاتجاه(J.HALL، 1995):

زاوية الهجوم = زاوية الانطلاق – زاوية الاتجاه

شكل (22) يوضح زاوية الهجوم = زاوية الانطلاق – زاوية الاتجاه



زاوية تحديد مسار القرص

فعند إطلاق قرص في ريح ساكنة فان سرعة الريح تساوي في المقدار سرعة الانطلاق القرص بالاتجاه المعاكس.

عند الرماة الجيدين يجب أن تكون زاوية الهجوم سالبة المقدار والدالة على أن زاوية الانطلاق اكبر من زاوية الاتجاه ،فمثلا قام بتراوس ببحث على مجموعة أبطال لاحظ فيه متغيرات الميكانيكية التالية والموضحة في الجدول التالي :

جدول (13)يوضح أهم المتغيرات الميكانيكية لبعض نتائج أبطال عن بتراوس

الرياضي	زاوية الانطلاق	زاوية الهجوم	سرعة الانطلاق	المسافة
فلكنز (أمريكا)	°35	17–	80	200,5
درشر (أمريكا)	°37,5	14–	76,5	193,5
زهوريا(روسيا)	°38,5	19,5–	79,6	182,41
فولكين(روسيا)	°38,5	120–	72,5	161,0

مما تقدم نجد أن التغيرات الميكانيكية الواردة في الجدول تتحكم في مسافة انجاز الرامي، واتفقت المصادر العلمية على أن أهم هو سرعة الانطلاق الناتجة عن تعامد سرعتين، كما أن لزاوية الانطلاق تأثيرا مهما على مسافة الانجاز وارتفاع مركز ثقل الأداة لحظة الانطلاق، ووجد أن مقاومة الهواء لها تأثير مهم في فعاليتي القرص والرمح.

ويمكن تلخيص أهم المتغيرات الميكانيكية المؤثرة على المسافة الانجاز :

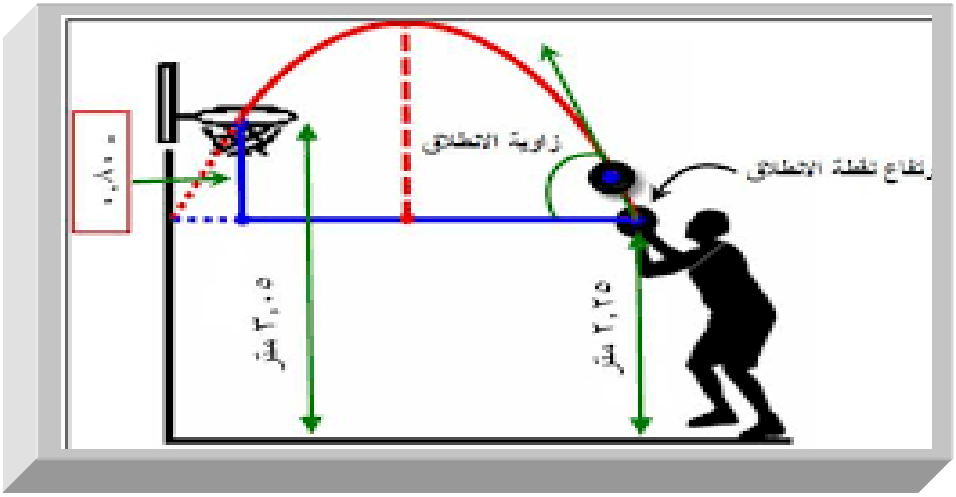
شكل(23) يوضح أهم المتغيرات الميكانيكية المؤثرة على المسافة الانجاز

سرعة الانطلاق

زاوية الانطلاق

ارتفاع مركز ثقل للأداة لحظة الانطلاق

مقاومة الهواء



2- المتغيرات الميكانيكية المؤثرة على المسافة:

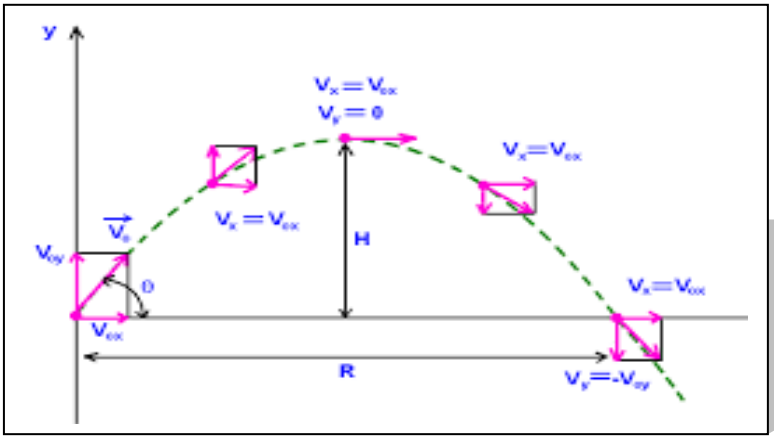
2-1-سرعة الانطلاق:

وهي احد المتغيرات الأساسية في تحديد المسافة الأفقية أو العمودية للانجاز ،وبما أ ن السرعة كمية متجهة فإن السرعة الابتدائية للحظة الانطلاق الأداة أو المركز الثقل يتحدد مقدار واتجاها ،وبالتالي يمكن تحليل هذه السرعة إلى مركبتين عمودية وأفقية وتحدد الارتفاع الذي يصل إليه الجسم.

2-2-السرعة العمودية : تتأثر بالجذب الأرضي ومقاومة الهواء وأن ابسط مفاهيمه في فعاليات الرمي والوثب ،تتغير قيم السرعة العمودية تدريجيا فتقل قيمتها وتختلف إلى أن تصل صفرا في قيمة الارتفاع الذي تصل مركز ثقل الجسم ليأخذ بعدها مسارا للهبوط فتزداد السرعة العمودية حتى تصل إلى أقصاها قبل ملامة الجسم للأرض.

2-3-السرعة الأفقية : وهي متوسط قيمة السرعة الأفقية للمقذوف قبل لحظة انطلاقه وتعد ذات أهمية على مسافة الانجاز وعند لحظة ترك الواثب للأرض تبقى السرعة أفقية ثابتة على طول مسار طيران الواثب،أي أن قيمتها لا تتغير في أي لحظة من لحظات الطيران أن السرعة الأفقية تكسب الجسم استمرارية الحركة طبقا للقانون نيوتن الأول(الكرمدي، 2015، صفحة 162).

شكل(24) يوضح ثبات السرعة الأفقية على طول المسار أثناء الطيران



مما تقدم نجد أن سرعة الانطلاق ما هي إلا محصلة سرعتين احدهما أفقي والأخر أفقي حيث تبلغ سرعة الانطلاق أقصاها لحظة انطلاق الواثب أو انطلاق الأداة من يد الرامي (الناتج من متوسط سرعة الحركات التمهيدية الاقتراب في الوثب الطويل، والتعجيل التزايدي في رمي الرمح).

إن سرعة الانطلاق تحدد ارتفاع مسار الطيران وطوله، ففي الوثب العالي تزداد سرعة العمودية للارتقاء وتؤثر في ارتفاع طيران مركز ثقل الواثب فوق العارضة، أما في الوثب الطويل فإن لسرعة الاقتراب تأثرها المهم على مسافة الانجاز الأفقية ،وتأثر السرعة العمودية في محاولة التغلب على قوة الجذب الأرضي قدر المستطاع طبقا للقانون التالي (في المستوى الواحد) ، فكلما ازدادت السرعة ازداد ت مسافة الانجاز

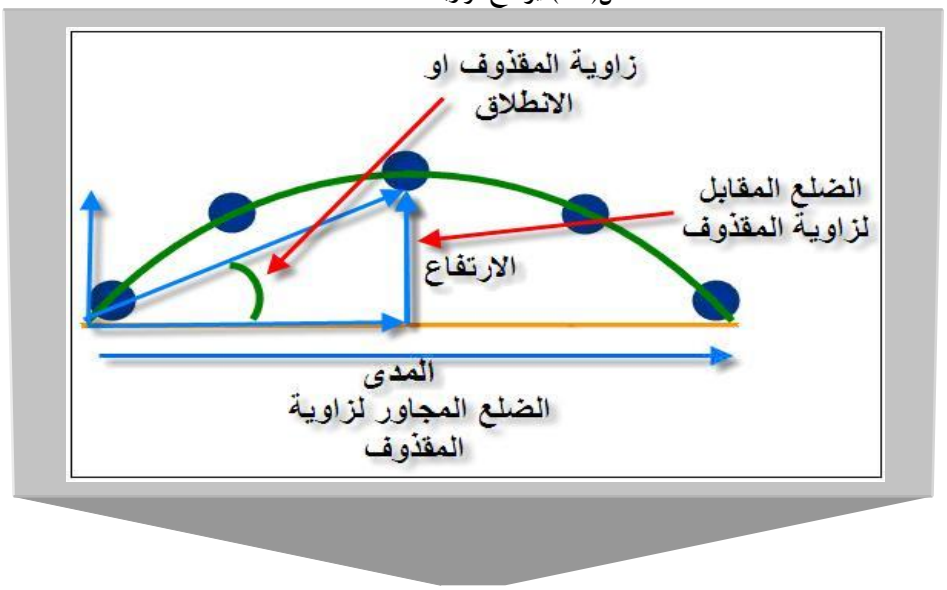
$$\text{المسافة} = \frac{\text{الانطلاق} < \text{جا}^2(\text{السرعة الابتدائية للانطلاق}) \times 2}{\text{التعجيل الارضي}}$$

4-2 زاوية الانطلاق:

إن للزاوية التي ينطلق بها مركز ثقل الجسم دورا كبيرا في تحديد المسافة الأفقية والتي يقصد بها الزاوية المحصورة بين الخط الأفقي الصادر عن مركز الثقل وبين مسار طيرانه، وتختلف قيمتها طبقا لاتجاه المسار الذي يسلكه مركز الثقل بالنسبة لمستوى الأفقي فنجد في الوثب الطويل أنها تبلغ مابين 17- 24) وفي الوثبة الثلاثية (14-16) للحفاظ على الزخم الأفقي قدر الإمكان ، وفي فعاليات الرمي تعد الزاوية 45 الزاوية المثالية لتحقيق اكبر مسافة أفقية ممكنة ،و تتاقص الزاوية المثالية للانطلاق، فكلما قل الارتفاع قلت قيمة الزاوية فعند ارتفاع مركز الثقل 2,25 م لحظة الانطلاق فإن زاوية رمي الثقل تبلغ 42 وفي لارتفاع 1,6 تبلغ 39 .

وتشير المصادر العلمية إلى أن زاوية الانطلاق لها أهمية بعد سرعة الانطلاق وهي الأساس في اكتساب الأداة السرعة الابتدائية اللازمة لتحقيق الانجاز (نفس المرجع، صفحة 159).

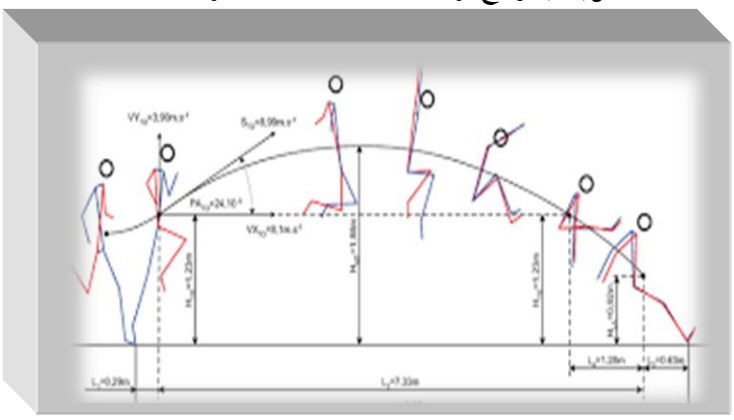
شكل(25) يوضح زاوية الانطلاق



إن شكل مسار المقذوف في حالة غياب مقاومة الهواء يتخذ مسارا واحدا في الأشكال الثلاثة :

- إذا بلغت الزاوية (زاوية الانطلاق)90 مع المستوى الأفقي فإن المسار يأخذ شكلا عموديا (سقوط حر)
- إذا بلغت زاوية الانطلاق 45 يصبح شكل المسار متكافئا ومتماثلا في نصفيه
- الصعود والهبوط كما وكيفا وكذلك نصفيه الأيمن والأيسر يعتبران مكافئين .

شكل(26) يوضح زاوية الانطلاق 45 أثناء الطيران



مما تقدم نجد أن المسارات النظرية للمقذوف في عدة زوايا مختلفة بسرعة معينة (ثابتة) تتخذ مسارات ذات أشكال مختلفة فإذا مارميت كرة بزاوية انطلاق 80 مع المستوى الأفقي فإنها تختلف عنه إذا ما انخفضت الزاوية إلى 17 أو 24 كما في الحساب الأفقي ،بينما في النوع الثاني (المنخفضة) تأخذ مسارا طويلا منخفضا، أي تحقيق مسافة أفقية على حساب العمودية،أما زاوية الهبوط فهي زاوية محصورة بين مسار مركز الثقل الأداة عند هبوطه على الأرض ،وتحسب كالأتي :

زاوية الهبوط= 90– زاوية الانطلاق

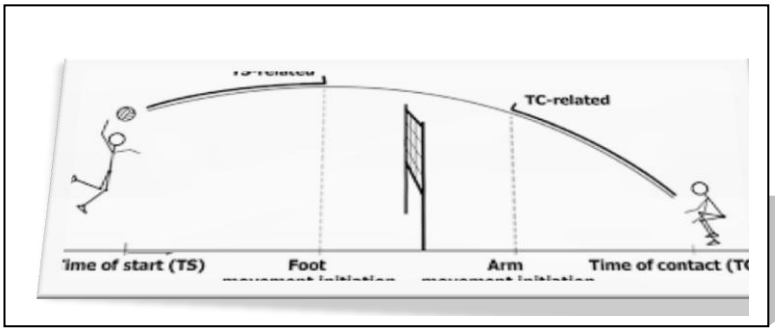
فزاوية الهبوط في رمي القرص تبلغ 43 وكذلك في رمي الرمح أما في السباحة فإن زاوية الهبوط يطلق عليها زاوية دخول الماء وتبلغ 10-20 وان الزيادة في هذه الزاوية يؤدي باستمرار حركة الجسم باتجاه العمق،مما يتطلب زمنا اكبر لتغيير اتجاه الجسم من العمق إلى الأعلى وباتجاه السطح للبدء بالضربات، لذا تلعب زاوية الدخول إلى الماء دورا حاسما في الدخول إلى الماء وبقوة تصادم قليلة مما يقلل من مساحة الجسم الملامس للماء (الديلمي، 2016) .

2-5-ارتفاع نقطة انطلاق المقذوف:

وهي ثالث المتغيرات الميكانيكية المؤثرة في مسار طيران المقذوف، فعندما يرمي الثقل من ارتفاع 1,65فهذا يعني ارتفاع في نقطة انطلاقه تزيد عن 1,65 عن سطح الأرض وتبلغ عندها زاوية الانطلاق 39 بينما في ارتفاع 2,25م تبلغ بالزاوية 42 مما يؤد إلى ازدياد التأثير على مسافة الانجاز أي كلما قل الارتفاع تأثرت زاوية الانطلاق .

كما يعتمد الارتفاع أيضا على طول اللاعب وطول ذراعه حيث أن امتداد الجسم لحظة الرمي أو الدفع يؤثر على انطلاق الأداة أو الجسم ،وهذا يعني أيضا أن زيادة في سرعة الانطلاق حيث اثبت هو خموث آن هناك علاقة ارتباط (ايجابية) طردية بين زيادة سرعة الانطلاق وامتداد الجسم والتي تستلزم تزامنا في الأداء وتوافقا حركيا بين أجزاء الجسم والدفع في أن واحد أي أن للقياسات الجسمية تأثيرها المهم على مسافة الرمي فكلما ارتفع ازدادت مسافة الرمية ونجد هذا العامل مهما وأساسيا في الرمح حيث كانت أهمية المد الكامل لمفاصل الجسم لحظة الإطلاق التي تزيد في نقطة الارتفاع الرمح المؤثرة في مسار طيرانه وانجازه وبالتالي كذلك الحال في الوثب الطويل حتى يتغلب على تأثير الجذب الأرضي فيؤدي إلى إمكانية تحقيق مسافة اكبر مع أهمية انجازه بسرعة انطلاق عالية حيث أن زيادة 5 في سرعة الانطلاق يؤدي إلى زيادة الانجاز (نفس المرجع).

شكل(27) يوضح ارتفاع نقطة انطلاق المقذوف



2-6مقاومة الهواء:

إذا سقطت كرتان في قفاز الغطس الذي ارتفاعه 5م وكانت احدهما مصنوعة من الفلين و الأخرى من الحديد فسنجد أن كلاهما يسبحان في الماء في أن واحد بينهما إذا بلغ الارتفاع 20م فأن الكرة الحديدية ستصل أولا لان مقاومة الهواء تزداد مع مربع سرعة حركة الجسم (الأجسام الساقطة) أي أن مقاومة الهواء تتناسب طرديا مع مربع السرعة فإذا ماازدادت سرعة الحركة إلى الضعف فإن مقاومة الهواء تزداد أربع مرات.

مما تقدم نجد أن أقصى ارتفاع لقفز الغطس 10م لان مقاومة الهواء على الجسم الساقط تعد قليلة لذا نهمل عند التحليل الحركي كعامل مؤثر على سير الحركة.

أما في المقذوفات ذات المسار المنحني ففي معظم الأحيان تؤثر مقاومة الهواء على المركبة الأفقية فرمي كرة بسرعة محددة في الهواء الطلق سوف تختلف باختلاف تأثير سرعة الرياح، أما إذا ما أطلق في جو لا يعمل الهواء على مقاومة حركة الجسم فإن السرعة الأفقية تكون ثابتة على طول مسار الطيران ويمكن التعامل معها على أنها قيمة ثابتة(حسام، 1993، صفحة 156).

فعند إطلاق الرمح أو القرص في ريح ساكنة يختلف عنه إذا ما طلق في ريح شديدة لان كلا الفعاليتين تتأثران بشكل كبير بقوة الريح حيث تبلغ زاوية انطلاق الرمح 39-41 بريح مصاحبة 37-39 بريح معاكسة وفي الحالات الاعتيادية 37-38

إن المقذوفات سواء كانت أفقية أو للأسفل فإن زمن طيرانها يمكن حسابه من لحظة إطلاقها إلى لحظة وصولها الأرض أو المستوى الذي تسقط عليه وأن المتغيرات التي يمكن حسابها للمقذوفات من الناحية النظرية هي :

- زمن الطيران
- أعلى ارتفاع يلغه الجسم المقذوف.
- أبعد مسافة أفقية يبلغها الجسم المقذوف.
- يمكننا تحديد المركبات الأفقية والعمودية للسرعة.
- **المركبة الأفقية = س ضرب جتا<**
- **المركبة العمودية = س ضرب جا**

$$\text{الزمن} = \frac{2 \times \text{السرعة العمودية}}{\text{الارضي التعجيل}}$$

$$\text{المسافة} = \frac{2 \times \text{السرعة العمودية والافقية}}{\text{ا لتعجيل لارضي}}$$

$$\text{المسافة} = \frac{\text{السرعة الابتدائية للانطلاق})^2 \times \text{جا}^2 < \text{الانطلاق}}{\text{التعجيل الارضي}}$$

$$\text{المسافة} = \frac{2(\text{السرعة الابتدائية للانطلاق} \times \text{جا الانطلاق} \times \text{جتا})^2}{\text{التعجيل الارضي}}$$

مثال تطبيقي:

انطلق ثقل بسرعة 12م/ث وبزاوية قدرت ب41^{o} .

- ما مقدار المسافة الأفقية للثقل وما الزمن المستغرق

$$\text{المسافة} = \frac{\text{الانطلاق} > \text{جا}^{2} \times \left(\text{السرعة الابتدائية للانطلاق}\right)^{2}}{\text{التعجيل الارضي}}$$

$$\text{المسافة} = \frac{0,49 \times 12^{2}}{9,8} = \frac{144 \times 0,49}{9,8} = 7,2 \text{ م}$$

$$\text{الزمن} = \frac{\text{السرعة العمودية} \times 2}{\text{الارضي التعجيل}} = \text{الزمن} = \frac{2 \times 12 \times 0,7}{9,8} = 1,7 \text{ ث}$$

المصادر و المراجع:

01-احمد ,ن .م .(2010) .مبادئ التعلم الحركي .النجف :دار الضياء للطباعة والتصميم.

02-البصير ,ع . ع .(1998) .الميكانيك الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي .القاهرة :مركز الكتاب للنشر.

03-الخولي ,ا .ا .(2009) .نظريات وبرامج التربية الحركية للاطفال .القاهرة :دارالفكر العربي.

04- الديلمي ,ن . ع .(2016) .اساسيات في التعلم احركي .الدار المنهجية للنشر والتوزيع.

05- الدين ,ط . ح .الاسس الحركية والوظيفية للتدريب الرياضي .الكويت :دار الكتاب الحديث.

06- السامرائي ,ا . ع .(1987) .التطبيق العملي في التربية الرياضية .العراق :جمعة بغداد.

07- السلام ,م .ص .(2013) .برنتمج تعليمي باستعمال القصة الحركية المصورة وتأثيرها على اكتساب المهارات الاساسية الحركية لرياض الاطفال .كلية التربي الرياضية للبنات جامعة الزقازيق :رسالة ماجستير.

08- الصمد ,ط .ف .(2005) .نظريات الخصائص الاساسية –رؤية لتحليل المهارات الرياضية .جامعة اسيوط.

09 العلاوي ,م . ح .(1987) .الاختبارات المهارية النفسية في المجال الرياضي .القاهرة :دار الفكر العربي.

10- الفتاح ,أ .ا .(1998) .بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضي .القاهرة :دار الفكر العربي .

11- الكرمدي ,ع .ص .(2015) .مبادء الميكانيكا لحيوية والتحليل الحركي .الحديدة –اليمن :كلية التربية البدنية والرياضية.

12-المولى ,ق . ح .(1991) .الميكانيك الحيوية .جامعة البصرة :مطبعة دار الحكمة.

13- الهاشمي ,س .م .(1999) .البيباميكانيك الرياضي .الموصل :دار الكتب للطباعة والنشر.

14- بسطوسي ,ب .ا .(1996) .اسس ونظرية الحركة .القاهرة :دار الفكر العربي.

15- جواد ,ن .ش .(2001) .البايوميكانيك الرياضي .العراق :كلية التربية الرياضية جامعة كربلاء.

16- جي ,س .ب ,2013) .جوان .(27التطور مفهوم الحركة عند العلماء العرب .رسالة دكتوراه ,حلب ,قسم تاريخ العلوم الاساسية ,سورية.

17- حسام ,ا .ط .(1993) .الميكانيكا الحيوية الاسس النظرية والتطبيقية .القاهرة :دار الفكر العربي.

18- خيون ,ي .(2002) .التعلم الحركي بين المبداوالتطبيق .بغداد :مكتب الصخرة للطباعة.

19- راتب ,ا .ك .(1999) .مدخل للنمو المتكامل للطفل والمراهق .القاهرة :دارالفكر العربي.

20- رضوان ,م .ح .(1987) .اختبارات الاداء الحركي .القاهرة :دار الفكر العربي.

21- زاهر ,ع .ا .(2005) .مبادئ علم التشريح الوصفي والوظيفي .القاهرة :مركز الكتاب للنشر.

22- سويدان ,ا .ر .(2006) .علم التشريح الرياضي .القاهرة :دار الفجر للنشر والتوزيع.

23- شاكر ,ق .ح .(1998) .طق البحث في التحليل الحركي .عمان :دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.

24- صالح ,ا .ح .(2010) .اساسيات علم الاجتماع النفسي التربوي ونظرياته .فرنسا :المناهل امازون.

25- عبادة ,ا .ب .(2001) .اسس علم الميكانيكا .القاهرة :دار الفكر العربي .

26- علي ,ع .ا .(2004) .بيولوجيا الرياضة .مصر :جامعة الاسكندرية)كلية التربية الرياضية بنين.(

27- علي ,ن .ح .(2006) .تحليل منحنى القوة –الزمن لخطوة الرمي لرماة الرمح المتقدمين وعلاقتها ببعض المتغيرات الكينماتكية والانجاز .éd)رسالة ماجستير .(جامعة بغداد :كلية التربية الرياضية.

28- مجيد ,و .م .(1987) .التحليل الحركي .بغداد :مطبعة التعليم العالي.

29- محجوب ,و .(1989) .علم الحركة)التعلم الحركي .(الموصل :دار الكتب للطباعة والنشر.

30 محمّد ,م .ح .(2012) .فسيولوجي الانسان .العين دولة الامارات :دار الكتاب الجامعي.

نفس المرجع ,ا.