جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

البايو ميكانَّيك

العلوم الرياضية

الثانَّي

المؤلفون

أ.د احمد ثامـــر محســن
أ.د مصطفى صالح مهدي
أ.د ريــاض خليل خماس
م.د بشار صلاح جبار
م.د. محمد يونس داود

الطبعة الأولى
2025 م – 1447 هـ

المصمم الفني : وسام موفق محمد صالح

المقدمة:

بعد انَّ قدمنا خلال الجزء الأول من كتاب البايوميكانَّيك الذي خصص لطلبة الصف الأول- المهني لفرع العلوم الرياضية الذي جاء بوصفه تعريفاً لهذا العلم المهم من علوم الرياضة والذي يشكل مع بقية العلوم الأخرى الأساس الذي يستند اليه التعلم والتدريب الرياضي، فانَّنا نقدم لطلبتنا الأعزاء (طلبة الصف الثانَّي) الجزء الثانَّي من كتاب البايوميكانَّيك والذي سيكون اكثر تفصيلاً وشمولاً لهذا العلم وتطبيقاته في الرياضة وجعل الطلبة يتفهمون كيف يمكن للأسس علوم الفيزياء والرياضيات والميكانَّيك انَّ تتحد وتكون علما قائما بذاته الا وهو علم البايوميكانَّيك.

انَّ هذا الجزء من الكتاب حاولنا من طريقه انَّ نقدم عدداً أكبر من القوانَّين والمسائل الحسابية لمفردات علم البايوميكانَّيك، ولكن جاءت هذه الأمثلة بتطبيقات عن الرياضة والعابها او فعالياتها، لذلك سيكون من الممتع انَّ يرى الطالب تطبيقات هذه القوانَّين (التي قد تتصف أحيانَّا بالجمود عند دراستها من طريق علمي الفيزياء والرياضيات) في الانَّشطة الرياضية والتي يعشقها معظم طلبتنا الأعزاء.

المؤلفون

المفردات	رقم الصفحة
الفصل الاول	
المقدمة	3
الكينماتيك الزاوي	6
الإزاحة الزاوية	7
السرعة الزاوية	7
الزاوية النصف قطريه	10
اسئلة الفصل الأول	12
الفصل الثاني	
السرعة المحيطية	13
اهميه السرعة الزاوية في الرياضة	17
التدريب على تحسين السرعة	18
التعجيل الزاوي	18
التعجيل المماسي	19
التعجيل القطري	20
اهميه التعجيل القطري في الرياضة	20
قوانين المثلثات	21
اسئلة الفصل الثاني	24
الفصل الثالث	
الكينتيك	25
قوانين نيوتن في الحركة	25
القانون الاول (القصور الذاتي)	26
العوامل المؤثرة في القصور الذاتي	27
القانون الثاني (قانون تعجيل)	28
تطبيقات قانون نيوتن الثاني في الرياضة	30
قانون نيوتن الثالث (قانون رد الفعل)	31
تطبيقات قانون نيوتن الثالث في الرياضة	32
اسئلة الفصل الثالث	35
الفصل الرابع	36
العتلات والروافع	36
قانون العتلات	37
فوائد العتلة	38
تطبيقات نظام العتلات في الرياضة	39
مسائل في العتلات	41
العضلات	42
وظائف العضلات	43
اسئلة الفصل الرابع	46
ميكانيكية السوائل في رياضة السباحة	47
القوى المؤثرة في جسم السباح	47

القوى العمودية المؤثرة في جسم السباح	48
العوامل المؤثرة في قدرة الجسم على الطفو	50
القوى الافقية المؤثرة في جسم السباح	54
القوى المقاومة لحركة الجسم في الماء	54
القوى الدافعة لحركة الجسم في الماء	56
الحركات التي تولد القوى الدافعة للأمام في السباحة	57
المتغيرات الميكانيكية لسرعة السباحة	59
السباحة الحرة (الزحف)	63
حركة الذراعين في السباحة الحرة	64
القوى الدافعة لحركة الرجلين في السباحة الحرة	67
التنفس في السباحة الحرة	68
اسئلة الفصل الخامس	70
الفصل السادس	
مفهوم التحليل الحركي	71
انواع التحليل الحركي	74
اهمية التحليل الحركي وعلاقته بالعلوم الرياضية	76
علاقة التحليل الحركي بالاصابات الرياضية	79
تقويم الاداء والابتكار	81
التحليل الحركي النوعي	82
طريقة العمل بأسلوب التحليل الحركي	90
الأستعدادات الضرورية للملاحظة	90
تحديد الهدف من المهارة	95
تحديد المميزات الخاصة للمهارة	100
تجزئة المهارة الى عناصرها الاساسية	102
مؤهلات الشخص القائم بالتحليل النوعي	105
اسئلة الفصل السادس	106

الفصل الأول

1.1 الكينماتيك الزاوي:

وهو القسم الثانّي من اقسام الكينماتيك ويهتم بوصف الحركة الدائرية والزوايا في وحدة (الزمن) وصفا مجردا دون البحث في مسبباتها ومن مجالاته (الازاحة الزاوية والسرعة الزاوية والسرعة المحيطية والتعجيل الزاوي).

كذلك يعرف انّه احد فروع علم البايوميكانّيك والذي يعنى بدراسة الحركة التامة على محور الدورانّ دراسة وصفية من حيث زمانّها ومكانّها وبصرف النظر عن القوى التي تسبب حدوث الحركة

يُعد فهم الحركة الزاوية مهماً، ذلك لانّ أغلب حركات الانّسانّ الإرادية تستلزم دورانّاً واحداً أو أكثر من اجزاء جسم الانّسانّ حول المفاصل التي تتمفصل عندها .انّ حركة الجسم على العموم عند المشي تظهر عن طريق ميزة الحركات الدائرية التي تحدث في الورك، الركبة والكاحل حول محاور الدورانّ الوهمية (الامّامي) المستعرض. عند أداء حركات القفز فانّ كلا الذراعين والساقين تدورانّ حول المحاور الوهمية الامّامية الخلفية المارة بداخل مفصلي الكتف والحوض، انّ المدربين ومدرسي التربية الرياضية ً بالاعتماد على المراقبة النظرية يعملون على تحليل الحركات الرياضية التي تتميز في معظمها بانّها حركات دائرية تتم حول محاور تقع امّا داخل الجسم او خارجه ويعتمد الكثير من الوصف المسجل لمراحل مهارات الحركة على التحليل الحركي الزاوي.

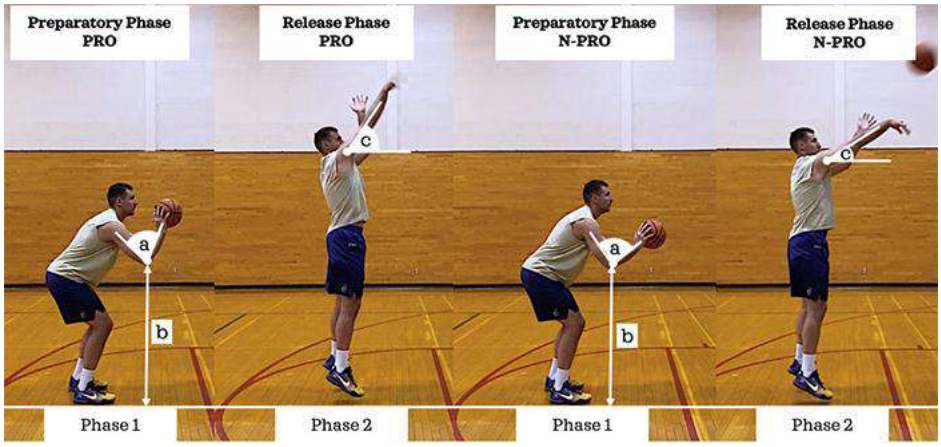
فعلى سبيل المثال، فقد شخصت ثلاث مراحل تطورية لضرب الكرة بين الأطفال بعمر (2 -6) سنوات وقد تبين من خلال الدراسة في المرحلة الأولى يضرب الطفل الكرة مستخدما معدل قليل في حركة ثني الورك دون وجود حركة توافقية في أي من المفاصل الأخرى امّا في المرحلة الثانّية فهنالك تنسيق بين مدى حركةّ الركبة وثني الورك. مع إبعاد الأذرع عند الأكتاف لتعزيز التوازن. امّا المرحلة الثالثة، فتتميز بثني الورك وبشكل كبير ومد الركبة، وثني المرفق بالإضافة إلى إبعاد الكتف لتعزيز التوازن.

يمكن استعمال المنقلة أو آلة قياس الزوايا لوضع قياسات يدوية لتقاطع الزوايا في هذا التمثيل، مع مراكز المفصل المشكلة لتشكيل نهايات الزوايا بين ّ طريقة الزوايا بوساطة المنقلة معروفة في الملحق أقسام الجسم المتجاورة. (انَّ وبالإمكانَّ تحليل التصوير الفيديوي والأفلام لحركة الانَّسانَّ يمكن تحليلها باستخدام هذه الطريقة الرئيسة لتقويم الزوايا الموجودة وقياسها في مفاصل جسم الانَّسانَّ إضافة إلى الانَّحرافات الزاوية لأقسام الجسم وعادة ما تنفذ تحليلات الزوايا جهاز الكمبيوتر من تمثيل شكل العصا لجسم الانَّسانَّ.

أولا - الازاحة الزاوية:

هي عدد الدرجات التي يتحركها الجسم حول محور دورانَّه ومنذ بداية حركته وإلى نهايتها

اي هي الفرق بين الزاوية نفسها في وضعين مختلفين، فمثلاً إذا كانَّت زاوية المرفق قبل رمي كرة السلة إلى السلة هي (90 درجة) وبعد رمي الكرة أصبحت هذه الزاوية (160 درجة) مما يعني انَّ الفرق بين الزاويتين هو(70 درجة) يسمى هذا الفرق بالإزاحة الزاوية او التغير في قيمة الزاوية، وبما انَّ هذا التغير يحدث في وحدة الزمن وفرضا حدث خلال (0.25 ثانية) فبقسمة الفرق على الزمن نحصل على السرعة الزاوية.



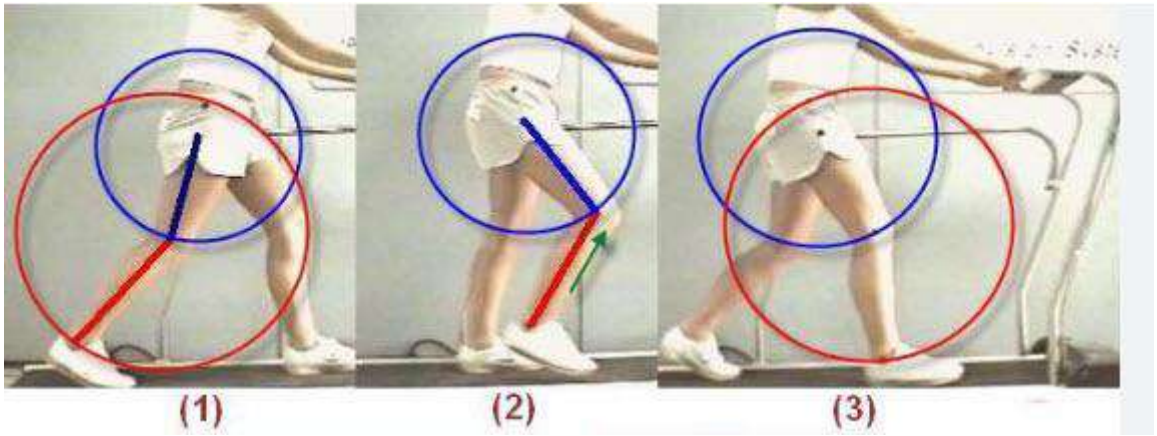
ثانَّيا - السرعة الزاوية:

وهي النسبة بين كمية التحرك الزاوي ووحدة الزمن ولها علاقة بالسرعة على محيط الدائرة (السرعة المحيطية) والتي هذه الأخيرة بوحدة (م/ ثا) امَّا وحدة السرعة الزاوية فتعطى بعدة اشكال منها (درجة / ثانَّية) .

وتعرف ايضا بانَّها الانَّتقال الزاوي للجسم أو هي ما يقطعه الجسم أو جزء في اثناء حركته من عدد الدرجات في مدة زمنية معينة.

مثال: إذا كانَّ الانَّتقال الزاوي لمفصل الركبة في أحد الفعاليات الرياضية من 90 درجة في اثناء الوضع التحضيري لغاية 160 درجة في اثناء الوضع النهائي، وانَّ هذا الانَّتقال الزاوي كانَّ في اثناء مدة زمنية مقدارها (0.45) ثانَّية..

احسب السرعة الزاوية لمفصل الركبة؟



الحل:

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{الزاوية الثانَّية – الزاوية الأولى}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{90\text{-}160}{0.45}$$

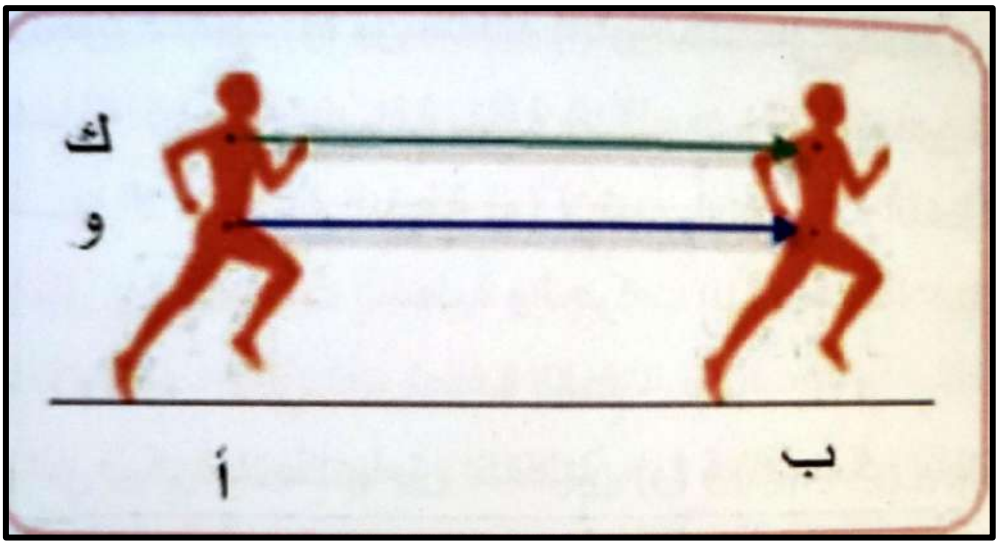
السرعة الزاوية = 155.56 درجة / ثانَّية، وكلما كانَّت هذه السرعة كبيرة كلما دلت على انَّ فتح زاوية المرفق كانَّت سريعة.

انَّ جميع الحركات التي تؤدي على محور وهمي او حقيقي، خارجي او داخلي فأنها حركات دائرية، والحركات الدائرية مشتقة من كلمة دائرية فهي اذن تمتلك مصطلحين هما مركز الدائرة ونصف القطر.

انَّ اي دائرة بداية ونهاية، ومن المعروف انَّ زاوية اية دائرة هي (360) درجة تبدأ من (الصفر) بعكس عقرب الساعة وتنتهي في (360) درجة .

النقطة التي تتحرك على محيط الدائرة تمتلك سرعة تسمى بالسرعة المحيطية او الدائرية ووحدتها تماثل وحدة السرعة الخطية (متر/ثانَّية)، ولغرض توضيح السرعة المحيطية ومقارنتها بالسرعة الخطية.

لو تحرك لاعب من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) وراقبنا نقطتين في جسمه وهما نقطة الورك ونقطة الكتف، فانَّ المسافة المقطوعة لكلّتا النقطتين تكون متساوية من بداية الحركة إلى نهايتها وبما انَّ النقطتين تحركتا في الوحدة الزمنية نفسها فانَّ سرعة النقطتين متساويتان ، أي انَّ سرعة نقطة الكتف وكذلك سرعة نقطة الورك هي متساوية.



انَّ السرعة في الحركات الانَّتقالية هو المسافة المقطوعة على وحدة الزمن، امَّا في الحركات الدائرية فالسرعة الزاوية هي المسافة الزاوية المقطوعة حول محور الدورانَّ خلال وحدة الزمن. وإذا كانَّت وحدة قياس السرعة في الحركات الانَّتقالية هي: **متر/ ثانَّية** فانَّ وحدة قياس السرعة الزاوية هي **درجة/ ثانَّية**.

معدل الأنَّتقال الزاوي

السرعة الزاوية = ——————————

الزمن

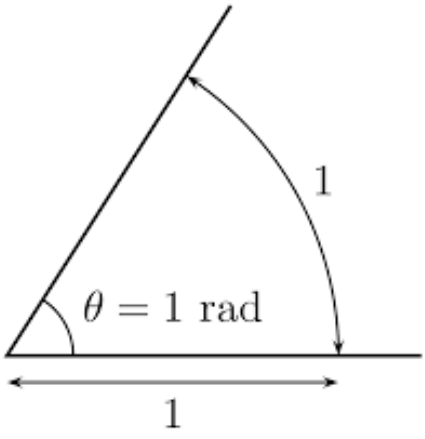
امَّا السرعة المحيطية فهي سرعة الجسم الخطية على محيط دائرة، او هي المسافة التي يقطعها الجسم على محيط دائرة نسبة إلى الزمن المستغرق لقطع هذا المسافة.

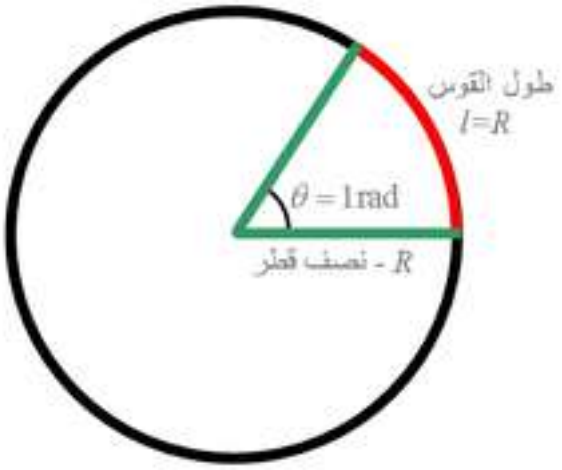
السرعة المحيطية = السرعة الزاوية X نصف القطر

2.1 الزاوية نصف القطرية (Radian)

تعرف انَّها الزاوية المركزية في مركز الدائرة تحدد قوساً طوله **يساوي طول نصف القطر الدائرة ، والراديانَّ الواحد تساوي(180) مقسوماً على النسبة الثابتة -π- والتي تبلغ تقريبا (3.143)** ، انَّ المساحة المحصورة بين ضلعي نصف القطر وطول القوس تسمى بالقطاع ، ونلاحظ وجود عدد (6.28) قطاعاً في الدائرة الواحدة ، أي اذا اخذنا نصف قطر معين ووضعنا بقدر ذلك مسافات على محيط الدائرة فانَّ عدد المقاطع ستساوي (6) مع بقاء مقطع صغير يتم تقسيمه على المقاطع الأخرى لتصبح (6.28) مقطع او قطاع ، وبما انَّ الدائرة الكاملة عبارة عن(360) درجة فعند قسمة (360 درجة على 6.28 قطاعا) وعند قياس الزاوية في كل مقطع سنجد انَّها تساوي (57.324 درجة) وهي قيمة زاوية القطاع .، وقانَّونه :

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

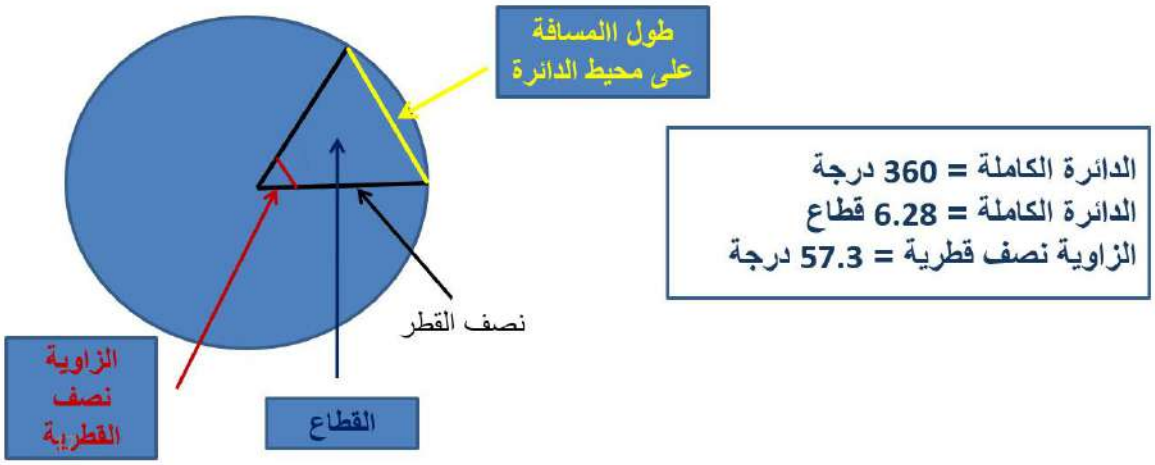




ويفيد القانَّون السابق في إيجاد قيمة الزاوية المحصورة بين طول قوس ونصف القطر او إيجاد طول قوس او تصف قطر عندما يكون أحد هذين الأخيرين مجهولا، كما تفيدنا هذه الزاوية في المقارنة بين

سرعة مفصل الكتف وسرعة مفصل الورك؛ لأنها تستخدم نصف القطر ومثلما عرفنا سابقا بانَّ نصف القطر هو عنصر الاختلاف بين حركة مفاصل أجزاء الجسم او مراكز ثقلها.

- عند احتساب السرعة الزاوية لغرض استخراج السرعة المحيطية يجب تحويل وحدات القياس !!!
- فعند دوران الجسم حول العقلة دورة كاملة فأنه بذلك يقطع مسافة زاوية مقدارها 360 درجة
- فلو قطع الجسم جزءا على محيط دائرة بحيث يكون طول هذا الجزء مساوي لطول نصف قطر الدائرة، فأن الزاوية المقابلة لذلك الجزء تسمى بالزاوية نصف القطرية ، وان المثلث المتكون يسمى بالقطاع



مثـال/ فـي أثنـاء رمـي المطرقـة تـدور ثـلاث دورات أفقيـة بـزمن قـدره (5.2) احسـب كـم درجـة تقطـع المطرقة في الثانَّية وكذلك كم قطاع في الثانَّية ؟

بما انَّ المطرقة تتحرك 3 دورات فهي تقطع 360 × 3 = 1080 درجة

عدد الدرجات بالثانَّية الواحدة = 1080 ÷ 5.2 = 432 درجة

عدد القطاعات في الثانَّية الواحدة = 432 ÷ 57.3= 5,7 قطاع .

ولايضاح علاقة السرعة الزاوية لجسم في أثناء دورانَّه وسرعته المحيطية نـأتي بالقـانَّون التـالي السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

س م = س ز × نق

أسئلة الفصل الأول

1- ما هو الفرق بين المسافة الزاوية والازاحة الزاوية؟ مع إعطاء بعض الأمثلة من الالعاب الرياضية؟

2- إذا كانَّ معدل الانَّتقال الزاوي لمفصل المرفق في اثناء أداء مهارة الارسال بالتنس 70 درجة في اثناء الوضع التحضيري و170 درجة خلال نهاية الوضع الرئيسي، واذا ما كانَّ زمن هذا الانَّتقال الزاوي هو 0.4 ثانَّية.

احسب السرعة الزاوية لمفصل المرفق؟

3- اثناء تنفيذ ضربة المرمى بكرة القدم كانَّت السرعة الزاوية 230 درجة/ثانَّية، فاذا ما علمت انَّ طول الرجل كانَّ 0.90 متراً.

احسب السرعة المحيطية؟

4- ما هو الفرق بين السرعة الزاوية والسرعة المحيطية؟ مع إعطاء بعض الأمثلة من الألعاب الرياضية؟

5- ماهي الزاوية نصف قطرية؟ وما هو القطاع؟

الفصل الثاني

1.2 السرعة المحيطية (المماسية)

السرعة المحيطية وهي سرعة جسم معين على محيط دائرة ووحدتها (م/ ثا) او (سم/ ثا) وتسمى بالسرعة المماسية لانَّها تعتمد على نصف القطر وهي سرعة الأداة باتجاه الدورانَّ او باتجاه انَّطلاق الأداة وتكون عمودية على نصف القطر المتجه نحو المركز وبذلك فإنها تمثل المركبة الافقية للسرعة ، وقانَّونه .

السرعة المحيطية (المماسة)= السرعة الزاوية × نصف القطر

ومن خلال تحليلنا للقانَّون نجد انَّ هناك علاقة طردية بين السرعة المحيطية والسرعة الزاوية وبينها وبين نصف القطر أي كلما زاد نصف القطر زادت السرعة المحيطية ولذلك يفضل انَّ يكون رامي القرص من اللاعبين ذوي الاذرع الطويلة،

من خلال ما سبق يمكن انَّ نستنتج ما الآتي:

١-انَّ السرعة المحيطية تتناسب طردياً مع نصف القطر بثبات السرعة الزاوية.

٢-انَّ السرعة المحيطية تتناسب طردياً مع السرعة الزاوية بثبات نصف القطر.

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

$$\text{السرعة المحيطية} = \frac{\text{درجة}}{\text{ثانَّية}} \times \text{متر}$$

بما انَّ السرعة المحيطية وحدتها خطية أي (م / ثا) اذن يجب التخلص من وحدة الدرجة في القانَّون وذلك بقسمتها على 57.32 درجة وهي قيمة زاوية القطاع

حساب المحيطية (المماسية) = السرعة الزاوية × نصف القطر

وهذا يعنى انَّ المقارنة بين أجزاء الجسم بقانَّون السرعة الزاوية سوف لا تنقل حقيقة نقاط الجسم بسبب تساوي زاوية تحرك هذه النقاط وانَّ استخدام قانَّون السرعة المحيطية يكون افضل وسببه وجود اختلاف انَّصاف الأقطار بين هذه الأجزاء .

مثال/ لاعب كرة قدم أثناء ضربه للكرة كانَّت السرعة الزاوية للرجل 80 درجة / ثانَّية احسب السرعة المحيطية لكلٍّ من مفصل الركبة ومفصل القدم علما انَّ البعد بين محور (الدورانَّ لمفصل الورك) ومفصل الركبة هو 45 سم والبعد بين محور الدورانَّ والقدم 80 سم ؟

مثال: تحرك جسم من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) بزمن قدره (0.3 ثانَّية) وقطع زاوية مقدارها (90 درجة) وكانَّ بعد هذا الجسم عن محور الدورانَّ (0.5 متر) احسب المسافة التي قطعها على محيط (طول القوس) وسرعتها .

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

مثلما نعلم انَّ الزاوية نصف القطرية هي العلاقة بين طول القوس ونصف القطر، ومن القانَّون أعلاه نجد انَّ هناك مجهولين وهما الزاوية نصف القطرية وطول القوس، ونعلم انَّ قيمة الزاوية نصف القطرية

(زاوية القطاع) هي (57.32 درجة) فيتم تقسيم قيمة الزاوية في السؤال على قيمة زاوية القطاع للتخلص من وحدة الدرجة

$$\text{قيمة الزاوية (بوحدة القطاع)} = \frac{90 \text{ (درجة)}}{57.32 \text{(درجة)}}$$

قيمة الزاوية (بوحدة القطاع) = 1.57

$$\text{السرعة الزاوية بوحدة القطاع} = \frac{1.57}{0.3}$$

= 5.23 متر/ ثانَّية

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

= 5.23 × 0.5

= 2.62 متر/ ثانَّية

سؤال:

من خلال نتائج التحليل الحركي

للاعب تنس يقوم بأداء ضربة الارسال وجد انَّ :

الانَّتقال الزاوي = 150 درجة

زمن الانَّتقال الزاوي = 0.2 ثانَّية

نصف القطر = 135 سم

المطلوب : السرعة المحيطية لحظة ضرب الكرة ؟

الحل :

السرعة الزاوية = معدل الانتقال الزاوي / الزمن

= 150 /0.2 = 750 درجة/ ثا

750 / 57.3 = 13.09 قطاع/ ثا

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية xنصف القطر

= 13.09 x 1.35

= 17.67 متر/ ثا

مثال / اثناء فعالية رمي المطرقة تدور المطرقة ثلاث دورات افقية حول المحور الطولي بزمن قدره (2.5 ثانية). احسب السرعة الزاوية للمطرقة؟ وكم قطاعا تقطع المطرقة؟

بما ان المطرقة تدور ثلاث دورات

360 X 3= 1080 درجة

السرعة الزاوية= معدل الانتقال / الزمن

= 1080 / 2.5

= 432 درجة/ثا

تقطع المطرقة بالقطاع

432 / 57.3 = 7.54

2.2 أهمية السرعة الزاوية في الرياضة:

1. الجمناستيك: يُعدُّ التحكم في السرعة الزاوية أمراً حاسماً في أداء الحركات المعقدة مثل الدورات واللفات. الرياضيون يحتاجون إلى تُعدُّيل السرعة الزاوية بدقة في أثناء تنفيذ الحركات لضمانَّ الهبوط السليم والتوازن.

2. السَّباحة :سباق السَّباحة ، السرعة الزاوية للأذرع تؤثر في فعالية حركة السباحين وتساعد في تحسين كفاءة الدفع والسرعة.

3.2 التدريب على تحسين السرعة الزاوية :

الرياضيون يمكنهم ممارسة تدريبات خاصة لتحسين قدرتهم على التحكم في السرعة الزاوية، مثل التدريبات التي تركز على التدوير السريع وزيادة القدرة على التكيف مع التغيرات في السرعة.

4.2 التعجيل الزاوي:

التعجيل الزاوي هو معدل تغير السرعة الزاوية بمرور الوقت. يقيس كيفية تغير السرعة الزاوية لجسم ما، ويتمُّ قياسه بوحدات الراديانَّ في الثانَّية المربعة (rad/s^2) أو درجات في الثانَّية المربعة.($°/s^2$)

تتحلل السرعة في نقطة معينة على الدائرة إلى مركبتين أحداهما تكون باتجاه انَّطلاق او دورانَّ الأداة وتسمى بالسرعة الافقية او المماسية للدائرة، امَّا المركبة الثانَّية فتكون عمودية تتجه نحو مركز الدائرة مع نصف القطر وتسمى بالسرعة العمودية او القطرية.

وبذلك فانَّ هناك قانَّونين للتعجيل الزاوي أحدهما بالاتجاه الافقي ويسمى بالتعجيل المماسي، والأخر يكون بالاتجاه العمودي ويسمى بالتعجيل العمودي او القطري

$$\text{التعجيل الزاوي} = \frac{\text{السرعة الزاوية الثانَّية - السرعة الزاوية الاولى}}{\text{الزمن}}$$

امَّا بالنسبة لوحدات القياس فإنَّ وحدة قياس التعجيل الخطي هي (متر/ ثا^2)، امَّا وحدة قياس التعجيل الزاوي فتكون (درجة/ ثا^2)

مثال: جد التعجيل الزاوي لمفصل الورك، إذا ما علمت انَّ السرعة الزاوية البالغة 80 درجة/ثانَّية قد تغيرت لتصبح 90 درجة/ثانَّية خلال مدة زمنية مقدارها 0.30

الحل:

$$\text{التعجيل الزاوي} = \frac{90 - 80}{0.30}$$

$$= 33.33 \text{ درجة / ثانية}^2$$

1.4.2 التعجيل المماسي:

هو مقدار التغير في السرعة المحيطية او المماسية بالنسبة إلى الزمن.

انَّ هذا التعجيل لا يختلف عن التعجيل الخطي الا في نقطة واحدة، وهي انَّ السرعة تكون على محيط الدائرة، ولذلك تكون العلاقة بين التغير في السرعة المحيطية نسبة إلى الزمن.

$$\text{التعجيل المماسي} = \frac{\text{السرعة المماسية الثانية} - \text{السرعة المماسية الاولى}}{\text{الزمن}}$$

2.4.2 التعجيل القطري(العمودي):

هو مقدار التغير في السرعة على محيط دائرة بالنسبة إلى نصف القطر(وليس الزمن)

يدل مصطلح التعجيل القطري بانَّه يمتلك وحدة نصف القطر وهي المتر او اجزائه، مما يدل على انَّ وحدة التعجيل القطري هو نفسه وحدة التعجيل الخطي.

$$\text{التعجيل القطري} = \frac{(\text{السرعة المماسية الثانية})^2 - (\text{السرعة المماسية الأولى})^2}{\text{نصف القطر}}$$

5.2 أهمية التعجيل الزاوي في الرياضة:

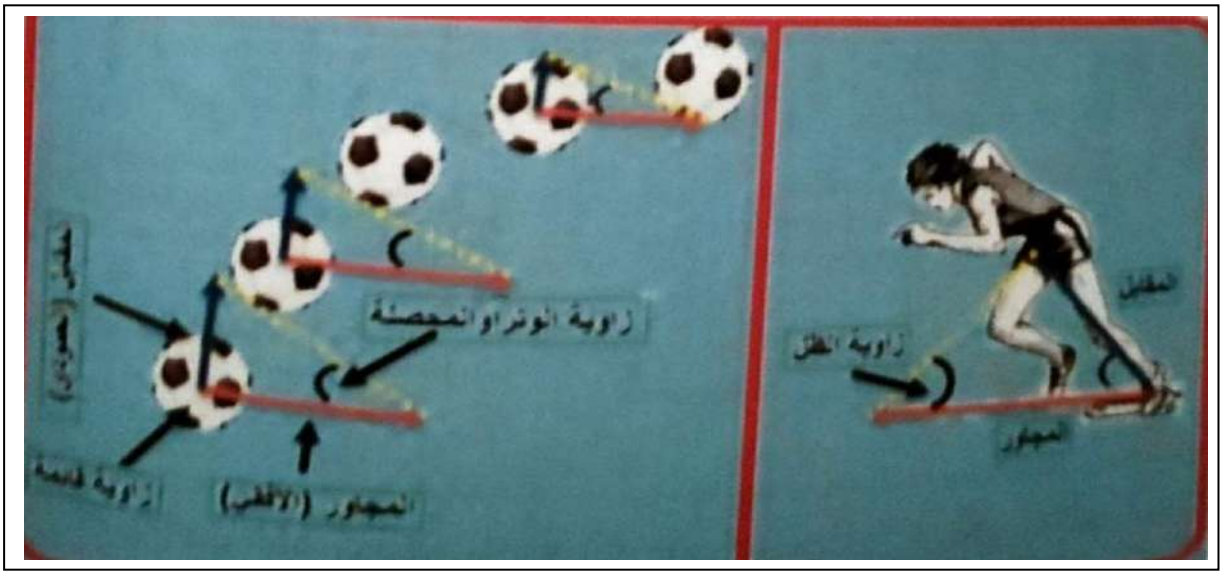
1. **الجمناستيك :**في الجمباز، قد يتطلب الأمر التعجيل الزاوي لتغيير السرعة الزاوية في أثناء الحركات لتحقيق التوازن والتوجيه الصحيح. يُمكنَّ للرياضيين استخدام التعجيل الزاوي لزيادة أو تقليل سرعتهم أثناء التدوير.
2. **رياضات الكرة :**في الرياضات مثل كرة القدم وكرة السلة، التعجيل الزاوي يلعب دوراً في القدرة على تغيير اتجاه الكرة بسرعة، مما يساعد في تحسين مهارات التصويب والتسديد.

6.2 قوانَّين المثلثات:

(sin – cos – tan) و (arc sin – arc cos – arc tan)

انَّ الطالب الذي يقوم بدراسة علم البايوميكانيك يجب انَّ تكون لديه خلفية في قوانَّين الرياضات بصورة عامة وفي قوانَّين المثلثات بصورة خاصة، إذ انَّ الكثير من قوانين البايوميكانيك تتعامل مع دول الجيب او الجيب تمام او الظل (sin – cos – tan)، فلو فرضنا انَّ لاعب كرة القدم في اثناء تنفيذه لضربة الحرة المباشرة واراد انَّ يوجه الكرة إلى الزاوية العليا على يمين حارس المرمى، مما يعني انَّ الكرة طيلة مدة انَّتقالها تسير إلى الامَّام والاعلى وسوف تستمر بهذا

المسار، أي انَّ محصلة مسار الكرة هو عبارة عن مسار محصلتين للسرعة احدهما أُفقي بموازاة الأرض والثانَّي عمودي او قطري، وفي كل الأحوال يمكن رسم مثلثات بحيث نحدد زاوية وانَّ هذه الزاوية تكون عبارة عن ضلعين ويمكن إيصال الضلعين ليتكون لنا مثلث من ثلاثة اضلاع ، احد الاضلاع الثلاثة يكون مقابل للزاوية ويسمى (المقابل) والثانَّي يكون بجانَّب الزاوية ويسمى (المجاور)، امَّا الضلع الأخير فيسمى الوتر.



هناك ثلاث قوانَّين يمكن من خلالها معرفة القيم الرقمية لهذه الزاوية:

قانَّون الجيب (sin) = المقابل / الوتر

قانَّون الجيب تمام (cos) = المجاور / الوتر

قانَّون الظل (tan) = المقابل / المجاور

DEG	SIN	COS	TAN	DEG	SIN	COS	TAN
00	.0000	1.0000	.0000	—	—	—	—
01	.0175	.9998	.0175	46	.7193	.6947	1.0355
02	.0349	.9994	.0349	47	.7314	.6820	1.0723
03	.0523	.9986	.0524	48	.7431	.6691	1.1106
04	.0698	.9976	.0699	49	.7547	.6561	1.1504
05	.0872	.9962	.0875	50	.7660	.6428	1.1918
06	.1045	.9945	.1051	51	.7771	.6293	1.2349
07	.1219	.9925	.1228	52	.7880	.6157	1.2799
08	.1392	.9903	.1405	53	.7986	.6018	1.3270
09	.1564	.9877	.1584	54	.8090	.5878	1.3764
10	.1736	.9848	.1763	55	.8192	.5736	1.4281
11	.1908	.9816	.1944	56	.8290	.5592	1.4826
12	.2079	.9781	.2126	57	.8387	.5446	1.5399
13	.2250	.9744	.2309	58	.8480	.5299	1.6003
14	.2419	.9703	.2493	59	.8572	.5150	1.6643
15	.2588	.9659	.2679	60	.8660	.5000	1.7321
16	.2756	.9613	.2867	61	.8746	.4848	1.8040
17	.2924	.9563	.3057	62	.8829	.4695	1.8807
18	.3090	.9511	.3249	63	.8910	.4540	1.9626
19	.3256	.9455	.3443	64	.8988	.4384	2.0503
20	.3420	.9397	.3640	65	.9063	.4226	2.1445
21	.3584	.9336	.3839	66	.9135	.4067	2.2460
22	.3746	.9272	.4040	67	.9205	.3907	2.3559
23	.3907	.9205	.4245	68	.9279	.3746	2.4751
24	.4067	.9135	.4452	69	.9336	.3584	2.6051
25	.4226	.9063	.4663	70	.9397	.3420	2.7475
26	.4384	.8988	.4877	71	.9456	.3256	2.9042
27	.4540	.8910	.5095	72	.9511	.3090	3.0779
28	.4695	.8829	.5317	73	.9563	.2924	3.2709
29	.4848	.8746	.5543	74	.9613	.2756	3.4874
30	.5000	.8660	.5774	75	.96593	.2588	3.7321
31	.5150	.8572	.6009	76	.9703	.2419	4.0108
32	.5299	.8480	.6249	77	.9744	.2250	4.3315
33	.5446	.8387	.6494	78	.9781	.2079	4.7046
34	.5592	.8290	.6745	79	.9816	.1908	5.1446
35	.5736	.8192	.7002	80	.9848	.1736	5.6713
36	.5878	.8090	.7265	81	.9877	.1564	6.3138
37	.6018	.7986	.7536	82	.9903	.1391	7.1154
38	.6157	.7880	.7813	83	.9925	.1219	8.1443
39	.6293	.7771	.8098	84	.9945	.1045	9.5144
40	.6428	.7660	.8391	85	.99625	.0872	11.4301
41	.6561	.7547	.8693	86	.9976	.0698	14.3007
42	.6691	.7431	.9004	87	.99866	.05239	19.0811
43	.6820	.7314	.9325	88	.9994	.0349	28.6363
44	.6947	.7193	.9657	89	.9998	.0175	57.2900
45	.7071	.7071	1.0000	90	1.0000	.0000	Infinity

جدول يبن قيم (sin – cos – tan) للزوايا من (0 – 90 درجة)

أسئلة الفصل الثاني

1- في اثناء فعالية رمي المطرقة، تدور المطرقة ثلاث دورات (كل دورة عبارة عن 360 درجة) حول المحور الطولي للجسم، بزمن قدره 2.5 ثانَّية.
احسب السرعة الزاوية وكم قطاعاً تقطع المطرقة؟

2- اذكر أهمية السرعة الزاوية في الرياضة؟

3- عرف التعجيل الزاوي؟ ثَّم اذكر قانَّونه الميكانَّيكي؟

4- اذكر أهمية التعجيل الزاوي في الرياضة؟

5- اذكر القانَّون الميكانَّيكي لكلًّا من:

(sin – cos – tan)

الفصل الثالث

1.3 الكينتيك:

في علوم الفيزياء، يشير مصطلح "الكينتيك" إلى دراسة القوة وتأثيرها على الأجسام.

امَّا في مجال البايوميكانَّيك، يمثل الكينتيك القسم الثانَّي من اقسام البايوميكانَّيك النظري، إذ يمكن دراسة الحركة من الجانَّب الكينتيكي من خلال دراسة القوى المسببة للحركة وكيفية التعامل مع هذه القوى على اعتبار انَّ الحركة التي تحدث هي عبارة عن تأثير متبادل ما بين القوة الداخلية (القوة العضلية) والقوى الخارجية (قوة الجاذبية الارضية، قوة الاحتكاك، قوة دفع الماء، .....الخ).

في مجال البايوميكانَّيك، الذي يدرس حركة الكائنات الحية، يتناول "الكينتيك" القوى المؤثرة في الجسم في أثناء الحركة. يُستعمل هذا المجال لتحليل كيفية أداء الحركات الرياضية وكيفية تحسينها، مثل دراسة كيفية عمل العضلات والمفاصل بشكل فعال لتقليل الإجهاد وتحسين الأداء.

2.3 قوانين نيوتن في الحركة:

هي مجموعة من المبادئ الأساسية التي أسسها السير إسحاق نيوتن، والتي تُعدُّ حجر الزاوية في ميكانَّيكا الكلاسيك. هذه القوانَّين الثلاثة تصف العلاقة بين القوى المؤثرة في جسم وحركته، وتُعدُّ أساساً لفهم العديد من الظواهر الفيزيائية. إليك شرحاً مفصلاً لكلٍّ من هذه القوانَّين:

قوانَّين نيوتن:

القانَّون الاول (قانَّون القصور الذاتي)

القانَّون الثاني (قانَّون التعجيل)

القانَّون الثالث (قانَّون رد الفعل)

العالم اسحق نيوتن (1564-1642)

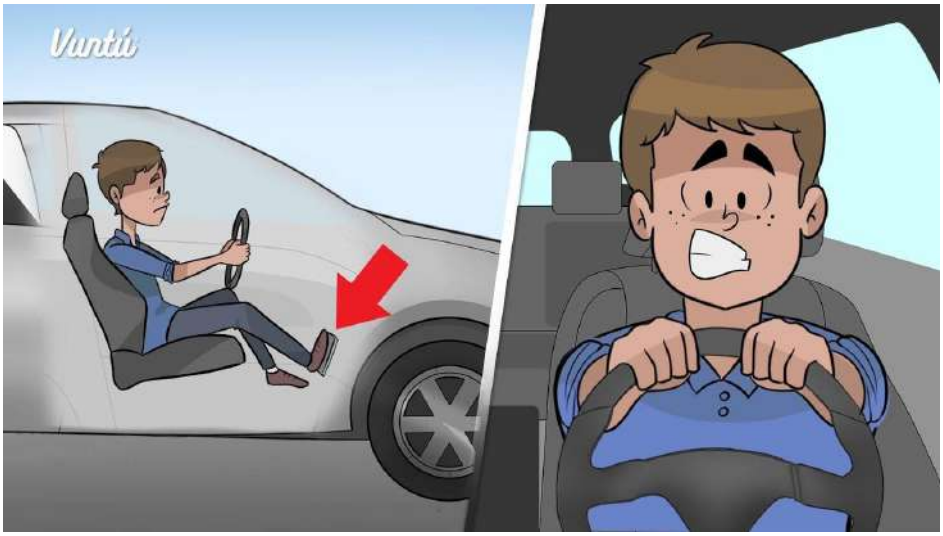
اولاً : القانون الأول لنيوتن (قانون القصور الذاتي):

"كلُّ جسم يظل في حالة سكون أو يتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم ما لم تؤثر فيه قوة خارجية".

يصف هذا القانَّون مفهوم القصور الذاتي، الذي يعني انَّ الأجسام تقاوم التغيير في حالتها الحركية. بعبارة أخرى، إذا كانَّ الجسم في حالة سكون، فانَّه سيبقى في حالة سكون ما لم تؤثر فيه قوة. وإذا كانَّ الجسم متحركًا، فسيواصل الحركة بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم ما لم تؤثر فيه قوة تغير من حالته.

أمثلة:

- إذا كنت في سيارة تسير بسرعة ثابتة وتوقفت فجأة، فانَّ جسمك سيتحرك إلى الامَّام بسبب القصور الذاتي.



- عندما تسقط كرة على الأرض، فهي لا تتوقف فجأة، بل تستمر في الحركة حتى تؤثر فيها قوى مثل الاحتكاك والهواء.

انَّ الجسم الساكن يحاول انَّ يبقى على سكونه مالم تؤثر فيه قوة أكبر من قصوره الذاتي كي تحدث فيه الحركة، والجسم المتحرك يحاول انَّ يستمر في حركته إلى انَّ تؤثر فيه قوة تحاول ايقافه، والقصور الذاتي في الحركات الانَّتقالية عبارة عن كتلة الجسم، امَّا في الحركات الدائرية فعزم القصور الذاتي عبارة عن كتلة الجسم مضروباً في مربع نصف القطر.

القصور الذاتي = كتلة الجسم

عزم القصور الذاتي = كتلة الجسم X (نصف القطر)^2

من الامثلة التطبيقية في حياتنا اليومية راكب السيارة التي تسير بسرعة 100 كم/ساعة وعند توقف السيارة المفاجئ يستمر بحركته إلى الامَّام والعكس راكب السيارة المتوقفة وعند حركتها بصور مفاجئة فانَّ جسم الراكب يميل للخلف.

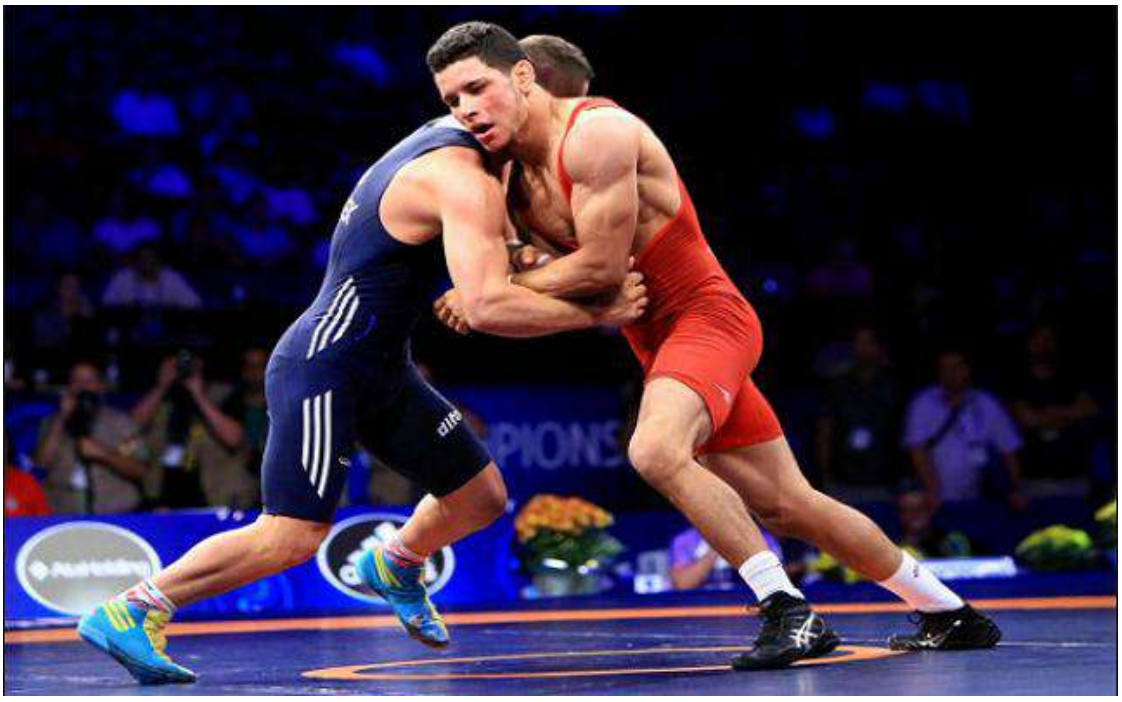
أ- العوامل المؤثرة في القصور الذاتي:

1- كتلة الجسم

2- طبيعة سطح الارض (سطح خشن، سطح أملس)

3- مساحة قاعدة ارتكاز الجسم واتجاهها (ففي المصارعة مثلاً ولغرض زيادة القصور الذاتي للجسم يتم زيادة مساحة قاعدة الاستناد من خلال زيادة المسافة ما بين القدمين، امَّا اتجاه قاعدة الاستناد فتكون مع اتجاه حركة الجسم لغرض تلافي سقوطه.

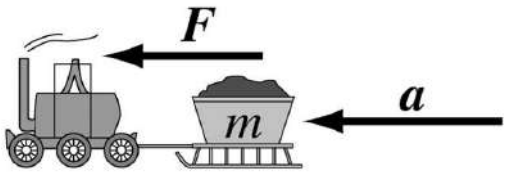
4- ارتفاع مركز ثقل الجسم عن الأرض



ب- تطبيقات قانَّون القصور الذاتي في الرياضة:

- في كرة القدم :عندما يتوقف اللاعب عن الركض ويعمد إلى تسديد الكرة، فانَّ الكرة تستمر في التحرك بسرعة معينة حتى تؤثر عليها قوى مثل مقاومة الهواء أو احتكاك الأرض.
- في الجري :العداؤون يحتاجون إلى دفع انَّفسهم للأمام لتجاوز حالة القصور الذاتي التي تمنعهم من الحركة، ولذا يستعملون قوتهم لتسريع سرعتهم.

ثانياً : القانون الثاني لنيوتن (قانون القوة والتعجيل)



إذا أثرت قوة أو مجموعة قوى على جسم ما فانَّها تكسبه تعجيلا يتناسب مع محصلة القوى المؤثرة، ومعامل التناسب يتاثر بكتلة الجسم.

" يتناسب تعجيل الجسم تناسبا طرديا مع القوة المؤثرة فيه وعكسيا مع كتلته"

$$\text{التعجيل} = \frac{\text{القوة}}{\text{الكتلة}}$$

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \text{التعجيل}$$

$$F = m \times a$$

وحدة قياس القوة = N

$$= kg.m/s^2$$

هذا القانَّون يوضح كيف يؤثر مقدار القوة في تسارع جسم، بناءً على كتلته. كلما زادت القوة المؤثرة على الجسم، زاد التسارع. بالمقابل، كلما زادت كتلة الجسم، قل التسارع لمقدار القوة نفسها.

أمثلة:

- إذا دفعت عربة خفيفة وأخرى ثقيلة بالقوة نفسها، ستسارع العربة الخفيفة أكثر لانَّ كتلتها أقل.
- عند تسريع سيارة، تعتمد السرعة الناتجة على القوة المطبقة (مثل ضغط الغاز) وكتلة السيارة.

مثال - احسب مقدار القوة التي يبذلها عداء كتلته 80 كغم لقطع مسافة 100 متر بزمن قدره 10 ثانَّية؟ وماهي مقدار هذه القوة لعداء ثانَّي كتلته 120كغم ويقطع مسافة السباق نفسها بالزمن نفسه؟

الحل:

يجب استخراج سرعة العداء اولا السرعة = المسافة / الزمن = 100 / 10 = 10 متر/ثا

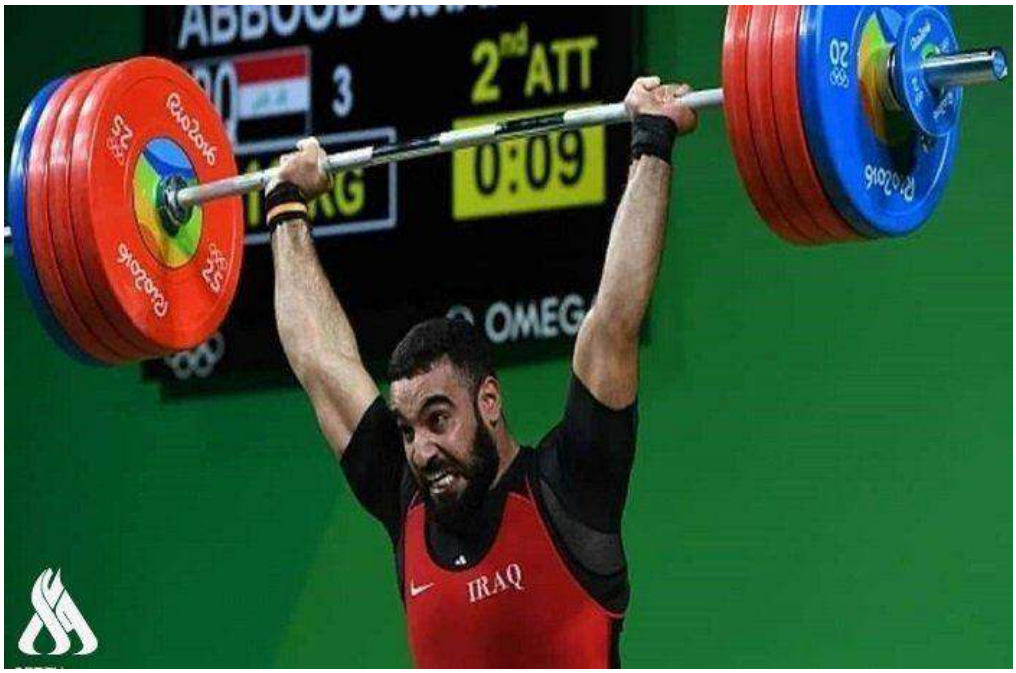
القوة = الكتلة X التعجيل ق = ك X جـ ق = ك X س / ن = 80 X 10 / 10 = 80 N

امَّا للعداء الثانَّي:

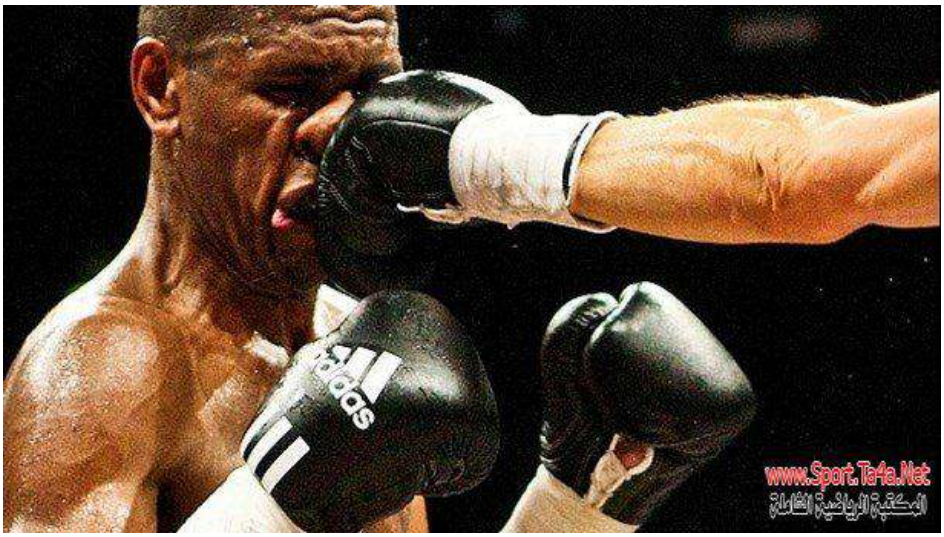
ق= ك X جـ ق= 120 X 10 / 10 = 120 N

تطبيقات قانَون نيوتن الثاني في الرياضة:

- في رفع الأثقال :يتطلب رفع أوزانً ثقيلة قوة أكبر لتسريع الوزن وتحريكه ضد الجاذبية، مما يتطلب من الرياضيين تحسين قوتهم العضلية وزيادة تقنياتهم.



- في الملاكمة :الملاكمون يطبقون قوة على خصومهم. هذه القوة تؤدي إلى تسارع اللكمات، وتختلف القوة المطلوبة بناءً على سرعة اللكمة وكتلة الخصم.



ثالثاً: القانون الثالث لنيوتن (قانون رد الفعل)

" لكلِّ فعل هناك رد فعل متساوي له بالمقدار ومعاكس له بالاتجاه"

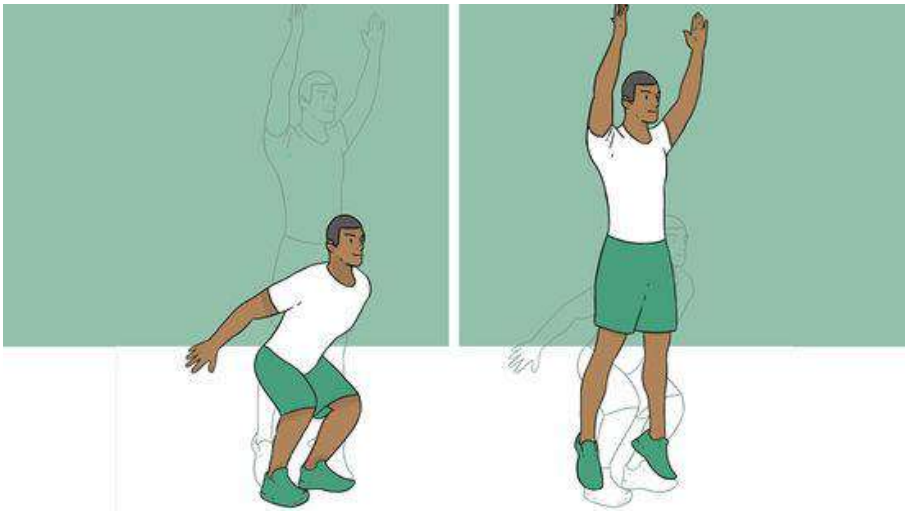
هذا القانَّون يشير إلى انَّ القوى التي تؤثر في جسمين تكون متساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه. إذا أثر جسم A بقوة على جسم B ، فانَّ جسم B يؤثر في جسم A بقوة بالمقدار نفسه ولكن في الاتجاه المعاكس.

أمثلة:

- عندما تدفع حائطاً، يدفعك الحائط بقوة معاكسة بنفس المقدار.
- عند القفز من قارب إلى الشاطئ، يدفعك القارب للخلف بقوة مساوية لتلك التي تدفعها للشاطئ.

تطبيقات قانَون رد الفعل في الرياضة:

- **في القفز :**عندما يدفع الرياضي قدمه ضد الأرض، فانَّ الأرض تدفعه بقوة معاكسة، مما يسمح له بالقفز في الهواء.



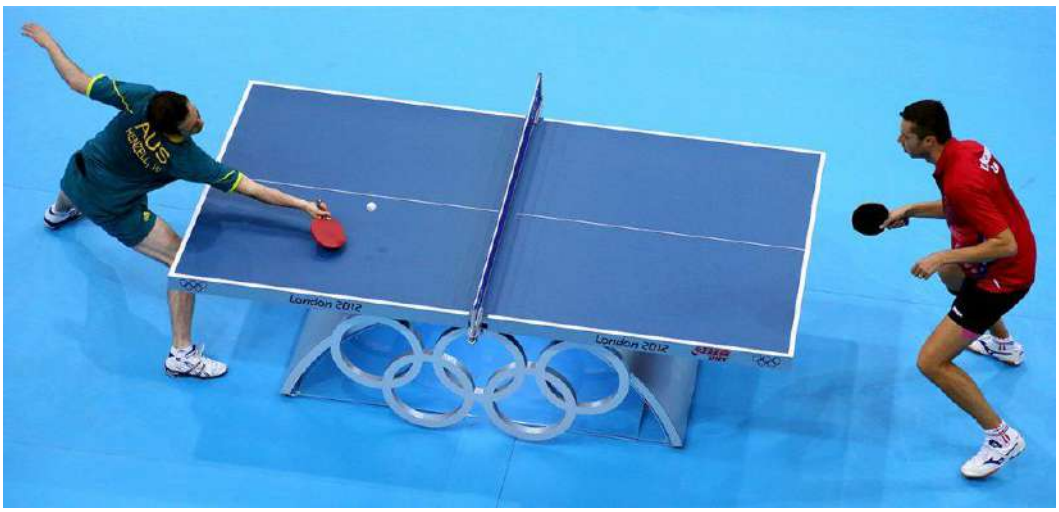
- **في السَّباحة :**عندما يدفع السباح الماء للخلف باستخدام ذراعيه وساقيه، فانَّ الماء يدفع السباح للأمام. هذا هو السبب في انَّ تقنيات الدفع في السَّباحة تلعب دورًا حاسمًا في تحسين الأداء.

3.3 تطبيقات عملية (رياضية) لقوانَّين نيوتن الثلاثة في الحركة:

تُعدُّ واحدة من أهم المجالات التي تُظهِر كيف يمكن للقوانَّين الفيزيائية انَّ تؤثر في الأداء والنتائج في الانَّشطة الرياضية. قوانين نيوتن، التي صاغها الفيزيائي إسحاق نيوتن، تتناول حركة الأجسام والقوى المؤثرة فيها . فيما الآتي، نلقي نظرة على كيفية تطبيق هذه القوانَّين في الرياضة:

1- تنس الطاولة

- قانون نيوتن الأول :عند ضرب كرة التنس الطاولة بالمضرب، تظل الكرة في حالة حركة حتى تؤثر فيها قوة أخرى، مثل مقاومة الهواء أو ارتطامها بالطاولة.
- قانون نيوتن الثاني :القوة التي يضعها اللاعب على الكرة تحدد تسارع الكرة واتجاهها. على سبيل المثال، قوة الضربة والتدوير تؤثر في سرعة الكرة واتجاهها.
- قانون نيوتن الثالث :عندما يضرب اللاعب الكرة بالمضرب، فانَّ الكرة تدفع المضرب بقوة معاكسة، مما قد يسبب اهتزاز المضرب.



2- ركوب الدراجات:

- قانَّون نيوتن الأول :عندما يتوقف راكب الدراجة عنpedaling ، تستمر الدراجة في الحركة بسبب القصور الذاتي حتى تؤثر فيها قوى مثل مقاومة الهواء والاحتكاك.
- قانَّون نيوتن الثانَّي :قوة الدواسات تؤثر على تسارع الدراجة. كلما زادت القوة التي يضعها الراكب على الدواسات، زادت سرعة الدراجة.
- قانَّون نيوتن الثالث :عندما يدفع الراكب الدواسات للأسفل، فانَّ الدواسات تدفع الراكب للأعلى بقوة متساوية ومعاكسة

4.3 أهمية قوانَّين نيوتن

تُعدُّ قوانَّين نيوتن أساسية في العديد من المجالات العلمية والهندسية، حيث تستعمل لتحليل وتوقع حركة الأجسام في ظروف مختلفة. تدخل هذه القوانَّين في تصميم السيارات والطائرات، فهم حركة الأجرام السماوية، والتنبؤ بحركة الأجسام في الرياضيات والفيزياء.

الخلاصة:

تطبيق قوانَّين نيوتن في الرياضة يساعد الرياضيين في فهم كيفية تحسين أدائهم وتعزيز تقنياتهم. من خلال معرفة كيفية تأثير القوى على الحركة، يمكن للرياضيين تحسين استراتيجياتهم التدريبية وتحقيق نتائج أفضل في المنافسات. الرياضة ليست فقط عن القوة والمهارة، بل أيضًا عن فهم علم الحركة وتطبيق مبادئ الفيزياء لتحقيق الأداء الأمثل.

أسئلة الفصل الثالث

1- تكلم عن تطبيقات قوانَّين نيوتن في الرياضة؟

2- ما هي العوامل المؤثرة في القصور الذاتي؟ عددها واشرح واحدا منها؟

3- احسب مقدار القوة التي يبذلها عداء كتلته 70 كغم لقطع مسافة 100 متر بزمن قدره 9.5 ثانَّية؟

4- تكلم عن تطبيقات قانَّون (القوة = الكتلة × التعجيل) في الرياضة؟

5- ما هي أهمية دراسة قانَّون الفعل ورد الفعل في الرياضة؟

الفصل الرابع

1.4 العتلات والروافع:

العتلات والروافع هي اجسام تعتمد على محور في توازنها او مقاومتها او سرعه ادائها وتصنف إلى الحركات الدائرية لانَّ لها انَّصاف اقطار وهي من مصطلحات علم البايوميكانيك.

نقاط العتلات وأذرعها:

للعتلة ثلاث نقاط هي:

1- المحور او المرتكز

2- القوة

3- المقاومة

أذرع العتلات ذراعان وهما:

1- ذراع المقاومة:

البعد بين المحور او المركز والمقاومة.

2- ذراع القوة:

البعد بين المحور او المركز والقوة.

قانَّون العتلات:

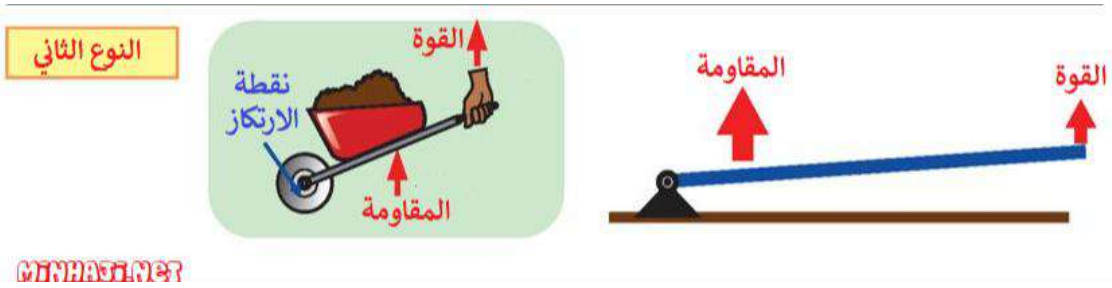
القوة x ذراعها = المقاومة x ذراعها

2.4 انواع العتلات:

صنفت العتلات إلى ثلاثة انَّواع وفقاً لموقع نقطة الارتكاز بالنسبة لنقطتي المقاومة والقوة وكذلك بالنسبة للمكاسب المتحققة منها:

1- العتلة من انَّ النوع الاول :(المحور في المنتصف وكل من القوة والمقاومة على طرفي الجسم، ولا يهم اي من الطرفين).

2- العتلة من النوع الثانَّي (المقاومة في المنتصف وكل من المحور والقوه على طرفي الجسم، ولا يهم اي من الطرفين).



3- العتلة من النوع الثالث (نقطة القوة في المنتصف والمقاومة ونقطة الارتكاز في الأطراف، ولا يهم أي من الطرفين).

3.4 فوائد العتلات:

للعتلات ثلاث فوائد مهمة وهي:

1- **تغيير الاتجاه**:

عندما يتحرك طرف من العتلة من النوع الاول يرافقه حركة معاكسة لاتجاه دورانَّ الحركة في الطرف الاخر.

2- **كسب السرعة** :

عندما يتحرك طرف من العتلة من النوع الاول يرافقه حركه مماثله في الطرف الاخر وفي الزمن نفسه إذا تساوى طرفي العتلة امَّا إذا اختلف ابتعاد أحد الطرفين عن المركز فانَّ مدى او قوس الطرف البعيد من المحور سيكون أكبر فانَّ المدى الاكبر سيمتلك سرعه أكبر

(لانَّ السرعة = المسافة ÷ الزمن)

وهنا يجب انَّ يكون ذراع القوة أقصر – حتى يكون لذراع المقاومة مدى بعيد.

3- **كسب القوة:**

الفائدة الثالثة من العتلات هو كسب القوة اي التغلب على مقاومه كبيره بقوه اقل ويجب انَّ تكون ذراع القوة اطول من ذراع المقاومة، انَّ كسب القوة يؤدي إلى خسارة في السرعة والعكس صحيح.

مثال: السيطرة على مقاومة كبيرة بقوة قليلة.

ما مقدار القوة المطلوبة لاتزانَّ عتله من النوع الاول إذا علمت انَّ الوزن الموضع على طرف المقاومة يساوي (20 نيوتن) ويبتُعدُّ بمقدار (1 متر) وانَّ طرف القوة يبتُعدُّ بمقدار (2 متر).

الحل:

القوة x ذراعها = المقاومة x ذراعها

القوة x 2 = 20 x 1

$$\text{القوة} = \frac{1 \times 20}{2}$$

القوة = 10نيوتن

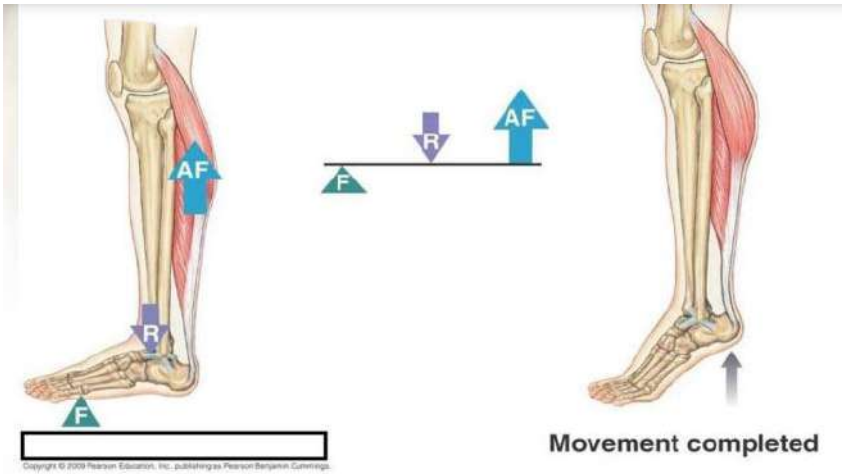
اي تم استخدام 10 نيوتن للتغلب على وزن 20 نيوتن

ملاحظة :(نيوتن وحدة قياس القوة او الوزن، والكيلو غرام وحدة لقياس الكتلة، و10 نيوتن تساوي تقريبا 1كغم، اي استخدمنا قوة مقدارها 1 كغم للتغلب على مقاومة مقدارها 2كغم).

4.4 تطبيقات لنظام العتلات في الحركات الرياضية:

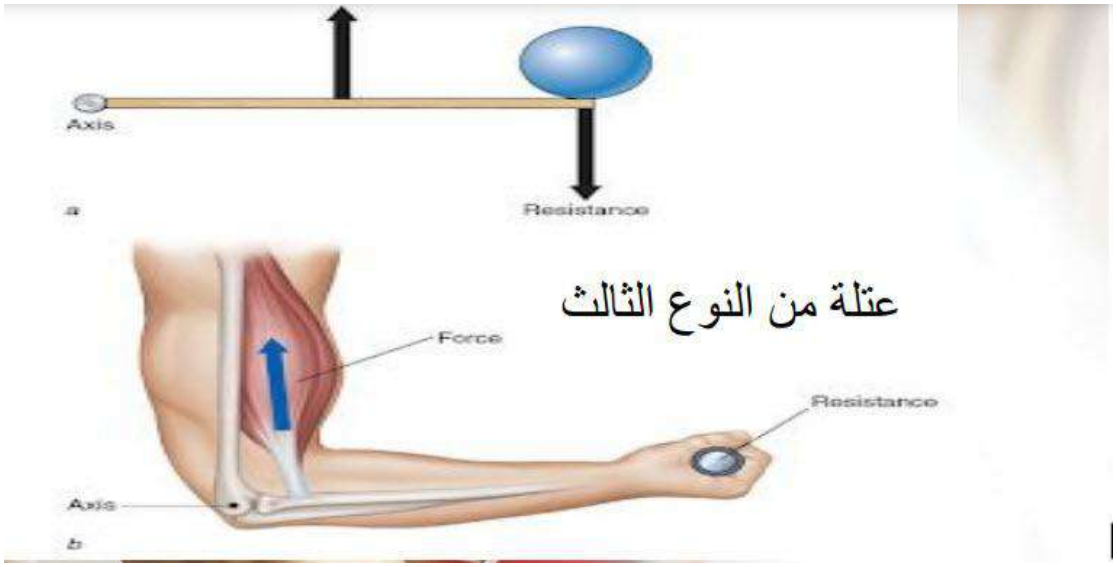
1- تطبيقات العتلة من النوع الأول:

2- تطبيقات لعتلة من النوع الثانَّي:



عتلة من النوع الثاني

3- تطبيقات لعتلة من النوع الثالث:



عتلة من النوع الثالث

5.4 مسائل في العتلات:

مسألة 1:

في عتلة من النوع الأول، يتم وضع نقطة الارتكاز بين القوة والمقاومة. إذا كانَّ لديك عتلة بطول 0.5 متر، ووضعت القوة على بعد 0.2 متر من نقطة الارتكاز، فما هو مقدار القوة اللازمة لمعادلة المقاومة التي مقدارها 300 نت وتبعد 0.3 متر عن نقطة الارتكاز؟

الحل :لإيجاد القوة المؤثرة في التحميل، نستخدم مبدأ العتلة والذي ينصُّ على انَّ العزم الناتج عن القوة يجب انَّ يساوي العزم الناتج عن المقاومة

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

القوة × 0.2 = 300 × 0.3

القوة = 300 × 0.3 ÷ 0.2

القوة = 450 نت

مسالة2:

في عتلة من النوع الثاني، تقع المقاومة بين نقطة الارتكاز والقوة. إذا كان طول العتلة 1 متر، والمسافة بين المقاومة ونقطة الارتكاز هي 0.4 متر، والمسافة بين القوة ونقطة الارتكاز هي 0.6 متر، وكانَّت المقاومة 100 نيوتن، احسب مقدار القوة اللازمة لتوازن العتلة.

الحل :نستخدم مبدأ العتلة كما في المسألة السابقة

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

القوة × 0.6 = 100 × 0.4

القوة = 100 × 0.4 ÷ 0.6

= 66.66 نت

مسألة 3:

في عتلة من النوع الثالث، تقع القوة بين نقطة الارتكاز والمقاومة. إذا كانَّت العتلة طولها 0.8 متر، والمسافة بين نقطة الارتكاز والقوة هي 0.5 متر، والمسافة بين القوة والمقاومة هي 0.3 متر، وتؤثر القوة بمقدار 150 نيوتن، احسب مقدار المقاومة.

الحل :نستخدم مبدأ العتلة

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

150 × 0.5 = المقاومة × 0.3

المقاومة = 150 × 0.5 ÷ 0.3

= 250 نت

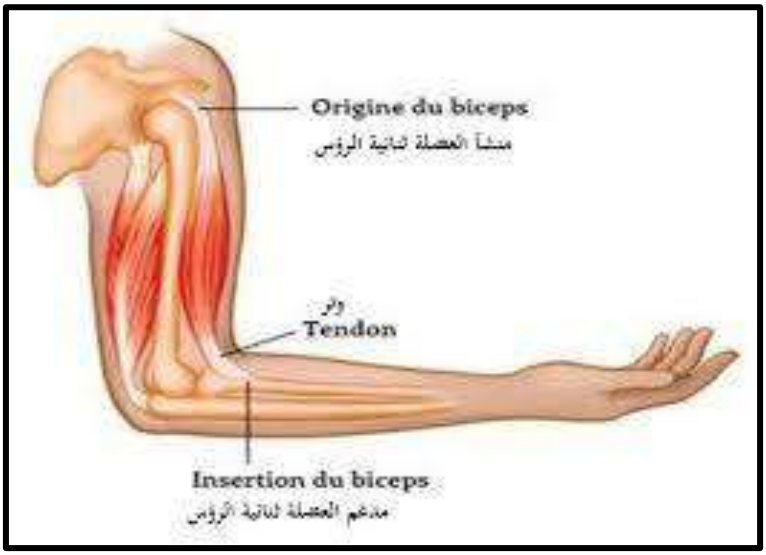
6.4 العضلات:

تُعدُّ العضلات من المواضيع المهمة في دراسة البايوميكانَّيك لانَّها الاساس في الحركة ويعتمد جسم الانَّسانَّ عليها عند تقلصها وانَّبساطها لأداء الواجبات المهارية المطلوبة في الفعاليات وهي التي تقرر كيفية الحركة من خلال وضعها التشريحي في الجسم من خلال منشأها ومدغمها، وتتباين اسهام هذه العضلات في الحركات الرياضية وقد تسهم بعضها أكثر من غيرها.

كل العضلات لها نقطتانَّ اساسيتانَّ وهما:

1- المنشئ (مكانَّ بدأ العضلة)

2-المدغم (مكانَّ انَّتهاء العضلة).



كل العضلات لها ثلاث وظائف اساسية وهي:

1- التقلص (تقريب نهايتي العضلة من بعضهما).

2- الانَّبساط (ارجاع نهايتي العضلة إلى وضعهما الطبيعي).

3- التدوير (تدوير الذراع مثلاً حول محوره الطولي).

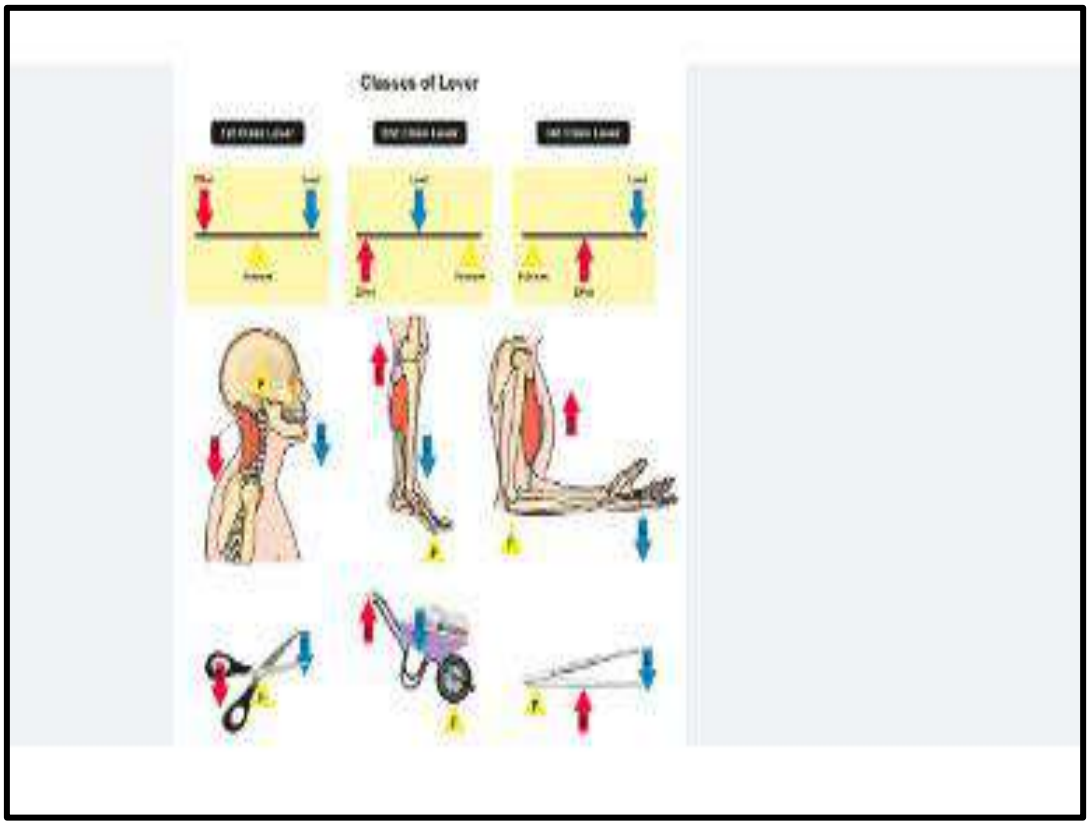
7.4 تطبيقات نظام العتلات (الروافع) على جسم الانَّسانَّ:

يمكن تمثيل النقاط الثلاث للعتلات (القوة والمحور والمقاومة) في العضلات والعظام على شكل الاتي:

1- المفاصل في جسم الانَّسانَّ يقابل نقطه المحور في العتلات.

2- مدغم العضلات في جسم الانَّسانَّ يقابل نقطه القوة في العتلات.

3- مراكز ثقل الاوزانَّ او الاثقال على الاطراف تقابل نقطه المقاومة في العتلات.



8.4 امثله للعتلات في جسم الانَّسانَّ:

النوع الاول:

العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية عتلة من النوع الأول، مدغم العضلات قبل مفصل المرفق والساعد هو المقاومة

النوع الثانَّي:

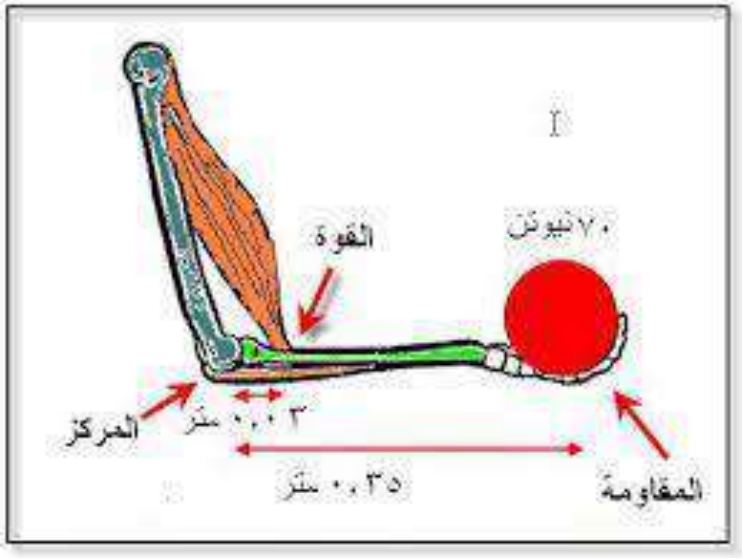
العضلة التوأمية الموجودة خلف الساق (البطة) عند الوقوف على رؤوس الاصابع عتله من النوع الثانَّي انَّ نقطه رؤوس الاصابع عند رفع الكعب للأعلى هي المحور ونقطه ادغام العضلة في ثلث الوسطي للسطح الخلفي لعظم العقب، امَّا المقاومة فتكون في منتصف الساق والمقاومة هنا هو مركز ثقل الجسم.

النوع الثالث:

العضلة ذات الراسين العضدية عتلة من النوع الثالث لانَّ مدغم العضلة بعد مفصل المرفق والساعد هو المقاومة.

مثال تطبيقي:

احسب مقدار القوه المطلوبة لثبات عضلة ذات الراسين العضدية عند مقاومتها لقوة مقدارها (70 نيوتن) تبتُعدُّ بمقدار (0.35 متر) عن مفصل المرفق، اذا علمت انَّ مدغم العضلة تبتُعدُّ بمقدار(0.03 متر) عن مفصل المرفق وبزاويه قائمه مع عظم الساعد (اهمل كتله الذراع) ويلاحظ بانَّ العضلة متعامدة.



الحل:

القوة x ذراعها = المقاومة x ذراعها

$$\text{القوة} = \frac{\text{المقاومة x ذراعها}}{\text{ذراع القوة}}$$

$$\text{القوة} = \frac{0.35 \times 70}{0.03}$$

القوة = 816.7 نيوتن

اي انَّنا سنستخدم (816.7 نيوتن) للمحافظة على بقاء الوزن (70 نيوتن) ثابتا في القوة العضلية، وسببها قصر ذراع القوة.

أسئلة الفصل الرابع

1- ما انَّواع العتلات في الرياضة؟ عددها واعطي مثالا لكلِّ نوع؟.

2- ما نقاط العتلات وأذرعها الثلاث؟

3- ما فوائد العتلات في الرياضة؟

4- ما مقدار القوة المطلوبة لاتزان عتلة من النوع الأول، إذا ما علمت انَّ المقاومة كانت 40 نيوتن والموضع عن طرف المقاومة يبعد 0.5 متراً، وانَّ طرف القوة يبعد 0.8 متراً؟

5- ما وظائف العضلات؟ عددها واعطي مثالا لكلِّ وضيفة؟

الفصل الخامس

1.5 ميكانَّيكية السوائل في رياضة السَّباحة :

انَّ دراسة حركة جسم السباح في اثناء وجوده في الماء من الموضوعات البالغة التعقيد، ففي الرياضات الأخرى والتي تؤدى على سطح الأرض يمكن تحديد معظم القوى المؤثرة وقياسها في جسم الرياضي امَّا في رياضة السَّباحة فانَّ الأمر سيختلف كثيرا إذ انَّ السباح يستعين بالوسط الذي هو فيه(الماء) في انَّجاز حركاته وفي الوقت نفسهُ فانَّ هذا الوسط (الماء) يؤثر سلبا في انَّجازه، إذ انَّ الماء لا يمتلك خاصية درجة المقاومة نفسها كما على سطح الأرض ومن ثم فانَّ قوة رد الفعل الناتجة عن الماء سوف تختلف عن قوة رد الفعل الناتجة عن الأرض مما يؤدي إلى انَّ لا تكون جميع القوى المبذولة من السباح تتجه جميعا في التأثير الكامل على حركته للامَّام لذلك يكون التقدم للامَّام بطيئا ويتطلب مجهودا اكبر مقارنة بالحركات على سطح الأرض، هذا بالإضافة إلى انَّ كثافة الماء اكبر بكثير من كثافة الهواء "كثافة الماء اكبر من كثافة الهواء بـ1000 مرة)، كما انَّ حركة الجسم في رياضة السَّباحة تتم بصورة أفقية بخلاف حركته في كل الرياضات الأخرى أو في سائر حياته الاعتيادية والتي تكون بصورة عمودية، كل هذه الأمور جعلت من ميكانَّيكية حركة السباح في الماء أمرا مختلفا بصورة تامة عن ميكانَّيكية حركته في الرياضات الأخرى.

2.5 القوى المؤثرة في جسم السباح:

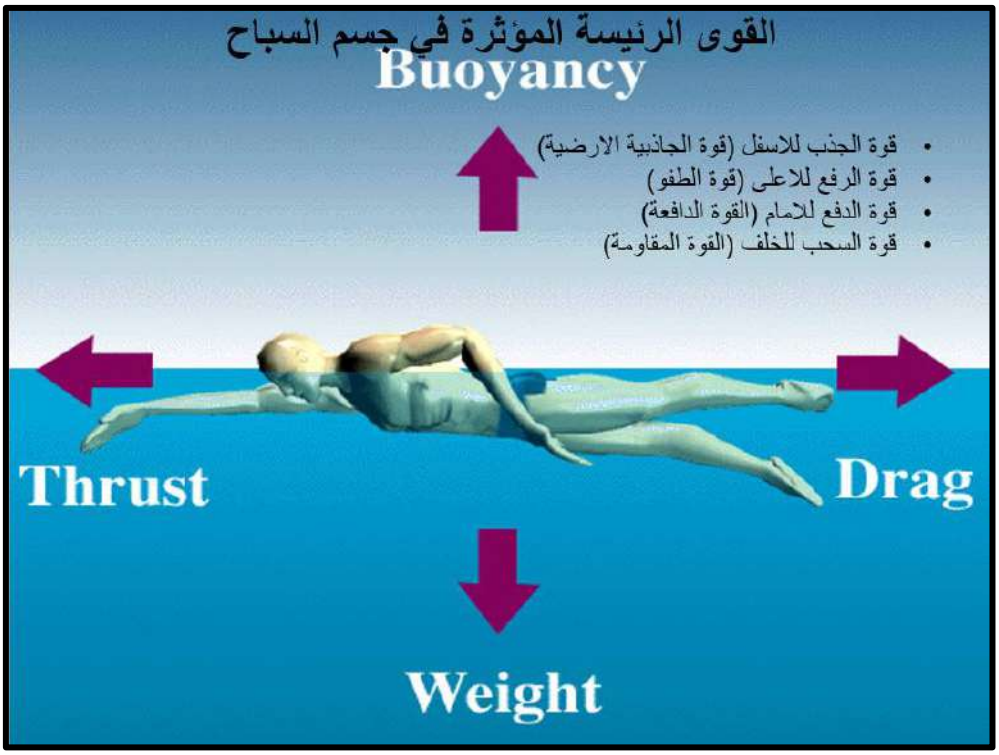
انَّ جسم السباح أثناء حركته في الماء يتأثر ويؤثر بانَّواع من القوى يمكن انَّ نحددها بأربعة انَّواع رئيسة وهي:

1- قوة الجذب للأسفل (قوة الجاذبية الأرضية)

2- قوة الرفع للأعلى (قوة الطفو)

3- قوة الاعاقة للخلف (القوى المقاومة)

4- قوة الدفع للأمام (القوى الدافعة)



ومن الملاحظ انَّ القوتين الأولى والثانية يشترك خط عملهما بمحور عمودي على سطح الماء، امَّا القوتانَّ الثالثة والرابعة فيشترك خط عملهما بمحور أفقي على سطح الماء، لذلك يمكن القول انَّ القوى المؤثرة في السباح هي:

1- القوى العمودية المؤثرة في جسم السباح

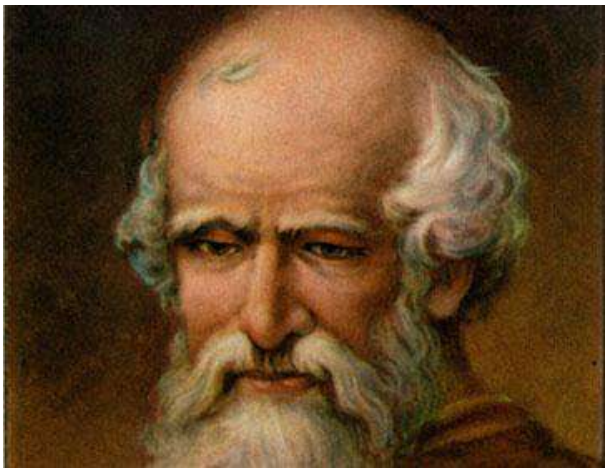
2- القوى الافقية المؤثرة في جسم السباح

اولاً : القوى العمودية المؤثرة في جسم السباح :

انَّ القاعدة الرئيسة التي تحكم مدى التأثير المتبادل للقوى العمودية المؤثرة في جسم السباح (القوة العمودية للأسفل والمتمثلة بقوة الجاذبية الأرضية والقوة العمودية للأعلى والمتمثلة بقوة الطفو) تتمثل بقاعدة العالم (ارخميدس Archimedes) والتي تنص:

إذا غمر جسم في سائل فانَّه يفقد من وزنه بقدر وزن السائل المزاح، أو بمعنى اخر:

" الجسم الذي يغمر جزئيا أو كليا في سائل فانَّه سوف يتعرض إلى قوة طفويه للأعلى تعادل وزن السائل المزاح وعليه فانَّ الجسم سوف يطفو بصورة أفقية على سطح



الماء عندما تكون مجموع القوى المؤثرة عليه في الاتجاه العمودي مساوية للصفر، فإذا كانَّ وزن الجسم(قوة الجاذبية) تسحب الجسم للأسفل بمقدار اكبر من قوة الطفو التي ينتجها الماء(من خلال كمية الماء المزاح) فانَّ الجسم سوف يغرق، وبصورة مبسطة ومن خلال قوانَّين الرياضيات فانَّ الجسم سوف يطفو فقط عندما يكون :

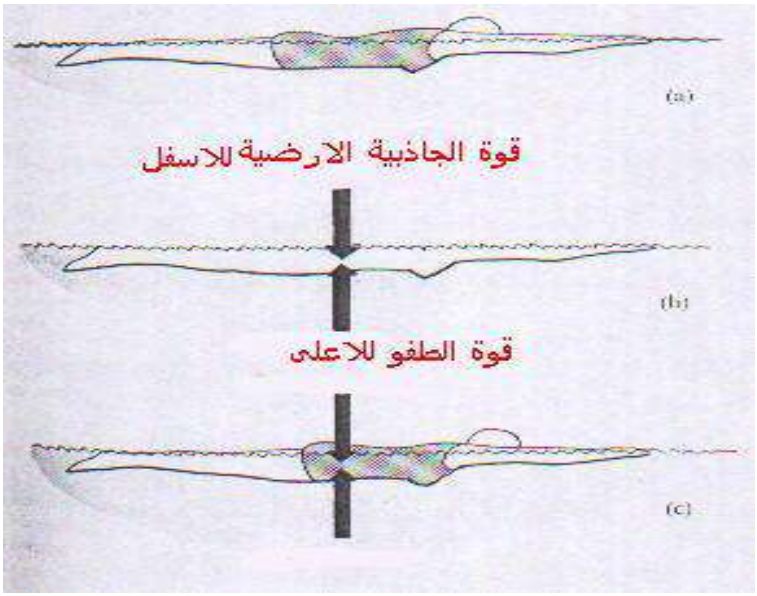
وزن الجسم < قوة الطفو . أي انَّ الجسم سوف يطفو إذا :

وزن الجسم < وزن حجم الماء المزاح

$$\frac{\text{وزن الجسم}}{\text{وزن حجم الماء المزاح}} < 1$$

أو

والشكل (5-1) يوضح وضعية الطفو الأفقي للجسم من خلال تعادل عزوم القوتين العموديتين المؤثرتين فيه (قوة الجاذبية للأسفل وقوة الطفو للأعلى)



الشكل (5-1)

انَّ القابلية على طفو الجسم مهمة جدا في مسألة تعليم السَّباحة ، حيث انَّ الشخص القادر على الطفو بسهولة يتمكن من تعلم السَّباحة بيسر مقارنة بالشخص الذي لديه صعوبة في عملية الطفو كما انَّ السباحين الذين ليس لديهم مشاكل في الطفو فانَّ عدداً كبيراً منهم سيكونون قادرين على كسر الأرقام القياسية العالمية أو الأولمبية

انَّ الماء كغيره من السوائل الأخرى له وزن خاص به بحكم تأثره بقوة الجاذبية الأرضية وبسبب انَّ السوائل لا يمكن قياس أوزانها منفردة الا بعد وضعها في أوعية لها حجم معين، لذلك ارتبط وزن السوائل بالحجم وعُرف وزن السائل بالنسبة لوحدة الحجم بمصطلح الكثافة وهو مصطلح يستخدم للتعبير عن الكتلة لوحدة الحجم، حيث انَّ

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

العوامل المؤثرة في قدرة الجسم على الطفو:

هناك مجموعة من العوامل المؤثرة في قدرة طفو الأجسام، وإذا ما أردنا انَّ نحدد اتجاهنا بقدرة طفو جسم الانَّسانَّ على سطح الماء فانَّ العوامل المؤثرة في ذلك هي:

1- تباين العلاقة بين كثافة الجسم وكثافة الماء :

انَّ الجسم سوف يسهل عليه الطفو إذا كانَّ معدل كثافته اقل من معدل كثافة الماء وسيغرق في حالة زيادة معدل كثافته على معدل كثافة الماء. انَّ كثافة الماء النقي تقدر بحوالي(9,9نيوتن/لتر)

أو(62,4باوند/قدم^3) أو(1غرام/سنتيمتر^3) في حين انَّ كثافة الماء المالح(ماء البحر) تقدر بحوالي(10,2نيوتن/لتر) أو(64باوند/قدم^3) أو(1,03غرام/سنتيمتر^3) وانَّ السبب في زيادة كثافة الماء المالح يرجع إلى انَّ كتلة الماء المالح اكبر من كتلة حجم الماء العذب نفسها بسبب ذوبانَّ الملح فيه، مما يؤدي إلى زيادة كثافته نسبة إلى قانَّون الكثافة.

امَّا كثافة جسم الانَّسانَّ فهي تختلف من فرد إلى اخر باختلاف تراكيب الجسم، حيث تختلف كثافة كل مكون من مكونات الجسم، فكثافة الدهون(الشحوم) هي(0,90غرام/سنتيمتر^3) امَّا كثافة العظام فتصل إلى(1,5- 2 غرام/سنتيمتر^3) وكثافة النسيج العضلي تصل إلى(1,2غرام/سنتيمتر^3 ولهذا السبب نجد انَّ هناك عدة عوامل تؤثر في تحديد مقدار كثافة جسم الانَّسانَّ وهي :

أ- **التركيب الجسمي:** انَّ للتركيب الجسمي تأثيرا في تحديد مقدار كثافة الجسم ومن ثمَّ تحديد قابلية الجسم على الطفو، إذ انَّ الأجسام التي تتميز بزيادة واضحة في تركيب الدهون يكون معدل كثافتها ما بين(0,70- 0,90غرام/سنتيمتر^3) لذلك يكون من السهل عليها الطوفانَّ فوق سطح الماء مقارنة بتلك الأجسام التي تتميز بالتركيب العظمي أو العضلي إذ تزداد كثافة الجسم لديها عن(1غرام/سنتيمتر^3) وهي أعلى من كثافة الماء مما يؤدي إلى صعوبة طفو مثل هذه الأجسام فوق سطح الماء.

ب- **الجنس**: انَّ للجنس اثراً في تحديد مقدار كثافة الجسم البشري من خلال زيادة نسبة الدهون(الشحوم) في جسم المرأة مقارنة بنسبة الدهون الموجودة في جسم الرجل (حوالي 24% من وزن جسم المرأة هو شحوم في حين انَّ 17% فقط من وزن جسم الرجل هو من الشحوم مما يجعل كثافة اجسام النساء اقل من كثافة اجسام الرجال، إذ وجد من خلال الدراسات التي أجريت على الرجال والنساء انَّ كثافة جسم المرأة تتراوح ما بين (0,92- 0,96غرام/سنتيمتر^3) في حين انَّ كثافة جسم الرجل تتراوح ما بين(0,95- 0,99غرام/سنتيمتر).

انَّ دراسة حديثة أجريت على ست عشرة سباحٍ وخمسة عشر سباحاً من ذوي المستويات العليا في السَّباحة الحرة(الزحف على البطن) تم فيها احتساب نسبة الشحوم في الجسم وتوزيع تلك الشحوم على أعضاء الجسم وتحديد موقعي مركز ثقل الجسم ومركز الطفو، تم التوصل إلى ارتفاع نسبة الشحوم لدى السباحات مقارنة بالسباحين، كما وجد انَّ توزيع الشحوم لدى السباحات كانَّ اكثر في الجزء السفلي من الجسم، كل ذلك أدى إلى تقليل المسافة ما بين مركز ثقل الجسم ومركز الطفو لدى السباحات مما سمح لهن بالطفو الأفقي بصورة اسهل واكثر إنموذجية مقارنة بالسباحين الرجال.

ج- **العمر**: يلعب العمر دوراً في تحديد كثافة جسم الانَّسانَّ، فالانَّسانَّ في مراحل عمره الأولى ونظرا لعدم نمو انَّسجة جسمه وخصوصا العظام والعضلات فانَّ ذلك يؤدي إلى قلة كثافة الجسم مقارنة بكثافة الماء فيسهل عليه الطوفانَّ فوق سطح الماء، انَّ الخاصية التركيبة لانَّسجة الجسم والتي تحدد قدرته على الطفو تتغير في اثناء العمر وانَّ الشخص عندما يكون في أحد طرفي العمر (طفل صغير أو متقدم بالعمر) فانَّ ذلك يؤدي إلى انَّ تكون كثافة جسمه اقل من كثافة الماء مما يعطيه فرصة أكبر للطوفانَّ فوق سطح الماء.

د- **لون البشرة**: انَّ الأشخاص من ذوي البشرة السوداء وجد انَّهم يمتلكون كثافة أكثر في العظام وكذلك نسبة اكبر في صلابة العظام مقارنة مع نظرائهم من الأشخاص ذوي البشرة البيضاء، ومن خلال هذا الاختلاف فانَّ الأشخاص من ذوي البشرة البيضاء يمتلكون فرصة اكبر في القدرة على الطفو.

2- **مقدار ما تحتويه الرئتانَّ من هواء:**

انَّ العامل الثانَّي المؤثر في قدرة الجسم على الطفو فوق سطح الماء هو مقدار ما تحتويه الرئتانَّ من هواء، فالرئتانَّ تعدّان بصورة واقعية(الطوافة) التي تسبب طوفانَّ الجزء العلوي للجسم (فالطوفانَّ يكون اسهل عندما تكون الرئتانَّ مليئتين بالهواء من كونهما فارغتين والسبب في ذلك هو من خلال قانَّون الكثافة = الكتلة / الحجم ، إذ انَّ اخذ شهيق عميق سيؤدي إلى زيادة قليلة جدا في وزن الجسم تقدر بحوالي(0,04نيوتن) في حين انَّ الشهيق العميق سيؤدي إلى زيادة حجم الصدر ومن ثمَّ حجم الجسم ككل بمقدار(4 لتر ومن ثمَّ سيؤدي كل ذلك إلى تغيير ملحوظ في كثافة الجسم(تناقص) والتي تلعب دورا هامَّا من خلال علاقتها مع كثافة الماء في تحديد ما إذا كانَّ الجسم سيطفو أم لا.

3- التناسق بين أجزاء الجسم :

انَّ الجسم المتناسق في أجزائه سوف يسهل عليه الطوفانَّ فوق سطح الماء بشكل أكبر من الجسم غير المتناسق وذلك من خلال تأثيره على موقع مركز ثقل الجسم. انَّ معظم أجسام الرياضيين تمتلك بعض أشكال التناسق في تكوينها، إلا انَّ نتائج البحوث أكدت على انَّ لاعبي التنس والسباحين الممتازين يمتلكون أفضل خاصية تناسقية لأجزاء الجسم مقارنة ببقية لاعبي الرياضات الأخرى.

2- العلاقة النسبية لموضع مركز ثقل الجسم من مركز الطفو:

لعل العامل الأكثر أهمية من العوامل المؤثرة في قدرة طفو الجسم البشري فوق سطح الماء من خلال دراستها من ناحية ميكانَّيكية هو العلاقة النسبية لموضع مركز ثقل الجسم (center of gravity) من موضع مركز الطفو (center of buoyancy)، فكما هو معلوم فانَّ مركز ثقل الجسم يعني النقطة الوهمية التي تتوازن حولها كتلة الجسم ويمكن اعتبارها النقطة الوهمية التي تعمل من خلالها قوة الجاذبية الأرضية للأسفل، وانَّ هذه النقطة معرضة لتغيير موقعها بتغيير مواقع الكتل المختلفة لأجزاء الجسم.

ثانياً: القوى الأفقية المؤثرة في جسم السباح :

لقد تكلمنا مسبقا عن نوعين مهمين من انَّواع القوى المؤثرة في جسم السباح وهما قوة الجاذبية الأرضية وقوة الطفو(وهما قوتانَّ عموديتانَّ على جسم السباح) ولكن هاتين القوتين لا تؤثرانَّ بشكل أو بأخر على عملية تقدم السباح للامَّام في أثناء أدائه لحركات السَّباحة بل تؤثرانَّ في طفو الجسم فوق سطح الماء، وبما انَّ الهدف الأساسي من السَّباحة لا يقتصر على طوفانَّ الجسم بل يتُعدُّى ذلك إلى سرعة انَّزلاقه داخل الماء، أي خدمة واجب الحركة الأساسي(قطع مسافة السباق وبالأسلوب المتفق عليه قانَّونا بأقل

زمن ممكن)، وعليه فانَّ القوى الأفقية المؤثرة في جسم السباح هي التي تلعب الدور الكبير في مسالة تقدم السباح للامَّام، وهذه القوى الأفقية هي :

1- القوى المقاومة لحركة الجسم في الماء

2- القوى الدافعة والتي ينتجها الجسم نتيجة لحركة أعضائه

القوى المقاومة لحركة الجسم في الماء:

انَّ قوى مقاومة الماء هي عبارة عن مجموعة من القوى تنصرف لتعارض الأفعال التي يحاول السباح انَّجازها أو هي كمية الماء التي يزيحها جسم السباح خلال محاولته للتحرك خلال الماء وعموما فانَّ وضعية الجسم الأفقية سوف تزيح كمية اقل من الماء مقارنة بالوضعية غير الأفقية، ولقد أجمعت معظم أدبيات السَّباحة والبايوميكانَّيك على انَّ القوى المقاومة لحركة السباح داخل الماء تتخذ أشكالا ثلاثة وهي:

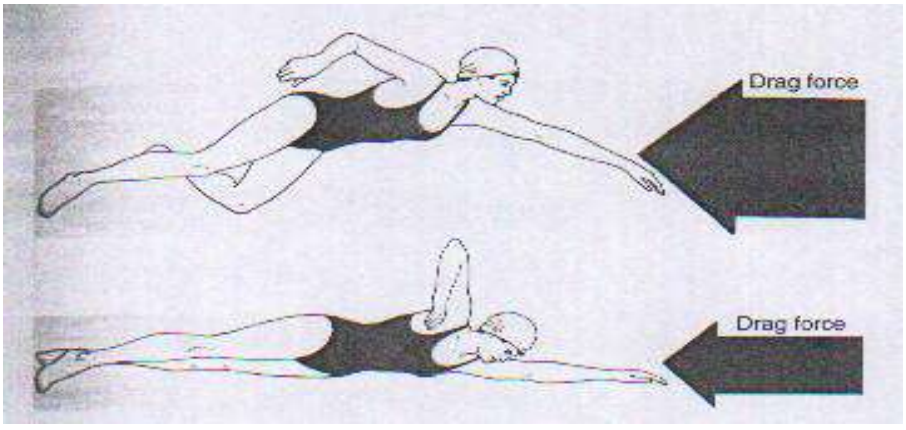
1- مقاومة الشكل

2- مقاومة الاحتكاك

3- مقاومة الموج

1- مقاومة الشكل :

لقد سميت هذه المقاومة بمقاومة الشكل وذلك لارتباطها الكبير بشكل جسم السباح داخل الماء، وهناك مجموعة من العوامل التي تؤثر في تحديد مقدار قوة مقاومة الشكل وهي (الشكل، الحجم، السرعة، موضع الجسم على سطح الماء، كثافة لماء) كلما كانَّت أجزاء الجسم عمودية بشكل كبير على الماء كانَّ مقدار هذه القوة(المقاومة) اكبر، إذ انَّ تقليل مساحة السطح الامَّامي للجسم والتي تقابل تموجات الماء يؤدي إلى تقليل مقاومة الشكل وانَّ هذا يعني الاحتفاظ دائما بالجسم بوضعية اقرب إلى الأفقية قدر المستطاع، والشكل (5-2) يوضح مقدار القوى المقاومة باختلاف الشكل الذي يتخذه الجسم في الماء.



الشكل (5-2) يوضح اختلاف مقدار القوة المقاومة باختلاف الشكل الذي يتخذه الجسم في الماء

2- مقاومة الاحتكاك:

انَّ الاحتكاك بمعناه العام يعني وجود جسمين متماسكين ينزلق أحدهما على الأخر وانَّ هذين الجسمين في مقاومة الاحتكاك في السَّباحة هما (الماء وجسم السباح)، إذ يؤثر الماء هنا بكثافته إذ انَّه كلما ارتفعت كثافة الماء كلما زادت مقاومة الاحتكاك، كما يؤثر الماء في مقاومة الاحتكاك من خلال درجة حرارته فعند زيادة درجة حرارة الماء فانَّ ذلك يؤدي إلى جعل الماء اقل لزوجة (اللزوجة هي خاصية المائع التي يبدي المائع بمقتضاها مقاومة وللزوجة معامل يطلق عليه معامل اللزوجة.

لقد ظهرت العديد من التفسيرات والشروحات لهذا الأمر منها انَّ شعر الجسم في أثناء السَّباحة يؤدي إلى حمل لبعض جزيئات الماء وجعلها ملتصقة بالجسم في اثناء حركة الجسم فانَّ الاحتكاك يكون ما بين هذه الجزيئات وتلك المجاورة لها من تيارات الماء مما يؤدي إلى سحبهما معا ومن ثمَّ ازدياد المقاومة انَّ حلاقة شعر الجسم والرأس تزيد من تحسس السباحين لضغط الماء بالإضافة إلى تأثيره على الحالة النفسية للسباح في انَّ الحلاقة سوف تعمل على تقليل مقاومة الماء ومن ثمَّ ستزيد من سرعته، وانَّ حلاقة شعر الجسم لسباحي السرعة يؤدي إلى تقليل تراكم حامض اللاكتيك في الدم وانَّ الزمن قد يتطور بمقدار (4,10 ثانَّية) خلال سباق 200 متر سباحة حرة

3- مقاومة الموج:

يحتوي الماء على جزيئات من الهيدروجين والأوكسجين والتي تميل إلى الجريانَّ بسلاسة وبتيارات متواصلة وغير متقاطعة وبالسرعة والاتجاه نفسهما، وانَّ هذا الجريانَّ الهادئ للماء يسمى بالجريانَّ الانَّسيابي(laminar) ولكن عندما تصطدم هذه الجزيئات المنسابة بجسم صلب (جسم السباح) فانَّها تبتُعدُّ الواحدة عن الأخرى باتجاهات وسرع مختلفة ويسمى هذا الجريانَّ للماء بالجريانَّ المضطرب(turbulent). انَّ مقاومة الجريانَّ المضطرب للماء أكبر من مقاومة الجريانَّ الانَّسيابي

للماء إذ انَّ هذا الاضطراب للماء يزيد من الضغط في المنطقة الامَّامية للسباح و من ثمَّ يؤدي إلى سحب السباح للخلف مما يؤدي إلى تباطؤ سرعة السباح.

القوى الدافعة لحركة الجسم في الماء:

انَّ القوى الدافعة هي القوى التي تحرك جسم السباح في الماء، وانَّ جسم السباح يتحرك بوساطة حركات الذراعين والرجلين وتطبيقا لقانَّون نيوتن الثالث (قانَّون رد الفعل)* فانَّ جسم السباح يتحرك في اتجاه معاكس لاتجاه القوى المبذولة، إذ انَّ أي حركة من حركات الذراعين أو الرجلين للخلف ستعمل على تحريك الجسم للأمام والعكس صحيح. ومن هذا المنطلق نجد انَّ حركة الجسم للأمام في السَّباحة ما هي الا نتيجة لحركات الذراعين أو الرجلين للخلف، امَّا الحركات التي تؤديها الذراعانَّ أو الرجلانَّ باتجاه الامَّام (أي بنفس اتجاه حركة الجسم) فانَّها تعمل على حركة الجسم للخلف وبذلك تعتبر قوى معيقة للحركة ويجب التقليل من قيمتها قدر الإمكانَّ، إذ انَّه كلما قلت المقاومة كلما زادت سرعة الجسم ولكن المقاومة هي بدورها تزداد مع زيادة مربع السرعة وإذا ما ربطنا هذا الاستنتاج مع ما جاء من قانَّون نيوتن الثالث (قانَّون رد الفعل) فيجب التأكيد على الحقيقتين التاليتين:

1- انَّ حركات أعضاء الجسم (الذراعين أو الرجلين) والتي تؤدى باتجاه معاكس لحركة اتجاه الجسم والتي ينتج عنها تقدم الجسم للأمام يجب انَّ تؤدى بسرعة.

2- حركات أعضاء الجسم(الذراعين أو الرجلين) والتي تؤدى باتجاه مماثل لحركة الجسم والتي ينتج عنها قوى معيقة لتقدم الجسم للأمام يجب انَّ تؤدى ببطء لتقليل مقدارها إلى اقل مقدار ممكن[3]، ولكن يجب الانَّتباه إلى حقيقة اكثر أهمية الا وهي انَّ زيادة المقاومة على حركات الذراعين والرجلين باتجاه معاكس لحركة جسم السباح والتي ينتج عنها تقدم السباح للأمام يكاد يكون كلامَّا نظريا، إذ انَّه ليس من المنطقي انَّ نطلب من السباح انَّ يسبح ببطء ويخسر السباق لمجرد انَّنا نهدف إلى تقليل القوى المقاومة !

الحركات التي تولد القوى الدافعة للأمام في السَّباحة :

انَّطلاقا من قانَّون نيوتن الأول(قانَّون القصور الذاتي) فانَّ الجسم يعجز عن توليد القوة الدافعة للأمام إلا من خلال حركات الذراعين والرجلين، ونظرا لاختلاف التركيبة المفصلية والقدرة الحركية وميكانَّيكية العمل، لذا تختلف النسبة المئوية لتوليد القوة الدافعة للأمام ما بين حركة الذراعين والرجلين وباختلاف طريقة السَّباحة ومسافة السباق .

* قانون رد الفعل " لكلّ فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه في الاتجاه "

انَّ مقاومة الماء تكون عمودية لمدة طويلة على حركة الذراع، امَّا تأثير مقاومة الماء على الرجلين فتكون اقل لكونها بشكل مائل لذلك تكون مركبة القوة الأفقية للانَّدفاع إلى الامَّام والناتجة عن حركة الذراعين اكبر بكثير من مركبة القوة الأفقية الناتجة عن حركة الرجلين، بصورة عامة فانَّ قوة الانَّدفاع الرئيسة لجسم السباح إلى الامَّام ناتجة عن حركة الذراعين مقارنة بحركة الرجلين. تلك القوى الدافعة التي تولدها حركات الذراعين فقط، حيث انَّ القوى الدافعة التي تنتجها حركة الذراعين في السَّباحة هي:

1- القوة الدافعة الساحبة (Drag force)

2- القوة الدافعة الرافعة (Lift force)

القوة الدافعة الساحبة (Drag force) :

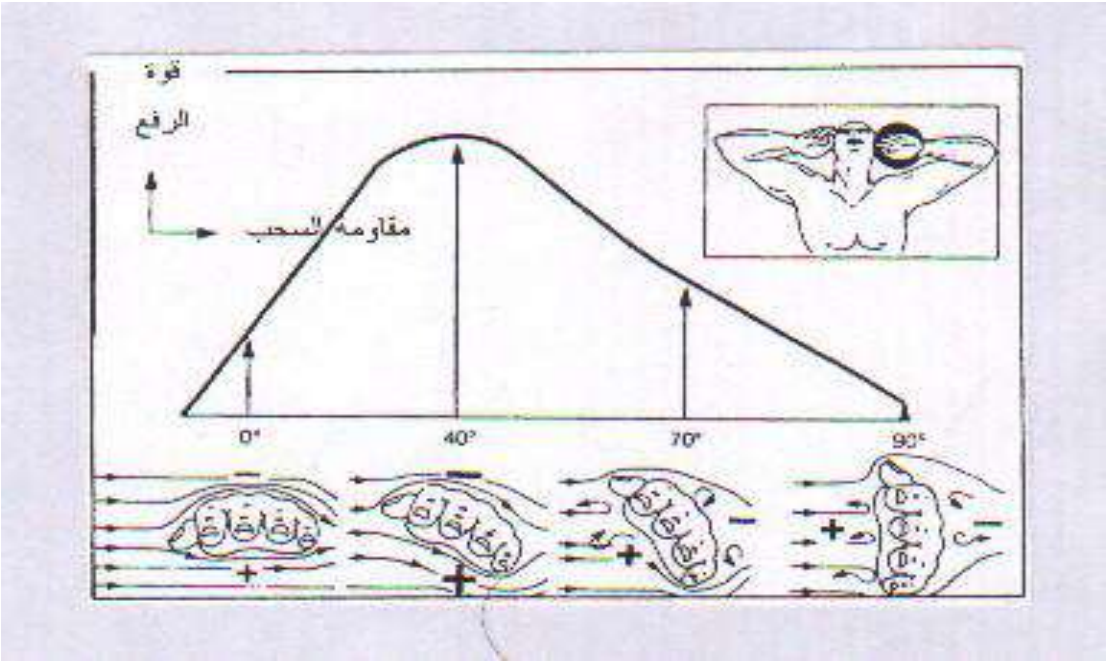
قد يظن من الوهلة الأولى انَّ القوة الدافعة الساحبة تعمل على سحب جسم السباح بعكس حركته للأمام، ولكن الحقيقة هي انَّ القوة الدافعة الساحبة يكون اتجاهها عكس اتجاه حركة الذراعين، فعندما تتحرك الذراع للخلف فانَّ القوة الدافعة الساحبة سوف تكون في الاتجاه الامَّامي وكما هو واضح في الشكل (5-3)

الشكل (5-3) يوضح اتجاه القوة الدافعة الساحبة بالنسبة لحركة الذراع في السَّباحة الحرة

القوة الدافعة الرافعة (Lift force) :

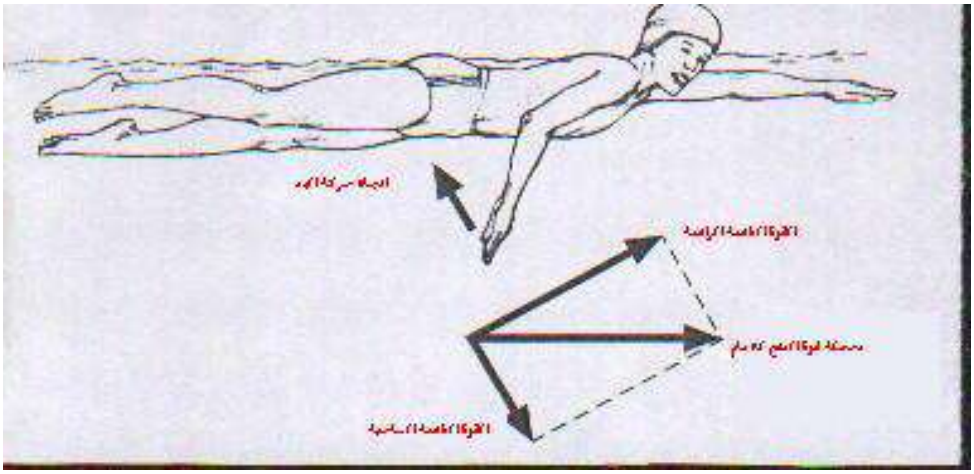
في اثناء مهارات السَّباحة المختلفة لا تسبب حركة الذراعين في اتجاه مضاد لحركة الجسم(وهي الحركات التي تولد القوة الدافعة للامَّام) مجرد قوة دافعة ساحبة، ولكن ينشأ عن ذلك نوع أخر من انَّواع

القوة الدافعة له أهمية بالغة، ويعرف هذا النوع بالقوة الدافعة الرافعة، وقد يفهم من اسم القوة الدافعة الرافعة انَّ اتجاهها هو للأعلى فقط ولكن في الحقيقة فانَّ اتجاه هذا النوع من انَّواع القوة الدافعة يعتمد على اتجاه مسار حركة اليد داخل الماء وطبيعة انَّسياب الماء بالنسبة لليد. انَّ القوة الدافعة الرافعة تتخذ اتجاها عموديا على مسار اليد ويشعر بها السباح بشكل ضغط على راحة اليد التي تتحرك داخل الماء بدرجة من الميل لذا فانَّه إذا وضعت اليد بزاوية بالنسبة للمحور الطولي لها مع اتجاه انَّسياب الماء فانَّ هذه الزاوية تسمى بزاوية الهجوم وانَّ هذه الزاوية تتكون من ميل اليد والذراع مع الاتجاه الذي تتحرك فيه، وتمتلك زاوية الهجوم أهمية عالية جدا في انَّتاج القوة إذ تنخفض كمية الرفع إذا كانَّت زاوية الهجوم كبيرة جداً أو صغيرة جداً وتزداد قوة الرفع عندما تقترب زاوية الهجوم من(40 درجة)



الشكل (5-4) يوضح تأثير اختلاف زاوية الهجوم على قوة الرفع في السَّباحة

انَّ مقدار هذه الزاوية(زاوية الهجوم) يؤدي إلى اختلاف سرعة حركة اليد في اتجاه من دون الأخر، وانَّ هذا الاختلاف في مقادير السرعة على جانَّبي اليد سوف يؤدي إلى اختلاف في الضغط بين الجانَّبين، وانَّ هذا الاختلاف في الضغط سوف يؤدي إلى انَّتاج قوة دافعة رافعة في اتجاه يتحدد من المنطقة الأعلى ضغطا إلى الأقل ضغطا ويكون هذا الاتجاه عموديا على مسار اليد في حين يكون اتجاه القوة الدافعة الساحبة موازيا لاتجاه الحركة(عكس حركة اليد) لذا فانَّ كلا القوتين الدافعتين(الساحبة والرافعة) يكونانَّ متعامدتين مع بعضهما مع بعض.



الشكل (5-5) يوضح اتجاه كلا من قوتي السحب والرفع(الدافعتين) بالنسبة لاتجاه حركة الذراع في السَّباحة الحرة

3.5 المتغيرات الميكانَّيكية لسرعة السَّباحة :

انَّ الهدف الأساسي من السَّباحة هو قطع مسافة السباق وبالطريقة القانَّونية المتفق عليها بأقصر مدة زمنية ممكنة (أي بأقصى مقدار من السرعة)، وانَّ سرعة السَّباحة تتأثر بمتغيرات عديدة وبحسب العلم الذي تُدرس من خلاله، فانَّها تتأثر بنظم انَّتاج الطاقة والأجهزة العصبية والدموية والتنفسية بالنسبة للمختصين بعلم الفسيولوجي، وانَّها تعتمد على مستوى القوة القصوى والقوة المميزة بالسرعة والمرونة من الناحية البدنية، وفيما يخص المهتمين بالناحية الانَّثروبومترية* فانَّها تدرس الموضوع من خلال طول الجسم وطول الذراع وحجم الكف، امَّا فيما يخص الباحثين أو الدارسين في مجال البايوميكانَّيك فانَّ سرعة السَّباحة تتحدد من خلال كلا من المتغيرين :

1- طول الضربة (stroke length)

2- تكرار الضربة (stroke frequency)

* الانثروبومترية = (القياسات الجسمية)

إذ انَّ:

معدل السرعة = معدل طول الضربة × معدل تكرار الضربة

طول الضربة (stroke length):

انَّ المقصود بطول الضربة هو المسافة الأفقية التي يقطعها الجسم عند إكمال دورة كاملة للذراع، أي انَّ

$$\text{معدل طول الضربة} = \frac{\text{المسافة الأفقية المقطوعة}}{\text{عدد دورات الذراع}}$$

انَّ بعض المدربين يعتقدون خطأ انَّ طول الضربة يجب انَّ يصل إلى حدودها القصوى لغرض الحصول على أقصى معدل سرعة ممكنة، انَّ هذا الأمر ليس صحيحاً ولكن الصحيح هو انَّ طول الضربة يجب انَّ تصل إلى حدودها المثلى (وليس القصوى)

تكرار الضربة (stroke frequency) :

انَّ تكرار الضربة هو عدد الضربات التي ينجزها السباح خلال وحدة الزمن

أي انَّ:

$$\text{تكرار الضربة} = \frac{\text{عدد الضربات}}{\text{الزمن المستغرق}}$$

انَّ تكرار الضربة يعتمد على الزمن المستغرق في انَّجاز كل قسم من قسمي ضربة الذراع (السحب والتغطية) وفي سباحة الزحف فانَّ قسم التغطية يميل ليكون اقصر زمنا من قسم السحب بسبب قلة قوة المقاومة المواجهة للذراع عندما تتحرك في الهواء مقارنة بمقاومة الماء للذراع في قسم السحب، ولغرض زيادة تكرار الضربة فيجب الاتجاه إلى تقليل زمن الضربة الواحدة من خلال تقليل زمني (قسم السحب وقسم التغطية)، وبسبب انَّ قسم السحب يجب انَّ تعمل فيه الذراع بمدى حركي أوسع أي لمسافة أطول (زمن اكبر نسبيا) لزيادة القوى الدافعة.

العلاقة ما بين طول الضربة وتكرارها:

من خلال المعادلة الميكانَّيكية:

معدل السرعة = معدل طول الضربة × معدل تكرار الضربة

نجد انَّ زيادة معدل طول الضربة أو زيادة معدل تكرار الضربة سيعمل على زيادة معدل سرعة السباح(تحقيق زمن اقل) ولكن العلاقة التي تربط معدل طول الضربة مع معدل تكرارها هي علاقة عكسية، أي انَّ الزيادة في إحداهما ستؤدي إلى نقصانَّ الأخرى (فلقد بلغ معامل الارتباط ما بين معدل طول الضربة ومعدل تكرارها لدى أبطال العالم – 0,90. فعندما يزيد السباح طول ضربته سيجد من الضروري انَّ يزيد من الزمن المخصص لتطبيق القوة خلال مرحلة السحب وهذا سيؤدي حتما إلى زيادة زمن الضربة ومن ثمَّ نقصانَّ تكرار الضربة.

أولا- **طريقة السَّباحة** : انَّ معدل تكرار الضربة لطرائق السَّباحة (الحرة، الفراشة، الصدر) هي متشابهة جدا، وانَّ الاختلاف يكون في معدل طول الضربة الذي سيؤدي إلى الاختلاف في معدل سرعة السباح، امَّا في سباحة الظهر فانَّ معدل تكرار الضربة هو اقل، وانَّ معدل طول الضربة هو اكثر من بقية طرائق السَّباحة .

الشكل (5-6) يوضح طرق السَّباحة الأربعة

ثانيا- **مسافة السباق**: كلما زادت مسافة السباق فانَّ معدل طول الضربة سوف يزداد وانَّ معدل تكرار الضربة سوف يتناقص (ماعدا طريقة سباحة الفراشة بسبب عامل التعب).

ثالثا- **الجنس:** انَّ معدل سرعة السَّباحة لدى السباحين الرجال أفضل مقارنة بالسباحات النساء، وهذا هو نتيجة التباين في معدل طول الضربة والذي يكون أفضل لدى الرجال، امَّا معدل تكرار الضربة فانَّه يكون متشابهاً إلى درجة قد تكون متماثلة ما بين الرجال والنساء.

رابعا- **العمر**: من خلال دراسة حديثة حول تأثير العمر في معدل طول الضربة ومعدل تكرارها ومن ثمَّ تأثيرهما على معدل سرعة السباح فانَّ الجدول يبين لنا تلك الاختلافات

العمر (سنة)	معدل سرعة السباح (متر / ثانية)	معدل طول الضربة (متر / ضربة)	معدل تكرار الضربة (ضربة / ثانية)
11	1.09	1.12	0.97
12	1.19	1.28	0.93
13	1.41	1.46	0.96
14	1.48	1.48	1
15	1.53	1.55	0.99
16	1.61	1.65	0.98

جدول يبين اختلاف قيم معدل طول الضربة ومعدل تكرارها باختلاف العمر للبنين

خامسا- **مستوى الانَّجاز**: انَّ المقارنة ما بين سباحي النخبة الأبطال والسباحين الأقل مستوى تبين انَّ الاختلاف في معدل سرعة السَّباحة كانَّ من خلال الاختلاف في معدل طول الضربة بصورة اكثر بكثير من تلك الاختلافات في معدل تكرار الضربة.

سادسا- **القياسات الانَّثروربومترية** : انَّ القياسات الجسمية للسباح تفرض على المدرب إيجاد المزيج الأمثل لمتغيري طول الضربة وتكرارها، فالسباح الطويل الذي يمتلك ذراعين طويلين نسبياً يجب الاتجاه به نحو زيادة معدل طول الضربة، على عكس السباح القصير الذي يكون من غير المنطقي انَّ يتجه به التدريب لزيادة معدل السرعة من خلال زيادة معدل طول الضربة .

4.5 السَّباحة الحرة(الزحف) :

أشارت بعض الوثائق إلى انَّ أول ظهور للسباحة الحرة كانَّ عند القبائل التي سكنت عند منابع نهر الامَّازون في(البيرو)، وقد يكون شكل السَّباحة الحرة موجود منذ وجود الحياة البشرية، وانَّ شكل أداء السَّباحة في السابق مشابه إلى درجة كبيرة لشكل أدائها ألانَّ. انَّ مصطلح السَّباحة الحرة ظهر مرادفاً لسباحة الكرول والذي ظهر لاول مرة من قبل الأسترالي (Aboriginal Crawl) لذلك سمي بالكرول الأسترالي (Australian Crawl) أو الكرول الامَّامي (front crowl.). ومن ثم بدأ هذا الأسلوب بالاتساع ولقد تم إدخال العديد من التغيرات في أسلوب أداء السَّباحة الحرة، وانَّ كل هذه التغيرات في تكنيك أداء السَّباحة الحرة أدت إلى تطور الأرقام القياسية في هذا النوع من انَّواع السَّباحة

انَّ القانَّون الدولي للسباحة لم يُلزم السباح في اختيار الطريقة التي يجب انَّ يسبح بها في اثناء فعاليات(السَّباحة الحرة)، كما انَّ القانَّون لم يحدد طريقة خاصة لإداء(السَّباحة الحرة) في فعاليات التتابع المتنوع أو الفردي المتنوع *.

انَّ معظم السباحين يختارون طريقة (الكرول) في أداء مسابقات السَّباحة الحرة، إذ انَّ هذه الطريقة من السَّباحة هي الأسرع وهكذا فانَّ مصطلح السَّباحة الحرة اصبح هو ما يتم تداوله في معظم أدبيات السَّباحة وانَّ مصطلح الكرول لم يعد موجوداً فعلياً في الخمسين سنة الماضية وكان هناك في الأساس أسلوبانَّ لأداء السَّباحة الحرة، وعلى الرغم من التشابه الكبير بين الأسلوبين ولكن في الحقيقة يمكن إيجاد بعض النقاط الأساسية التي تميز أحدهما على الأخر، فالأسلوب الأول(غير التقليدي) يمكن انَّ نلاحظ فيه حركات سريعة جدا للذراعين ودورانَّ قليل جدا للجذع وضربات اقل للرجلين(2 ضربة مع كل دورة كاملة للذراعين)، في حين انَّ الأسلوب الثانَّي(التقليدي) نلاحظ فيه حركات ذراعين أطول ولكنها أبطأ مع قدرة اكبر متأتية من ضربات الرجلين(4-6 ضربات رجلين مع كل دورة كاملة للذراعين) ودورانَّ اكبر للجذع . ولايمكن القول بأفضلية أحد الأسلوبين على الأخر لأننا نلاحظ انَّ هناك أرقامًا قياسية على مدى الخمسين سنة الماضية تم تسجيلها من قبل سباحين استخدموا كلا الأسلوبين، ولكن المهم ذكره هو ظهور نخبة من السباحين استطاعوا انَّ يمزجوا بين كلا الأسلوبين(حركة ذراعين أطول واسرع ودورانَّ قليل جدا للجذع وضربات رجلين ذات فعالية عالية) وانَّ يصلوا بالتكنيك إلى المثالية في الأداء وانَّ يحطموا العديد من الأرقام القياسية في مسابقات السَّباحة الحرة.

* المادة 1/5 من القانون " المقصود بالسباحة الحرة إن السباح يمكنه إن يسبح باي طريقة فيما عدا سباق التتابع المتنوع أو سباق الفردي المتنوع، فالجزء الخاص بالسباحة الحرة في هذين النوعين من السباقات يسبح فيه السباح بطريقة تختلف عن سباحة الظهر والصدر والفراشة "

انَّ كل تلك الأخطاء الموجودة في التكنيك المستخدم من قبل سباحي الطريقة الحرة تؤدي إلى عدم وصولهم إلى الأرقام القياسية، لذلك كانَّ من مسالة تغيير التكنيك الخاص بهم أمرا محتما لا بديل له على ضوء تلك الدلائل التي يمكن الاستناد أليها لغرض تحديد التكنيك المثالي في أداء السَّباحة الحرة والذي جاء على ضوء المعايير الميكانَّيكية في أسلوب معظم أبطال النخبة في العالم.

5.5 حركة الذراعين في السَّباحة الحرة(الزحف) :

تُعدُّ حركة الذراعين في السَّباحة الحرة المصدر الرئيس للدفع للامَّام، وانَّ التكنيك الأمثل لأداء حركة الذراعين هو من أفضل العوامل للحصول على أفضل النتائج، وانَّ تحليل حركة الذراعين في السَّباحة الحرة(الزحف) يمكن تجزئته من خلال مرحلتين أساسيتين هما:

1- **مرحلة السحب:** التي تبدأ عند دخول اليد للماء وتنتهي عند ترك اليد للماء.

2- **مرحلة التغطية:** التي تبدأ من ترك اليد للماء وحتى دخول اليد للماء.

مرحلة السحب (Pull phase):

لقد أجمعت معظم أدبيات السَّباحة على انَّ مرحلة السحب في السَّباحة الحرة(الزحف) يمكن تجزئتها إلى المراحل الآتية:

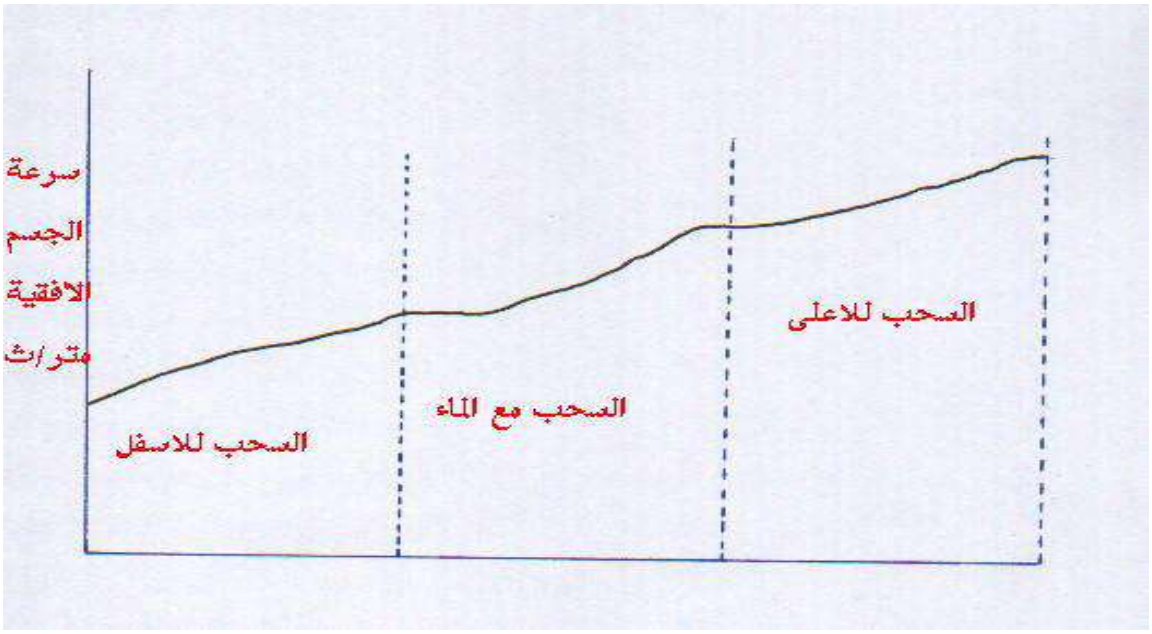
1- الدخول (Entry)

2- المسك (Catch)

3- السّحب للأسفل (down sweep)

4- السّحب مع الماء (in sweep)

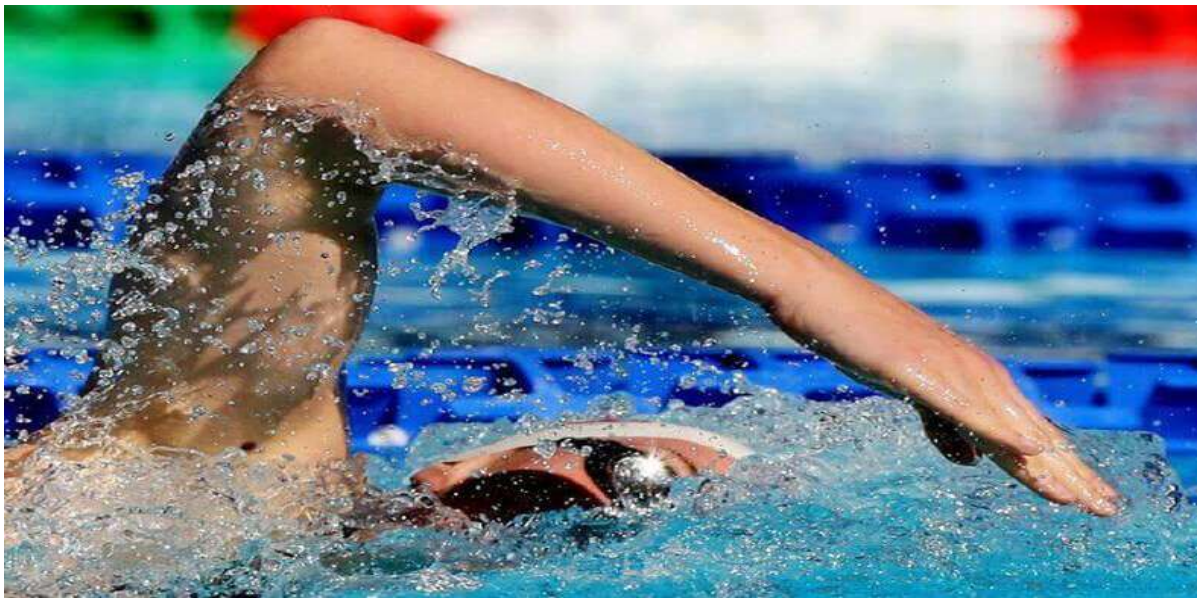
5- السّحب للأعلى (up sweep)



الشكل (5-7) يوضح سرعة الجسم الامَّامية لجسم السباح خلال مراحل السحب الثلاثة لضربة الذراع (السحب للأسفل، السحب مع الماء، السحب للأعلى) في السَّباحة الحرة(الزحف على البطن).

مرحلة التغطية (Recovery phase) :

بعد انَّتهاء مرحلة السحب للأعلى تبدأ مرحلة التغطية، وانَّ الأنموذج الأمثل لأداء مرحلة التغطية هو بخروج المرفق أولا من الماء ثم تخرج اليد، وانَّ خروج اليد الصحيح من الماء سوف يؤدي إلى حصول السباح على أداء مرحلة التغطية بسرعة ورشاقة ومن ثم يتم البدء بمرجحة الذراع وهي مثنية من المرفق حيث تمر اليد امَّام المرفق قبل انَّ يعبر المرفق الكتف. انَّ السبب الميكانَّيكي لهذه الوضعية هو لغرض أداء مرحلة التغطية بالمرفق العالي وهو احسن تكنيك يمكن من خلاله أداء مرحلة التغطية بشكلها الأمثل، وانَّ أفضلية أداء مرحلة التغطية بالمرفق العالي(high elbow recovery) مقارنة مع الشكل الأخر للتغطية وهو التغطية بمرجحة اليد ومن ثم تتحرك الذراع للأعلى وللامَّام خلال النصف الأول من مرحلة التغطية ومن ثم تمتد للامَّام وللأسفل خلال النصف الأخير من مرحلة التغطية لتنتهي هذه المرحلة في لحظة دخول الأصابع للماء.



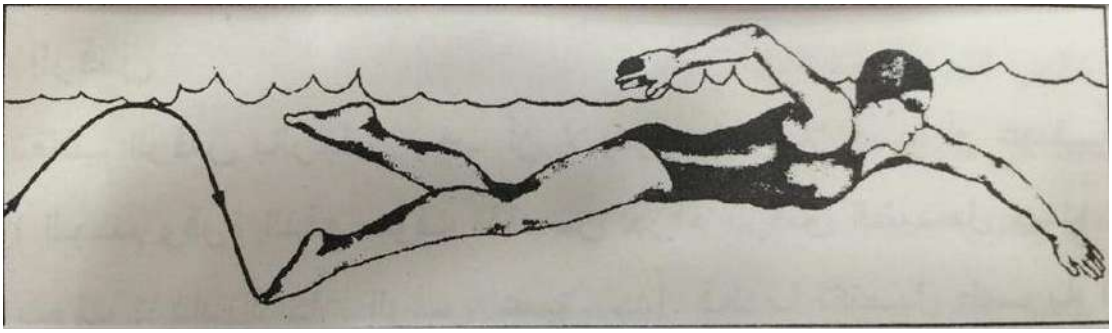
انَّ الشيء المهم ذكره هنا هو انَّه على الرغم من انَّ بعض السباحين قد يستخدمون تكنيكاً مغايراً في بعض جزئياته عند أداء حركة الذراعين في السَّباحة الحرة(الزحف) ولمرحلتي (السحب والتغطية) إلا انَّ الأسلوب الذي تم ذكره هو الأمثل وهذا ما دراسة موسعة على سباحي النخبة في العالم كانَّوا يستخدمون هذا الأسلوب من التكنيك في أداء حركة الذراعين في السَّباحة الحرة.

6.5 القوى الدافعة لحركة الرجلين في سباحة الحرة :

تتكون القوى الدافعة لحركة الرجلين من خلال الرفس المتبادل في الرجلين وانَّ الاتجاه الرئيسة التي تضرب به الرجل هو إلى الاعلى والاسفل ، لذلك تسمى هذه الحركة الرفس للاعلى والرفس للاسفل

الرفس للاسفل :

والذي يمثل من خلال وصف لاتجاه اصبع القدم الكبير في قدم السباح خلال رفسة واحدة نحو الاعلى وواحدة نحو الاسفل . الرجلين يتحركانَّ بايقاع متبادل عن طريق اجراء ضربة رجل واحدة نحو الاسفل بينما الرجل الاخرى في حالة ضرب نحو الاعلى . الرفس للاسفل يشبه حركة السوط التي تبدا بثني من مفصل الورك يتبعها مد من مفصل الركبة . وكما في الشكل

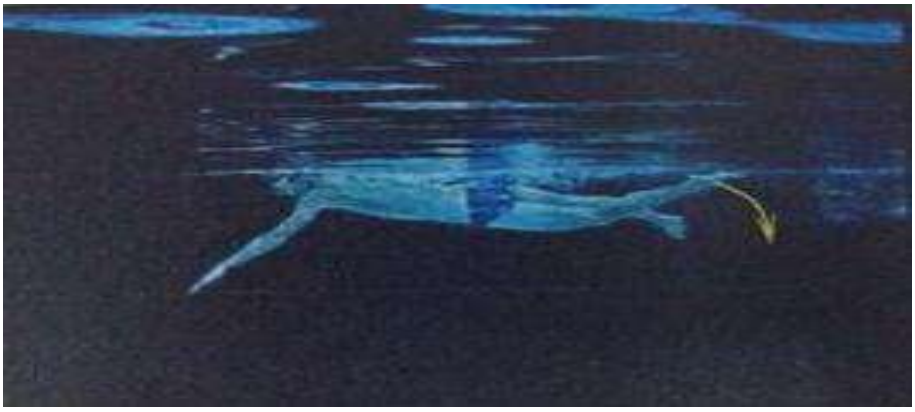


الشكل يوضح حركة الرفس للاسفل

انَّ الرفس إلى الاسفل عادة يبدا بعد رفس سابق للاعلى ، يتم ثني الرجل من مفصل الورك ويبدا الفخذ بالضغط على الماء نحو الاسفل امَّا الرجل الاخرى والتي يجب انَّ تكون في حالة ارتخاء وتستمر بالانَّدفاع نحو الاعلى عن طريق الماء الذي يكون تحتها ، والماء الذي يكون تحت الرجل يدفع القدم إلى وضع المد مع تاشير الاصابع نحو الاعلى (ثني الاخمص) ودورانَّ القدم للداخل (مقلوبة) إذ تكون الامشاط متقاربة والكعبين متباعدة .

الرفس للاعلى :

حيث تكون بداية الرفس للاعلى مع نهاية الرفس للاسفل السابقة للسيطرة على القصور الذاتي نتيجة تغير اتجاه الرجل من الاسفل للاعلى، عندما يمد السباح رجله السفلى للاسفل ، ترتد بما يشبه التاثير الذي يدفع فخذ السباح نحو الاعلى ، الفخذ عندئذ يسحب الرجل السفلى إلى الاعلى حالا بعد الانَّتهاء من مدها ، ويجب انَّ تسحب الرجل نحو الاعلى وللامَّام وجانَّبا عكس الاتجاه الذي يدير السباح جسمه فيها ، كما يجب عمل حركة الرفس للاعلى برجل مستقيمة ، وتكون الرجل السفلى والقدم في حالة راحة خلال الرفس للاعلى وتبقى على حالها حتى تبدا الركبة بالامتداد استُعدُّاد للرفس التالي للاسفل كما في الشكل



الشكل(5-7) يوضح حركة الرفس للاعلى

التنفس في السَّباحة الحرة:

التنفس في السَّباحة الحرة (السَّباحة بأسلوب الكراول) يُعدُّ أحد الجوانَّب الأساسية التي تؤثر بشكل كبير على أداء السباح. يتطلب التنفس السليم تحسين الكفاءة والسرعة والقدرة على التحمل. في هذا الموضوع، سنتناول أهمية التنفس في السَّباحة الحرة، ونستعرض التقنيات والأساليب التي يمكن انَّ تساعد السباحين في تحسين أدائهم.

أهمية التنفس في السَّباحة الحرة:

1. **تحسين الأداء** :التنفس السليم يمكن انَّ يزيد من كمية الأوكسجين التي تصل إلى العضلات، مما يعزز القدرة على التحمل والأداء العام للسباح.
2. **تقليل التعب** :التكنيك الصحيح في التنفس يساعد في تقليل الشعور بالتعب والإرهاق، مما يسمح للسباح بالاستمرار في السَّباحة لفترات أطول.
3. **تحقيق التوازن** :التنفس المنتظم والمتوازن يساعد في الحفاظ على التوازن وتجنب الانَّزلاق تحت الماء أو فقدانَّ السيطرة على الحركة.
4. **زيادة كفاءة السَّباحة** :من خلال التنفس بطريقة فعالة، يمكن للسباح تحسين حركة الجسم وتقليل مقاومة الماء، مما يعزز السرعة والكفاءة.

تقنيات التنفس في السَّباحة الحرة:

أ .التنفس الجانَّبي

- **الوصف** :يتضمن هذا الأسلوب تنفس السباح من خلال جوانَّب وجهه عند الاستدارة. كالمعتاد ما يتم التنفس من جهة واحدة في أثناء كل دورة ذراع.

- **التنفيذ** :عندما يكون الذراع في وضع الاستُعدُّاد للغمر، يقوم السباح بتحويل رأسه جانَّباً لاستنشاق الهواء. ثم يعيد الرأس إلى وضعه الطبيعي تحت الماء قبل الغمر.

ب .التنفس الثنائي:

- **الوصف** :يشمل هذا الأسلوب أخذ نفسين على التوالي من نفس الجهة.
- **التنفيذ** :يتم التنفس بشكل متتابع عند اللف على الجانَّب مع أخذ نفسين في اثناء كل دورة ذراع.

أسئلة الفصل الخامس

1- ما هي العوامل المؤثرة في قدرة جسم الانَّانَّ على الطفو؟

2- كيف يؤثر كلا من (العمر – الجنس) في قدرة جسم الانَّسانَّ على الطفو؟

3- سباح 50 متراً حرة يقطع مسافة السباق بزمن قدره 24 ثانَّية.. ويحقق 22 ضربة ذراعين لإكمال مسافة السباق..

احسب ...

- معدل سرعة السباح
- معدل طول الضربة
- معدل تكرار الضربة

4- اشرح بالتفصيل من ناحية ميكانَّيكية عملية التنفس في السَّباحة الحرة؟

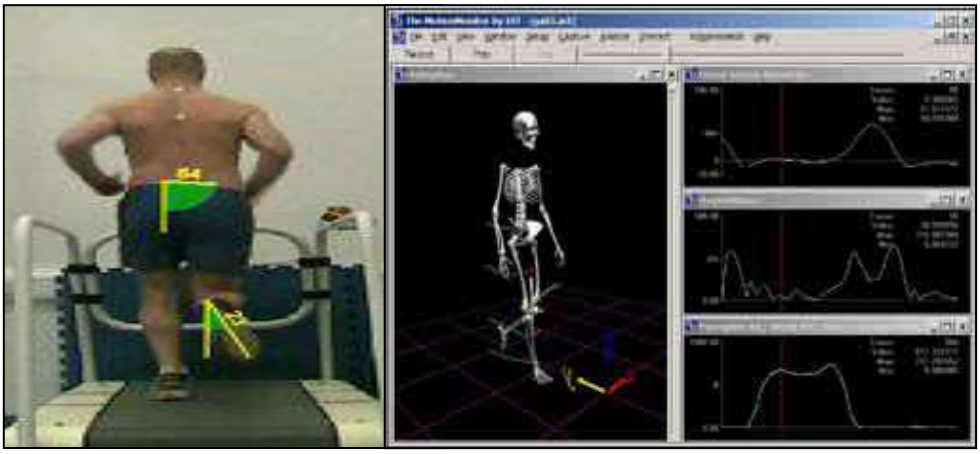
5- اذكر قاعدة (ارخميدس) ثم اذكر كيف يتم تطبيق هذه القاعدة في السَّباحة ؟

الفصل السادس

1.6 مفهوم التحليل الحركي:

قد لا يحتاج هذا المصطلح العلمي إلى تعريف محدد وثابت فالمعنى واضح لهذا المصطلح من خلال أسمه، فالحركة معروف معناها وكلمة التحليل مصطلح متداول في الكثير من الميادين إذ يستخدم متى ما كانَّ هناك تعقيد لأمر ما يحتاج إلى تفسير وإيجاد نتائج توصلنا إلى الحقيقة الغير واضحة أو المعقدة.

لذلك وفي مجال الرياضة ظهرت العديد من التعريفات لمصطلح التحليل الحركي وفي علوم عدة لحاجة هذه العلوم إلى هذا المصطلح فقد عدَّ المعنيون بعلم الحركة والتعلم الحركي انَّ التحليل الحركي هو فرع من فروعه لكونه يهتم بالسلوك الحركي للإنسان وتقويم أدائه.



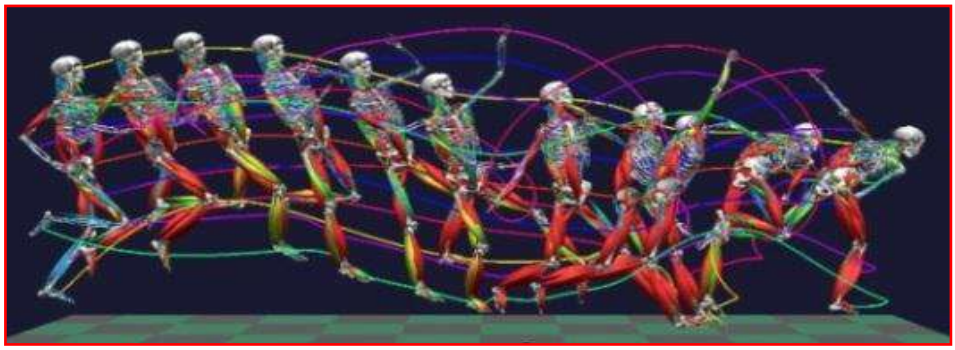
وقد تعمق باحثون اخرون في تعريف التحليل الحركي فوصفهُ بأنَّه العلم الذي يهتم بدراسة وتفسير الأداء المهاري للإنسان وإعطاء التعليل الصحيح لكلِّ جزء من أجزاء المهارة بالصورة التي تساعد المدرب او المدرس على توصيل الصورة للطالب او اللاعب إلى ذاكرته العصبية العضلية والتي ستضاف إلى خبراته السابقة. لهذا وضمن هذا الوصف نستطيع القول انَّ التحليل الحركي هو الاداة الفعالة للمدرب والمدرس والحكم التي لا يمكن الاستفادة منها إلى الحد الاقصى الا أذا كانَّ ماهراً وكفوءاً ويتقن الفعالية ويلم بجميع قوانَّينها.

كذلك عدَّ المعنيون بعلم البايوميكانَّيك انَّ التحليل الحركي هو احد فروعه ، لكونه يعتمد في تفسير نتائجه على الحقائق الميكانَّيكية لذلك عرفوه على انَّه العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانَّسانَّ تحليلاً يعتمد على الوصف الفيزيائي (الكينماتيك) بالإضافة إلى مسببات الحركة (الكينتك) الرياضية، بما يكفل اقتصاداً وفعالية في الجهد.

انَّ ما نريد توضيحه هنا في موضوع التحليل الحركي للمهارات الرياضية هو انَّنا لا نهدف إلى وضع تعريف محدد بقدر ما نريد التوصل إلى حقيقة يجب على كل المعنيين معرفتها وتثبيتها وهي انَّ التحليل

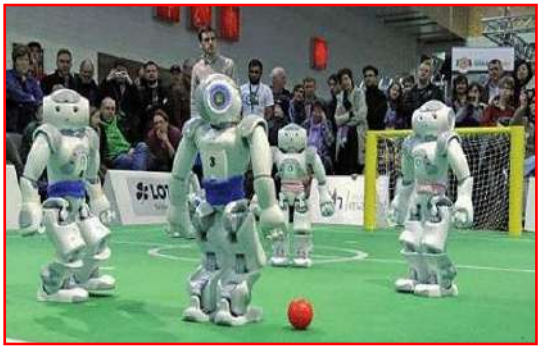
الحركي هو علم مستقل وقائم بحد ذاته له اهدافه واسبابه واهميته وكذلك اساليبه الخاصة في الوصول إلى الحقائق وانَّ كل العلوم الباقية بحاجة إلى هذا العلم لتوضيح معطياتها المبهمة.

واذا علمنا انَّ التكنيك هو اساس كل المهارات الرياضية أذ لا توجد مهارة بدون وجود تكنيك خاص بها، وبما انَّ التحليل الحركي هو للمهارات الرياضية أذن نستطيع انَّ نعرف وببساطة **التحليل الحركي هو مرآة التكنيك** وهذا أصغر تعريف للتحليل الحركي.



ومن خلال التحليل الحركي نجد انَّ التكنيك هو التطبيق المنطقي والاقتصادي والميكانَّيكي في تنفيذ أي حركة رياضيه بصورة عامة، ألا انَّ هذا لا يعني انَّ يؤدى التكنيك القيم المتحصلة نفسها من التحليل الحركي لكلِّ اللاعبين ؛ بسبب الفروقات الفردية من النواحي الانَّثروبومترية والفسلجية والبدنية والنفسية فيما بينهم لهذا نرى انَّ لكلِّ لاعب اسلوب خاص به في تطبيق التكنيك وعليه يجب الانَّتباه هنا لأمر مهم جداً وهو **لا يجوز استخدام الاسلوب نفسه من قبل لاعب أخر ؛ لانَّه قد لا يحقق النتائج نفسها** . وهذا أمر تم التوصل اليه بفضل التحليل الحركي.

انَّ التحليل الحركي هو الصورة المستقبلية لعالم الرياضة وهو أحد اهم الاسباب في تحقيق الإعجاز للمستويات العليا وعليه ولأجل الوصول اليه يجب علينا فهم هذا العلم وكيفية التناغم معه، فمع أنَّه يجعلنا نتعامل مع قوانَّين ميكانَّيكية ثابته ألا انَّنا يجب انَّ ننتبه إلى حقائق مهمة وهي:



أن الأنسان بوصفه جسماً يختلف عن الالة في حركته من حيث تكوينه التشريحي وحدوده وإمكانيته من حيث تركيبه الفسيولوجي وقدراته وطاقاته، لذا وجب علينا مراعاة ذلك في تطبيقاتنا للقوانين الميكانيكية لنتمكن من الحصول على أفضل اسلوب وأمثل تكنيك للأداء المهاري طالما أن جسم الانسان هو الأداة الأساسية في جميع الإنجازات الرياضية، ومن ناحية أخرى **يجب أن يطابق هذا التحليل الأمثل قواعد اللعبة الرياضية المعمول بها** إذ أن هناك قوانين على اللاعب التمسك بها عند الأداء ولا يخرج عنها لأنه سيتعرض الى الخسارة أذا ما تم تغيير شكل الأداء بعكس ما جاء به القانون بحجة الفائدة الميكانيكية.

2.6 انَّواع التحليل الحركي.

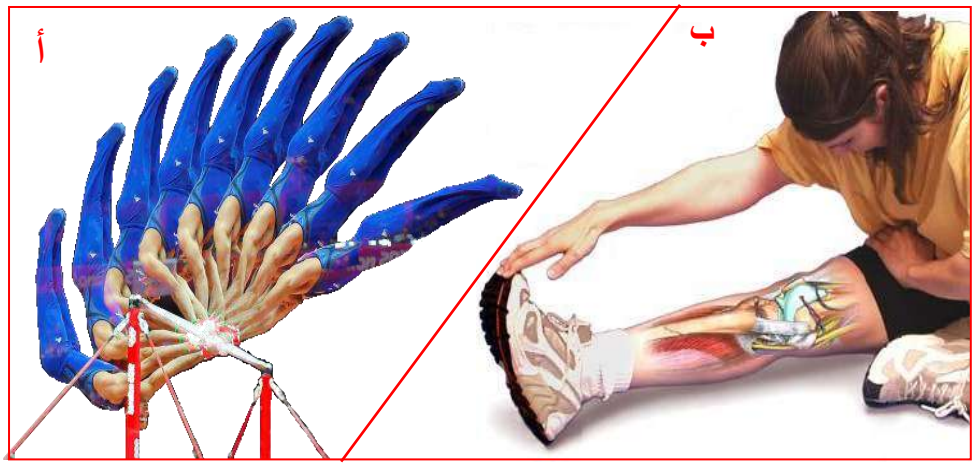
ظهرت عدة تصنيفات وتقسيمات لانَّواع التحليل الحركي فقد كانَّ لكلٍّ فرقة من الباحثين والمختصين نظرة خاصة ورؤية لم تختلف كثيرا فيما بينهم لانَّ جميع هذه التصنيفات وانَّ اختلفت فيما بينها في بعض النقاط الا انَّها تصب وتجتمع في مسار واحد لا يختلف عليه اثنانَّ.

وقبل انَّ نذكر ما اتفق عليه الجميع في تصنيف التحليل الحركي سنتطرق إلى بعض التصنيفات المذكورة من قبل المختصين وهي على النحو الآتي:

التصنيف الاول: لقد صنف التحليل الحركي هنا بحسب نوعه لجسم الانَّسانَّ وهي على نوعين:

أ- التحليل الخارجي: والمقصود به هو تحليل حركات أجزاء الجسم الاجمالية بصورة عامة وتأثير القوى الخارجية الاخرى فيها.

ب- التحليل الداخلي: يعني التحليل لعمل العتلات العظمية والعضلية ومقاومة الانَّسجة المختلفة في الشد والاحتكاك الداخلي وعوامل عضوية اخرى.



التصنيف الثانَّي: جاء هذا التصنيف على وفق طريقة استخدام الة التصوير ونوعها ومواقعها وعددها إذ تم تصنيف التحليل إلى ثلاثة انَّواع وهي:-

أ- التحليل الحركي المبدئي (بدون استخدام التسجيل المرئي).

ب- التحليل الحركي باستخدام التصوير (سينما- فيديو- اشعة تحت الحمراء).

ج- التحليل الحركي باستخدام التصوير المركب (تصوير المهارة من خلال اكثر من محور).

نعود ونذكر انَّ كل التصنيفات الموجودة لأنواع التحليل الحركي وانَّ اختلفت فيما بينها في بعض النقاط الا انَّها تصب وتجتمع في مسار واحد لا يختلف عليه اثنانَّ لانَّها بالأساس تعود إلى تصنيف رئيس واساسي يقسم التحليل الحركي إلى نوعين هما التحليل النوعي والتحليل الكمي:

التحليل النوعي (الكيفي):

وهو تحليل ذاتي منتظم يتطلب المعرفة المسبقة بكل جوانَّب المهارة والرياضي من اجل تهيئة معظم مفردات النجاح لتحسين الأداء.

وبصوره أخرى نستطيع توضيح معنى التحليل النوعي بانَّه قدرة المعني على تحليل المهارة والتشخيص من خلال الملاحظة وإعطاء القيم للمتغيرات المراد قياسها للأداء بصورة أقرب إلى الدقة للقياس الحقيقي بالاعتماد على ما يمتلكه من معلومات مسبقة في الدماغ، ولهذا يعتمد التحليل النوعي على العرض المباشر للمهارة أو غير المباشر من خلال الاعتماد على وسائل أخرى (تسجيل مرئي، صور متسلسلة) في توفير فرصة أدق للملاحظة والتحليل ومن ثمَّ إعطاء نتيجة أقرب إلى الحقيقة (الدقة). وسنتناول التحليل النوعي في فصل آخر موسع يبين من خلاله التحليل النوعي بصورة مفصلة.

التحليل الكمي:

يُعدُّ التحليل الكمي من أدق انَّواع التحليل وأهم شرط فيه هو وجود الأجهزة والأدوات التي من شانَّها توفير معلومات ذات دقة عالية تعكس حقيقة الأداء. لذا فالتحليل الكمي هو قدرة المعني على توظيف الأجهزة المستخدمة في تحليل واستخراج قيم المتغيرات للمهارة المطلوبة على أدق وجه، أي نقل صورة الأداء إلى لغة رقمية والاستفادة منها في تطوير المستوى الرياضي.

وعليه يعد التحليل النوعي أقل دقة من التحليل الكمي في إعطاء القياس والنتيجة ؛ لكونه يعتمد على الخبرات الذاتية التي يتمتع بها المقوم في إعطاء القيم، امَّا التحليل الكمي فالأجهزة المستخدمة في التحليل هي الأساس في إعطاء القيم، وسيتم تناول التحليل الكمي في فصل قادم نتوسع فيه لبيانَّ إجراءات عملية التحليل كاملةً .

3.6 أهمية التحليل الحركي وعلاقته بالعلوم الرياضية:

لغرض بيانَّ أهمية التحليل الحركي وعلاقته بالعلوم الاخرى بصورة جيدة وأكثر وضوحاً سنعمل على تقسيم أهمية التحليل الحركي إلى عدة محاور حيث سنتطرق في كل محور إلى اهميته في كل علم من العلوم الرياضية بصورة منفردة وعلى النحو الاتي:

4.6 علاقة التحليل الحركي بالتعلم الحركي:

كما ذكرنا سابقا في تعريف التحليل الحركي لدى اصحاب الاختصاص في التعلم الحركي هو انَّه فرع من فروع التعلم الحركي. لذلك قال وجيه محجوب انَّ التحليل وتقويم الأنَّجاز الحركي للانَّسانَّ يكوّن الهيكل الرئيس للعلوم الرياضية المختلفة، ومن هنا تظهر مدى أهمية التحليل الحركي في التعلم ؛ لكونه يعد احد القواعد التي يستند اليها.

5.6 علاقة التحليل الحركي بالتدريب الرياضي:

يعد التدريب الرياضي هو المصب الاخير التي تصب فيه كل العلوم الرياضية والتي وجدت اصلا لخدمة هذا العلم والذي في النهاية وضعت لخدمة اللاعب لكي نستطيع من خلاله تحدي الطبيعة والوصول إلى ابعد ما يمكن تحقيقه من طابع المستحيل متحدين ما نسميه بالخيال العلمي إذ يعد التحليل الحركي هو احد اهم اسبابه لما له من أهمية كبيرة في عملية التدريب والتطوير ومن هذه النقاط نذكر الآتي:

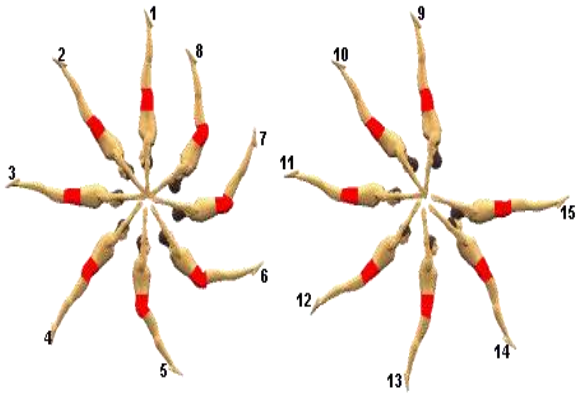
1. لغرض القيام بعملية التدريب يجب انَّ يمتلك المدرب المعرفة التامة والدقيقة لمفردات المهارة المراد تعليمها من الناحية الفنية التكنيكية التي من شانَّها تثبيت الاسس الصحيحة للأداء عند اللاعبين.

2. تُعدُّ معلومات التحليل الحركي التي يمتلكها المدرب عن المهارات والحركات المطلوب تدريبها وتعليمها وعن أمكانَّيات لاعبيه هي احد الاسس المطلوبة في بناء البرامج التدريبية سواء في الاعداد البدني أم المهاري أم الخططي.

3. يعمل التحليل الحركي المستمر على كشف مواقع الضعف عند اللاعبين ومن ثمَّ سيعطي للمدرب الفرصة لتغير خطته في ايصال اللاعبين إلى الأداء الامثل من خلال التغيير في مساراتهم الحركية.

4. يدخل التحليل الحركي في تحديد التمارين المساعدة التي تعطى للاعبين لغرض تطوير امكانَّيتهم البدنية وكلا بحسب احتياجاته الجسمية والنقص الذي يعانَّي منه.

5. انَّ التحليل المستمر للأداء المهاري للاعبين يجعل المدرب مواكبا لمراحل التطور لدى لاعبيه ومن ثمَّ سيمكن المدرب من تحديد اللاعبين الذين يستقبلون تطور اكثر من الذين قد يصلون إلى حدود منتهية ومن ثمَّ يمكن التنبؤ بانَّجازه مسبقاً.



6.6 علاقة التحليل الحركي بالبايوميكانَّيك الرياضي:

علم البايوميكانَّيك هو علم القوانَّين الفيزيائية والذي يعد الاساس لكثير من العلوم الاخرى التي اخذت تتفرع منه، وعلم التحليل الحركي هو واحد من تفرعاته كما يقول الخبراء وذوي الاختصاص في علم البايوميكانَّيك.

ويعد هذا العلم من أكثر العلوم حاجةً إلى التحليل الحركي فيكاد لا يوجد بحث في هذا الاختصاص ممكن اتمامه بدون الحاجة إلى التحليل الحركي على مختلف انَّواعه لذلك تتجلى أهمية التحليل الحركي في البايوميكانَّيك الرياضي على النحو الآتي:

1. يعد التحليل الحركي هو بمنزلة العمود الفقري لعلم البايوميكانَّيك وذلك لما له من أهمية قصوى في اغلب إجراءاته المعملية والبحثية.

2. يحتاج كل الباحثين والمختصين في علم البايوميكانَّيك الرياضي إلى التحليل النوعي وبالأخص عند تحديد المشكلة ؛ من خلال متابعة الأداء الفني للاعبين (عينة البحث) فالمشاهدة المباشرة او غير المباشرة والمكررة لأداء اللاعبين هي المفتاح للوصول إلى التشخيص الصحيح والتي على اساسها تتم الاجراءات المتبقية.

3. انَّ الاجراءات العملية والعلمية التي يقوم بها الباحث من اجل دراسة معينة من وجهة نظر ميكانَّيكية كتهيئة وتحضير وتصوير وغيرها من اجراءات هي من ضمن اساسيات العمل في التحليل حركي.

4. من اجل الحصول على القيم الرقمية للمتغيرات الميكانَّيكية الاساسية (المسافة، الزمن، الزاوية، الكتلة، القوة المسلطة) لأي أداء فني مطلوب لابد لنا اللجوء إلى التحليل الحركي باستخدام الاجهزة والبرمجيات والتقنية الحديثة. فهي تسهل لنا طريقة الحصول على المتغيرات الميكانَّيكية كما انَّها تختزل لنا الزمن اللازم للحصول على هذه القيم.

5. يعمل التحليل الحركي على عملية التفسير المنطقي لكلِّ المتغيرات الرقمية الميكانَّيكية في اثناء الأداء الفني للرياضي. فالتفسير العلمي الصحيح هو من الامور المهمة جدا فعليها يتم وضع الحلول سواء كانَّت تمرينات تصحيحية أم بدنية.

7.6 علاقة التحليل الحركي بالاصابات الرياضية:

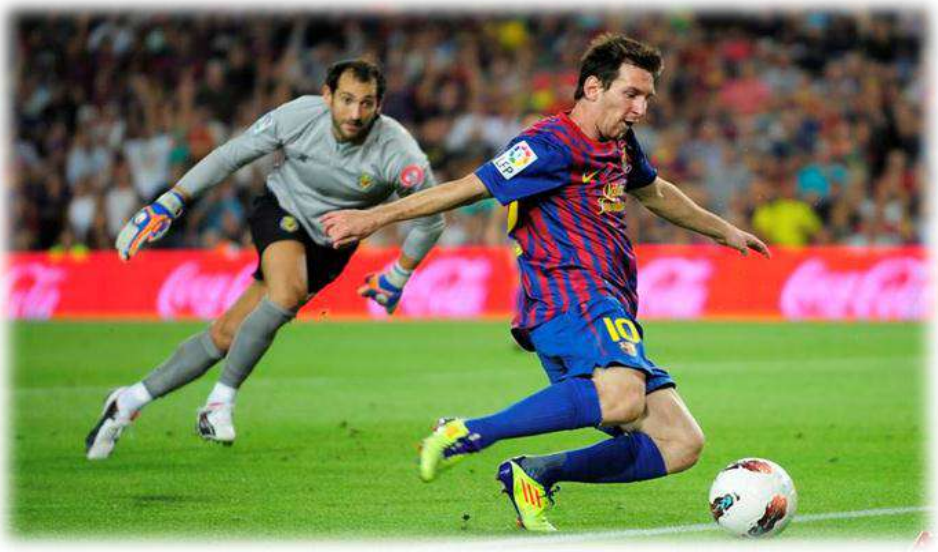
انَّ للتحليل الحركي أهمية وفائدة كبيرة ممكن انَّ تعمل على كشف الكثير من الامور التي لم تكن في حسابات المدرب والطبيب المعالج فيما يخص الاصابات التي تصيب اللاعبين في اثناء التدريب او المنافسات، ونذكر فيما يأتي بعض النقاط التي تبين أهمية التحليل الحركي في هذا المحور:

1. يمكننا ومن خلال التحليل الكشف عن اسباب الاصابات الرياضية التي يصاب بها اللاعبون ومن ثمَّ نتمكن من تحديد طريقة العلاج. كذلك الابتعاد عن عدم تكرار الاصابة.
2. يعد الكشف المسبق لأخطاء الأداء عند اللاعبين بمنزلة وقاية لإصابة اللاعبين جراء بعض أخطاء الأداء لديهم.

3. من خلال التحليل يمكن معرفة حدود العمل العضلي للمقاومات المسلطة على كل عضلة ومفاصل جسم الرياضي والذي يعد من الأهمية اثناء العلاج الطبيعي للرياضيين المصابين عند التأهيل من خلال اختيار المقاومات المناسبة، لانَّ اختيار المقاومات بصورة عشوائية للعلاج قد يتسبب بزيادة الاصابة وتعقيد العلاج.
4. انَّ معرفة الحدود القصوى للمقاومات المسلطة على كل عضلة ومفصل تساعد المدرب انَّ يستبق الاصابات التي قد تحدث للاعبين جراء تحميلهم مقاومات أعلى من المطلوب في اثناء التدريب او المنافسات.

8.6 تقويم الأداء والابتكار:

الابتكار هو سمة الانَّجاز العالي والمستويات العليا فهو لا يظهر الا عندما تظهر الحاجة اليه وهذا يحدث دائما عندما يراد تطوير الأداء ورفع الانَّجاز وتحقيق مستوى عالٍ فيه لذا تبرز هنا أهمية تقويم الأداء للمهارات فهو الرابط الذي يدفع بالباحثين إلى الابتكار وبالأخص عندما يكون التقويم هو الحد الفاصل في تحديد الفائزين، مثل الجمناستك والغطس إلى الماء والرقص على الجليد وغيرها. وهذا كله لا يتم الا من خلال التحليل الحركي الذي نعرض اهميته في هذا المحور.



9.6 التحليل الحركي النوعي:

التحليل النوعي أو التحليل الكيفي كما يسمى عند بعض المختصين كلا المصطلحين معناهما واحد، وقد تم التعريف بهذا المصطلح سابقاً وهنا سنأتي على ذكر التفاصيل الخاصة بطريقة العمل في التحليل النوعي بنوعيه المباشر وغير المباشر والذي يعد الاكثر استخداماً في كل مجالات الحياة وبالأخص في المجال الرياضي سواء كانَّ في مجال التعليم أو التدريب فيكاد لا يوجد هناك شخص يعمل في المجال الرياضي بدون انَّ يستخدم التحليل النوعي عن طريق التفسير العلمي والمنطقي لحدث معين ومن خلاله نصل إلى الحلول الفعالة والسريعة والتي تجعلنا نحقق الهدف. والتحليل النوعي يقسم إلى نوعين هما:

اولاً: التحليل النوعي المباشر (الملاحظة):

تُعدُّ طريقة التحليل النوعي المباشر باستخدام الملاحظة المرئية من الطرائق الاكثر استخداماً في التحليل النوعي لتحليل الحركات الرياضية كونها لا تحتاج إلى اي اجهزة وآلات تصوير أو التقنية الحديثة لانَّها تعتمد فقط على ما تراه العين المجردة وبشكل حي مباشر، لذلك فانَّ اي حركة يتم مشاهدتها بصورة مباشرة لمرة واحدة وبدون اعادة بوساطة اجهزة فهي تسمى بالتحليل النوعي المباشر، إذ يجب على القائم بالتحليل النوعي المباشر بعد المشاهدة انَّ يعطي القرار والتشخيص من خلال التفاصيل التي حصل عليها من ملاحظته للأداء ومقارنتها بما يجب انَّ يكون بالاعتماد على المعلومات المخزونة مسبقا في الذاكرة فيصدر توجيهاته لتحسين الأداء كليا أو جزئيا، أذن **فالتحليل النوعي المباشر هو عملية تشخيص واتخاذ قرار من خلال المشاهدة بصورة مباشرة ومن اول مرة معتمداً على الخبرات السابقة ومعلوماته في الذاكرة**.

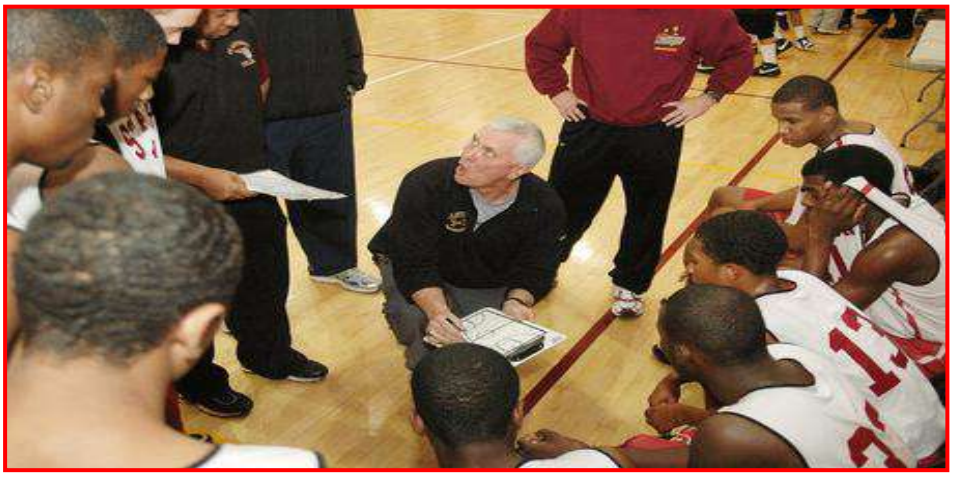
وفي اثناء هذا النوع من التحليل الحركي لا يتم استخدام أي وسيلة من وسائل التسجيل كالتصوير الفيديوي او تقنيات اخرى مثل عين الصقر التي تسهل اعادة عملية العرض اكثر من مرة وعلى اختلاف طريقة العرض (السرعة الاعتيادية، السرعة البطيئة، الصور متسلسلة) لكون المطلوب من القائم

بالتحليل في هذا النوع إعطاء النتيجة من اول مشاهدة بالعرض الاعتيادي بصورة مباشرة دون الحاجة إلى اعادة العرض مرة اخرى. فعلى سبيل المثال ولغرض تقريب الصورة سنعطي عدة امثلة من الواقع الرياضي والذي يستوجب منهم إعطاء القرار السريع والمباشر باعتمادهم على التحليل النوعي المباشر باستخدام اسلوب الملاحظة فقط وعلى النحو الآتي:

1. في الدروس العملية لكلِّيات التربية البدنية وعلوم الرياضية يعتمد المدرسون في اعطاء الدرجات للطلاب على التحليل النوعي المباشر.
2. يعتمد الحكام في رياضة الجمناستك عند إعطاء الدرجات التي تكون هي الحد الفاصل في اختيار الفائزين الثلاث الاوائل على استخدامهم للتحليل النوعي المباشر بأسلوب الملاحظة وذلك عندما يؤدي اللاعب سلسلته الحركية على الاجهزة، فتقويم الأداء يعتمد على مقدار الأخطاء الفنية. (انَّثناءات، انَّحرافات، فتح الساقين...).

3. في مباريات كرة القدم وعند ارتكاب خطأ اعاقة من قبل احد اللاعبين ضد اللاعب الخصم نرى حكم المباراة وهو يبرز أحد بطاقات الانَّذار بوصفه قراراً اتخذه ضد اللاعب الذي ارتكب الخطأ، إذ يعتمد لون بطاقة الانَّذار على التحليل النوعي المباشر للحكم باستخدامه اسلوب الملاحظة وهكذا هو الحال في كل القرارات التي يتخذها الحكم من خلال رؤيته للمباراة بصورة مباشرة داخل الملعب.

4. يغير مدرب السلة اللاعبين في أثناء المباراة وكذلك خططه للعب وفق تحليله النوعي المباشر للمباراة وما يصاحبها من احداث انَّيه يقدرها المدرب، وعليه تعتمد نهاية المباراة ونتيجتها على طريقة التحليل النوعي المباشر للمباراة.



5. يعتمد نجاح المناولة الطويلة لتحويل اتجاه اللعب إلى الجهة الثانَّية والتي من شانَّها انَّ تحقق احراز هدف يسبب كسب البطولة على التحليل النوعي المباشر والصحيح لسرعة اللاعب الزميل واللاعب والمنافس وتحديد كمية القوة التي يجب انَّ تضرب بها الكرة لتصل المناولة بشكل سليم وسهل.

6. يستخدم كل المشاهدين التحليل النوعي المباشر عند مشاهدتهم المباراة في الملعب ولكن كل مشجع بطريقته الخاصة إذ يبدأ المشجعون بإعطاء القرارات بدل المدرب عندما يخسر فريقهم ويتراجع في ادائه، فيبدأ الصراخ بالمطالبة بإخراج لاعب معين وادخال بديل اضافة إلى تصاريح اخرى.

7. يقفز لاعب الكرة الطائرة ليؤدي مهارة الكبس الساحق فيفاجأ بصعود حائط الصد امَّامهُ ولكنه يغير قراره ليقوم بإسقاط الكرة خلف حائط الصد ليحرز نقطة ممكن انَّ تنهي مباراة لصالح فريقه، وذلك نتيجة استخدام هذا اللاعب التحليل النوعي المباشر بأسلوب الملاحظة بالصورة الصحيحة.

ثانيا: التحليل النوعي غير المباشر (التسجيل):

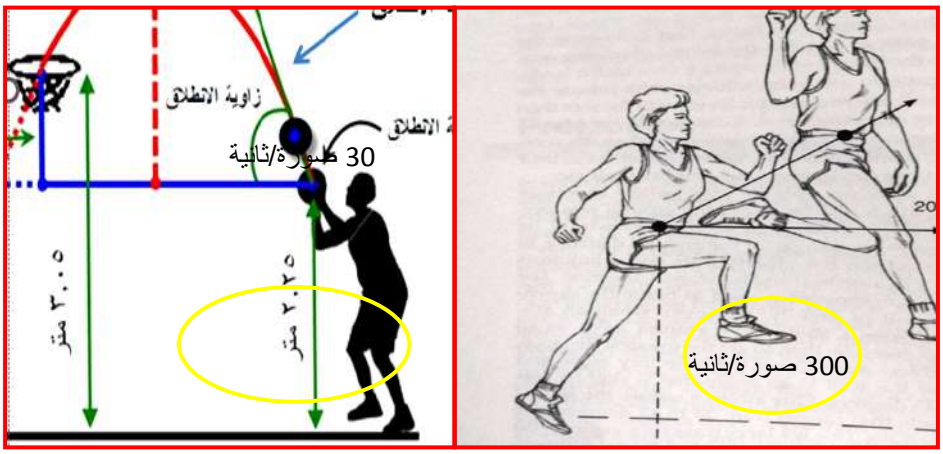
لا يتمكن الشخص المحلل (مدرب، حكم، مدرس،.....) من خلال التحليل النوعي المباشر من معرفة تفاصيل الأداء مع زيادة سرعة أداء الحركات الرياضية والتي تعتمد على نوع او متطلبات الأداء المهاري، فكلما زادت سرعة أداء الحركات أو المهارات الرياضية قلت امكانَّية رؤية تفاصيل الأداء ومن ثمَّ ستقل دقة معرفة تفاصيل الحركة او المهارة وانَّ كانَّ الامر متعلق بقدر خبرة الشخص المحلل.

لذلك تُعدُّ طريقة التحليل النوعي غير المباشر باستخدام الملاحظة المرئية المكررة (التسجيل) أدق من التحليل النوعي المباشر، وذلك لانَّ هذا النوع من التحليل يشترط فيه وجود آلات تصوير أو أجهزة تقنية حديثة لأنها تعتمد على امكانَّية اعادة العرض للمهارة بعدّة طرائق ولأكثر من مرة الامر الذي يتيح للمشاهد أو المحلل انَّ يتمعن في النظر إلى تفاصيل الأداء للحركة أو المهارة بصورة ادق وإعطاء الحكم الصحيح عليها.

لذا **فالتحليل النوعي غير المباشر هو التحليل الذي يعتمد في حكمه لإعطاء القرار على التصوير والتقنية الحديثة التي تسهل عملية العرض للملاحظة المرئية المكررة لا كثر من مرة وللحركة نفسها او المهارة، سواء كانَّ العرض بالسرعة الاعتيادية أم البطيئة أم على شكل صور متسلسلة**، ويعتمد القرار والتشخيص الصادر من الشخص المحلل على دقة التفاصيل التي حصل عليها من ملاحظته المكررة للأداء ومقارنتها بما يجب انَّ يكون بالاعتماد على المعلومات المخزونة مسبقا في الذاكرة. كما وتعتمد دقة تفاصيل الأداء للحركة او المهارة على النحو الآتي:

أ- نوع آلة التصوير (Camera model):

1. سرعة آلة التصوير (Speed of Camera): فكلما زادت سرعة تسجيل آلة التصوير لأكثر من 30 صورة/ثا زادت دقة تفاصيل الأداء، ؛ بسبب عدد الصورة الملتقطة والمسجلة في آلة التصوير، فزيادة عددها معناه الحصول على أجزاء اكثر للحركة أو المهارة مما هي عليه عند التسجيل بالسرعة الاعتيادية (30 صورة/ثا).



2. وضوح الصورة (Resolution): انَّ وضوح الصورة تعني مشاهدة جيدة لذا فكلما زادت وضوح الصورة المسجلة زادت دقة تفاصيل الرؤية للحركة او المهارة.

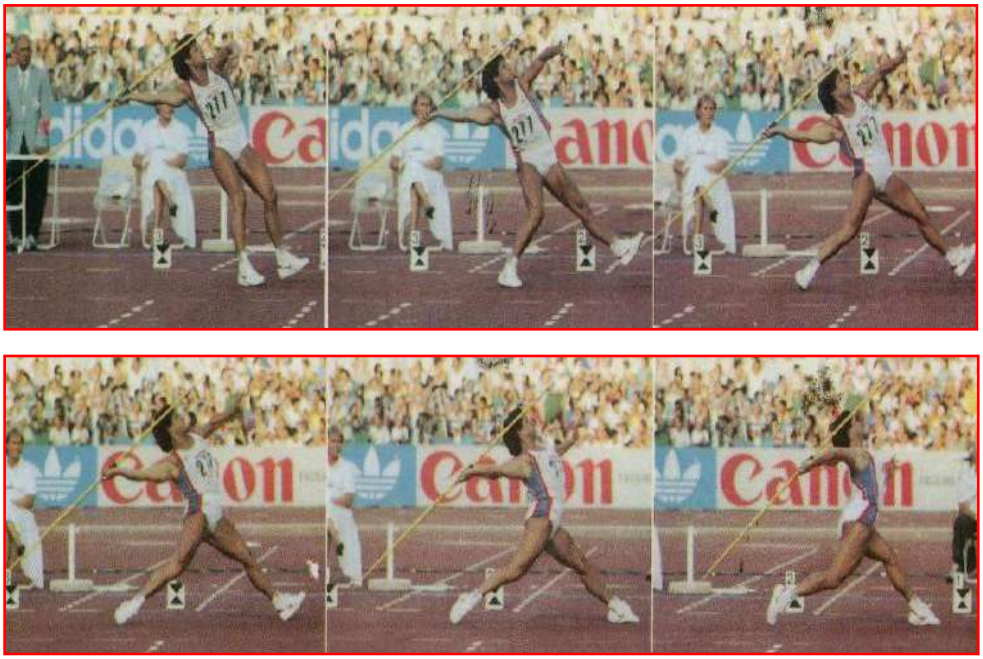
3. قياسات الصورة (Image Size): تختلف آلات التصوير في قدراتها عند التسجيل باختيار قياسات الصورة (الطول والعرض) والذي بالتأكيد كبر قياسات الصورة تعطي رؤية افضل، فكلمت زادت قياسات الصورة المسجلة زادت دقة تفاصيل الأداء.

ب- طريقة العرض (Method View):

1. العرض بالسرعة الطبيعية (Normal speed): تتيح هذه الطريقة اعادة العرض للحركة المسجلة وملاحظتها بصورة اكثر تركيزاً ولكنها ليست عالية الدقة في معرفة تفاصيل الأداء حتى وانَّ تم اعادتها لأكثر من مرة علماً انَّ عدد مرات الاعادة للفلم المصور يعطي فرصة اكبر في معرفة تفاصل الحركة او المهارة المسجلة.

2. العرض بالسرعة البطيئة (Slow motion): هذه الطريقة أفضل بكثير من سابقتها لكونها تعطي زمناً اكبر في تتبع تفاصيل الأداء بشرط توفر وضوح الصورة، فكلما كانَّ العرض أبطأ (اي اقل من نسبة 100% من سرعة الفلم بصورته الطبيعية) زادت الدقة في معرفة تفاصيل الحركة او المهارة المسجلة.

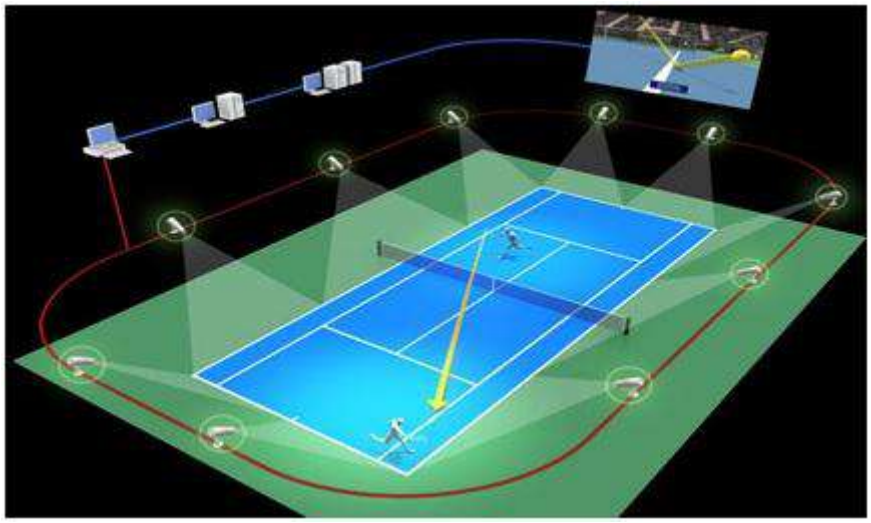
3. العرض بالصور المتسلسلة (Photos sequential): وهي أدق الطرائق للتعرف على تفاصيل الأداء وبالأخص كلما زادت سرعة آلة التصوير للفلم المسجل بالإضافة إلى وضوح الصورة، فزيادة عدد الصور المسجلة للحركة او المهارة عند العرض بطريقة الصور المتسلسلة تعني زيادة دقة تفاصيل الأداء، والسبب يعود إلى التحكم السهل في التقدم والتراجع عند العرض للصور بصورتها المتسلسلة الامر الذي يتيح زمناً اطول ورؤية افضل ومن ثمَّ دقة افضل.



ج- التقنيَات الحديثة:

1. تقنيَـة الفـار (VAR): video assistant referee اختصـاراً (VAR) ومعناهـا التحكـيم بمسـاعدة الفيديو ويسمى أيضاً حكم الفيديو المساعد، وهي تقنيّة تقوم على مراجعة القرارات التي يتخذها حكم المباراة باستخدام لقطات فيديو متُعدُّدة الزوايا إذ يرتدي حكم المباراة سمّاعة رأس للتواصل معَ الحكم المساعد (حكم الفار) عندَ الضرورة وهذه التقنية معتمدة في الاتحاد الدولي لكرة القدم، امَّا في باقي الالعـاب الفرقيـة وبعـض الالعـاب الفرديـة تسـتخدم هـذه التقنيـة (الإعـادة بـالعرض البطـيء) ولكـن بمسميات اخرى.

2. تقنية عين الصقر (Hawk Eye): هي منظومة (مجموعة كاميرات وأجهزة) مربوط بنظام حاسوبي يستخدم طريقة المحاكاة (simulation) لما يحصل في الواقع للرياضات التي غالباً ما يكون فيها تعقب للكرة وقد تم استخدمها على لعبة التنس الارضي، فهي تتابع حركة الكرة لبيانَّ موقع سقوطها ضمن حدود الملعب في امَّاكن متُعدُّدة وتُعدُّ هذه التقنية الحد الفاصل بين قرار الحكم واعتراض اللاعب لتثبيت حقيقة موقع سقوط الكرة خارج أو داخل الملعب وبعدها تم استخدامها في العاب اخرى مثل كرة القدم عند دخول الكرة الهدف.



10.6 طريقة العمل بأسلوب التحليل النوعي:

انَّ المدرسين أو المدربين غالباً ما يقومون باستخدام التحليل النوعي في تقويم طلابهم أو لاعبيهم وانَّهم نادراً ما يقومون باستخدام التحليل الكمي والذي يستخدم في الغالب لرياضيي النخبة ومن اجل استخدام هذا الاسلوب بشكل اكثر نجاحا فإننا سنقوم بذكر التفاصيل الدقيقة لهذا الاسلوب بشيء من الاسهاب وذلك لأدراكنا بأهميته الكبيرة سواء في عمليات التدريب او عملية التدريس، وهناك مجموعة من الخطوات يجب اتباعها عند استخدام اسلوب التحليل بالملاحظة سواء كانَّ بالعين المجردة وبالشكل المباشر أم استخدامه لكاميرات التصوير من اجل المشاهدة غير المباشرة ففي كلا الحالتين يتوجب على المحلل انَّ يكون على معرفة بهذه الخطوات وهي:

1- الاستُعدُّادات الضرورية للملاحظة.

2- تحديد الهدف من المهارة .

3- تحديد المميزات الخاصة للمهارة .

4- تجزئة المهارة إلى عناصرها الاساسية .

5- استخدام المعرفة البايوميكانَّيكية في تحليل المهارة .

انَّ الأخطاء يمكن ملاحظتها عند المبتدئين بسهولة، لذا يكون التحليل النوعي ذا فائدة كبيرة ويمكن انَّ يعطي مردودات إيجابية على الأداء المهاري ، ومع تطوّر الأداء وتقدّمه فانَّ الأخطاء سوف تقل ويصبح من الصعب ملاحظتها إذ انَّ مستوى الأداء كلما ارتفع فانَّ مقدار الأخطاء سوف تقل.

1.10.6 الاستُعدُّادات الضرورية للملاحظة:

هناك مجموعة من الاستُعدُّادات الضرورية التي يجب انَّ تكون واضحة لدى الشخص الذي يقوم بالملاحظة لضمانَّ انَّجاح الملاحظة وهذه الاستُعدُّادات هي:-

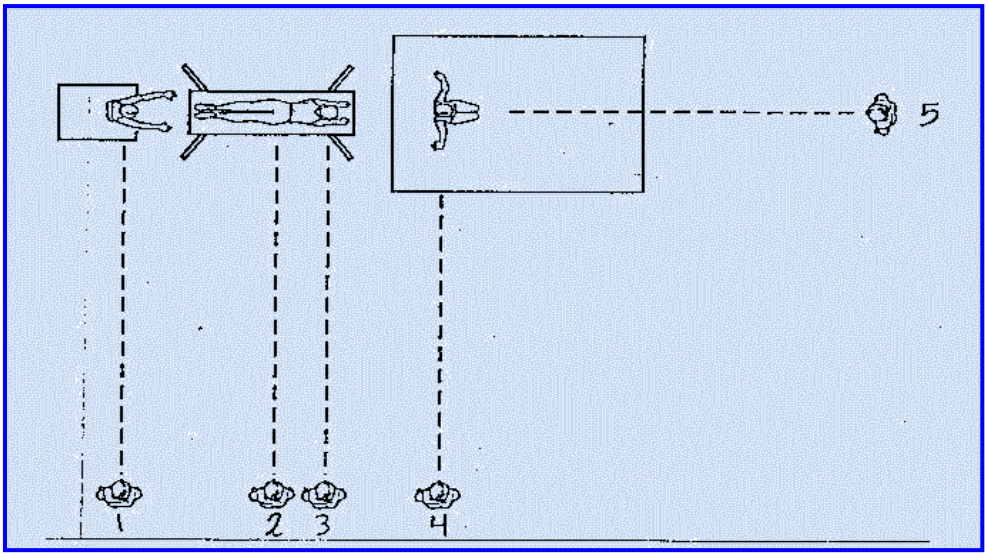
1- مكانَّ وقوف الشخص الذي يقوم بالملاحظة:

لكي تكون الملاحظة للمهارة بصورة ناجحة يجب انَّ تتم ملاحظة المهارة من اكثر من مكانَّ وبزوايا مختلفة ولمسافة لا تزيد عن خمسة امتار. كما انَّ الزوايا القائمة هي افضل الزوايا التي يقف فيها الشخص الذي يقوم بالملاحظة.

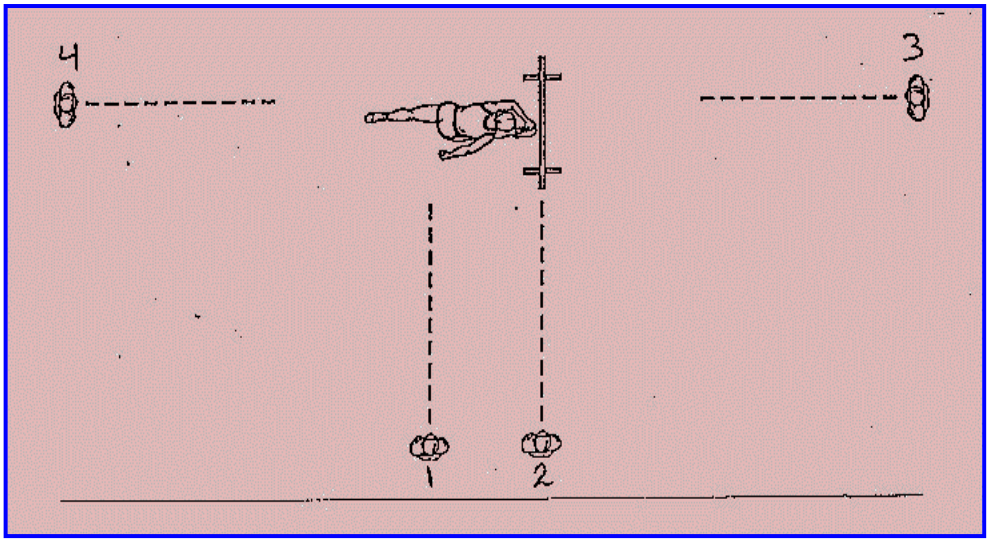
انَّ ملاحظة المهارات الرياضية التي تتميز في شكلها على مسافة افقية وعلى ارتفاع عمودي (مثل القفز على الحصانَّ في الجمناستك، القفز بالزانَّة) تكون اكثر صعوبة مقارنة بالمهارات التي تحتوي على متغيرات اقل (ارتفاع عمودي، مسافة افقية فقط).

فمهارة القفز على القفز في الجمناستك والتي تحتوي على ركضة تقريبية تتميز بالسرعة وبطول المسافة والنهوض من خلال ضرب لوحة النهوض ومن ثم الطيرانَّ الاول ودفع طاولة القفز ومن ثم

الطيرانَّ الثانَّي فالهبوط، حيث انَّ هذه الاشكال المتُعدُّدة للمهارة والتي تحدث بسرعة عالية ولمسافة أفقية وارتفاع عمودي لا يمكن بأي شكل من الاشكال انَّ يتم تحليلها بأسلوب الملاحظة وبصورة ناجحة من خلال مكانَّ واحد، لذلك وجب على الشخص الذي يقوم بالملاحظة لهذه المهارة انَّ يلاحظها من امَّاكن متفرقة، وينصح بملاحظة المهارة من خلال خمسة امَّاكن والشكل في ادناه يوضح اماكن تواجد الشخص الذي يقوم بالملاحظة لمهارة القفز على الحصانَّ في رياضة الجمناستك.



وكذلك عندما يريد مدرب ركض الموانَّع انَّ يلاحظ حركة رياضيه في اثناء عبور المانَّع فعليه انَّ يلاحظ المهارة من الجانَّب وبزاوية قائمة قبل عبور المانَّع وفي اثناء العبور وكذلك ملاحظة الرياضي من الامَّام ومن الخلف كما هو واضح في الشكل.



انَّ مكانَّ وقوف الشخص الذي يقوم بالملاحظة نقطة في غاية الأهمية لانَّها تكون مؤثرة حول أي جزء من أجزاء الأداء سوف يكون مرئياً وهنا نؤكد حقيقة غاية في الأهمية ألا وهي انَّ يكون النظر عمودياً على المحور الذي تتم حوله الحركة، فالركض مثلاً والوثب العريض والرمية الحرة بكرة السلة والسَّباحة كلها حركات تتم حول المحور العرضي وأفضل مكانَّ للشخص الذي يقوم بالملاحظة هو من الجانَّب (ويمكن تحقيق تعامد النظر من كلا الجانَّبين اليمين أو اليسار).

وكذلك يجب الانَّتباه إلى حقيقة مؤثرة أخرى تخص مكانَّ وقوف الشخص القائم بالملاحظة وهي بعد أو قرب الشخص الذي يقوم بالملاحظة من الشخص الذي يؤدي المهارة، إذ انَّ التقرّب بدرجة كبيرة جداً يؤدي إلى عدم ملاحظة جميع أجزاء الأداء بصورة جيدة ، لذلك يجب الأبتعاد بدرجة كافية لكي يتمكن الشخص القائم بالملاحظة لمتابعة جميع أجزء المهارة.

وبما انَّ معظم المهارات الرياضية تتم حول أكثر من محور واحد لذلك يجب ملاحظتها من أكثر من مكانَّ ، فملاحظة مهارة القفز العالي مثلاً يمكن انَّ تتم من خلال موضعين في أقل تقدير، الأول يتم فيه الأقتراب والنهوض والثانَّي تتم فيه ملاحظة عبور العارضة.

2- ضمانَّ مبدأ السلامة والامَّانَّ:

في هذا المجال يكون التأكيد على نقطة غاية في الأهمية والتي تتعلق في المكانَّ الذي يقف فيه الشخص الذي يقوم بالملاحظة الا وهي التأكيد على عنصر السلامة والامَّانَّ بالنسبة للشخص الذي يقوم بالملاحظة، ففي العديد من المهارات الرياضية يكون لمبدأ الملاحظة من الامَّام الاثر الكبير في نجاح الملاحظة ولكن الملاحظة من الامَّام تتطلب توخي الحذر الشديد من قبل الشخص الذي يقوم بالملاحظة لانَّ هذا الشخص مهتما بالأداء المهاري وليس على ما يحدث بعد ذلك وفي مهارات مثل الرمي في العاب الساحة والميدانَّ

فلا يوصى بالملاحظة من الامَّام ولكن الملاحظة خلال مثل هذه المهارات الرياضية تكون واقعية اذا ما تمت من الجانَّب او الخلف.

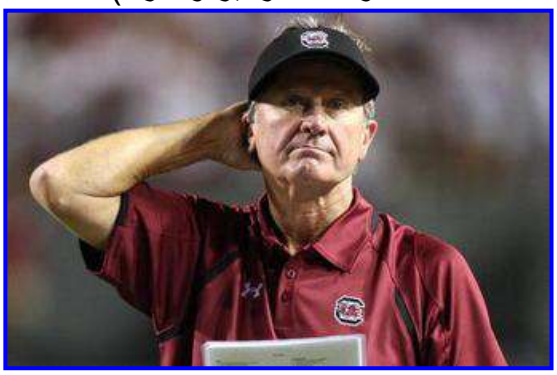
امَّا في المهارات التي يكون فيها دورانَّ حول المحور الطولي للجسم مثل (رمي المطرقة، رمي القرص) يكون من الافضل انَّ يقف الشخص الذي يقوم بالملاحظة خلف قفص الامَّانَّ وخصوصا في لعبة مثل رمي المطرقة، اذ وزن المطرقة الكبير نسبيا وكذلك السرعة الكبيرة لدورانَّ المطرقة وعلى الأخص عندما تكون الملاحظة لرياضي مبتدئ حيث يتميز أداء الرياضي المبتدئين بعدم السيطرة الكاملة على مجريات الرمي، وفي حالة عدم وجود قفص للامَّانَّ فمن الافضل انَّ يقف الشخص الذي يقوم بالملاحظة إلى الخلف واليسار عندما يكون دورانَّ الرياضي بعكس عقارب الساعة ويقف في الخلف اليمين عندما يدور رياضي المطرقة او القرص باتجاه دورانَّ عقارب الساعة.

وفي مهارات الرمي عندما يكون المدرب يقف امَّام مجال الرمي ويريد بالوقت نفسه انَّ يسجل مسافة الانَّجاز للرامي فعليه انَّ ينتبه لمجموعة من المؤثرات الخارجية والتي قد تغير في الأداء فمثلاً قد تؤثر الرياح في مسار الرمح ومن ثمَّ هبوطه في مكانَّ غير متوقع وكذلك اذا كانَّت الأرضية رطبة فيمكن انَّ يؤدي مثل هذا الامر إلى انَّزلاق اداه الرمي (رمح، قرص) ومن ثمَّ تؤدي إلى اصابة الشخص الذي يقوم بالملاحظة كما في الشكل الاتي.

وفي رياضة الجمناستك إذ يؤدي المدرب او المدرس غالبا بعض الحركات لمساعدة الرياضي الذي يقوم بالمهارة، فيجب الانَّتباه إلى انَّ التركيز على الأداء قد يؤثر في نجاح حركات المساعدة ولكن قد يتعرض الشخص الذي يقوم بالملاحظة لبعض الاصابات نتيجة الضرب من الرياضي، فالمدربون الذين لديهم القدرة والامكانَّية على أداء حركات المساعدة لرياضيهم يتمكنون من أداء الملاحظة لأداء المهارة بصورة صحيحة من دون حدوث أصابات.

3- المتغيرات الخارجية:

يجب على الشخص الذي يقوم بالملاحظة انَّ يتجنب كل ما يشتت الانَّتباه من المتغيرات الخارجية، فعلى سبيل المثال (إذا تأثر الحكم بالجمهور في أي لعبة أو فعالية رياضية وبحسب المهام المسؤول عنها وتشتت انَّتباهه ولو للحظة عن التركيز في مجريات الأداء فسينعكس ذلك على قراراته ومن ثمَّ على النتيجة وكذلك هو الحال للمدرب واللاعب وأي شخص آخر يستخدم الملاحظة خصوصاً في الحالات التي لا يمكن إعادة الحدث لذا وجب التركيز والعزل).



4- بداية الملاحظة:

يجب انَّ تكون بداية ملاحظة المهارة بعدما يؤدي الطالب أو الرياضي تمارين الاحماء العام والخاص بعد ذلك يقوم بأداء المهارة كاملة لغاية ضبطها بالصورة التي يكون فيه متهيئ بصورة كاملة (كما هو الحال في البطولات) حين إذ تأتي المرة الاولى للملاحظة، فالملاحظة الاولى تبدأ دائما بعد الاستُعدُّاد الكامل للرياضي لأداء المهارة.

5- ملاحظة المهارة بالسرعة الاعتيادية:

هناك بعض المهارات تمتاز بسرعة ادائها أي انَّ السرعة من متطلبات نجاح أداء المهارة، لذلك قد يصعب على القائم بالملاحظة متابعة تفاصيل الأداء المهاري وعليه يجب انَّ لا يطلب من الرياضي أداء المهارة بسرعة أقل (بسرعة بطيئة)، والسبب يعود إلى انَّ أداء الرياضي بالسرعة البطيئة يؤدي إلى

إعطاء معلومات غير حقيقية لما يحدث في اثناء الأداء إذ انَّ مثل هذا الامر سيجعل هناك اختلافات في الزمن وقيم القوة المعطاة وغيرها من المتغيرات. لذلك يجب انَّ يكون دائماً سرعة الأداء بسرعته الاعتيادية وبحسب متطلباته الفنية. ومن اجل الملاحظة الصحيحة فالتسجيل الفيديوي هو الطريقة المثلى ومن ثم مشاهدتها بالعرض البطيء والمتكرر كونه سيتيح للمدرب التعرف على تفاصيل مراحل الأداء بالشكل الجيد فالمشاهدة بالعرض البطيء يعطي للمدرب او المدرس مجالاً اوسع للتعرف على تفاصيل الأداء ومن ثمَّ استيعابه بصورة افضل ومؤكد.

2.10.6 تحديد الهدف من المهارة:

انَّ التحديد المسبق للهدف من المهارة قبل ملاحظتها يسهل عملية تحليلها بشكل علمي صحيح، ومعظم المهارات الرياضية تتميز بامتلاكها اكثر من هدف، فالهدف الاول يُعدُّ اساسياً والذي يجب التركيز عليه اثناء الملاحظة والتحليل والأهداف الاخرى تُعدُّ ثانَّوية والتي في الغالب تكون مرتبطة بالنواحي القانَّونية للمهارة.

ففي فعاليات الرمي لألعاب الساحة والميدانَّ يكون الهدف من المهارة هو رمي الاداة لأبعد مسافة افقية ممكنة، وهذا هو الهدف الاساسي للمهارة ؛ لانَّ المسافة الابعد هي التي تحقق الانَّجاز، امَّا الهدف الثانَّوي والذي لا يقل أهمية عن الهدف الاساسي فهو دقة الرمي الذي يرتبط بالناحية القانَّونية للمهارة، فما فائدة تحقيق افضل مسافة افقية ولكن اداة الرمي خرجت عن المنطقة المخصصة للهبوط عندها ستعتبر الرمية غير قانَّونية (رمية فاشلة).

انَّ تحديد المسافة الابعد بوصفه هدفاً اساسياً والدقة في الرمي بوصفه هدفاً ثانَّوياً ستحدد للمدرب الاسس الميكانَّيكية التي يجب التركيز عليها اثناء ملاحظة الرياضي، فلتحقيق هدف المسافة الابعد سيعني التركيز على متغيرات مهمة اثناء الرمي مثل سرعة الانَّطلاق وزاوية الانَّطلاق وارتفاع نقطة الانَّطلاق للأداة، امَّا الهدف الثانَّي فتحقيقه يتم من خلال التركيز على وضعية الجسم في اثناء الرمي وعلى كيفية ترك اليد للأداة وموقع الانَّطلاق نسبة لقطاع الرمي.

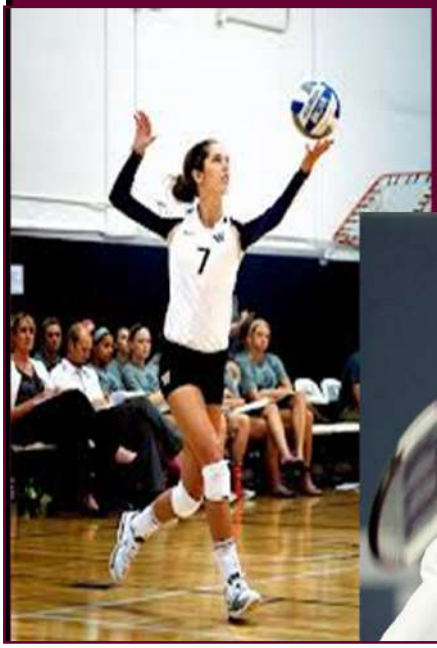
وفيما الآتي تصنيفا للمهارات الرياضية وبحسب الهدف الرئيس (الميكانَّيكي) لها:

3- أعلى ارتفاع

٤- الحصول على هدف او نقطة

٥- الدقة

٦- الدقة مع السرعة



7- رفع أكبر وزن

وسنعطي مثالاً مفصلاً لتحديد الهدف الميكانَّيكي لفعالية القفز العالي والذي سيكون الحصول على اعلى ارتفاع عمودي ممكن لعبور العارضة ، انَّ هذا الهدف الميكانَّيكي يمكن يقسم إلى ثلاث اهداف ميكانَّيكية ثانَّوية وهي:-

1. اعلى ارتفاع لمركزثقل الجسم عند النهوض.
2. اقصى ازاحة عمودية لمركز ثقل الجسم من لحظة النهوض لغاية اقصى ارتفاع ممكن.
3. اقل فرق مابين اقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم والعارضة اثناء أجتيازها ولغرض الحصول على افضل انَّجاز (اعلى ارتفاع) يجب تحقيق الاهداف الثانَّوية وبأعلى مقدار ممكن.

انَّ ارتفاع مركز ثقل الجسم في لحظة النهوض وهو الهدف الثانَّوي الاول، يمكن انَّ يتحدد من خلال وضع القافز في لحظة النهوض، اذ انَّ قانَّون الفعالية يلزم القافز انَّ يؤدي مرحلة النهوض بقدم واحدة، انَّ مركز ثقل الجسم يكون اعلى كلما كانَّ الرياضي يتميز بالطول لذلك نلاحظ انَّ قافزي العالي يتميزون بطول القامة ونلاحظ انَّ اول رياضي اجتاز 2.40 م كانَّ القافز (Javier Sotomayer) والذي كانَّ طوله 1.96 متراً.

وانَّ القافزة (Stefka Kostadinova) كانَّ طولها 1.80متر وانَّ كلاهما كانَّا اطول من أقرانَّهما في قافزي العالي.

انَّ الهدف الميكانَّيكي الثانَّوي الثانَّي الذي هو اقصى ازاحة عمودية لمركز ثقل الجسم في لحظة النهوض لغاية اقصى ارتفاع ممكن، اذ انَّ القافز يعامل ميكانَّيكياً على انَّه جسم مقذوف من لحظة مغادرة قدم نهوضه للأرض لذا فانَّ الازاحة العمودية لمركز ثقله بعد النهوض تتحدد من خلال السرعة العمودية لمركز ثقل القافز في لحظة النهوض التي يجب انَّ تكون بأعلى مقدار ممكن.

ولغرض الوصول إلى سرعة النهوض العمودية القصوى فعلى القافز انَّ يحصل على المعدل القصوي لقوة رد الفعل العمودي على قدم النهوض (R) وكذلك زمن اتصال قدم النهوض مع الارض (t).

انَّ الهدف الثانَّوي الثالث الخاص بأداء القفز العالي هو تقليل الفرق مابين اعلى ارتفاع لمركز ثقل الجسم وارتفاع العارضة ، ولغرض تحقيق هذا الهدف فانَّ مركز ثقل جسم القافز يحتاج إلى انَّ يكون اقرب ما يكون من العارضة وحتى في احيانَّ اخرى يكون اسفل للعارضة (كما في Fosbry Flop) فعندما يعبر الجسم في اثناء وضعية الاستلقاء كما في قفزة (الفوسبري) فانَّ الفرق سيكون اصغر وفقاً لعملية تقوس الجسم التي يجريها قافز الفوسبري وكذلك طول الاطراف وهي مثنية اسفل العارضة، فكل هذه الافعال تؤدي إلى جعل الفارق ما بين مركز ثقل الجسم والعارضة اقل ما يمكن ويمكن انَّ يكون بالمقدار السالب إذ نلخص ماتقدم من خلال:-

1.الاقتراب من العارضة بسرعة.

2.جعل الخطوات الاخيرة للاقتراب تتم بسرعة من خلال وضع قدم الاتصال بسرعة مبكرة.

3.خفض مركز ثقل الجسم خلال الخطوة الاخيرة وخصوصاً عند بداية مرحلة النهوض من خلال وضع الذراعين والرجل اقرب للاسفل والميل للخلف بعيداً عن العارضة.

4.استخدام رجل النهوض للدفع للاسفل ضد الارض بأقصى قوة ممكنة من خلال تعجيل الذراعين والرجل بأعلى مقدار ممكن.

5.رفع مركز ثقل الجسم بأعلى مقدار ممكن في لحظة النهوض عن طريق المد الكامل لرجل النهوض.

6.عبور العارضة بوضعية تقوس الجذع لغرض تقليل فارق البعدين بين مركز ثقل الجسم والعارضة لحظة العبور.

3.10.6 تحديد المميزات الخاصة للمهارة : -

انَّ تحديد المميزات الخاصة لكلِّ مهارة يسهل كثيرا من عملية انَّجاح الملاحظة ويمكن ملاحظة المهارة من حيث مميزاتها من خلال:

1. الاسلوب الذي تنجزا فيه المهارة.

2. متطلبات او وضعيات أداء المهارة.

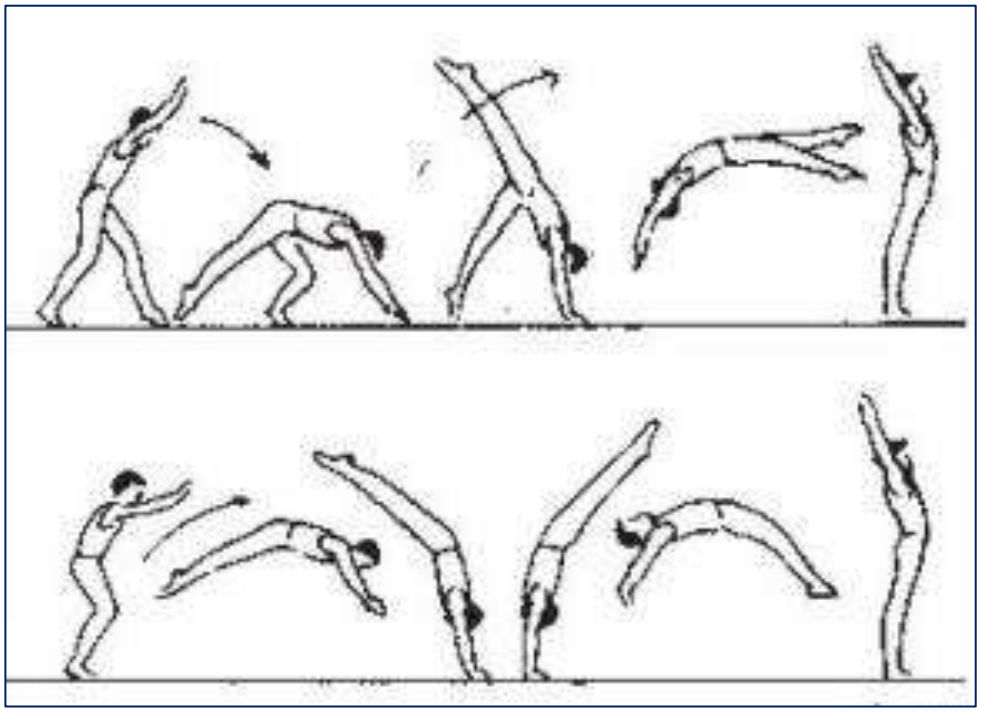
وانَّ كلاً من اسلوب ومتطلبات أداء المهارة مرتبطانَّ بصورة مؤثرة وقوي في الأداء ولا يمكن الفصل بينهما الا لغرض الدراسة فقط، كما يجب الانَّتباه إلى شكل ونوع المهارة التي تؤدى، فمن حيث الشكل فانَّنا سنلاحظ انَّ هناك شكلين من اشكال المهارة وهما:-

1. المهارة المتصلة الثنائية (الركض، السَّباحة).
2. المهارة المنفصلة الثلاثية. (الوثب العالي، القفز إلى الماء).

امَّا من حيث النوع عند الأداء المهاري فهناك نوعان هما:-

1. المهارات المغلقة (قفزة اليدين الامَّامية، رمي المطرقة).
2. المهارات المفتوحة (الاستقبال في كرة الطائرة، الاستقبال في التنس).

ويعد هذا التنوع والاشكال للأداء المهاري من المعلومات الواجب معرفتها قبل البداء بالملاحظة لما لها من اختلاف في المسار الحركي والنتيجة النهائية والهدف، من المهارة وغيرها من الامور التي تجعل الاختلافات مؤثرة بشكل يسترعي من الشخص القائم بالتحليل الانَّتباه لها.



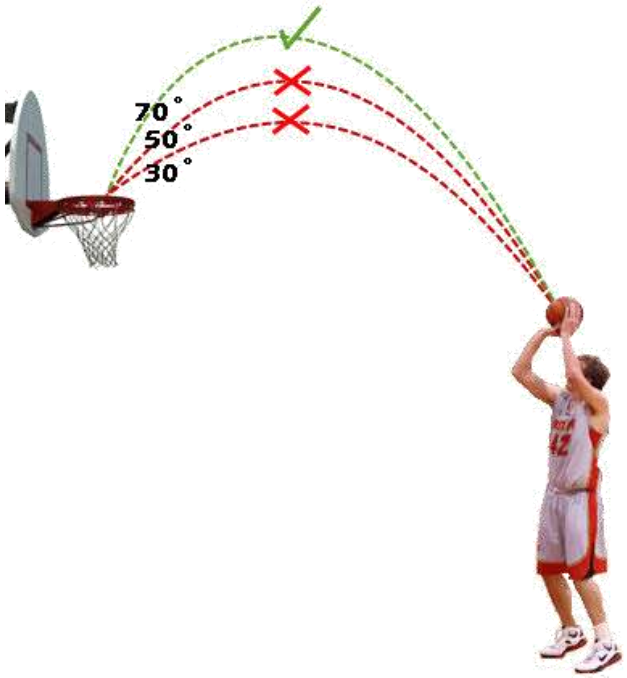
4.10.6 تجزئة المهارة إلى عناصرها الاساسية:

بعد انَّ يقوم المدرب بالملاحظة للأداء المهاري ولعدة مرات فانَّه سيكون مستُعدُّاً ؛ لانَّ يجزأ المهارة إلى عناصرها الاساسية وذلك لمعرفته المسبقة بتفاصيلها وانَّ هذا الامر مهم لانَّه يعطي لعملية التدريب دقة اكبر وكذلك سهولة اكثر.

انَّ معظم المهارات الرياضية مكونة من أجزاء متُعدُّدة وعندما ترتبط هذه الأجزاء بعضها مع بعض سيظهر لنا الأداء الكلّي للمهارة وهناك طريقتانَّ اساسيتانَّ لتجزئة المهارة إلى عناصرها الاساسية وهما:

الطريقة الاولى: (البداية من النتيجة النهائية):

تخص هذه الطريقة المتعلمين فقط وهي البداية من النتيجة النهائية لأداء المهارة ومن ثم العودة إلى بداية الأداء أي انَّ اول شيء يتم ملاحظة المهارة والتركيز على النتيجة النهائية وفي حالة عدم تحقيق النتيجة النهائية يتم العودة والتركيز على الأداء من بدايته ، فعلى سبيل المثال عندما يلاحظ مدرب كرة السلة لاعبه الذي يؤدي مهارة التصويب أو مدرب كرة القدم للاعبه الذي يؤدي الضربة الحرة المباشرة نحو الهدف، فانَّه من خلال هذه الطريقة سيلاحظ النتيجة النهائية اولاً (دقة التصويب) والتي تتمثل بالقوة الكافية وموقع دفع أو ضرب الكرة. فعند نجاح تكرار المحاولة فهذا يعني سلامة الأداء، امَّا اذا كانَّ عكس ذلك فعلى المدرب انَّ يعود إلى البداية للتركيز على تفاصيل الأداء وتشخيص الأخطاء.



الطريقة الثانَّية: (التجزئة بالتسلسل من البداية):

الطريقة الاخرى من طرائق تجزئة المهارة إلى عناصرها الاساسية التي تستخدم بصورة عامة من قبل اكثر مدربي ومدرسي الالعاب والمهارات الرياضية هي طريقة التجزئة بالتسلسل من البداية، أي ملاحظة الجزء الاول من المهارة ثم الجزء الثانَّي وهكذا إلى النتيجة النهائية.

خامسا – استخدام المعرفة البايوميكانَّيكة قي تحليل المهارة :

اذا كانَّت الحقيقة العلمية تقول انَّ تكنيك المهارات الرياضية مبني على وفق القوانَّين والاسس الميكانَّيكية، فانَّنا نقول اذا توفرت لدى المدرب او المدرس قاعدة من معلومات البايوميكانَّيك الرياضي فانَّه سيكون قادرا على فهم قواعد الأداء الفني الصحيح، ومن خلال المعرفة الميكانَّيكية سوف يكون من السهل معرفة الاسباب التي تقف خلف العوائق التي يواجها الرياضي عند أدائه الحركات والمهارات المطلوبة منه، فالمعرفة البايوميكانَّيكية المتوفرة لدى الشخص الذي يقوم بالملاحظة تجعله قادرا للإجابة عن معظم الاسئلة التي تواجهه فيما يتعلق بالتحليل الحركي.

لذا يجب على الشخص الذي يقوم بالملاحظة انَّ يسال نفسه مجموعة من الاسئلة تتعلق بالأداء المهاري عند الملاحظة لكي يكون عمله ناجحا. وسنعطي فيما الآتي مجموعة من الاسئلة التي تتعلق بالمعرفة البايوميكانَّيكية للأداء المهاري لرياضات مختلفة:

س/ لماذا من الأهمية للرياضي في رياضة رمي القرص، رمي الثقل انَّ يدور وركه قبل الجزء العلوي للجسم في اثناء عملية الرمي؟

ج: انَّ لعملية دورانَّ الورك قبل الجزء العلوي للجسم وفي اتجاه الرمية له ثلاثة اغراض ميكانَّيكية وهي:

1. وضع كتلة الجسم في الاتجاه الصحيح مما يعمل على زيادة المسافة والزمن التي تعمل في اثنائهما القوة.
2. انَّ دورانَّ الورك مهم لزيادة التعجيل المتسلسل لأجزاء جسم الرياضي من خلال نقل كمية الحركة من جزء إلى اخر من أجزاء الجسم
3. انَّ حركة دورانَّ الورك تعمل على مط عضلات البطن والصدر وكذلك سحب الاكتاف والذراع الرامية للأمام وباتجاه الرمي

سادسا – تحديد الأخطاء التي تحتاج إلى تصحيح:

بعد كل المراحل السابقة التي تم ذكرها تأتي مرحلة مهمة من مراحل التحليل بالملاحظة الا وهي مرحلة تحديد الأخطاء التي تحتاج إلى تصحيح.

وهنا قد يقع الشخص الذي يقوم بالملاحظة والذي قد يكون مدربا او مدرسا في خطأً كبير جدا وهو انَّ يحاول اختيار جميع الأخطاء التي يقع فيها الرياضي ليصححها خلال وحدة تدريبية واحدة !

مثل هذا الامر سيوقع الملاحظ في متاهات كبيرة وسيسبب للرياضي قدرا كبيرا من الارباك ومن ثمَّ عدم الوصول إلى التصحيح المطلوب للأخطاء، وقد يؤثر مثل هذا الامر على العناصر الصحيحة في ادائه. وعموما فانَّ هناك نوعانَّ من الأخطاء التي يرتكبها الرياضي عند ادائه للمهارة:

1- الأخطاء الرئيسة. **2- الأخطاء الثانَّوية.**

انَّ **الأخطاء الرئيسة** هي تلك الأخطاء التي تؤدي إلى افشال المهارة او اضعافها بشكل كبير جداً، امَّا **الأخطاء الثانَّوية** فهي التي تؤدي إلى الاقلال الجزئي من انَّجاز المهارة، بمعنى اخر انَّ الأخطاء الثانَّوية هي التي تجعل هناك فرقا بين الانَّجاز الجيد وانَّجاز القمة (الارقام القياسية). وكمثال على الأخطاء الرئيسة الأخطاء التي تحدث في رياضة الجمناستك والتي تؤدي إلى فقدانَّ ثبات الرياضي ومن ثمَّ سقوطه ومن الأخطاء الثانَّوية وجود انَّثناء في احد مفاصل الجسم في اثناء أداء الدورانَّات في الجمناستك.

انَّ الطريقة الصحيحة لاختيار الأخطاء هي بانَّ يتم البدء اولا بالأخطاء الرئيسة ومن ثم الانَّتقال إلى الأخطاء الثانَّوية، وعند البداية بتصحيح الأخطاء الرئيسة فمن الممكن انَّ يكون هناك اكثر من خطا رئيس واحد في المهارة الواحدة وهنا تبرز مشكلة تواجه العديد من المدربين الا وهي بأي من هذه الأخطاء يتم البدء بالتصحيح؟ والاجابة على هذا التساؤل هو بانَّ يتم البدء بالخطأ الاكثر تأثيرا على الأداء المهاري.

وهناك مجموعة من النقاط يجب الانَّتباه لها فيما يخص تصحيح الأخطاء:

1- أول الأخطاء التي يجب تصحيحها هي تلك التي قد تؤدي إلى حدوث أصابات رياضية.

2- ثانَّي الأخطاء التي يجب تصحيحها هي الأخطاء الرئيسة التي قد تؤدي إلى إفشال المهارة أضعافها إلى درجة كبيرة.

3- ثالث الأخطاء التي يجب تصحيحها هي الأخطاء الثانَّوية التي يجب انَّ نبدأ فيها من الأخطاء السهلة إلى الأخطاء الصعبة.

سابعا – استخدام الاساليب الملائمة لتصحيح الأخطاء:

هذه المرحلة تنقل الشخص الذي يقوم بالملاحظة من ميكانَّيكية الرياضة إلى اساليب التعليم او التدريب للمهارات الرياضية. واذا ما علمنا انَّ المهارات الرياضية متشابكة في التعقيدات، فانَّ مثل هذا التشابك قد يؤدي إلى انَّ تكون الأخطاء غير واضحة بصورة جليه خصوصا عندما لا تكون لدى الشخص الذي يقوم بالملاحظة الخبرة العالية في مجال عمله. فخبرة المدرب او المدرس هي التي تعكس صحة التمارين المستخدمة للتصحيح من خلال مدى التطور الحاصل في الأداء. لذلك ينصح ومن اجل التأكد من صلاحية التمارين المختارة للتصحيح انَّ يعاد التحليل والملاحظة بين مدة واخرى لمراقبة التطور الحاصل في الأداء من عدمه فوجود التطور يعني انَّ التمارين ايجابية امَّا اذا لم يحدث تطور فيجب تغير نوع التمارين بما يخدم تصحيح الخطأ.

11.6 مؤهلات الشخص القائم بالتحليل النوعي:

نظرا لأهمية التحليل النوعي في مجال العمل الرياضي وتأثيره في تطور مستوى الأداء والانَّجاز من خلال ما يعكسه الشخص المحلل (مدرب، مدرس، حكم) وخصوصا عندما يكون مجبر على اتخاذ القرار خلال لحظات من المشاهدة، لذلك يجب انَّ نتطرق إلى مؤهلات الشخص القائم بالتحليل النوعي وهي:

1. انَّ يكون على معرفة عالية في تفاصيل الأداء الفني للحركات الرياضية ذات العلاقة والاختصاص.
2. انَّ يكون مُلمّاً بالمعلومات البايوميكانيكية والتي تصب في تفاصيل الأداء الفني للرياضة المعنية.
3. يمتلك دقة الملاحظة والتركيز في السيطرة على تفاصيل الأداء من المشاهدة الاولى وبالسرعة الطبيعية.
4. لديه القدرة على مطابقة ما تم وما يجب انَّ يتم ومن ثمَّ تشخيص مناطق القوة والضعف في الأداء الفني للرياضي.

أسئلة الفصل السادس

1- عرف التحليل الحركي . وما انواعه ؟

2- تكلم عن علاقة التحليل الحركي بالتدريب الرياضي .

3- على ماذا تعتمد دقة تفاصيل الأداء للحركة أو المهارة ؟ عددها ثم أشرح نوع آلة التصوير .

4- عدد الإستعدادات الضرورية للملاحظة مع شرح واحدة منها.

5- ما طرق تجزئة المهارة الى عناصرها الاساسية؟ تكلم عنها بإيجاز.

6- ما مؤهلات الشخص القائم بالتحليل النوعي؟