الميكانيكا الحيوية

أ.د. محمد غيدة
أستاذ الميكانيكا الحيوية ورئيس قسم علوم الحركة الرياضية

أ.د. ايهاب البراوى
أستاذ الميكانيكا الحيوية ووكيل الكلية لشئون التعليم والطلاب

أ.د. حسام حسين
أستاذ علم الحركة

أ.م.د. معتز العريان
أستاذ مساعد بقسم علوم الحركة الرياضية

بسم الله الرحمن الرحيم

إنَّ في خلْقِ السَّمواتِ والأرضِ واختلافِ اللَّيلِ والنَّهارِ لآياتٍ لأولي الألباب الَّذين يَذْكُرونَ الله قياماً وقعوداً وعلى جُنوبهم ويتفَكَّرونَ في خلْقِ السَّمواتِ والأرضِ• ربَّنا ما خلَقْت هذا باطلاً سبحانَك فَقِنَا عذابَ النَّار

(آل عمران آية 190ـ191)

رؤية الكلية

تلتزم الكلية كمؤسسة حكومية تعليمية بتبوء مكانة متميزة بين كليات التربية الرياضية في الوطن العربي في الخمس سنوات القادمة من خلال تقديم مجموعة من البرامج الأكاديمية و الخدمات المهنية والفنية لمختلف قطاعات العمل ذات الصلة بعلوم التربية البدنية والرياضية.

رسالة الكلية

تلتزم الكلية بإعداد وتأهيل خريج ذو كفاءة عالية في الأداء يمتلك المعارف النظرية والمهارات التطبيقية المتخصصة ، وإنتاج البحوث لخدمة البيئة المحيطة

رؤية قسم علوم الحركة الرياضية

يلتزم قسم علوم الحركة الرياضية بنشر وتطوير المعرفة في ميادين علوم الحركة الرياضية، وإلي تبوء مكانة متميزة بين أقسام علوم الحركة الرياضية المناظرة في الخمس سنوات القادمة من خلال تقديم مجموعة من البرامج الأكاديمية والخدمات المهنية والفنية لمختلف قطاعات العمل ذات الصلة بعلوم التربية البدنية والرياضة.

رسالة قسم علوم الحركة الرياضية

تتحدد رسالة القسم فى المساعدة فى إعداد خريج متميز فى مجال علوم الحركة الرياضية من خلال تحقيق التكامل مع الأقسام الأخرى ,و ذلك بتدريس بعض المقررات التخصصية للطالب فى علوم الحركة لتمكنه من تطبيق القوانين الميكانيكية على الحركات الرياضية لتطوير مستوى الأداء الرياضي ,و المساعدة فى إجراء البحوث و تقديم المشورة العلمية للهيئات الرياضية وتنظيم دورات صقل متنوعة فى مجال علوم الحركة الرياضية .

أهداف قسم علوم الحركة الرياضية

1. تقديم برامج أكاديمية لصقل قدرات الطلاب والعاملين فى مجال التربية البدنية والرياضية على تحليل الحركات الرياضية من النواحي الميكانيكية.
2. تقديم برامج أكاديمية خاصة بالتربية الحركية للأطفال.
3. التدريب على حل المشكلات فى المجال الرياضي بأسلوب علمي.
4. تقديم برامج وورش عمل فى كيفية استخدام تطبيقات الحاسب الآلي فى المجال الرياضي للطلاب و أعضاء هيئة التدريس ومعاونيهم فى الكلية
5. اقتراح ووضع خطط بحثية لدراسة الحركات الرياضية للرياضات المختلفة.
6. إعداد البرامج لفهم و دراسة مراحل النمو الحركي وارتباطها بالتعلم الحركي للمهارات الحركية الرياضية فى المجال الرياضي.

الفهرس

الموضوع	الصفحة
تقديم	6
الجزء الأول أ.د. محمد غيدة، أ.د. ايهاب البراوى	
الفصل الأول	
مدخل إلي دراسة الميكانيكا الحيوية	8
الفصل الثاني	
المقذوفات	45
الفصل الثالث	
متطلبات التحليل البيوميكانيكي	66
الفصل الرابع	
تطبيقات بحثية في البيوميكانيك الرياضي	95
المراجـــع	167
الجزء الثاني أ.د. حسام حسين، أ.م.د. معتز العريان	
الفصل الخامس	
كينماتيكا الحركة الخطية والزاوية	171
الفصل السادس	
مدخل الى كيناتيكا الحركة الخطية	201
الفصل السابع	
القوة وقوانين نيوتين	269
الفصل الثامن	
تطبيقات بحثية في البيوميكانيك الرياضي	314
المراجـــع	350

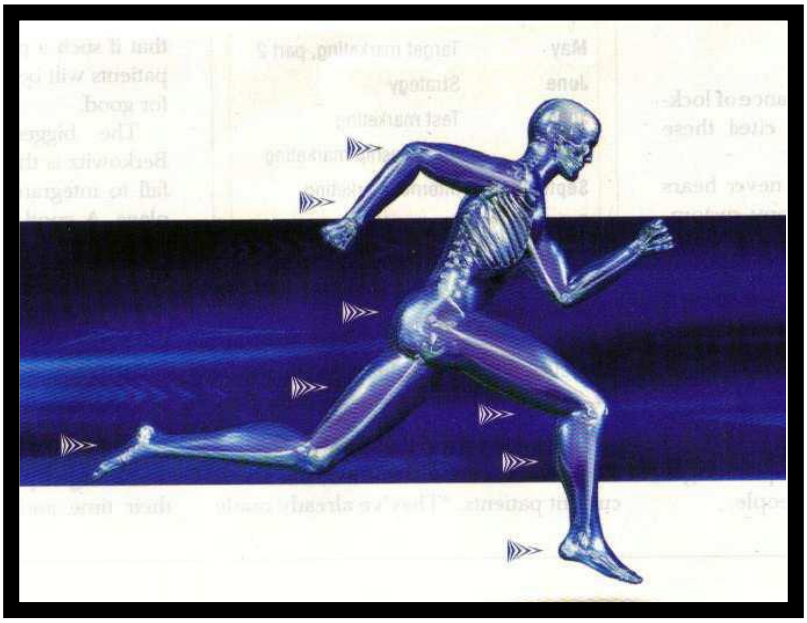
تقديم

إن المتتبع لفعاليات الأنشطة والمسابقات والمنافسات الرياضية يلاحظ تطوراً هائلاً في كافة محتوياتها خاصة في نهاية الألفية الثانية ومع بداية الألفية الثالثة نتيجة للتطبيق العلمي الموضوعي لمجموعة من العلوم مثل علم النفس الرياضي ، علم التشريح ، علم وظائف الأعضاء ، علم التدريب الرياضي ، علم الأجتماع ،.....الخ اضافة لما سبق علم الميكانيكا الحيوية وهو أحد العلوم الذي نال حظاً وفيراً من الثورة التكنولوجية وأثر تأثيراً بالغاً في استحداث أداءات حركية مبتكرة لم تكن موجودة ، تحسين كافة أشكال الأداءات الحركية المهارية وانجازها بفاعلية وباقتصادية تامة, ابتكار وتصميم أدوات وأجهزة رياضية كوسائل مساعدة ومعينة في عمليات تعليم وتدريب ألأداءات الحركية المهارية المختلفة، واستخدامه في تقييم بعض الأنشطة والمنافسات الرياضية من خلال الإنتقال من التقييم الذاتي إلي التقييم الموضوعي المبني علي أسس علمية، الوقاية من الإصابات الرياضية المختلفة ووضع التدريبات التأهلية المناسبة للعودة سريعاً إلي ممارسة الأنشطة الرياضية المختلفة .....الخ من المساهمات الكبيرة في المجال الرياضي ، وعليه وانطلاقاً مما سبق كان لزاماً علينا توضيح وتبسيط كيف يمكن الإستفادة من هذا العلم (علم المستقبل) في ترقية وانجاز الأداءات الحركية المهارية ، كأحد العلوم الذي يدرسها طالب التربية الرياضية ليكون له لبنه في تكوين أساسه الأكاديمي يساعده في خدمة مجتمعه الرياضي.

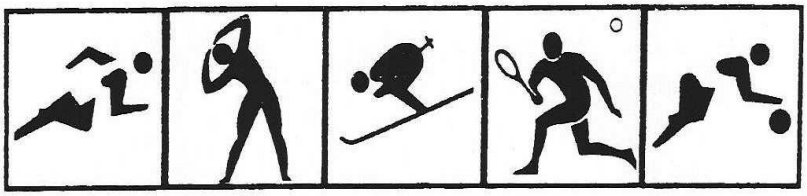
أ. د / محمد يحيي غيدة

د / حسام حسين عبد الحكيم

الجزء الأول



الميكانيكا الحيوية



اعداد
أستاذ دكتور/ محمد يحيى خيدة
أستاذ الميكانيكا الحيوية بقسم علوم الحركة الرياضية
كلية التربية الرياضية
جامعة المنصورة

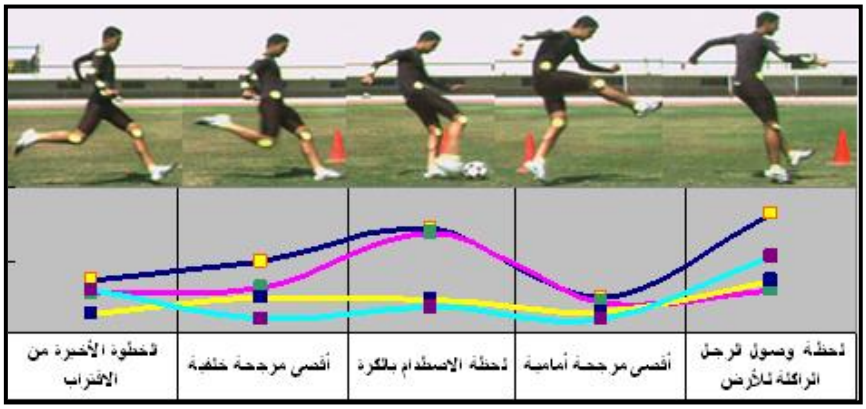
الفصل الأول
مدخل إلي دراسة الميكانيكا الحيوية

الهدف العام :

عزيزي الطالب بعد قرائتك لهذا الفصل يجب أن تكون قادرا علي أن تناقش اهمية دراسة علم الميكانيكا الحيوية – البيوميكانيك الرياضي– في المجال الرياضي من خلال:

الأهداف الفرعية التالية:

1- تتعرف علي مفهوم وتعريف الميكانيكا الحيوية.
2- تصف تقسيمات الميكانيكا الحيوية.
3- تستنتج الواجبات الأساسية للبيوميكانيك الرياضي.
4- تناقش أغراض البيوميكانيك الرياضي.
5- تفسر أهداف البيوميكانيك الرياضي .
6- تستنتج أهمية تطبيق علم البيوميكانيك الرياضي.



مقدمة

العلم : نشاط إنسانى يبحث فى طبائع الكائنات الحية ، بغية الكشف عن القوانين المكنونة فى الكون التى أودعها الله فيه لتضبط إيقاع هذه الكائنات حتى لا تضطرب الحياة . وتنكشف الأسرار وتتجلى الخفايا لمن ينشط من البشر ويأخذ بالأسباب مستجيبا لأمر الله سبحانه وتعالى الذى خلقه واستخلفه فى الأرض.

ومن المؤكد أن الحضارات السابقة على الحضارة الإسلامية كانت مزدهرة فى أراضيها ووقتها ، وأضافت للعلوم الإنسانية ، ولما جاء علماء الحضارة الإسلامية اطلعوا على هذه العلوم فوعوها وأحاطوا بها ثم استوعبوها ، وكانت لهم إضافتهم القائمة على الفهم الواعى المحكوم بسياج العقيدة الصحيحة مهتدين بنصوص الآيات الكريمة

ويعترف (ديرمان) بهذه الحقيقة الناصعة فيقول : ((إن العرب أخذوا بعض النظريات عن اليونان وفهموها جيداً وطبقوها على حالات كثيرة مختلفة ، ثم أنشأوا من ذلك نظريات جديدة وبحوثا مبتكرة وبذلك أسدوا للعلم خدمات لا تقل عن الخدمات التى أتت من مجهودات نبوتن وفاراداى ورونتجن وغيرهم[1].

وبالبحث والتنقيب فى مخطوطات التراث العلمى للحضارة الإسلامية ، أمكن التوصل إلى أحقية بعض الفلاسفة والعلماء العرب والمسلمين فى كثير مما ينسب إلى علماء أوروبا اليوم ، وتأكد سبقهم إلى تحديد كثير من المفاهيم الميكانيكية ووصف حركة الأجسام وأنواعها (خلال دراساتهم عن الحركة والسكون فى مؤلفاتهم الفلسفية) . ويرجع الفضل إلى الكشف عن مآثر المسلمين فى الميكانيكا على وجه الخصوص إلى كل من مصطفى نظيف وجلال شوقى اللذين فتحا باب البحث أمام المختصين والمهتمين بالكشف عن نفائس التراث العربى فى هذا المجال ، رغبة فى وصل ما انقطع بالعودة إلى الجذور الإسلامية للعلوم وما صاحبها من فنون.

وفى العجالة الآتية[2] . نرصد أولاً ما عرفه المسلمون الأوائل من مفاهيم الحركة:

- يحدد ابن سينا فى كتاب ((الشفاة)) عناصر الحركة فى : المتحرك (الجسم أو الجسيم)

([1]) راجع (التراث العلمى للحضارة الإسلامية) د. أحمد فؤاد باشا دار المعارف 1404 هـ-1984.

([2]) راجع المرجع السابق.

والمحرك (القوة المسببة للحركة) وما فيه (موضع الجسم أثناء الحركة) ، وما منه (الوضع الابتدائى) وما إليه (الوضع النهائى أو نهاية الحركة) والزمان (الفترة التى استغرقتها الحركة) ، كما عرف أيضا أن الجسم لا يتحرك بذاته (القصور الذاتى) وكل جسم متحرك فحركته إما من سبب من خارج (القوى الخارجية) وتسمى حركة قسرية وإما من سبب فى نفس الجسم (قوى داخلية) .

- عرف أبو البركات هبة الله ابن ملكا البغدادى فى كتابه ((المعتبر فى الحكم)) الحركة المكانية (الانتقالية) لجسم ، التى بها ينتقل المتحرك (الجسم) من مكان إلى آخر ، والحركة الوضعية (الدورانية) هى التى تتبدل بها أوضاع المتحرك (الجسم) ولا يخرج عن جملة مكانه كالدولاب والروحى.

- ربط ابن المرزيان فى كتاب (التحصيل) بيان الحركة والزمن فى قوله: كل سرعة فى زمان ، لأن كل سرعة هى فى قطع مسافة ، ولو كانت حركة لا نهاية لها فى السرعة لكان زمان لا نهاية له فى القصير فكانت الحركة لا فى زمان (العلاقة بين السرعة والزمن والمسافة).

- عرف ابن الهيثم مصطلح ((قوة الحركة)) والذى يبسطه مصطفى نظيف فى أنه يعادل المعنى الديناميكى لمصطلح ((كمية الحركة)) حيث يذكر فى وصف التصادم أن الحركة المكتسبة (بعد الاصطدام) تتوقف على المسافة التى يسقطها المتحرك (الجسم) الساقط ، وبالتالى فإنها تعتمد على سرعة تحركه ومقدار ثقله (يقصد كتلته) ((ويذكر)) أن ((قوة الحركة فى المتحرك هى بحسب قذفه)) ، مبينا أثر الشروط الابتدائية للحركة.

- يعبر أبو البركات هبة الله ابن ملكا البغدادى عن نفس المعنى ولكن باستخدام كلمة (ميل) فيذكر ((ويستدل على ذلك بالحجر المرمى من عال من غير أن يكون عابداً عن صعود بحركة قسيرة ولا فيه ميل قسرى ، فإنك ترى أن مبدأ الغاية كلما كان أبعد (ارتفاع نقطة السقوط) كان آخر حركته (سطح الأرض مثلاً) أسرع وقوة ميله (كمية حركته) أشد ، وبذلك يشجع ويسحق ولا يكون ذلك له إذا ألقى من مسافة أقصر، بل يبين التفاوت فى ذلك مقدار طول المسافة التى يسلكها)).

- كان ابن الهيثم على دراية بطبيعة المتجهات وتحليلها إلى مركبات (أقساط)، فقد تعرض عند شرحه لكيفية انعكاس الضوء إلى التمثيل بحركة كرة صغيرة ملساء من الحديد أو النحاس تسقط على سطح مستو فترتد عنه ، وعمد ابن الهيثم فى شرحه إلى تحليل سرعة الجسم الصادم إلى

قسطين (مركبتين) أحدهما مواز لسطح الملاقاة يبقى على حالة دون تغير ، بينما يتأثر القسط العمودى (المركبة العمودية) على سطح الملاقاة حسب درجة الممانعة (الصلادة فى حالة الأجسام والعتامة فى حالة الضوء) بحيث إذا كانت الممانعة أكبر كان التغير فى هذا القسط العمودى (هذه المركبة) أقل ، وكانت مسافة الارتداد للجسم الصادم أكبر.

- يقرر نصير الدين الطوسى فى شروحه على كتاب ((الإشاارات والتنبيهات)) لابن سينا ، أن المعاوقة الناشئة عن الاحتكاك تتناسب طرديا مع وزن الجسم ، حيث يثبت ((ولا شك أن طبيعة (أى وزن) الجسم الأعظم تكون أقوى من طبيعة الجسم الأصغر ، ويلزم منه أن تكون مقاومة الأعظم أكثر من مقاومة الأصغر)).

- ويصرح ابن سينا فى كتابه ((الشفاء)) عن دور الوسط فى مقاومة الحركة ، حيث يقول : ((وإنك ستعلم أن مقاومة المنفوذ فيه (الوسط) هى المبطل للقوة المحركة)) بينما يوضحه هبة الله ابن ملكا البغدادى فى كتابه ((المباحث الشرقية)) فى قوله: ((إن المتحرك إذا تحرك فى مسافة فكلما كان الذى فى المسافة (الوسط) أرق كانت الحركة فيه أسرع وكلما كان أغلظ كانت الحركة فيه أبطأ)) ويعبر عن تأثير شكل الجسم فى قوله : ((فإن المخروط المتحرك على رأسه يخترق أسهل من المتحرك على قاعدته)).

يبقى أن نورد هنا من النصوص ما ينم على أن العلماء المسلمين قد أجروا التجارب ودونوا الملاحظات واستنتجوا منها قوانين صاغوها صياغة دقيقة ، إذ ما أزيل عنها التراب المتراكم ظهرت فى الصورة الحديثة التى انتقلت إلينا من الغرب ، فما هى إلا بضاعتنا ردت إلينا إلى أهميتها.

- يقول ابن سينا فى ((الإشارات والتنبيهات)) : ((إنك لتعلم أن الجسم إذا خلى وطباعة ولم يعرض له من خارج تأثير غريب ، لم يكن له بُد من موضع معين وشكل معين)) ، فهل تجد فرقا بين هذا الكلام وصيغة القانون الأول لنيوتن ((كل جسم يبقى على حالته من السكون أو الحركة المنتظمة ما لم يؤثر عليه مؤثر خارجى))؟.

- توصل أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادى فى كتاب ((المعتبر فى الحكمة)) إلى النص التالى ((وكل حركة ففى زمان لا محالة ، فالقوة الأشد تحرك أسرع وفى زمان أقصر ، وبذلك اشتدت القوة ازدادت السرعة فقصر الزمان ، فإذا لم تتناه الشدة لم تتناه السرعة ، وبذلك تصير الحركة فى غير زمان وأشد ، لأن سلب الزمان فى السرعة نهاية ما للشدة ، أى كلما زاد مقدار

القوة (شد القوة) زادت السرعة وانكمش الزمن. ونترك للقارئ مقارنة ذلك مع صياغة نيون للقانون الثانى.

- يذكر ابن ملكا ((أن الحلقة المتجاذبة بين المصارعين لكل واحد من المتجاذبين فى جذبهما قوة مقاومة لقوة الآخر . وليس إذا غلب أحدهما فجذبها نحوه تكون قد خلت من قوة جذب الآخر بل تلك القوة موجودة مقهورة ، ولولاها لما احتاج الآخر إلى كل ذلك الجذب)).

- وكما يذكر الرازى فى شرحه لإشارات ابن سينا ((فالحبل الذى يجذبه جاذبان متساويا القوة إلى جهتين مختلفتين لا يخلو إما أن يقال أنه ما فعل واحد منهما فعلا ، وهو محال ، لأن الذى يمنع كل واحد منهما عن فعله هو وجود فعل الآخر))

وليس هناك فرق بين هذا النص وصياغة نيوتن للقانون الثالث للحركة.

- فطن البيرونى إلى عمل الجاذبية الأرضية ففى كتابه ((القانون المسعودى)) يذكر ((الناس على الأرض منتصبو القامات على إستقامة أقطار الكرة ، وعليها (الأقطار) تزول الأثقال إلى أسفل)) وعرف الخازن فى كتابه ((ميزان الحكمة)) الجسم الثقيل ((هو الذى يتحرك بقوة ذاتية أبدا إلى مركز العالم (الأرض) فقط)).

- أما الإمام الراوى فيعمم فكرة الجاذبية على جميع الأجسام الموجودة فى الكون حيث يذكر "انجذاب الجسم إلى مجاوره الأبعد)).

وننهى هذا العرض من كتابات السابقين بالفقرة التالية من كتاب ((المعتبر فى الحكمة لابن مليكا البغدادى)) ((من توهم أن بين حركة الحجر علوا المستكرهة بالتحليق وبين انحطاطه وقفة فقد أخطأ ، وإنما تضعف القوة المستكرهة له وتقوى قوة ثقله فتصغر الحركة وتخفى حركته على الطرف (البصر) فيتوهم أنه ساكن)).

ويكمل شرحه قائلاً : ((فكذلك الحجر المقذوف فيه ميل مقاوم للميل القاذف ، إلا أنه مقهور بقوة القاذف ، ولان القوة القاسرة عرضية فيه فهى تضعف لمقاومة هذه القوة والميل الطبيعى (الوزن) ولمقاومة المخروق (الوسط) فيكون الميل القاسر فى أوله على غاية القهر للميل الطبيعى ، ولا يزال يضعف ويبطئ الحركة ضعفا بعد ضعف وبطئاً بعد بطء حتى يعجز عن مقاومة الميل الطبيعى ، فيغلب الميل الطبيعى فيحرك الحجر إلى جهته (مركز الأرض) ، وهى تبين الوصف التفصيلى لحركة مقذوف إلى أعلى حتى عودته إلى سطح الأرض وتفسير القوى المؤثرة

عليه فى أثناء حركته.

وهذا السبق الموثق يدعونا إلى أن نشمر عن ساعد الجد ونقبل على الأخذ بالأسباب مسلحين بإيمان راسخ لا يتزعزع فى فضل الله تعالى السابغ على من يحسن العمل ثم بضرورة الإتقان فى كل ما نؤتى امتثالاً لتعاليم رسولنا الكريم ﷺ

((إن الله يحب إذا عمل أحدكم عملاً أن يتقنه)) ، ثم سائرين على خطى أسلافنا الذين أضاءوا لنا مصابيح العلوم جادين مجتهيدن ، محصلين لعلوم السابقين والحاضرين ، وسائلين الله سبحانه وتعالى أن يعلمنا ما ينفعنا وأن ينفعنا بما يعملنا ، إنه سميع مجيب.

تمهيد

تدرس الميكانيكا الكلاسيكية (أو النيوتونية) حركة وسكون الأجسام التى نقابلها فى حياتنا اليومية ، والتى تتحرك بسرعة معتادة ، وتتحقق فى حركتها الشروط الآتية:

1- أن حالة الجسم الميكانيكية لا تتأثر بإجراء القياسات عليه ، فمثلا لا تتأثر سرعة وكتلة الجسم من جراء القيام بالقياسات ، وهذا بالطبع لا يعنى عدم تطبيق الميكانيكا الكلاسيكية لدراسة حركة الأجسام متغيرة الكتلة ، ولكن يعنى أن إجراء القياسات لا يغير كتلة الجسم.

2- أى جسم نستطيع أن نحسه بحواسنا العادية تقع كتلته فى النطاق المسموح به لتطبيق قوانين نيوتن الشهيرة التى تحكم الميكانيكا الكلاسيكية، وعليه فتعتبر حركة الذرات والجزيئيات الكيماوية خارجه عن نطاق تطبيق قوانين نيوتن ، ولتتكون لدى القارئ فكرة عن كتل الذارت التى نعنيها ، نذكر أن كتلة ذرة الهيدروجين هى 1.67×10^{-24} جرام تقريبا وهى كمية ضئيلة جداً بالقياس إلى كتل الأجسام التى نتعامل معها فى حياتنا اليومية.

3- أن تكون سرعة الجسيم صغيرة بالنسبة إلى سرعة الضوء (سرعة الضوء تساوى $c = 2.997925 \times 10^{10}$ سم /ث وتقرب عادة $c=3 \times 10^{10}$) وتنطبق قوانين الميكانيكا النيوتونية على الأجسام التى مقدار سرعتها v بحيث تكون الكمية $\{1-\sqrt{1-(v/c)^2}$ أقل من الخطأ المسموح به فى قياساتنا التجريبية ، ولإعطاء القارئ فكرة نذكر بأن أعلى سرعة لجسم أرضى مصنوع هى (11×10^5 cm/sec) وهى سرعة الصاروخ ((ساتيرون)) الذى دفع برواد الفضاء إلى سطح القمر ، ومع هذه السرعة العالية فإن المقدار $(v/c)=3.6692045 \times 10^5$ $<<1$ ، بينما نجد $\{1-\sqrt{1-(v/c)^2} \cong 6.7x10^{-10}$ وهى كمية صغيرة جداً وأقل بكثير من الدقة المتوافرة فى أجهزتنا حتى الآن التى تصل فقط إلى جزء من 10^6 جزء .

وتطوير الميكانيكا النيوتونية لتنطبق على الأجسام ضئيلة الكتلة والتى تتأثر حالتها الميكانيكية بإجراء التجارب عليها ، بينما سرعتها صغيرة بالنسبة إلى سرعة الضوء أنتج ما يسمى بميكانيكا الكم ، وقد وضع أسسها هيزنبيرج الألمانى ، وشرودنجر النمساوى ، وديراك الإنجليزى ، وامتداد الميكانيكا الكلاسيكية لتنطبق على الأجسام التى تتحرك بسرعات عالية تقترب من سرعة الضوء ، بينما كتلتها كبيرة نسبيا يعرف باسم نظرية النسبية والتى يطلق عليها البعض نظرية الفضاء والزمن

، ومن مؤسسيها لورنتز الهولندى، وأينشتين الألمانى ومينكوفسكى الروسى ، بينما دراسة حركة الأجسام صغيرة الكتلة والمتحركة بسرعات عالية تعرف بنظرية الجسيمات الأولية أو نظرية ((المجالات الكمية النمسبية)) وهى لا تزال تنتظر العديد من تضافر العقول للوصول بنظريتها الرياضية والطبيعية إلى الكمال المطلوب فى النظريات العلمية.

وقد يبدو أن المجال ضيق بالنسبة للميكانيكا الكلاسيكية ، ولكن هذا غير صحيح بالمرة فالأجسام الصلبة والسوائل والغازات تخضع فى أحوالها العادية لقوانين نيوتن للحركة ولكن تتخذ دراستها مسميات عدة تبعاً لطبيعة الأجسام ، فدراسة حركة السوائل تحكمها الهيدروديناميكا ، بينما تحكم الأيروديناميكا دراسة الغازات.

الكميات الطبيعية :

هى التى يمكن قياسها فى المعامل وبالتجارب التى تدخل فى نطاق الميكانيكا الكلاسيكية ، وهى الزمن وكتلة الجسيم وسرعته وموضوعه وعجلته وكمية حركته الخطية والزواية وطاقة حركته وطاقة جهده وطاقته الكلية.

وسوف يرد تعريف كل مصطلح فى موضعه باستثناء الكتلة التى سنتعرض لها الآن.

لا تتعرض الميكانيكا الكلاسيكية (النيوتونية) لاستنتاج كتلة الأجسام ، إذ أن تعريف الكتلة موضوع شائك فلسفياً ، وسوف نعتمد عادة على المعنى الغامض نسبياً الذى نعرفه عن الكتلة وهو :

تعريف : ((كتلة الجسم هى ثابت من ثوابت حركة الجسم فى الميكانيكا النيوتونية)) .

وفى الواقع هذا الثابت الوحيد فى ميكانيكا نيوتن لا يتأثر قطعا بالتغيرات الطبيعية كالحرارة والاتجاه و....إلخ ، على أنه يجب أن نذكر أن كتلة الجسم تتوقف على سرعته فى الميكانيكا النسبية ، بينما كتلة الجسم وهو ساكن ثابت مطلق من ثوابت الحركة ولا تقل كتلة الجسم عن هذا المقدار الثابت ما دام احتفظ الجسم بماهيته أثناء الحركة. وسيرد تعريف الكتلة فى الدراسة المتقدمة للميكانيكا ، على أن الكميات الطبيعية التى تدخل فى الميكانيكا الكلاسيكية تسمى بالمتغيرات الديناميكية ومعرفتها تحدد حالة الجسم الميكانيكية تحديداً تاماً. ونعنى بالمتغيرات الديناميكية موضع الجسم وسرعته وعجلته وطاقة حركته ، وكمية حركته الخطية والزواية عند الأزمنة المختلفة

أثناء حركته أو علاقة هذه المتغيرات بعضها ببعض.

قد يبدو مما سبق أن المطلوب فى الميكانيكا النيوتونية بسيطاً ،إلا أن التطبيقات العلمية لمعرفة قيم المتغيرات الديناميكية فى اللحظات الزمنية المختلفة لا حصر لها . فزمن الوصول إلى مدينة إلى أخرى بوسيلة نقل ما يتوقف على الطريق الذى يسلكه المسافر وسرعته ، بينما تتوقف كمية الوقود اللازمة لصاروخ على الطاقة الحركية المطلوبة. ويلزم لمعرفة شدة التصادم بين عربتين معلومية كمية حركتيهما ، بينما اختلاف أطوال النهار أثناء الفصول الأربعة له علاقة بكمية الحركة الزاوية للأرض حول الشمس .. وهكذا.

وبعض المتغيرات الديناميكية مثل الموضع والسرعة والعجلة تختلف فى طبيعتها عن طبيعة كتلة الجسم والزمن ودرجة الحرارة مثلاً. فإذا قلنا أن درجة الحرارة فى مكان ما هى 25 مئوية كان هذا كافيا لمعرفة درجة الحرارة، أما إذا قلنا أن مدينة ما تقع على بعد 60كم من مدينة أخرى فأول ما يتبادر إلى الذهن هو فى أى إتجاه تقع هذه المدينة إذ إنه فى الواقع يمكن أن تقع المدينة على أى نقطة على محيط دائرة نصف قطرها 60 كم مركزها المدينة الأخرى ، ومن ثم نجد أننا احتجنا إلى كميتين مستقلتين عن بعضهما البعض لتحديد موقع المدينة ، ونعنى بذلك طول المسافة بين المدينتين واتجاه إحداهما بالنسبة للاخرى.

مما سبق يمكننا تقسيم المتغيرات الديناميكية (وغيرها من الكميات الطبيعية) إلى عدة طوائف:

- الطائفة الأولى واصطلح أن يطلق عليها اسم الكميات القياسية Scalars
- الطائفة الثانية واصطلح أن يطلق عليها اسم الكميات المتجهة Vectors
- هناك طوائف أخرى يطلق عليها الممتدات Tensors تخرج من نطاق دراستنا هاهنا.

ونتعرض بقليل من التفصيل للطائفتين الأوليين:

الكميات القياسية Scalars :

تعريف : ((هى الكميات الطبيعية التى تتحدد تحديداً تاماً بعدد واحد فقط ينتمى إلى فئة الأعداد الحقيقية)).

وعليه نرى أن الكتلة والزمن ودرجة الحرارة وطاقة الحركة والجهد كميات قياسية.

على أننا يمكننا أن نورد تعريفا آخر للكمية القياسية وهو (الكمية التى لا تتغير بتحويلات المحاور) ، فمثلاً إذا اعتبرنا أن كتلة جسم ما هى M عندما كان الجسم فى الموضع (x,y) بالنسبة لهذه المجموعات من الإحداثيات، وإذا افترضنا اننا أرحنا مجموعة الإحداثيات بدوران أو انتقال أو بأى طريقة أخرى بحيث أصبح موضع الجسم هو (x_1,y_1) ، فمن الواضح أن كتلة الجسم لم تتغير وهذا يعنى أن

$$M(x,y) = M(x_1,y_1)$$

أى أن الكتلة (الكمية القياسية) لم تتغير نتيجة لتحويلات الإحداثيات.

الكميات شبه القياسية Pseudo – Scalars

تعريف : ((هى الكميات التى تغير إشاراتها فقط عند إنعكاس المحاور فقط)).

أى أننا إذا قسنا هذه الكمية فى مجموعة محاور ثم قمنا بعملية تحويل للمحاور بحيث انعكس كل محور ، فإن الكمية نتيجة لذلك ، تغير إشارتها فقط، بينما يظل مقدارها لا يتغير.

الكميات الاتجاهية Vectors :

تتحدد الكمية المتجهة بزوج مرتب من الأعداد ، وقد جرت العادة على أن تحدد الكميات الاتجاهية بعنصرين ، أحدهما يبين مقدار الكمية والعدد الثانى يبين اتجاهها . والكميات الاتجاهية تتغير بتحويل المحاور التى تسند إليها، وهذا التغير يكون بطريقة محددة سندرسها فى حينها. وللتفريق بين الكميات القياسية والاتجاهية فإننا سنرمز للكميات القياسية بحرف أبجدى ، بينما نرمز للكميات الاتجاهية بحرف أبجدى تحته خط مثل $\underline{r}$ أو $\underline{A}$ أو بحرف ثقيل البنط مثل $\mathbf{A, r}$.

كما ذكرنا من قبل ، فإن الكميات القياسية تتحدد تاماً بدلالة عدد واحد ومن ثم فهى تخضع لعمليات الجبر العادى للإعداد الذى تعودنا عليه ، بينما تخضع المتجهات أو الكميات لجبر مختلف ، وهو ما نطلق عليه جبر المتجهات Vector Algebra ولهذا الجبر دراسة وافية فى فرع الرياضة البحتة وسنكتفى فى مرحلتنا هذه بدراسة التمثيل للمتجهات ، وعلم الهندسة لا يدخل مع الميكانيكا حيث إن علم الميكانيكا يبحث فى التغيير فى المواضع للفراغات المختلفة . ولقد ثبت بالتجربة أن ميكانيكا نيوتن تقع فى نطاق الهندسة الإقليدية Euclidian Geometry وفيما يلى نورد بعض النقاط الأساسية عن الفراغ الإقليدى Euclidian

. Space

1- لا توجد نقطة مفضلة فى الفراغ الإقيدى (خاصية التجانس Homgeneous)

2- لا توجد اتجاهات مفضلة (أى الفراغ سوى Isotropic).

3- يمكن تعريف المسافة بين نقطتين (أى يوجد مقياس المسافة Measure) .

4- يمكن تعريف طول منحنى فى الفراغ.

5- يمكن تعريف زاوية بين اتجاهين عند نقطة.

ويجدر بالقارئ أن يكون متذكراً للنظريات المألوفة لهندسة إقليدس ، وهى مجموعة النظريات التى سبق دراستها فيما سمى بالهندسة المستوية والفراغية خصوصاً نظرية فيثاغورث .

وأخيراً ، نود أن نذكر الفائدة الكبرى للغة المتجهات.

1- لغة المتجهات تعبر عن المحتوى الطبيعى للظواهر دون إدخال محاور إحداثيات

2- لغة المتجهات دقيقة ومختصرة ، فيها تكتسب القوانين الطبيعية بساطة وشفافية أكثر ، على أنه يجب أن نضع فى اعتبارنا أننا عند حل المسائل قد نحتاج إلى استخدام محاور إحداثيات لتسهيل العمليات الحسابية.

ويبقى أن نثبت هنا أن المتجهات نظام رياضى معرف عليه أربع عمليات فقط هى : الجمع والضرب فى كمية قياسية ، والضرب القياسى ، والضرب الاتجاهى .

الميكانيكا الحيوية Biomechanics

يعني البيويكانيك دراسة الحركة تحت شروط بيولوجية ، وهو علم ذات علاقة بميدان الطب والهندسة. كان الرائد الاول هو العالم (ارسطو) حيث تناول حركة المشي والعدو ودراسة مركز ثقل الجسم وقوانين الروافع ، وفي عام (131-201 م) برهن العالم (جان) ان الدفع الحركي ينتقل من المخ الى العضلات عن طريق الاعصاب اذ تؤثر في العضلات التي تقوم بعملية الانقباض والانبساط لكي تنتج الحركة في المفاصل. بحث العالم (نيوتن) عن القوة واسبابها وعمل على دراسة حركة الانسان واضعا القوانين الاساسية للميكانيكا . عند اختراع الة التصوير الفوتوغرافي استطاع (ماري بريدج 1877 م) من تصوير حصان وراكبه (الفارس) عن طريق استعمال

24 الة تصوير فوتوغرافي وضعت بعضها بجانب البعض الاخر ، وبعد ذلك استعملت الات التصوير السينمائية (المتحركة) . واستطاع العالم (لسجافت) من وضع الاساس التشريحي والفسيولوجي للأجابة على استفسارات الحركات الرياضية. طور العالم (اديسون) اجهزة التصوير السينمائية لوضعها في خدمة تطور علم الميكانيكا الحيوية (البايوميكانيك) ، وبعد انتشار الدراسات بالاعتماد على هذا العلم تم برمجة البحوث بفرعي الديناميك وهما (الكينماتيك) والذي يهتم بوصف الحركة من حيث مسارها الهندسي (المكاني والزماني) دون التدخل بالقوة المسببة للحركة والفرع الاخر هو (الكيناتيك) ويهتم بدراسة القوى المسببة للحركة. ساهم علم البايوميكانيك بتحسين التكنيك (الاداء الفني) الرياضي مما ساعد في تحطيم الارقام الرياضية منذ منتصف القرن التاسع عشر ولحد الان ومن ذلك نرى وبشكل عام ان للميكانيكا الحيوية اهمية كبيرة في المجال الرياضي منها :

1- تساعد في ايجاد الاجوبة القطعية المتعلقة بافضل الطرائق التكنيكية للرياضي لتحقيق الانجازات العالمية.

2- تعمل على اكتشاف افضل الطرائق الفنية للانشطة الرياضية من خلال تجاوز الاخطاء.

3- تساعد على معرفة مدى تحقيق التمارين الرياضية لاهداف التربية الرياضية.

4- زيادة قدرة الرياضي على تحليل حركاته الذاتية وحركات الغير.

و يساعد التطور الكبير في علوم الحاسبات والتقنيات الالكترونية على سرعة انتشار البايوميكانيك وكثرة البحوث والمعارف كما تداخلت علوم اخرى مثل التعلم الحركي فقدمت بعض الدراسات اساليب بايوميكانيكية للتغذية الراجعة لنتيجة الاداء من خلال رسم المنحنيات فضلا عن تزانت استعمال الات التصوير السينمائية مع احهزة قياس القوى (منصات القوى). ولوضع اسس لتحليل الحركات الرياضية اعتمدت مفاصل الجسم كاجزاء مادية وضحت للباحثين مسارات اجزاء الجسم ومدى توافقها مع الاداء المهاري ووضعت لكل حركة الاسلوب الانسيابي من خلال ذلك. يظهر الاعتماد على هذا العلم جليا في رسائل الماجستير واطاريح الدكتوراه والبحوث الاكاديمية حيث تفسر النتائج بالاعتماد على نظرياته.

1- تعريف :-

الميكانيكا الحيوية : هو العلم الذى يبحث فى حركة جسم الإنسان أو الحيوان أو بعض أجزائها بطريقة موضوعية ملموسة سواء على الأرض أو فى الفضاء الخارجى أو على سطح الكواكب بهدف إيجاد وتحديد التكنيك المثالى. وعلى ذلك فإن كثيرين يطلقون عليه علم تكنيك الحياة كما أن البعض يسميه علم المستقبل .

ولقد ظل الرياضيون والمدربون فى أمس الحاجة إلى العلوم التى تبحث فى الرياضة وقواعدها وأسسها العلمية الشاملة التى تصل بهم إلى معرفة التكنيك الرياضى حتى اكتمل الجزء الأكبر من الميكانيكا الحيوية ، ونتج عن ذلك أبحاث كثيرة فأصبح هناك بالتالى أخصائيون فى الميكانيكا الحيوية لألوان النشاط الرياضى المتعددة وكان كثيرون منهم يعملون كمدربين فى نفس الوقت للألعاب وألعاب القوى والجمباز وخلافه.

ولقد أطلق اسم "الميكانيكا الحيوية" على المادة كتعريف لأسمها Biomechanics ويتكون هذا الاسم من كلمتين يونانيتين هما Bio ومعناها الحياة و mechanic ومعناها علم الميكانيكا وهذا الاسم مر كذلك بمراحل تطور كثيرة سارت جنباً إلى جنب مع تطور المادة نفسها وعندما بدأت حركة التربية الرياضية تخضع للتحليل الحركى من زاوية الميكانيكا البحتة كان الاسم الشائع هو التحليل الميكانيكى Mechanical Analyisi ثم عندما تطورت المعالجة العلمية للتحليل الحركى لحركة الإنسان أطلق على المادة إسم "علم الحركة" Kinesiology or Science of movement وأخيراً أصبح اسم "علم الحركة" يطلق على أى دراسة لأى علم يتعلق بحركة الإنسان.

ولقد نال اسم "الميكانيكا الحيوية" موافقة وتأييد كبيرين لكى يصبح الاسم الجديد لهذه المادة ، ظهرت تعريفات عديدة لاصطلاح "الميكانيكا الحيوية" نذكر منها :-

1- هى الأسس الميكانيكية للنشاط العضلى البيولوجى ودراسة المبادئ والعلاقات المتواجدة

2- هى تطبيق القوانين الميكانيكية على الأجسام الحية وخاصة على الجهاز الحركى لجسم الإنسان.

3- هى العلم الذى يدرس القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على جسم الإنسان والآثار الناتجة عن هذه القوى.

2- أغراض الميكانيكا الحيوية :-

يقول دنسكوى " إن التمارين البدنية هى الوسيلة الرئيسية الوحيدة لتحليل أغراض الثقافة البدنية ، ولا يمكن ممارستها ممارسة سليمة إلا إذا كانت قد بحثت من جميع الوجوه " ويتطلب التمرين البدنى أساساً من علم الميكانيكا الحيوية إيجاد التكنيك الرياضى وتعليمه سواء فى التدريب أو فى درس التربية الرياضية.

وعلى ذلك تحددت أغراض الميكانيكا الحيوية بالآتى:-

1- بحث التكنيك المثالى ويعنى ذلك "التحليل الميكانيكى البيولوجى لهدف الحركة الرياضية القائم بأمثل أسلوب .

2- تعميم المعلومات المكتسبة عن التكنيك المثالى لألوان الرياضيات المتعددة وجعلها أسساً عامة للميكانيكا الحيوية ، وخاصة ما يتصل منها بالاستخدام المناسب للقوى.

3- إيجاد طرق سهلة لبحث الحركة الرياضية (الاختبارات الرياضية) تساعد المدرس والمدرب فى تحديد الأخطاء واكتشافها موضوعياً أثناء أداء الحركة الرياضية.

4- تقويم التمارين البدنية على أساس مدى تحققها لأغراض التربية الرياضية عن طريق تحليل بعض التمارين الخاصة التى يمكن بواسطتها أن تزداد وتنمو عناصر اللياقة العامة والخاصة – مثل القوة والسرعة والقدرة وسرعة رد الفعل – والتى تساعد فى تعليم التكنيك الرياضى وذلك من الناحيتين الميكانيكية والبيولوجية.

5- التحليل الميكانيكى البيولوجى للتمارين البدنية الخاصة بأنواع الرياضة فى المدارس الابتدائية بهدف إيجاد التمارين المناسبة لتعليم التكنيك.

وتعمل الميكانيكا الحيوية كذلك على اتساع معلوماتنا التشريحية والفسيولوجية لأنها تكشف وتفسر لنا الارتباطات والعلاقات القائمة بين شكل جسم الإنسان الذى هو جهاز الحركة وبين وظائفه.

3- فروع الميكانيكا الحيوية :

يمكن تقسيم علم الميكانيكا الحيوية إلى فرعين أساسيين :-

1- الميكانيكا الحيوية العامة :

وهى تقود بدراسة القوانين الأساسية التى تحكم حالة الجسم من السكون والحركة ولهذا فهى تشمل :

أ- الاستاتيكا الحيوية : التى تختص بتحليل واتزان القوى المؤثرة على الأعضاء المختلفة أثناء حالتى السكون أو الحركة بسرعة منتظمة.

ب- الديناميكا الحيوية : وهى تقوم بدراسة :

1- **الكينماتيكا** : وهى تحدد العلاقات البدنية لحركة الأعضاء وهذه تهتم فقط بالعلاقة بين حركة معينة لجسم ما وبين زمنها ومكانها دون التعرض للقوى التى تسبب هذه الحركة ويعنى ذلك عرضاً لأنواع الحركات المختلفة بمساعدة اصطلاحات السرعة والعجلة اللتين تقومان أساساً على قياس الزمن والمسافة، ولذى تسمى الكينماتيكا بعلم وصف الحركة وصفاً مجرداً دون التعرض للقوى المسببة لها .

2- **الكيناتيـكا :** وهى تحدد الحركات الناتجة عن وجود عدم إتزان بين القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على الأعضاء وفيها تهتم بإيجاد نوع الحركة التى سيتخذها جسم الإنسان أو أحد أجزائه تحت تأثير قوى معينة ويعنى ذلك حساب وتقدير القوى اللازمة بتنفيذ الجسم حركة معينة .فإذا ما تغلبت قوى العضلات مثلا على القوى الخارجية فى الحركات الميكانيكية الخاصة بالإنسان ، بمعنى إحداث حركة فى جسم الإنسان فنحن عندئذ نتكلم عن وجود حركة ذاتية أو داخلية :

مثال على ذلك : صعود السلالم والأهرامات .. إلخ وهنا تتغلب قوى العضلات والقوى الذاتية على قوة الجاذبية الأرضية فتحدث حركة الصعود وتكون بالطبع فى اتجاه قوى رد الفعل المساوى لقوى العضلات.

أما فى الحالات التى لا يمكن لقوى العضلات أن توازن القوى الخارجية أو تتغلب عليها ، فإننا نتحدث عن وجود حركة خارجية أو غريبة.

مثال على ذلك : الإزلاق على الماء أو الجليد ، وهنا تتغلب القوة الخارجية سواء كانت قوة الجاذبية الأرضية أو قوة شد اللنش على قوة العضلات وتسبب حدوث الحركة فى اتجاه تأثير هذه القوى.

2- **الميكانيكا الحيوية التطبيقية : وهى تهتم أساساً بالتالى :**

أ- تحسين الحركة : وهذا له أهميته فى ميادين التأهيل الطبى والمهنى والفنى والرياضى.

ب- تحسين الأدوات : وذلك حتى تتناسب وقدرات الإنسان التشريحية.

أنواع الحركة :-

أ- الحركة المستقيمة :- وهى حركة الانتقال المتوازى وتعتبر الحركة مستقيمة . إذا تحرك جسم ما وكانت المسافة التى قطعتها إجزاؤه المختلفة موازية لأجزاء هذا الجسم وأيضا تنطبق عليه ويعنى ذلك أن تنتقل جميع نقط الجسم انتقالا متساوياً ومتوازياً.

وأبسط أنواع الانتقال هو الحركة على خط مستقيم.

كذلك يمكن أن يأخذ الانتقال الحركى المتوازى خطوطاً منحية بدلاً من الخطوط المستقيم. وفى هذه الحال سوف تنتقل جميع نقط الجسم انتقالاً متساوياً ومتوازياً أيضاً كما فى الحالة السابقة ولكن فى خطوط منحنية بدلاً من الخطوط المستقيمة.

ب- حركة دوران محور ثابت:- وهى الحركة الدائرية للجسم حول محور ثابت يسمى بمحور الدوران وتكون أبعاد نقط الجسم ثابتة بالنسبة لهذا المحور، ولذلك ترسم هذه النقاط دوائر متحدة المركز ومتوازية ، وتكون سرعة أى نقطة فى لحظة ما عمودية على الخط الواصل بين محور الدوران وهذه النقطة . وبالنسبة لحركة جسم الإنسان فإن هذه الحركة تتم حول محور دوران داخلى كما فى حركة رفع الرجل لأعلى أو محور خارجى كفعل دائة كاملة على العقلة.

يمكن أن تتكون الحركة دائرية مستقيمة فى نفس الوقت بمعنى أن يدور الجسم حول محور بينما يسير المحور نفسه فى اتجاه معين مثال ذلك: الدورة الهوائية فى الغطس وقيادة الدراجة.

كذلك يمكن تقسيم الحركة من حيث سيرها الزمنى إلى :-

1- حركات منتظمة : وهى التى يقطع فيها الجسم نفس الوحدات المكانية فى نفس الوحدات الزمنية وهذه تكون فيها العجلة مقدارها صفر.

2- حركات غير منتظمة : وفيها تقطع الحركة مسافات غير متساوية فى نفس الوحدات الزمنية المتساوية.

وهذه تنقسم بدورها إلى :

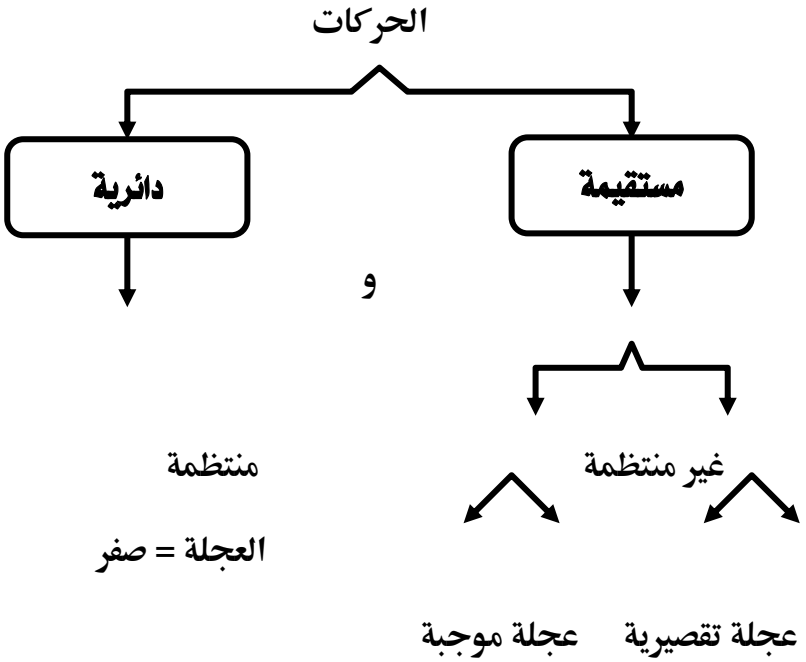
أ- حركة بعجلة ثابتة (موجبة أو سالبة).

ب- حركة بعجلة متغيرة (موجبة أو سالبة) .

والفرق بين النوعين هو أن السرعة فى الحركات ذات العجلة الثابتة (موجبة أو سالبة) تزداد أو تنقص فى الوحدات الزمنية المتساوية بنفس المقدار.

أما فى الحركة ذات العجلة المتغيرة (الموجبة أو السالبة) فإن السرعة تزداد أو تنقص بمقادير غير متساوية فى نفس الوحدات الزمنية المتساوية.

وينطبق هذا التقسيم للحركة من ناحية سيرها الزمنى – على الحركات المستقيمة والدائرية.



دراسة وتحليل حركة الجسم البشرى

إن الهدف الأول من دراسة طلاب كليات التربية الرياضية بصفة عامة يتمثل فى الإلمام بكل من طبيعة ووظيفة حركات الجسم البشرى فى المجال الرياضى، أما المتخصصون فمن المفترض أن يكونوا أكثر تعمقاً وإلماماً بمعوقات هذا المجال الذى يتفرع إلى إتجاهات متنوعة .

الخصائص البدنية للجسم البشرى :-

إن المعلومات المرتبطة بنمو عظام الجهاز الهيكلى وتركيبها وكذلك مفاصل الجسم المختلفة وطبيعة تركيبها وأشكال تصميماتها وعلاقتها بانواع الحركات التى تسمح بها وتوزيعها على الجهاز الهيكلى ، وكذلك العضلات بما تشمله من تصنيفات وظيفية وتركيبية مختلفة ، هذا بالإضافة إلى القياسات الجسمية بشكل عام كالحجم والطول والوزن وتفاصيل قياسات الأجزاء وعلاقة هذه القياسات فيما بينها تعتبر من المعلومات المهمة التى يجب أن يلم بها المتخصصون فى مجال الأداء البشرى بشكل عام.

الخصائص الميكانيكية لحركة الجسم البشرى :-

باعتبار الجسم البشرى نظاماً ميكانيكياً يشترك مع باقى الأجسام الأخرى فى العديد من الخصائص الحركية ، وإن استخدام علم الميكانيكا التقليدية بفروعه المختلفة قد أفادت كثيراً فى دراسة حركة الجسم البشرى وتحديد العديد من خصائصه ومميزاته الحركية .

طرق بحث الحركة :

هناك أسلوبان رئيسيان لدراسة حركة الجسم البشرى من الناحية التفصيلية:

1- البحث الكمى :

ويهتم هذا الأسلوب بتوصيف حركة الجسم البشرى ككل ، أو حركة أى جزء من أجزائه توصيفاً قياسياً أو رقمياً ، حيث يساهم هذا الأسلوب فى تحويل الأداء الحركى إلى قيم مقياسية تعبر عن معانى لها مدلولاتها بالنسبة للمبادئ والقوانين التى تستمد من العلوم الأخرى ويستخدم فى هذه القياسات العديد من الأجهزة ، فمنها الأجهزة البسيطة ذات الدلالات السريعة عن حالة

الجسم وحالة حركته ومنها الأجزاء المعقدة التى تتعمق فى القياس كما تطلبت الدراسة مزيداً من التفاصيل.

وهذا الأسلوب غير اقتصادى وهو بالتأكيد لا يتناسب وقدرات كل من المدرس والمدرب فهو يحتاج إلى مستوى عال من الخبرة لذا فإن استخدامه يقتصر مع رياضة المستوى العالمى فى معظم الأحيان.

إلا أن معرفة المدرب والمدرس بنتائج هذا النوع من التحليل دون الدخول فى تفاصيله يساعد فى تكوين صورة عامة عن القيم والمقادير المحتملة فى أى ظاهرة مدروسة فيتحقق بذلك قدر أعلى فى فهم تفاصيل الأداء البشرى.

ب- البحث الكيفى:

يهتم هذا الأسلوب بوصف حركة الجسم دون الدخول فى تفاصيل القياسات الرقمية إلا أن الانطباع الذى يمكن الحصول عليه قد يتسق إلى حد كبير مع هذه البيانات والأرقام، وعلى الرغم من سهولة استخدامه إلى حد كبير بمقارنته بالأسلوب الكمى إلا أن هناك العديد من الفروض التى تنطلق منها البحوث العلمية فى مجال الأداء الحركى يكون أساسها الأسلوب الكيفى فى توصيف الأداء الحركى.

ويساعد كل من الأسلوب الكمى والكيفى فى الحصول على معلوات ذات قيمة كبيرة عن الأداء ويمثل الأسلوب الكيفى أداء لكل من المدرب والمدرب فى ممارسه عمله فهناك العديد من المواقف التدريبية والتدريسية التى يعتمد فيها التحليل على مجرد الملاحظة ثم استرجاع تفاصيل الأداء من الذاكرة عند الشرح أو تصحيح الأخطاء.

الأهداف الميكانيكية الأساسية للحركات الرياضية:

تصنيف المهارات يمكن أن ينطلق من أهدافها الميكانيكية الأساسية أو الأولية، وتركز على تطوير فاعلية الأداء من خلال التدريب ينطلق من هذه الأهداف ، التى يمكن التعبير عنها بالمصطلحات المستخدمة فى الميكانيكا التقليدية ، فعلى سبيل المثال ، يتحدد الهدف الميكانيكى الأساسى من الضربة الساحقة للخصم ، وبذلك تصبح الكرة جسماً مقذوفاً يمكن معالجة حركته ميكانيكياً بقوانين المقذوفات . وبالمزيد من التعمق فى تفاصيل حركة الكرة فإن قذفها يتم بسرعة

عالية وفى مكان محدد فى ملعب الخصم وهنا تلعب كل من الدقة والسرعة دوراً رئيسياً فى تعزيز فعالية الأداء ، أما المهارات التى تتميز بأغراض أو أهداف ميكانيكية أساسية متعددة ، فإن تحديد أولوية هذه الأهداف يعتبر من الأمور المهمة فى تصنيف هذه المهارات فمن المثال السابق هل السرعة أهم من موقع وصول الكرة؟ أى بمعنى هل السرعة أهم من الدقة؟

وإن كان الأمر كذلك فهل يمكن التحكم فى الأهداف الميكانيكية الأساسية وبالتالى أسلوب تصنيف المهارات فى ظل هذا المبدأ.

لذا وضعت قائمة بالأهداف الميكانيكية الأساسية وتصنيف المهارات الرياضية فى ضوئها للاسترشاد بها فى تحليل الأداء المهارى.

الأهداف الميكانيكية الأساسية للحركات الرياضية :

رقم	الهدف الميكانيكى الأساسى	المهارة
1-	إنطلاق الأداة أو الجسم الأفقى مسافة أفقية.	القرص – الرمح – الجلة – الوثف الطويل – الثلاثى.
2-	انطلاق الأداة أو الجسم لأقصى ارتفاع رأسى	الوثب العالى- القفز بالزانة
3	انطلاق الأداة بأى مستوى دقة	رماية السهام – الرماية – التصويب فى كرة
4-	انطلاق الأداة بأعلى مستوى دقة مع توافر عنصر السرعة	الضرب الساحق- الإرسال فى التنس – الإرسال فى الكرة الطائرة
5-	التغلب على المقاومات	السباحة- المصارعة – الجودو
6-	حركة الجسم لمسافة محدودة مع أو بدون تحديد زمن الأداء	السباحة
7-	تحريك الجسم وأجزائه لإنجاز نمط حركى أساسى.	جمباز- غطس- كمال أجسام.
8-	تحريك الجسم فى ظروف بيئية ميكانيكية مختلفة	الغوص- تسلق الجبال.

3- محتوى وواجبات بيوميكانيكا الحركات الرياضية :

تهتم البيوميكانيكا (الميكانيكا الحيوية) – فى معناها الواسع – بدراسة الحركات الفراغية لكل الكائنات الحية – سواء أكانت دقيقة أو كبيرة.

ورغم إهتمام البيوميكانيكا – فى المقام الأول – بدراسة الشكل الميكانيكى للحركة إلا أنها لابد وأن تأخذ فى الاعتبار الخصائص البيولوجية(التشريحية والفسيولوجية) للكائن المتحرك.

ويجرى تصنيف البيوميكانيكا إلى عامة وخاصة : يهتم القسم العام لبيوميكانيكا الإنسان بدراسة القوانين والأسس العامة لجهازه الحركى وأفعاله (أنشطته) الحركية.

بينما تنمو البيوميكانيكا الخاصة إلى تغطية مجالات محددة بذاتها للأنشطة الحركية للإنسان (بيوميكانيكا العمل والحركات المهنية ، بيوميكانيكا الرقص، بيوميكانيكا الأعمال العسكرية ، البيوميكانيكا الطبية ، بيوميكانيكا الحركات الرياضية.. إلخ.

وتهتم بيوميكانيكا الحركات الرياضية بدراسة تطبيق القوانين الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية معينة ، ولذلك فإنها تهتم بدراسة الجهاز الحركى للإنسان ومن ثم أفعاله وأنشطته الحركية خلال ممارسته لمختلف أوجه التربية البدنية والمسابقات الرياضية بغرض ضمان ترشيد طرق التدريب والتدريس فى المجال الرياضى ومن ثم إرساء الأساس العلمى لنظام إعداد الرياضيين ذوى المستوى العالى.

وتنظر البيوميكانيكا إلى التكنيك الرياضى باعتباره نظاماً ديناميكياً معقداً للأفعال الحركية القائمة على الاستخدام الأمثل المرشد للإمكانيات والقدرات الحركية للاعب والموجهة لحل واجباً (غرضاً) محدداً بالنسبة لهذا أو ذاك النوع من النشاط الرياضى ، والمؤدية – بصفة خاصة – إلى بلوغ مستويات عالمية للنتائج الرياضية.

ويشكل التحليل البيوميكانيكى الفروض والمقدمات الأولية المتعلقة بوضع الأساس العلمى لترشيد جوهر عملية تعليم وتدريب الحركات الرياضية والمتعلقة أيضا بترشيد الاستخدام الوقائى ،

الصحى ، والعلاجى للتمرينات البدنية فى مجال الرياضة العلاجية.

ويتطلب تحقيق الواجبات الخاصة للبيوميكانيكا استخدام الكثير من طرق وأجهزة البحث المختلفة النابعة أصلا من علوم التشريح والفسيولوجى ، التربية، والرياضيات (Mathematics) (وغيرها من العلوم ، بالإضافة إلى ما أعدته البيوميكانيكا نفسها من طرق ووسائل ذاتية أصيلة لدراسة الحركات الرياضية والتى صيغت كطرق مستقلة للبحوث الخاصة بها والتى يطلق عليها تسمية طوق البحث البيوميكانيكية.

وعند دراسة حركات الإنسان – من وجهة نظر الميكانيكا – فإنه يمكن اعتبار جسمه تجاوزاً نقطة مادية تتحرك فى الفراغ ، حيث يسمح بهذا التجاوز فقط عندما تكون أبعاد هذا الجسم – بالمقارنة بالمسافة التى يتحركها– صغيرة جداً بالقدر الذى يمكن إهمال أبعاده.

أما عندما يتعلق الأمر بدراسة حركة بعض الوصلات البيوكيمانيكية لجسم اللاعب بالنسبة لبعضها الآخر– عند بحث التكنيك الرياضى– فإنه لا يجوز إهمال أبعاد هذا الجسم (أى اعتباره كنقطة مادية تتحرك فى الفراغ) ، وفى هذه الحالة فغنه يمكن اعتبار الوصلات المختلفة كنقاط مادية منفصلة وبذلك تكون حركة الجسم عبارة عن إزاحة المجموعة (النظام) الكلية للنقط المادية.

فإذا كانت المسافة بين مختلف نقط المجموعة (النظام) ثابتة فإنه يطلق عليها المجموعات المادية الثابتة (غير المتغيرة) أو الجسم مطلق الصلابة.

وتجرى جميع حركات الإنسان فى الفراغ مع مرور الزمن ، ويعتبر الزمن الخاص بأى نقطة مادية محددة فى الفراغ واحداً بغض النظر عن نوع نظام الإحداثيات المستخدم.

وحيث أن الزمن عبارة عن كمية قياسية دائمة التغير فإنه يؤخذ فى مسائل الكينماتيكا كمتغير مستقل بينما تعتبر الكميات المتغيرة الأخرى (السرعة ، المسافة ، العجلة .. إلخ) كميات متغيرة بمرور الزمن أى دوال فى الزمن. ويقصد بالفراغ فى الميكانيكا – فراغ إقليدس أو الفراغ الإقليدى ذى الأبعاد الثلاثة (حيث تجرى جميع القياسات فى هذا الفراغ على أساس طرق الهندسة الإقليدية ذات الثلاثة أبعاد.)

وفى كل هذه الأحوال ينظر إلى كتلة الجسم (كمقياس كمى للقصور الذاتى) باعتباره كتلة غير متغيرة بمرور الزمن ولا تتأثر أو تتعلق بحركة الجسم.

وباعتبار أن جميع أجزاء الجسم تتصل بعضها ببعض فى نظام دقيق يصبح من الضرورى أن يعمل بتعاون تام حتى تتوفر الحركة المطلوب أدائها بأقل مجهود ممكن .

ولما كان جسم الإنسان هو الوسيلة الوحيدة لإتمام (لإنجاز) الحركة فالمنطلق يدعونا لدراسته باعتباره يتكون من أجزاء يطلق عليها الإطراف كما يشمل على روافع يطلق عليها عظام كما يحتوى على مصادر مولدة للقوة يطلق عليها العضلات.

هذا التركيب لجسم الإنسان يدفعه إلى استخدام القوانين الميكانيكية فى حركاته المتعددة . ولما كان هدف الإنسان أن يقوم بحركاته بكفاية تامة كان من الضرورى له معرفة كيف تتم هذه الحركات بطريقة يتوفر معها التوازن.

كما يجب عليه أن يتفهم كيف يستغل هذا التوازن فى إنتاج القوة وتوجيهها توجيها سليما فى الأداء الحركى أثناء ممارسته نواحى النشاط المختلفة.

تعريف حركة الإنسان من وجهة نظر علم الحركة الميكانيكى:

انطلاقاً من أغراض هذه الدراسة فسوف يجرى تعريف حركة الإنسان دون أخذ المكونات أو العناصر السيكولوجية الفسيولوجية التى تتضمنها فى الاعتبار وعلى ذلك تعرف حركة الإنسان بأنها :

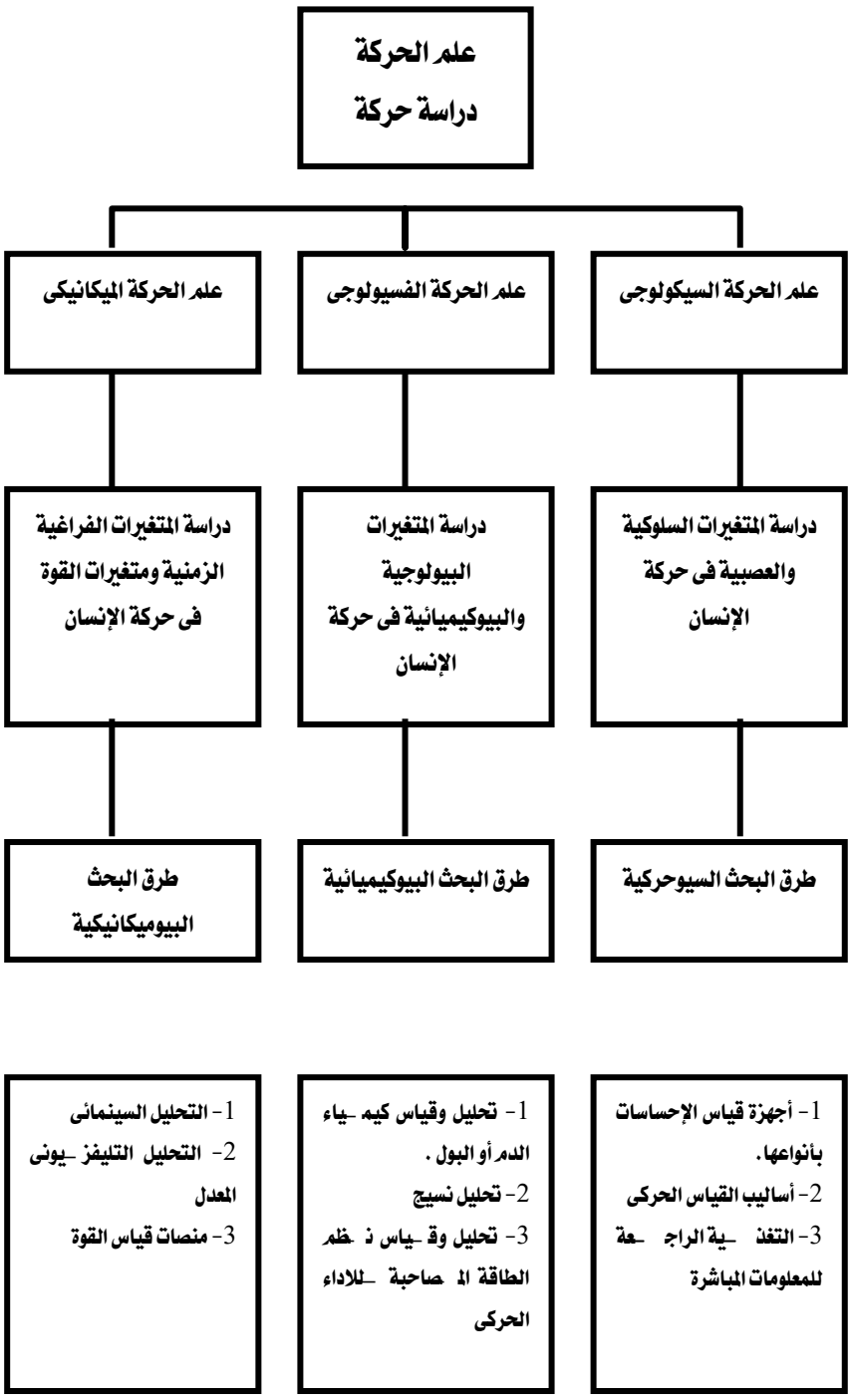
"التغير فى موضع الجسم أو وصلاته فى الفراغ وفى الزمن بالنسبة للأجسام الأخرى من خلال تطبيق مقادير متغيرة من القوة".

العلاقة الزمنية المكانية فى الحركة وصورها كتغيير فى الفراغ والزمن:

ونظراً لتعذر شغل (أو تواجد) جسمين ماديين لنفس الحيز من الفراغ فى نفس اللحظة الزمنية ، لذا ينطوى جوهر الحركة على العلاقات "الزمنية المكانية".

وقد يكون هذا التغير فى الفراغ وفى الزمن عبارة عن أحد صور:

- التغير فى الموضع (مثل حركة الجرى) .
- أو التغير فى الشكل (مثل حركة ثنى أحد الذراعين من وضع الوقوف الساكن).


علم الحركة
دراسة حركة
علم الحركة السيكولوجى
علم الحركة الفسيولوجى
علم الحركة الميكانيكى
دراسة المتغيرات السلوكية والعصبية فى حركة الإنسان
دراسة المتغيرات البيولوجية والبيوكيميائية فى حركة الإنسان
دراسة المتغيرات الفراغية الزمنية ومتغيرات القوة فى حركة الإنسان
طرق البحث السيوحركية
طرق البحث البيوكيميائية
طرق البحث البيوميكانيكية
1- أجهزة قياس الإحساسات بأنواعها.
2- أساليب القياس الحركى
3- التغذ ـية الراج ـعة للمعلومات المباشرة
1- تحليل وقياس كيم ـياء الدم أو البول .
2- تحليل نسيج
3- تحليل وق ـياس ن ـظم الطاقة الم ـصاحبة ـللاداء الحركى
1- التحليل السينمائى
2- التحليل التليفز ـيونى المعدل
3- منصات قياس القوة

مفهوم علم الحركة الميكانيكى :

Concept of Mechanical Kinesiology

انطلاقاً من تعريفنا السابق لعلم الحركة بأنه " علم دراسة حركة الإنسان فى جميع صورها ومجالاتها " فإنه يمكن التوصل إلى تعريف علم الحركة الميكانيكى باعتباره : "فرع علم الحركة الذى يهتم بدراسة العوامل الميكانيكية التى تؤثر فى الحركة الإنسانية."

تعريف علم الحركة الميكانيكى كفرع من علم الحركة :

أى فرع "علم الحركة الذى يتعلق بتطبيق القوانين الطبيعية للميكانيكا – كفرع من فروع الطبيعة – عند دراسة الحركة الإنسانية."

أو هو فرع علم الحركة الذى يهتم بالتحليل الميكانيكى Mechanical Analysis للسلوك الحركى الإنسانى.

ويتطلب التحليل الميكانيكى "للسلوك الحركى الإنسانى ضرورة تجزئ أو تفصيل الأداءات الحركية Movement performance إلى مكوناتها ، أو عناصرها الميكانيكية Mechanical Components حيث يطلق عمليه تجزئ أو تفصيل أى كل إلى الأجزاء المؤلفة له اسم "تحليل".

الشكلين الرئيسيين للتحليل الحركى : Kinesiological Analysis

التحليل الكينماتيكى Kinematic analysis

ويهتم بالملاحظة العلمية والتوصيف العلمى لمتغيرات الحركة.

التحليل الكيناتيكى : Kinetic Analysis

ويهتم بدراسة متغيرات الحركة هذه كعوامل متفاعلة مع بعضها البعض لتسبب حدوث الحركة وتسبب التغيرات الحادثة فيها.

أما الفرعان الرئيسيان لعلم الحركة الميكانيكى :

اللذان يهتمان بدراسة هاذين الشكلين من التحليل فهما (شكل 4) .

الكينماتيكا : Kinematics

ويهتم بدراسة الشكل الوصفى للتحليل (أوصافه الحركة)

الكيناتيكا : Kinetics

ويهتم بدراسة الشكل السببى للتحليل (القوى المسببة للحركة)

بينما يعرف جمال علاء الدين علم الحركة الميكانيكى فى المجال الرياضى بأنه "العلم الذى يهتم بدراسة وتطبيق القوانين الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية معينة" (ويقصد بالشروط البيولوجية المحددات التشريحية الفسيولوجية والنفسية للجهاز الحركى لجسم الإنسان).

وبالرغم من كون الأسس ، أو المبادئ الميكانيكية حركة الإنسان تشكل الاهتمام الرئيسى لهذه الدراسة . فسوف نتناول العديد من أمثلة التحليل الميكانيكى لتركيبات (أبنية) الجهاز الحركى ووظائفه Mechanical Analysis of Motor Apparatus Structures وكذا بعض أمثلة التحليل المكيانيكى للأداءات الحركية Mechanical analysis of motor skills .

كما ينبغى مرة أخرى أن نشير إلى أننا سوف لا نهتم فى هذه الدراسة بالمحتوى الكلى للميكانيكا الحيوية بمعناها الواسع ، أى باعتبارها تطبيقا للمبادئ والأسس الميكانيكية فى دراسة عمليات الحياة ، وبكلمات أخرى ، سوف لا نأخذ فى اعتبارنا فى علم الحركة الميكانيكى دراسة

كل الأشكال المعروفة للحركات التى يؤديها الإنسان أو تلك الصور الأخرى للحياة.

على سبيل المثال : تدخل الوظائف البيوميكانيكية للقلب والرئتين والأعضاء الحشوية الأخرى فى نطاق اهتمام علم الحركة الفسيولوجى ، ولذلك سوف لا نتعرض لها.

وبالمثل سوف لا نتعرض أيضاً لحركة النبضات العصبية خلال الجهاز العصبى ، والتى تنتمى إلى مجال علم الحركة السيكولوجى .

الأبعاد والحدود الأكاديمية لعلم الحركة الميكانيكى :

لا يهتم عالم الحركة الميكانيكى – شأنه فى ذلك شأن جميع العلماء فى مجالات المعرفة الأخرى (أ) يحل المشاكل التطبيقية فحسب ، بل لابد وأن يهتم أيضاً (ب) بتقدم المعرفة الإنسانية عن حركة الإنسان كظاهرة طبيعية ، وبكلمات أخرى لابد أن يكون لعالم الحركية الميكانيكى اهتمام بالجانب الأكاديمى والجانب التطبيقى فى مجال موضوعه.

تطبيق الميكانيكا الحيوية فى المجال الرياضى :

من الناحية الأكاديمية تهتم الميكانيكا الحيوية فى المقام الأول بتعريف (بتحديد مفاهيم) ، ثانياً تفهم العناصر الميكانيكية التى يتضمنها الأداء (الإنجاز) الناتج للواجبات الحركية.

ومن ثم ينبغى أن يقود هذا الاهتمام دائماً إلى الأبحاث الرائدة (ذات الأفكار الأصلية) والتى يمكن أن تقوم بطبيعتها على أحد الأساليب أو المناهج البحثية التالية: الملاحظة – الدراسة النظرية – الدراسة التجريبية.

1- الملاحظة :

الملاحظ فى مجال علم الميكانيكا الحيوية يقوم ببساطة بملاحظات الحركات الخاصة بمختلف اللاعبين المؤدين لمهارة حركية ما ، ثم يحدد من بينها تلك التى تؤدى إلى أفضل النتائج.

فيمكن للباحث أن يلاحظ على سبيل المثال أن لمعظم الضاربين الناجحين فى فرق الكرة الطائرة أنماط حركية متميزة بخصائص عامة مشتركة – وبناء على ذلك فإنه يستنتج أن هذه النماذج الحركية ضرورية للأداءات الضربية الناجحة فى هذه الرياضة وهذا بطبيعة الحال قد يمثل

الحقيقة أولا يمثلها ولكنه حتما سيقود إلى الخطوة المنطقية التالية والتى من واجبها وضع تفسير نظرى لمعطيات الملاحظة.

2- الدراسة النظرية :

تتضمن الدراسة النظرية للنماذج أو الأنماط الحركية التطبيق الخاص للقوانين والمبادئ الميكانيكية لعلم الطبيعة (الميكانيكا) الكلاسيكية.

وينبثق الغرض والإدعاء هذا من كون أنه إذا ما كان لنموذج حركى ما أهمية (ضرورة) بالنسبة للإنجاز والأداء الناجح عندئذ يمكن اقتراض سبب نظرى لتلك الحقيقة يستقصى من معارفنا فى الميكانيكا الكلاسيكية . وليست كل الفروض النظرية مصاغة – بطبيعة الحال – لتفسير ما هو جارى فى المجال العلمى التطبيقى ، حيث يمكن أن تنبثق – فى حقيقة الأمر – من المحاولات الإبداعية لخلق بناء تكتيكات فنية أفضل لم يسبق أداءها ولم تجرب فى المجال العلمى.

3- الدراسات التجريبية

عادة ما تقود صياغة فرض نظرى ما إلى بعض أنماط البحوث التجريبية التى من خلالها يجرى اختبار سلامة الغرض ذاته.

ومن خلال عمليات ونتائج البحوث القادمة على الملاحظة والبحوث النظرية والبحوث التجريبية يصبح فى إمكاننا وضع نماذج حركية لمختلف أنماط الأداء المهارى فى الأنشطة الرياضية.

وبذا يمكن أن نتحدث عن التكنيكات المناسبة أو التكنيكات النموذجية لتأدية مهارات معينة مثل كرة القدم "التصويب فى كرة السلة ، الضربة الساحقة فى الكرة الطائرة ، تخطية حاجز عالى فى مسابقات ألعاب الميدان والمضمار.

وسوف نستخدم مصطلح تكنيك Technique أو مصطلح ميكانيكا كمترادفين فى هذا المرجع وذلك عندما تشير هذه الكلمة إلى عملية الحركة.

وعلى ذلك عندما نتحدث عن ميكانيكا أداء ما فإننا نعنى تلك الحركات الخاصة المستخدمة من قبل المؤدى لتأدية (لإنجاز) واجب ما .

وخلاصة القول يمكن الآن أن نجزم بان دراسة تكنيكات الحركة ووضع تطوير النماذج الحركية هى جوهر الموضوع الأكاديمى لعلم الحركة الميكانيكى.

ميادين تطبيق الميكانيكا الحيوية :

- الميدان الرياضى .
- ميدان العلاج الطبيعى.
- الميدان المهنى .

تطبيق الميكانيكا الحيوية فى المجال الرياضى :

1- مجال تدريس التربية البدنية والرياضة.

2- مجال التدريب الرياضى.

3- مجال البحث العلمى.

1- مجال تدريس التربية البدنية والرياضة :

تتركز التطبيقات المهنية لعلم الحركة الميكانيكى بصفة رئيسية فى المجال التعليمى للتربية البدنية ، حيث يفترض هنا أن رجل التربية البدنية هو فى المقام الأول مدرس (معلم) للمهارات الحركية ، وأن تحسين وتطوير الأداء أو الإنجاز الحركى يمثل أحد المسئوليات المهنية الرئيسية له.

و أهمية التدريس للعاملين فى مجال تدريس التربية البدنية ذات تأثير كبير على :

أ- مدى مقدرته على تحليل الأداءات الحركية لتلاميذه فى هيئة علاقات بين مسببات ونتائج.

ولذلك ينبغى أن يميز المدرس الكفئ للمهارات الحركية بمقدرة على تحليل أى أداء وعلى إجابة التساؤلات المطروحة عنه مثل :

1- ما هى الجوانب الصحيحة فى الأداء (بمقايسة الأداء الفعلى بنموذج حركى مثالى لهذا الأداء)؟

2- ما هى جوانب الخطأ فى الأداء ؟

3- لأى الأسباب يرجع هذا الخطأ ؟

4- ما الذى ينبغى عمله لتحسين هذا الأداء؟

ب- مدى امتلاكه لمهارات قيادة محددة من أجل تحفيز التلاميذ أو الناشئين لاستخدام نتائج

التحليل خلال التدريب العلمى على مهارة.

وينبغى بطبيعة الحال – عند تحليل هذه المهارة أن ترتبط بمهارات اتصال معينة وبمهارات قيادية محددة أخرى .

أى ينبغى أن يكون معلم التربية البدنية ومدرب المبتدئين ممتلكا لمهارات التحليل والاتصال والقيادة (قادراً على استعمالها بكفاءة) .

ويمكن أن تتشكل الخلفية عن التحليل الحركى بناء على مدخلين (مصدرين) أساسين ينبثقان عن تباين وضع المشتركين فى عينته.

هل هى من اللاعبين المؤدين Performance أم من المشاهدين Spectators فكرة القدم أو الكرة الطائرة يمكن أن تدرس – على سبيل المثال – من خلال اللاعبين الممارسين لهذا النشاط ، كما يمكن أن تدرس أيضاً من خلال ربات البيوت (كمشاهدين) ، حيث يقود كل من المدخلين إلى قدر معين من الإطلالة أو النظرة الداخلية فى مشكلات الحركة ، ولكن من المحتمل أيضا ألا يتعرف اللاعبون المؤدين أو الأفراد المشاهدين على أسباب وجود هذه الحركة ، وغالبا ما لا يعرفون بطبيعة الحال –كيفية التوصل إلى الحل الأمثل لمثل هذه المشاكل الحركية.

لذا فإن أحد الأدوار الهامة لتطبيق علم الحركة فى مجال تدريس التربية الرياضية هو سد الحاجة الماسة إلى وجود المهنى المتخصص الذى يكون فى مقدوره تحليل أى حركة إلى عناصرها وتفصيلاتها المحددة التى تعكس علاقات النتائج أو الآثار بالمسببات حتى يتوفر له قدر أكبر من الإطالة أو النظرة الداخلية المتعمقة فى مشكلات الحركة وأسباب وجود هذه المشكلات الحركية ومن ثم كيفية التوصل إلى الحل الأمثل لهذه المشاكل الحركية.

ويمكن تعلم الكثير عن المهارات الحركية عن طريق الممارسة ، أى أن يصبح الفرد مؤدياً للمهارة الحركية ذاتها ، وكذلك عن طريق ملاحظة أداءات اللاعبين الآخرين ، ولكن يمكن اكتساب معرفة أكثر إذا ما ربطت هذه الخبرات العملية بالمدخل الأكاديمى لعلم الحركة الميكانيكى أى أن ربط ممارسة المعلم أو المدرب بملاحظته ومشاهدته لأداء اللاعبين (خبرات عملية) ، مع دراسته الأكاديمية لعلم الحركة (دراسة القوانين الميكانيكية الأساسية) يتيح لهما نظرة أوسع إلى داخل طبيعة تكوين المهارة ، وتنمى لديهما قدرات تحليلية أكبر عنها فى حالة الاقتصار على الخبرة (التأدية والملاحظة) فقط.

2- مجال التدريب الرياضى :

نحن نعتبر علم الحركة من المواد الأساسية التى تدرس فى مجال البحوث العلمية للتربية الرياضية والتدريب الرياضى للأسباب الآتية:

- بحث شروط وقوانين الحركات الرياضية والمسابقات الرياضية (بـ ـهدف التـ ـعديل والارتقاء بطرق الأداء الفنية دون الإخلال بهذه الشروط والقوانين :

ويعنى ذلك أن كل نشاط له قانونه الخاص به والخروج عنه يعتبر خطأ لذلك يبحث علم الحركة فى كيف يصل الفرد إلى المستويات الرياضية العالية دون الإخلال بالشروط القانونية المنظمة للمسابقة الرياضية المعنية.

3- مجال البحث العلمى :

إن دراسة علم الحركة فتحت أبواباً كثيرة للمدربين للدخول فى حل مشاكل التدريب عن طريق البحث العلمى وبالتالى زاد إدراكهم وتفهمهم لمهنة التدريب الرياضى.

مثال : بحث طرق الأداء الفنية فى مختلف الأنشطة الرياضية ، فمن خلال بحث مرال الأداء فى الوثب العالى (الاقتراب ، لارتقاء ، الطيران ، الهبوط) أمكن حل العديد من القضايا الفنية المطروحة مثل :

هل من الأفضل أن تكون مرجحة الرجل الحرة مفرودة ، أم مثنية فى طريقة الوثب بالظهر (فوسبورى فلوب) فى مرحلة الارتقاء ، وقد أظهرت الأبحاث أن ثنيها يعطى أفضل النتائج لتمشيها من النواحى الميكانيكية والبيولوجية ، وهذا رأى غير قاطع وما زال البحث مستمراً.

مثال : هناك طرق مختلفة للوثب العالى مثل الطريقة المقصية والغربية والسرجية والشرقية والفوسبرى لفوب، ومن خلال دراسة علم الحركة أمكن ملاحظة أنه إذا ارتفى لاعب بنفص القوة فى كل من هذه الوثبات الخمسة فسوف يحقق ارتفاع أفضل فى الطريقيتين السرجية (والفوسبورى فلوب) عنها فى الغربية والمقصية والشرقية تعتبران أن وجهة القوانين الطبيعية الفسيولوجية المطبقة فى هذا المجال – أقرب إلى الكفاءة الميكانيكية . وتختلف هاتان الطريقتان فى قليل من التفاصيل الفرعية التى تعمل على زيادة الدفع لأعلى ، ولكنهما تشتركان فى أتاحتهما إمكانية جعل ارتفاع مركز ثقل الجسم أقرب ما يمكن من العارضة، وبالتالى يقل ضياع أى ارتفاع دون الاستفادة الفعلية

منه فى زيادة الارتفاع المسجل ، أو بمعنى آخر أن المسافة بين مركز ثقل جسم اللاعب والعارضة خلال المروق يكون أقل فى الطريقتين المسرجية الفوسبرى فلوب عنها فى بقية الطرق وبذا يتيح فرصة أفضل للاعب لتحقيق ارتفاع أكبر أفضل

وعلى الرغم من تساير طريقتى الفوسبرى فلوب والسرجية مع القوانين الميكانيكية إلا أن هناك خصائص بيولوجية بجانب الخصائص الميكانيكية تحدد أنسب الطرق الفردية للأداء فمن الممكن أن طريقة تناسب فردا بذاته ويحقق بها أفضل ارتفاع لا تناسب طريقة أخرى رغم تماشيها مع النواحى الميكانيكية.

تساؤل هام؟؟؟ كيف يمكن للميكانيكا الحيوية من خلال بحث طرق الأداء الفنية أن تسهم فى الارتقاء بالمستويات الرياضية؟؟

أ- المفاضلة البيوميكانيكية بين أسلوبين مختلفين لتأدية بعض عناصر طرق الأداء الفنية – أن يسهم فى الارتقاء بالمستويات أو الإنجازات الرياضية.

ب- المفاضلة البيوميكانيكية بين أسلوبين مختلفين لتأدية بعض عناصر طريقة أداء فنية واحدة (فى الوثب العالى بطريقة فوسيورى فلوب المفاضلة بين مرجحة الرجل الحرة مفرودة وبينها وهى مثنية من الركبة.

ج- المفاضلة البيوميكانيكية (درجة القرب من الكفاءة الميكاتنيكية) بين طرق أداء فنية مختلفة فى مسابقة رياضية واحدة (بين طرق الوثب العالى : المقصية – الغربية – الشرقية – السرجية – الفوسبرى فلوب ، فى "فاقد المسافة بين طرق أداء الخطوات الإيقاعية الأخيرة لرمى الرمح فى فاقد السرعة المنقولة من الاقتراب إلى الرمى.

اكتشاف وتطوير طرق تعليم وتدريب الحركات الرياضية :

- تعيين أنسب سن لتعليم أداءات فنية ما طبقاً لمتطلباتها ودرجة بساطة أو تعقيد تركيبها (متكررة – وحيدة – مركبة – مندمجة..) مثل التجديف – الجلة – الوثب الطويل – الأداءات الممارية المندمجة فى الألعاب الجماعية والمنازلات الفردية.

- تعيين ما هى أنسب طرق لتعليم (الكلية – الجزئية – الكلية الجزئية – التأثيرات المصاحبة)

كل من هذه الأداءات الفنية فى ضوء الاعتبارات السابقة (أى طبقاً لمتطلباتها ودرجة بساطة أو تعقيد تركيبها) وتبعا للعمر الزمنى للمتعلم ومرحلة التعليم التى يمر بها

- تعيين أنسب تتالى لاستخدام طرق التعليم والتدريب بالنسبة لكل من هذه الأداءات الفنية فى ضوء الاعتبارات السابقة وطرق التعليم المستخدمة .
- تعيين حدود واضحة نسبياً لمراحل تعلم أى من هذه الأداءات الممارية وخصائص المرحلة والفترة الزمنية لامتدادها فى ضوء الاعتبارات السابقة وطرق التعليم المستخدمة.

د- تحليل الحركات الرياضية لإيجاد التدريبات المناسبة :

تعيين مدى مطابقة أو انحراف المسار الزمنى للقوة المستخدمة (منحنى توزيع القوة فى الزمن) فى التمرين التدريبى المختار مع مثيله فى الأداء المهارى الفعلى:

مثال : عند تحليل حركة ضربات الذراعين فى سباحة الزحف ، وهى حركة دورية تتكون دورة الذراعين فيها من ضربتين . جزء من ضربة الذراع داخل الماء والجزء الآخر منها ، خارجة فلولا حظنا شكل اليد عند الشد فى الماء – وضع الكف وشكله والكوع وزاويته ، وشكل الأداء والقوة المبذولة – يمكن وضع تمرينات لتنمية هذا الأداء الحركى للشد تحت الماء، وبتحليل المسار الزمنى للقوة نجد أن أول الشد يختلف عن منتصفه وعن نهايته.

وعند تحليل أحد التمرينات الخاصة المشابهة لحركات الشد تحت الماء وهو تمرين شد الاستك (يحضر المدرب – استك مطاط ويربطه فى عقل الحائط ويقوم اللاعب بنفس الشد مع ميل الجذع أماماً أسفل) وجد تغير فى طبيعة الشد بين التمرين والأداء الفعلى نظراً لأن القوة المبذولة فى الشد أكبر وتوزيعها مختلف أيضاً .

ولذلك وجد من الأفضل للحفاظ على طبيعة المسار الزمنى للقوة استخدام كفوف ذات مساحات مختلفة ومتدرجة يلبسها السباح فى بداية خلال سباحة الزحف ذاتها بهدف زيادة مقاومة الماء وبالتالى تصاعد قوة شد الذراع F بنسب متساوية على طول المسار الأصلى المنحنى توزيع القوة فى الزمن.

هـ- تطوير الأداء الفردى :

تساؤل هام؟؟؟ على كيف تسهم الميكانيكا الحيوية فى تطوير طرق الأداء الفردى؟؟

- تطوير طرق الأداء الفردى فى اتجاه مميزات التكوين المورفولوجى –العضلى للمناطق المختلفة لجسم اللاعب (الرجلين – الجذع – الحزام المنكبى – حزام الحوض ... الخ).

ففى السباحة على سبيل المثال تأدية حركة الشد فى سباحة الزحف على البطن والكوع مرتفع – باعتبار ذلك الأنسب ميكانيكا فى الوسط المائى ، يقابلها تأدية حركة الشد هذه والكوع منخفض بسبب اختلافات فردية فى طبيعة التكوين المورفولوجى – العضلى لمنطقة حزام المنكبين تجعل الشد أقوى فى حالة إنخفاض الكوع.

و- استحداث اختبارات موضوعية لقياس وتقييم الأداءات الحركية والمهارات فى مختلف الأنشطة الرياضية :

تطبيقات : الانتقال من التقييم الذاتى – غير الموضوعى – للأداء المهارى بالعين المجردة أو من خلال الحواس الإنسانية محدودة القدرة) كالأحكام التقديرية : الحركة جميلة أو سلسلة أو مرنة .. الخ (إلى القياس الموضوعى من خلال :

- أجهزة قياس وبحث الحركة (التصوير السينمائى والتصوير المتزامن والتصوير التلفزيونى...) ، أجهزة القياس المباشر لمتغيرات الحركة (زمن الحركة – زمن تفصيلاتها) – سرعة الحركة وتفصيلاتها – قوة الحركة وتفصيلاتها – مقدار النشاط الكهربائى للعضلات المشتركة فى الحركة وتتوالى اشتراكها وخروجها من العمل ... الخ) ، أجهزة قطع الأشعة الضوئية – منصات قياس القوى – أجهزة النشاط الكهربائى للعضلات العاملة .. الخ .
- الحصول على قيم محددة للمتغيرات الكينماتيكية الأساسية والمشتقة للحركة المعينة لدى المستويات المختلفة من اللاعبين ابتداء بالمبتدئين وانتهاء بأبطال المستويات العالية (أزمنة – ازاحات – سرعات – عجلات – سرعات انطلاق – زوايا انطلاق ... الخ).
- الحصول على قيم محددة للمتغيرات الديناميكية الأساسية والمشتقة للحركة المعينة لدى المستويات المختلفة من اللاعبين(قصور ذاتى – عزم قصور ذاتى – قوى داخلية – قوى خارجية – مسار زمنى للقوة – دفع قوة ...الخ).
- الحصول على قيم محددة لمتغيرات التركيب الزمنى لتفصيلات الحركة المعينة لدى مستويات

مختلفة من اللاعبين.

- الحصول على قيم محددة لمتغيرات الطاقة فى الحركة المعنية لدى المستويات المختلفة من اللاعبين.
- الحصول على قيم محددة لفعالية الأداء المهارى المعنى (الفاعلية المطلقة – والمقارنة – وفاعلية الإنجاز).
- الحصول على قيم محددة للمعاملات الاقتصادية للأداء المهارى المعنى لدى المستويات المختلفة للاعبين.
- ارتباط قيم محددة بخاصية بدنية ما ، بدرجة إنجاز معينة للأداء المهارى.

ز- الحد من فرص الإصابة :

حيث تقود دراسة وتحليل الأداءات الحركية إلى تعميق فهم المدربين والمعلمين وكذلك المؤدين بتفصيلات الحركات وبالطرق والأساليب الصحيحة لتعليمها وتأديتها وكيفية تطويرها ، وبذلك يمكن تلاشى الأخطاء المؤدية للعديد من الإصابات المرتبطة ببعض المسابقات والأنشطة الرياضية.

هذا بالإضافة إلى الإسهام فى استحداث تدريبات وقائية من الإصابة بالنسبة لكل لون من ألوان الأنشطة الحركية (التدريبات الوقائية المانعة أو المخففة لإصابة مفاصل الركبة أو القدم فى كرة القدم ، أو لإصابة مفصل الكوع فى التنس والرمح.

حـ- تساعد الميكانيكا الحيوية على فهم وتوضيح الترابط بين الحر ـكات والموا ـقف المتشابهة لنماذج الحركة فى لعبات مختلفة (انتقال أثر التدريب) :

مثال : قام " كيليبى" بدراسة على نماذج للحركة فى كرة السلة والكرة الطائرة والغطس إذا وضح له مدى التقارب بين هذه المواقف المشابهة مثل التصويب والغطس إذا وضح له مدى التقارب بين هذه المواقف المشابهة مثل التصويب على السلة كما فى تدريب السلم وكذلك الضربة الساحقة وحركة الارتقاء على السلم فى الغطس وعلى كل فإن انتقال أثر التدريب لا يتم آليا ، فكلما زادت مدة الخبرة المكتسبة كلما أصبحت هادفة وزاد احتمال حدوث أثر التدريب.

تطبيق الميكانيكا الحيوية فى مجال العلاج الطبيعى :

أ- ساهم علم الحركة فى حل الكثير من المشاكل المتعلقة بحالات تشوه القوام والشلل ودوالى الساقين باستخدام التمرينات العلاجية.

ب- ساهم فى فهم أنواع الحركة من الناحية الفسيولوجية نفسها إلى حركات إرادية وحركات غير إرادية.

ج- أوضح علم الحركة عمل العضلات وخصائصها فتناول دراسة الأسس الفسيولوجية كما تناول دراسة المفاصل من حيث مستويات الحركة ومداها ، ووسائل علاجها بعد حالات الكسور أو الإصابات.

د- أوضح إجراءات تحصين أو تقسية أجهزة الجسم لمقاومة الإصابة بالأمراض والإصابات.

تطبيق الميكانيكا الحيوية فى المجال المهنى :

أ- من خلال دراسة الحركات والأوضاع المهنية من كافة نواحيها الفسيولوجية والميكانيكية ساهم علم الحركة فى تعديل شكل أدوات وآلات الإنتاج ومكان العمل بما يتفق مع التركيب الجسمانى للعامل ، والذى يساعد على زيادة الإنتاج ببذل أقصى جهد ممكن ، وفى أوضاع الجسم التى تسمح له بزيادة عوامل السرعة والقوة وقوة التحمل فى العمل.

ب- وجه علم الحركة المسئولين فى الصناعة (وفى المهن المختلفة) إلى الاهتمام بالنشاط الرياضى فى أثناء العمل حيث شمل تمرينات بغرض اكتساب اللياقة البدنية وأخرى للترويح كما عولجت كافة الأوضاع الصناعية أو المهنية السيئة التى سببت إصابة قوام العامل بالتشوهات التى من شأنها – بعد ذلك – تقليل كفاءة الإنتاج .

أمثلة :

- تحديد قواعد الأوضاع عند حمل أو نقل الأحمال الثقيلة للمحافظة على سلامة العمود الفقرى ومفاصل الجسم.

الفصل الثانى
المقذوفات

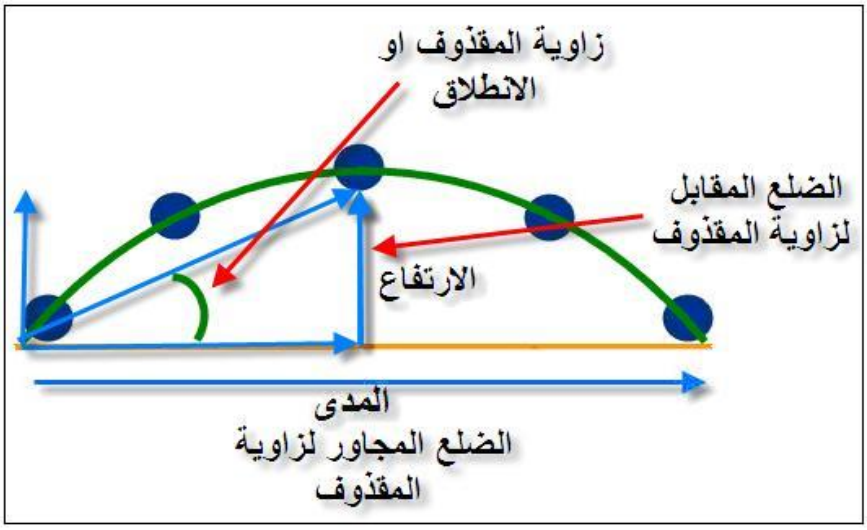
الهدف العام :

عزيزي الطالب بعد قرائتك لهذا الفصل يجب أن تكون قادرا علي أن تحلل حركات جسم اللاعب أو الأداه في مرحلة الطيران (المقذوف) من خلال

الأهداف الفرعية التالية :

1- **تتعرف علي مفهوم المقذوفات.**
2- **أنواع حركة المقذوفات.**
3- **معادلات حساب المتغيرات الميكانيكية للجسم المقذوف .**
4- **تطبق قوانين نيوتين علي بعض المهارات الرياضية .**

5- تتعرف علي بعض المفاهيم والمصطلحات المستخدمة في الميكانيكا الحيوية.



المقذوفات

أن المقذوف هو أى جسم أكسب سرعة ابتدائية ثم ترك ليتحرك تحت تأثير قوة خارجية مقل قوة الجاذبية ومقاومة الهواء وكذلك مقاومة الاحتكاك إذا ما كان الجسم سوف يتحرك على سطح ما وهذا يعنى أن الجسم البشرى يمكن اعتباره كمقذوف عند أداء أى قفزة أو غطسه وإذا يتحدد المسار الذى يأخذه فى الهواء بالقوانين الخاصة بالمقذوفات وسوف نناقش فيما يلى حركة المقذوف مع إهمال مقاومة الهواء.

إن الجسم المقذوف يقع تحت تأثير قوتان :

1- قوة القذف .

2- قوة الجاذبية .

- فبغض النظر عما إذا كان الجسم مقذوفاً إلى أعلى أو إلى أسفل فلابد لذلك من قوة قذف .
- أن قوة الجاذبية لأسفل تؤدى إلى حركة الجسم بعجلة ثابتة (إذا كان الجسم يتحرك فى اتجاه

الجاذبية إلى أسفل تكون هذه العجلة موجبة أما إذا حدث العكس فتكون العجلة سالبة) وذلك كما فى حالة الأجسام حرة السقوط .

ويجب أن تلاحظ أنه إذا أعطى الجسم قوة قذف ابتدائية أفقية تماما فإن القوة الرأسية الناتجة من شد الجاذبية للأرض تؤدى إلى سقوط الجسم فى الاتجاه الرأسى إلى أسفل خلال طيران هذا الجسم فإذا سقط جسمان من نقطة واحدة أحدهما من السكون والآخر أطلق من نفس النقطة ولكن مع إكسابه قوة قذف أفقية فإن الجسمان سوف يصلان الأرض فى لحظة واحدة ولتكون الجسم الثانى سوف يقطع مسافة أفقية إلى الأمام يقدر قوة القذف الأفقية التى أطلق بها بمعنى أنه إذا أطلق الجسم الأول مثلا وكذا الجسم الثانى من ارتفاع ثمانية أقدام فإنهما سوف يصلان إلى الأرض بعد 0.71 من الثانية وذلك طبقا للمعادلة

$$S = \frac{1}{2} g^{2} t$$

حيث s المسافة وg عجلة الجاذبية الأرضية وt الزمن اللازم فإذا كانت السرعة الأفقية التى أطلق بها الجسم الثانى 60 قدم/الثانية فإنه سوف يسقط على بعد 42.6 قدم من نقطة قذفه ولكن الجسم الذى سقط حراً سيسقط إلى أسفل مباشرة. والمسافة الأفقية التى قطعها الجسم الثانى تم حسابها بضرب الساعة فى الزمن كما يلى :

المسافة = السرعة × الزمن

= 60 × 0.71 = 42.6 قدم

إن الزمن الذى يستغرقه الجسم فى الوصول إلى الأرض يمكن أن يتغير فى حالتين فقط:

أولا – إذا كانت قوة القذف مائة إلى أعلى وفى هذه الحالة سوف يعمل جزءاً من هذه القوة ضد الجاذبية .

ثانياً – إذا طبقت قوة القذف فى اتجاه مائل إلى أسفل وفى هذه الحالة يضاف جزءاً من القوة إلى قوة الجاذبية.

أما إذا قذف الجسم رأسيا إلى أعلى فى خط مستقيم أى ضد قوة الجاذبية مباشرة فإن سرعتها تتناقص تدريجياً حتى تتعادل القوة التى قذف بها مع قوة الجاذبية وعند ذلك يسكن لحظيا ثم يسقط متجها لأسفل فى إتجاه الأرض بتسارع يساوى عجلة الجاذبية وفى لحظة وصول الجسم إلى

الأرض أى عند العودة لنقطة القذف تكون سرعته مساوية تماما للسرعة التى قذف بها أى أن معدل التسارع الذى هبط به كان مساويا لمعدل التناقص أثناء ارتفاعه بمعنى أن حركة إلى أسفل كانت مساوية تماما لحركته إلى أعلى ولكن فى عكس اتجاهها.

إن الارتفاع الذى يصل إليه الجسم يعتمد على السرعة التى أطلق بها ويمكن حساب هذا الارتفاع من المعادلة التالية :

حيث $V^2 = 2gs$ or a $s =$

$$\frac{V^2}{2g}$$

V= سرعة القذف

s= المسافة أو الارتفاع الذى يصل إليه الجسم.

g = عجلة الجاذبية .

القذف المائل :

أن القوة التى تعمل بميل تكون من مركبتين واحدة رأسية وأخرى أفقية.

بالنسبة للمركبة الرأسية فإنها تتناقص بفعل قوة الجاذبية حتى يصل الجسم إلى أعلى نقطة فى مساره والتى عندما تتعادل القوة الرأسية مع قوة الجاذبية ثم يبدأ الجسم ثانية فى التسارع بمجرد بدئ سقوطه إلى أسفل والوقت الذى يستغرقه الجسم فى الصعود إلى أعلى نقطة يساوى الوقت الذى يستغرقه فى الهبوط منا إلى المستوى الذى قذف منه كما أن عند وصوله وعودته إلى نقطة القذف ثانيا تكون سرعته عند هذه اللحظة مساوية لسرعة قذفه.

إذا كانت القوة التى قذف بها الجسم تميل بزاوية θ فإن سرعة الجسم v تكون له مركبتين واحدة أفقية V_x وأخرى رأسية v_y والمركبة الأفقية v_x تساوى سرعة الانطلاق v مضروبة فى جيب تمام زاوية الإنطلاق.

$$v_x = v \times \cos\theta$$

أما المركبة الرأسية فتساوى سرعة الإنطلاق مضروبة فى جيب زاوية الإنطلاق.

$$V_y = v \times \sin\theta$$

والارتفاع الذى يصل إليه الجسم يعتمد على المركبة الرأسية v_y هذا وتتناقص هذه المركبة بمعدل 32قدم/ث^2 وذلك حتى تتعادل مع قوة الجاذبية أو بمعنى آخر حتى اللحظة التى يصبح فها ناتج طرح الجاذبية مضروبة فى زمن التناقص من السرعة الابتدائية لأعلى مساويا للصفر.

$$v_y - gt = 0$$

أما الوقت اللازم للوصول إلى أعلى ارتفاع فيمكن حسابه من المعادلة الآتية:

$$t = \frac{v\sin g\theta}{g}$$

حيث t الزمن اللازم للوصول إلى أعلى ارتفاع وبما أن الوقت اللازم للصعود يساوى الوقت اللازم للهبوط فإن الزمن الكلى للحركة t يساوى ضعف الزمن السابق له .

$$t = 2t = \frac{2v\sin g\theta}{g}$$

كما يمكن حساب أعلى نقطة يصل إليها الجسم باستخدام المعادلة :

$$h = \frac{v^2_y}{g}$$

حيث h أعلى ارتفاع يصل إليه الجسم v^2_y مربع المركبة العمودية للسرعة الابتدائية للقذف

.

إن المسافة التى يقطعها المقذوف لا تعتمد فقط على السرعة الابتدائية ولكن أيضا على زاوية القذف فانخفاض هذه الزاوية مثلا يؤدى إلى كبر المركبة الأفقية والعكس صحيح أن ارتفاع هذه الزاوية يؤدى إلى نقصان هذه المركبة وزيادة المركبة الرأسية كما فى بالشكل (70) .

حيث يرمز HF إلى المركبة الأفقية ويرمز VF إلى المركبة الرأسية لقوة القذف

وعلى ذلك فعندما يقذف الجسم بزاوية منخفضة ينتج عن ذلك سرعة أفقية كبيرة نسبياً ونتيجة لذلك لا يظل الجسم المقذوف فى الهواء طويلاً بما يكفى لقطع مسافة طويلة وبالعكس إذا كانت زاوية القذف كبيرة وبالتالى تكون المركبة الرأسية كبيرة ولكن تكون المركبة الأفقية صغيرة مما

يؤدى أيضا إلى قطع مسافة أفقية صغيرة

ولكن عند الزاوية 45^{o} تساوى المركبتان ولذلك فإن هذه الزاوية تعتبر أنسب زاوية للحصول على أقصى مسافة شكل (71) .

وعند أى تغير عن الزاوية 45^{o} حتى ولو كان درجة واحدة سوف يؤدى إلى فقدان المسافة ، والمسافة الأفقية التى يقطعها المقذوف يمكن حسابها باستخدام المعادلة الآتية:

$$R = \frac{v^2 \sin 2\theta}{g}$$

حيث R المسافة الأفقية التى يقطعها المقذوف.

فإذا كانت هناك ثلاثة أجسام تتحرك بسرعة 50قدم/ث قذفت بزوايا30^{o} ، 60^{o} ، 45^{o} على الترتيب فإنها سوف تقطع تقريباً المسافات التالية بالترتيب 68 قدم – 68 قدم – 78 قدم ، وذلك باستخدام المعادلة السابقة وهذا يتضح أيضا من شكل (71).

أخذ وجود مقاومة الهواء فى الاعتبار :

بالنسبة لهذه النقطة أى دراسة تأثير مقاومة الهواء التى أهملناها من قبل – فإن بعض الأنشطة لا تكون هذه المقاومة ذات أهمية تذكر لأن الجسم فى هذه الأنشطة يتحرك بسرعة صغيرة إلا أنه يجب أن نتذكر أن مقاومة الهواء تختلف تبعا لاختلاف الخصائص الطبيعية للجسم مثل الحجم – الشكل – الوزن وكذلك السرعة التى يتحرك بها الجسم كما أن حركة الجسم فى اتجاهات مغايرة لاتجاه حركاته الأصلية يزيد أيضا من تأثر مقاومة الهواء وبمعنى آخر فإن الجسم الخفيف ذو السطح الكبير مثل كرة الريشة يكون مقدار تأثره بمقاومة الهواء أكبر مما تتأثر به كرة التنس وتزايد مقاومة الهواء بزيادة سرعة الجسم تعتبر من العوامل الهامة بالنسبة للأجسام التى تتحرك بسرعة كبيرة فعندما ترمى الكرة للمسافة يجب أن تكون زاوية إنطلاقها 45 درجة ولكن كرة الجولف يجب أن تكون زاوية انطلاقها أقل نظراً لكبر سرعة تحركها فالمركبة الأفقية يجب أن تكون كبيرة لتعوض الضغط الضخم للهواء الذى ينتج من سرعة حركة هذه الكرة ونلاحظ أيضا أن دوران كرة القدم وكذلك ارتعاش الريح يزيد المقاومة لكل منها وذلك نتيجة لزيادة السطح المعرض للمقاومة وبالطبع فإن عدم حدوث مثل هذه الدورانات والارتعاشات يؤدى إلى تقليل المقاومة وبالتالى زيادة المسافة.

تتناقص القوى الأفقية للمقذوف نتيجة لمقاومة الهواء وذلك هو السبب فى أن الجسم المقذوف لا يتخذ مسار قوس طيران منتظم وكلما زادت مقاومة الهواء ابتعد الجسم عن المسار الهندسى المنحنى فلو أنك ضربت كرة خفيفة ذات سطح كبير بكل قوة فإنها سوف تنحرف رغم ذلك عن المسار الهندسى المنتظم وذلك بسبب المقاومة الكبيرة المتولدة نتيجة لخفة الوزن وزيادة مساحة السطح وكذلك السرعة الكبيرة لهذه الكرة ولذلك فإن مقاومة الهواء تتغلب على السرعة الأفقية مبكراً فيقع الجسم بعد ذلك تحت تأثير الجاذبية فقط التى تعمل على جذبه فى خط مستقيم إلى أسفل .

السقوط الحر :

منذ زمن بعيد كان سقوط الأجسام من الموضوعات التى شغلت اهتمام الفلاسفة، فقد أوضح أرسطوطاليس أن الحركة لأسفل لأى جسم قد وهب وزنا أسرع بما يتناسب مع حجمه ، ثم جاء جاليليو جاليلى حوالى 1564م – 1642م – وهو عالم إيطالى – مكتشفا الحقيقية وعارض ما ذكره أرسطوطاليس بأن الجسم الأثقل يسقط أسرع ، وكان هذا الرأى ذائع الصيت خصوصا لو أحضر أحد ريشة طير وكرة من الحديد وقام باسقاطهما فى لحظة واحدة من ارتفاع واحد فسوف تصل الكرة قبل الريشة بكثير .

ولكن إذا قمنا بوضع الريشة فى أنبوة مفرغة من الهواء ، لرأيت الريشة والكرة تصلان إلى الأرض فى وقت واحد . ذلك لأننا عزلنا مقاومة الهواء على الريشة لأن مقاومة الهواء لها تأثير كبير على الريشة فى الحالة الأولى .

وقد أوضح جاليلو نتائجه علنا باسقاط جسمين فى آن واحد أحدهما أثقل بكثير من الأخر وذلك من قمة برج بيزا المائل ولقد وصل الجسمان معا إلى الأرض بالرغم منه أنه لم تكن هناك أجهزة لقياس أزمنة الأجسام الساقطة سقوطاً حرا بصورة دقيقة.

كما أضاف جاليليو نتيجة تفيد بأن طبيعة حركة كرة تتدرجرج هابطة على مستوى مائل هى نفس طبيعة حركة كرة تسقط سقوطاً حرا ولكن فى هذه الحالة تنقص فاعلية عملية الجاذبية الأرضية ولذلك نلاحظ أن حركة الكرة أثناء سقوطها على المستوى المائل بطيئة.

وعليه يمكن أن تلاحظ فى حالة جسم ساقط نحو الأرض يتحرك بعجلة ثابتة تقريبا ما يلى :

1- فى حالة عدم وجود مقاومة للهواء تسقط كل الأجسام بغض النظر عن حجمها أو شكلها

أو وزنها عند نفس النقطة من سطح الأرض إذا سقطت من نفس المكان.

2- فى حالة ما إذا كانت المسافة التى يسقط منها الجسم غير كبيرة فإن العجلة تظل ثابتة أثناء السقوط ، ويمكن أن نطلق عليها السقوط الحر لأنها حركة مثالية.

وتسمى عجلة الجسم الساقط سقوطا حرا بعجلة الجاذبية الأرضية أو عجلة التثاقل، ومتوسط مقدارها بالقرب من سطح الأرض هو 32.2 قدم/ث^2 تقريبا أو 9.81 متر/ث^2 واتجاهها إلى أسفل فى اتجاه مركز الأرض ، ويجب أن نعلم أن قيمة عجلة الجاذبية الأرضية تتغير مع تغير خطوط العرض كما تتغير مع الارتفاع .

السقوط الحر لجسم الإنسان :

لحفظ توازن جسم ما فى الفراغ لابد من تطبيق قوة مساوية لوزن الجسم إلى أعلى لحفظه من السقوط أو لتحريكه إلى أعلى حركة بسيطة ، لذا يلاحظ أنه لو ترك جسم حرا بدون أى قوة خارجية مؤثرة عليه فإنه يهبط إلى أسفل تحت تأثير وزنه وبدون أى مقاومة عليه . ويلاحظ أن سرعة الجسم تزداد كلما اقترب من الأرض ويصبح معدل تغير السرعة 32قدم/ث لكل ثانية من الحركة لأسفل أى أنه فى الحركة الحرة إلى أسفل فإن كل الأجسام بما فيها جسم الإنسان ستتحرك بنفس المعدل فى لحظة معينة أو مسافة معينة.

ويمكن إرجاع هذه الظاهرة إلى شئ واحد هو أن وزن الجسم (قوة جذب الأرض له) يتناسب مع القصور الذاتى وبالتالى فإن قوة جذب الجسم إلى أسفل أكبر من كتلته وتتناسب معها .

بمعنى أننا لو قذفنا جسما كتلته 16 رطلاً وآخر 12 رطلا من نفس المكان من نقطة مرتفعة عن سطح الأرض وبنفس السرعة فإن زمن وصولهما إلى الأرض يكون واحد بالرغم من اختلاف وزنهما وهذا لو أهملنا مقاومة الهواء.

حركة المقذوف Projectiles Motion

على الرغم من أن التشابه لا يبدو واضحا بين العديد من المهارات الرياضية مثل حركة لاعب الاكروبات على الترمبولين وحركة دفع الجلة وحركة لاعب الجولف إلا أن جميع هذه الحركات الرياضية وحركات أخرى كثيرة ، وتعتبر جميعها مقذوفة، حيث يتوقف نجاح اللاعب فى أداء هذه

الحركات على مدى نجاحه فى قذف جسمه أو قذف الجلة أو قذف كرة الجولف ، فلاعب التربولين يهتم أساسا بالزمن الذى يستمر فيه جسمه فى الهواء كمقذوف لأنه يدرك أنه كلما طال هذا الزمن كلما سهل عليه إنجاز الواجب الحركى المنوط إليه فى هذا الزمن.

أما قاذف الجلة فإنه لا يهتم كثيراً بطول زمن طيران الجلة فى الهواء ، ولكنه يهتم أساسا بالمسافة الأفقية التى ستقطعها الجلة حتى تصل إلى الأرض .

تطبيقات لقوانين نيوتن فى ألعاب الميدان والمضمار

توضح الأمثلة الآتية كيفية الاستفادة من القوانين الأساسية للحركة فى ألعاب الميدان والمضمار.

أولا الجرى :

تبدأ جميع مسابقات العدو والجرى بأنواعها المختلفة ومسابقاتها المتعددة من وضع الثبات حيث يأخذ اللاعب وضع بداية مناسبة يمكنه من تحقيق أحسن إنطلاق بأقصى سرعة لتحقيق الواجب الحركى والذى يتمثل فى قطع مسابقة السباق فى أقل زمن ممكن.

وتبعا للقانون الأول لنيوتن فإن جسم اللاعب يبقى على حالته من السكون فى وضع البدء خلف خط البداية مالم يبذل اللاعب مقداراً من القوة عن طريق الإنقباض العضلى وتكون هذه القوة كافية للتغلب على القصور الذاتى لجسم اللاعب ومقاومات الحركة.

وقدرة اللاعب فى التغلب على قصوره الذاتى والمقاومات يعتمد على مقدار القوة التى يدفع بها اللاعب مكعبات البداية فى وضع البدء – ولهذا فلقد اهتمت بحوث عديدة بمقدار هذه القوة وأشكالها وزيادتها لتحقيق أفضل بداية ومن أمثلة هذه البحوث ما قام به كيستلر Kistler

حيث قارن بين مقادير القوة التى تبذل على مكعبات البداية من قدمى العداء وتوصل إلى النتائج الآتية من تجاربه على 30 عداء ممتاز من أوضاع البدء الثالثة (القصير – المتوسط – الطويل) .

1- يتم الدافع بواسطة القدمين معا مهما كانت الأوضاع المستخدمة والمسافة بين القدمين.

2- قوة الدفع على المكعب الأمامى كانت ثابتة نسبياً مهما كان الوضع المستخدم ومهما كانت المسافة بين القدمين وكانت تتراوح بين 190 باوند – 196 باوند .

3- اختلفت القوة المبذولة على المكعب الخلفى اختلافاً مباشراً مع المسافة بين القدمين فكانت (15 باوند فى البدء الضيق و 196 باوند فى البدء المتوسط و 38 باوند للبدء الطويل .

4- عندما كانت المسافة بين القدمين 20 بوصة كانت القوى على كلا الكعبين متساوية تقريبا (190 باوند للرجل الأمامية – 196 باوند للرجل الخلفية).

5- تزداد القوى المبذولة من العداء ضد مكعبات البداية كلما زادت المسافة بين القدمين – ولقد أوضح هنرى Henry أن العجلة التى يكتسبها الجسم لا تعتمد على مقدار القوى المبذولة من الرجلين فقط ولكن على زمن بذل هذه القوة أيضا.

وجسم اللاعب يتحرك تحت تأثير قوى رد الفعل من مكعبات البداية كنتيجة للقوة المبذولة من الرجلين على مكعبات البداية – ورد الفعل مساوى لنفس هذه القوى ويضادها فى الاتجاه (القانون الثالث لنيوتن) ففى شكل (41) A يظهر أن $F_2=F_1$ حيث F_1 هى قوة العضلات ، F_2 هو رد فعل هذه القوى والتى يتحرك اللاعب تحت تأثيرها من مكعبات البداية.

وتبعا للقانون الأول لنيوتن أيضا فمن المفروض أن يبقى اللاعب مستمرا فى حركته بسرعة ثابتة وفى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوى تغير من هذه الحالة واستمرار اللاعب فى الحركة بسرعة ثابتة لا يمكن حدوثه لأن العداء يتعرض خلال حركته لقوى عديدة بعضها يساعده على تحقيق الواجب الحركى والآخر يضاد الحركة ويقاومها – ويتحرك اللاعب تحت تأثير محصلة هذه القوى وفى اتجاهها – والقوى الغلابة والتى يتحرك اللاعب تحت تأثيرها هى قوة الانقباض العضلى والقوة الناتجة من الانقباضات العضلية قوة غير منتظمة التأثير حيث تتأثر بعوامل متعددة بجانب وجود قوى الاحتكاك بالأرض ومقاومة الهواء علاوة على المقاومات الداخلية ولذا فغن حركة اللاعب بالسرعة المنتظمة لا يمكن حدوثها فى جميع مراحل الحركة.

وتزايد السرعة أثناء الجرى يعتمد على مجموع القوى ومقدارها واتجاهها وتبعا للقانون الثانى لنيوتن فإن معدل التغير فى سرعة العدو يتناسب طرديا مع القوة ويحدث فى إتجاهها ولهذا فإن ولهذا فإن ثبتنا كل العوامل المؤثرة على الحركة فإن العجلة تعتمد على مقدار القوة التى ينتجها اللاعب من الانقباض العضلى.

ولقد تعرضت بحوث عديدة لتحديد المسافة التى يصل اللاعب بعدها إلى سرعته القصوى (مسافة تزايد السرعة) حيث وجد سيلز Sills وبينى باكير Penny baker فى تجاربهما على 6 عدائين لتحديد المسافة التى يصل اللاعب بعدها لأقصى سرعته أن خمسة من اللاعبين وصلوا لأقصى سرعة بين 15-20 ياردة ووصل ثلاثة لاعبين لأقصى سرعة بين 20 – 25 ياردة ولاعب واحد وصل لسرعته القصوى بعد 25 – 30 ياردة من خط البداية فسرعة العدو كما سبق أن أوضحنا تتعلق بقدرة الفرد على التسارع فى فترة وجيزة.

ويتميز الجرى بوجود مرحلة طيران نتيجة لرد فعل الأرض للقوة التى يبذلها اللاعب بقدميه على الأرض وتساويه – ويعتمد رد فعل الأرض على عوامل متعددة منها نوع وطبيعة المضمار ومدى مقاومته ومقدار الاحتكاك .. الخ .

فاللاعب يتحرك تحت تأثير رد الفعل وتبعا للقانون الثالث لنيوتن فكلما زادت مقدار القوة المبذولة من القدمي زاد رد فعلهما.

والقوة الناتجة والتى يتحرك اللاعب تحت تأثيرها قوة ماثلة وهى قوة يمكن تحليلها إلى مركبتين (أفقية – عمودية) كما فى شكل (42) ، (43) حيث تحلل القوة G إلى مركبتين متعامدتين فى اتجاه المحورين Y , X

ويوضح ماريون (1973) أنه من الأهمية أن تبقى المركبة العمودية أصغر ما يمكن وبدرجة تكفى فلط للتغلب على تأثير قوة الجاذبية على جسم اللاعب لأسفل وكلما زاد مقدار المركبة العمودية كلما أصبح الجرى أقرب إلى الوثبات.

ويعتمد مقدار المركبتين (العمودية والأفقية) على زاوية ميل الجسم للأمام (شكل 43) خلال مرحلة تطبيق القوة ولهذا فلابد لمركز ثقل العداء أن يكون أعلى القدم الدافعة خلال فترة أقصى دفع لها ضد الأرض (شكل 42) للاستفادة من مقدار القوة وخاصة مركبتها الأفقية.

وزيادة القوة المحركة للاعب تؤدى إلى زيادة تابعة لها فى المركبة العمودية مما يعمل على زيادة الارتفاع نتيجة لزيادة القوة التى تقاوم الجاذبية الأرضية وهذا يؤدى إلى بقاء الجسم فى الهواء فترة طويلة وتظهر أهميتها فى تعدية الحواجز كما يؤدى إلى زيادة مقدار القوة المحركة (القوة العضلية) إلى زيادة المركبة الأفقية للقوة وهى التى تجعل الجسم يتحرك أسرع – كما تتأثر سرعة العدو بعوامل أخرى عديدة مثل سرعة رد الفعل وسرعة الانعكاس كما تتأثر سرعة العدو بحركات الذراعين.

وكما سبق أن أوضحنا فى نهاية الفصل الخامس فإن سرعة العدو تحدد بطول الخطوة وترددها – ولقد أجر هوفمان Hoffman بحثا على 50 عداء تتراوح أزمنتهم فى عدو 100 متر بين 11.4 ، 0.11- ثانية وقد وجد ان هناك معامل ارتباط طردى مرتفع بين الطول وطول الخطوة وبين طول الرجل وطول الخطوة وكان أعلى معاملات الارتباط بين طول الرجل وطول الخطوة – وهذا يعنى أن العدائين ذوى الأرجل الطويلة تكون خطواتهم أطول من العدائين ذوى القامات القصيرة ، كما وجد هوفمان أن هناك ارتباط عكسى بين طول الرجل ومعدل تردد الخطوة فكان للعدائين ذوى الأرجل القصيرة يجرون بمعدل تردد عالى من الخطوات عن العدائين ذوى الأرجل الطويلة كما حصل على مثل هذه الارتباطات أيضا للعداءات السيدات.

كما قارن هوفمان بين اللاعبين واللاعبات بعد تقسيمهم لفئات متساوي من حيث الطول وطول الرجل وطول الخطوة فوجد إن النساء يعدون سباق 100 متر أبطأ بحوالى ثانية واحدة من الرجال الذين فى نفس فئاتهن وكان معدل تردد خطوات النساء أقل من معدل تردد خطوة الرجال بشكل واضح .

وقد وجد سيلتر Slater وهاميل Hammel أن معدل تردد الخطوة فى العدو يحدد الحمل [3] أكثر مما يحدد ميكانزيمات الجهاز العصبى – العضلى.

ولهذا فإن العداء يعتمد على طول خطوته ومعدل ترددها – فمثلا إذا كان طول خطوة عداء تبلغ 6 أقدام فى المتوسط ومعدل تردد خطواته 4 خطوات فى الثانية الواحدة فيمكن حساب سرعة العدو كما يلى :

سرعة العداء = طول الخطوة معدل تردد الخطوة

([3]) كمية الوزن الذى يجب على العضلة تحريكه .

= 6 × 4 = 24 قدم / ثانية .

وتبعا للقانون الأول أيضاً فإن الجسم يميل إلى الاستمرار فى الحركة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوى تغير من حالته – وعند الجرى فى منحنى فإن هناك قوى معينة تعمل على جعل الجسم يستمر فى حركته فى خط مستقيم ولهذا فإنه يجب على العداء أن يميل فى إتجاه المنحنى للتغلب على هذه القوى ويجب أن يزداد ميل الجسم كلما زادت سرعة العد لتعويض القوة الطاردة المركزية.

ثانياً : تطبيقات عامة لقوانين الحركة فى الوثب :

1- الوثب الثلاثى Triple Jump

1- عند تطبيق قوة على الجسم أو الأداة فإن زيادة سرعة الجسم تعتمد على مسافة تطبيق هذه القوة .

2- يجب أن تنقبض الرجلين فى كل وثبة من الوثبات الثلاثة بزاوية مثالية تسمح بإنتاج القوة المطلوبة لتحقيق الهدف منها – كما يجب أن يظل القدم متصل بالارض حتى يكتمل امتداد الرجل والقدم.

3- يجب أن تطبق كل القوى فى اتجاه الحركة المقصودة مباشرة على قدر الإمكان.

4- يعتبر الاتجاه الصحيح لتطبيق القوة ذا أهمية خاصة فى الوثب الثلاثى حيث يجب أن يكون أفقيا ورأسيا بدرجة تسمح للوصول للارتفاع المناسب فى كل وثبة.

5- تنتقل كمية حركة أجزاء الجسم إلى الجسم كله خلال حركات الوثب الثلاثى.

ب-الوثب العالى High Jump

1- عند تطبيق قوة على جسم الإنسان فإن الجسم يكتسب سرعة على قدر مسافة تطيق هذه القوة فكلما زادت مسافة تطبيق القوة كلما إزدادت سرعة الجسم النهائية والعكس صحيح – لذا فمن المهم أثناء مرحلة الارتقاء ان يحتفظ اللاعب بقدم الارتقاء متصلة بالارض حتى يكتمل امتداد قدم ورجل الارتقاء .

2- يجب أن تكون معظم القوى فى اتجاه رأسى لأعلى حتى يمكن رفع الجسم لأعلى ارتفاع – كذا يجب ان يكون هناك قدر من القوى فى الاتجاه الأفقى حتى يتمكن الجسم من المروق فوق العارضة.

3- تنتج السرعة النهائية للجسم من جمع سرعات أجزاء الجسم المشتركة فى الحركة بشرط أن تؤدى حركات هذه الأجزاء بالتعاقب والتوقيت الزمنى الصحيح.

4- تعتبر السرعة النهائية للجسم فى الوثب العالى هى السرعة التى يكتسبها الجسم لحظة كسر اتصال اللاعب بالأرض – وتنتج هذه السرعة من سرعة الأجزاء المختلفة للجسم كما أن زيادة سرعة أى جزء من أجزاء الجسم المشتركة فى الحركة سوف يؤدى إلى زيادة السرعة النهائية مما يؤدى إلى الارتفاع الأعلى.

5- تنتقل كمية الحركة الناتجة عن مرجحة الذراعين والرجل الحرة إلى الجسم كله وتساعد على رفع الجسم لأعلى.

6- يمكن زيادة قوة الانقباض العضلى عن طريق الامتداد المفاجئ للعضلة أثناء مرحلة الارتقاء ومرجحة الذراعين خلفا.

7- يجب ألا يكون هناك توقف بين الحركات المختلفة لأجزاء الجسم أثناء الأداء .

8- أى خلل فى تتالى الحركات – أداءاً وزمناً- سوف يؤدى إلى فقد كمية الحركة لأعلى.

9- فى أثناء مرحلة الطيران فإن حركة أجزاء الجسم سوف تسبب دوران حول مركز الثقل

الوثب الطويل Long jump

1- يجب الاحتفاظ بقدم الارتقاء على اتصال بالأرض حتى يتم الامتداد الكامل لمفاصل القدم والركبة والفخذ.

2- يجب ان تكون كل القوى المسببة للحركة مرتبطة ارتباطاً صحيحاً بطريقة تعمل على إطلاق الجسم فى الزاوية المثالية بأقصى سرعة بعد الارتقاء .

3- السرعة النهائية للاعب الوثب الطويل هى السرعة التى يتحرك بها الجسم فى لحظة كسر اتصال الوثاب بالأرض – كما أن زيادة سرعة حركة أى جزء من أجزاء الجسم سوف تؤدى إلى زيادة السرعة النهائية للجسم .

4- كمية الحركة الناتجة عن حركة مرجحة الذراعين والرجل الحرة وحركة رفع الجذع والكتفين يمكن أن تنقل إلى الجسم كله عند الارتقاء ويعتبر ذلك من العوامل ذات الأهمية الخاصة لإمكانية ارتفاع اللاعب ومسافة الوثبة.

5- تعمل الحركات التى يؤديها اللاعب وهو فى وضع الطيران على متابعة الحركات والمحافظة عل اتزان الجسم ووضعه فى أنسب وضع للهبوط الصحيح – وجدير بالذكر أن هذه الحركات لا تؤدى إلى تغير مسار طيران الجسم الذى يتحدد عند الارتقاء .

6- يعتمد طول الفترة الزمنية التى يظلها اللاعب فى الهواء على مدى الارتفاع الرأسى الذى يصل إليه اللاعب – فكلما زاد الارتفاع الرأسى للاعب كلما زادت الفترة الزمنية التى يظلها الجسم فى الهواء.

7- تعتبر السرعة النهائية فى الاتجاه المرغوب أساس نجاح الحركة.

بعض المفاهيم و المصطلحات الميكانيكية

إجهاد Stress

عند تعرض أى جسم صلب لقوى خارجية – تنشأ فى داخل الجسم قوى تقاومها وهى تتولد نتيجة لتغير أوضاع الذرات التى يتكون منها الجسم.

استاتيكا Static

أحد قسمى علم الميكانيكا الرئيسيين وهو يبحث فى شروط اتزان الأجسام المؤثرة عليها بالقوى . (تبحث فى القوى الواقعة فى مستوى واحد ومتلاقية فى نقطة – والقوى المتوازية فى مستوى ، والقوى الفراغية المتلاقية فى نقطة ، والاتزان المستقر).

أسفيرومتر Spheromerter

جهاز يستخدم لقياس السمك أو الانحناء للأسطح الكروية بدقة كبيرة.

انفعال Strain

عندما تؤثر قوى خارجية على جسم صلب فإنها تولد فيه إجهادات تعمل على إحداث تغييرات فى شكل (جيومترية) الجسم وهذه التغيرات تزداد بازدياد القوى الخارجية المؤثرة – والانفعال هو التغير الشكلى الناتج عن الإجهاد.

بعد بؤرى Focal Length

المسافة من المركز الضوئى أو القطب إلى البؤرة الأساسية لعدسة أو مرآة كروية.

البعد الرابع Forth dimension

للسطح المستوى بعدان – طول وعرض – أما الجسم فيحتوى على بعد ثالث هو الارتفاع بالإضافة إلى البعدين السابقين . والبعد الرابع هو الزمن.

التجاذبية gravitation

قوة التشاد بين الكتل والجسيمات التى فى الكون ، والجاذبية الأرضية ما هى إلا صورة منها

وهى التى تتسبب فى اندفاع الأجسام إلى سطح الأرض حينما تكون حرة الحركة.

توازن Equilibrium

هو الاستقرار فى وضع معين لبعض الوقت أو بمعنى آخر هو الحالة التى تتعادل فيها القوى المتضادة بعضها مع بعض.

الجاذبية أرضية gravity

عندما نرفع جسما إلى أعلى ونتركه يسقط ، فإنه يتحرك متجها إلى مركز الأرض نتيجة لجذبها له ، والقوى المؤثرة على حركته فى هذه الحالة هى الجاذبية الأرضية.

ديناميكا Dynamic

أحد قسمى علم الميكانيكا ويبحث موضوع الأجسام المتماسكة أثناء الحركة – وهى تنقسم إلى قسمين :-

الكينماتيكا :

تهتم فقط بالعلاقة بين حركة معينة لجسم ما بالزمان والمكان دون تعرض للقوى التى تسبب هذه الحركة.

الكيناتيكا :

تهتم بإيجاد نوع الحركة وحساب القوى اللازمة ليتخذ جسم ما حركة معينة .

الديناميكا الهوائية aerodynamics

العلم الذى يتناول حركة الهواء والغازات الأخرى ، وهو علم أساسى فى علوم الطيران ، ودراسة حركة الأجسام فى الهواء.

عزوم الدوران Torque

الجهد المبذول فى الدوران ، وهو حاصل ضرب طول ذراع عزم الدوران (متر) فى القوة الصافية (كجم) المماسة لمسار نهاية ذراع عزم الدوران.

قدرة power

تعرف القدرة بأنها معدل أداء الشغل ، أو معدل استخدام الطاقة أو كمية الشغل المؤدى فى ثانية واحدة.

قوة Force

التأثير الذى إذا أثر فى جسم ما دون مقاومة فإنه يحركه أو يغير سرعته أو اتجاه حركته أو يعمل على ذلك.

قوة طاردة مركزية Centrifuge

القوة التى تدفع إلى الخارج بعيداً عن مركز الدوران حينما يتحرك الجسم على مسار منحنى .

اللزوجة Viscosity

للاحتكاك قوى تعوق حركة سطح ما فوق سطح آخر ، وينشأ الاحتكاك بين الأجسام الصلبة – أما ما يحدث فى السوائل أو الغازات مماثلا لذلك فيسمى اللزوجة.

ميكانيكا الواقع Fluid mechanics

علم يتناول دراسة الموائع تحت تأثير جميع العوامل المختلفة ، سواء فى حالة السكون أم الحركة .

(بعض العلماء يعتبر أن هذا العلم هو الخاص بالقواعد النظرية لعلم الهيدروليكا- والبعض الآخر يعتبر الهيدروليكا فرعا من ميكانيكا الموائع).

الهيدروديناميكا Hydrodynamics

العلم الذى يبحث فى السوائل وهى فى حالة الحركة – مثل انسياب الماء.

الهيدروستاتيكا Hydrostatics

العلم الذى يبحث فى اتزان السوائل وهى فى حالة سكون.

الهيدروليكا Hydrolics

العلم الذى يبحث فى القواعد والنظريات والتطبيقات الخاصة بحركة السوائل وينقسم إلى علمين فرعيين الهيدروستاتيكا ، والهيدروديناميكا.

هيدرومتر Hydrometer

جهاز يستخدم لقياس كثافة السوائل.

كمية الحركة Momentum

هو حاصل ضرب الكتلة فى سرعتها.

قانون متوازى الأضلاع parallelogram law

محصلة قوتين متقاطعتين هى القطر الخاص بمتوازى الأضلاع الذى ضلعاه القوتين الأصليتين .

المحصلة Resultant

هى أبسط نظام مكافئ للقوى التى تحل محل أى نظام من قوى معلومة.

الحركة الدورانية Rotary motion

هى ذلك النوع من الحركة التى ترسم فيها أى نقطة من الجسم دائرة أو قوس من دائرة حول محور الدوران داخل الجسم.

المركبات المتعامدة Rectangular Companioning

هى مركبات القوى التى تكون الزاوية بينها قائمة.

الكمية القياسية Scalar quantity

كمية لها مقدار فقط .

الكمية المتجهة Vector quantity

كمية لها مقدار واتجاه.

السرعة Velocity

هى المعدل الزمنى لتغير الإزاحة

الشغل Work

حاصل ضرب القوة فى الإزاحة التى تحركتها نقطة تأثيرها .

العجلة Acceleration

المعدل الزمنى لتغيير السرعة .

محور الدوران Axis of rotation

هو الخط الذى ترسم حوله جميع نقط الجسم الدائر دوائر.

مركز الثقل Center of gravity

نقطة فى الجسم تعمل خلالها محصلة قوى الجاذبية.

الازدواج Couple

قوتين متساويتين ومتضادين فى الاتجاه .

نظم القوى Force systems

- خطية Linear : قوى فى خط واحد.
- متوازية parallel : قوى توازى بعضها .
- متقابلة Concurrent : جميع القوى تتلاقى فى نقطة
- عامة general : هو أى نظام للقوى لا يمكن تقسيمه إلى خطى أو متوازى أو متقابل.

الاحتكاك Fraction

قوة مماسية تعمل بين جسمين متصلين وهى تقاوم الحركة.

خط الجاذبية gravity line

هو خط عمل قوى الجاذبية .

القصور الذاتى Inertia

هى مقدرة الجسم على مقاومة التغير فى حركته .

الوصلة Link

المسافة بين مراكز مفاصل أجزاء الجسم – أو النموذج

الكتلة Mass

الوزن مقسوما على عجلة الجاذبية $\left(\frac{w}{g}\right)$ أو مقدار ما يحتويه الجسم من مادة.

الفصل الثالث
متطلبات التحليل البيوميكانيكي

الهدف العام :

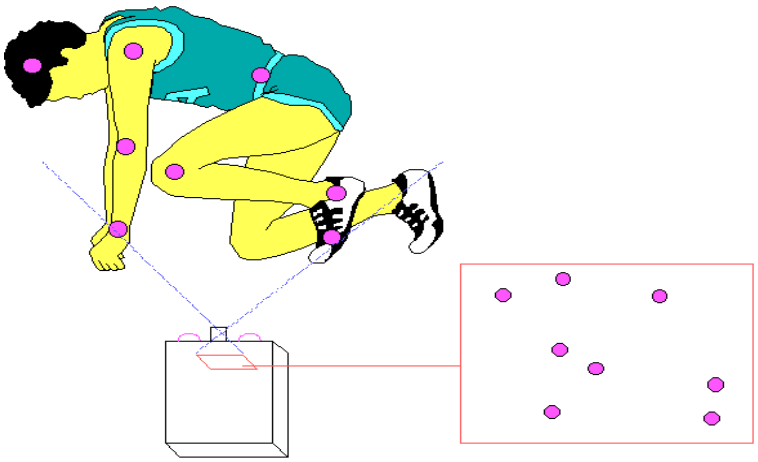
عزيزي الطالب بعد قرائتك لهذا الفصل يجب أن تكون قادرا علي أن تطبق استخدام احد برامج الكمبيوتر الجاهزة لاستخراج قيم المتغيرات الميكانيكية لمهارة معينة من خلال :

الأهداف الفرعية التالية :

1- تناقش مفهوم التحليل الحركي الميكانيكي وانواعه.

2- تستنتج ماهية متطلبات تحليل اداء حركي مهاري لاستخراج قيم المتغيرات الميكانيكية المطلوبة.

3- تطبيق استخدام احد برامج السوفت وير – التحليل الميكانيكي- في ايجاد واستخراج قي المتغيرات الميكانيكية لمهارة رياضية.



التحليل الميكانيكى للحركات الرياضية :

يقصد بلفظ تحليل فى المجالات المختلفة للمعرفة الإنسانية أنه " الوسيلة المنطقية التى يجرى بمقتضاها تناول الظاهرة موضوع الدراسة بعد تجزئتها إلى عناصرها الأولية الأساسية المكونة لها ، حيث تبحث هذه العناصر الأولية كلاً على حده تحقيقًا لفهم أعمق للظاهرة ككل " .

وانطلاقًا من هذا المفهوم لمدلول (التحليل) يمكن عند دراسة الحركة الإنسانية أن يكون التحليل تشريحيًا أو فسيولوجيًا أو كيميائيًا أو تربويًا أو ميكانيكيًا وينبغى أن يوضع فى الاعتبار أن ورود الظاهرة هنا ليس هدفًا فى حد ذاته وإنما وسيلة لإمكانية الوصول إلى الإدراك الشمولى للظاهرة ككل ، خاصة إذا كانت ظاهرة حركة الكائن الحى والذى لا يمكن تحقيقه إلا من خلال تجميع أجزاء العناصر فى وحدة متكاملة .

ويشير سيمونين (Simonian) (1981) إلى أن هدف التحليل البيوميكانيكى هو دراسة تفاصيل الأداء الفنى للمهارات الرياضية ومحاولة التعرف على مميزات وعيوب الطرق المختلفة لأدائها مما يضمن تحقيق أعلى مستويات للأداء .

ويهتم بدراسة وتحليل الأداء الحركى الإنسانى فى إطار العوامل المؤثرة على الأداء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة سواء كانت هذه العوامل بيولوجية أو فسيولوجية أو تشريحية بهدف الوصول إلى أنسب الحلول الميكانيكية الحيوية للمشاكل الحركية المطروحة للبحث والدراسة وتعميم المعلومات المكتسبة حول فن الأداء الأنسب لألوان الأنشطة الرياضية المختلفة.

ويذكر جمال علاء الدين (1994) أن الأداء الحركى لا يمكن تنفيذه بأسلوب مميز إلا إذا أخضع للبحث العلمى من أوجه متعددة منها الميكانيكا

الحيوية ، التى تدرس هذا الأداء الرياضى على أنه نظام ديناميكى معقد للأفعال الحركية القائمة على الاستخدام الأمثل والمرشد للإمكانيات والقدرات الحركية للاعب ، بهدف حل واجب محدد أو الوصول للأداء الأمثل.

إن الوصول إلى خصائص الأداء فى أبحاث الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة يقتضى إلمام الباحثين بكافة المعلومات المرتبطة بعمل أجزاء الجسم من مفاصل وعضلات حتى يتسنى فهم تحليل الأداء تحت الدراسة بغرض التوصل إلى الأداء المثالى .

ويؤكد بوتشر Bucher (1983) أن دراسة الأداء الحركى فى الأنشطة الرياضية المختلفة يعد أحد المجالات الأساسية فى العمل على تطوير النشاط والارتفاع بمستوى الإنجاز بالرغم مما يتميز به الأداء من صعوبات نابعة من تعدد المتغيرات وتركيب العوامل المؤثرة على الأداء.

والتحليل الحركي الميكانيكي عبارة عن " التحليل الميكانيكي للسلوك الحركي للإنسان ويطلق اسم " تحليل " على عملية تقسيم أو التجزئة لكل الأجزاء المكونة له ، أو على النتائج المترتبة على هذه العملية ، والنوعان الأساسيان للتحليل الميكانيكي وهما التحليل الكينماتيكى أو الوصفى Kinematics or descriptive analysis والكيناتيكى أو السببي Kinetic or causal analysis وإضافة لذلك فأن المراجع البيوميكانيكية تشير إلى الديناميكا على أنها تهتم بالفرد في الحركة وربما أيضاً امتدت لتشمل الأدوات التي يتعامل معها باليد أو يقذفها ، وربما تفحص ديناميكية المهارات الرياضية من نقطة الوقوف في ثلاث مستويات وهى المستوى الأول " التحليل الزمني Temporal Analysis " الذي ينقسم إلى الزمن أو إيقاع المظاهر المختلفة للأداء، المستوى الثاني" التحليل الكينماتيكي Kinematic Analysis " يركز على المسار الهندسي للحركة

دون وضع القوى في الاعتبار ويشتمل هذا المستوى على الإزاحة ، السرعة ، العجلة، المستوى الثالث " التحليل الكيناتيكي Kinetic Analysis " يرتكز على دراسة تبادل تأثير القوى من بداية الحركة حتى التوقف.

متطلبات التحليل الحركي البيوميكانيكي

يمكننا ايجاز هذه المتطلبات الى عدة نقاط وهي:

1- تحديد الهدف من الدراسة وفقا للمهارة او الفعالية المطلوبة
2- التعرف على المراحل الفنية للمهارة او الفعالية المطلوبة
3- مراجعة في المصادر والدراسات السابقة لتحديد المتغيرات البايوميكانيكية
4- تصميم الميدان التجريبي وفقا للمتغيرات المطلوب تحليلها
5- توفير الادوات والبرامجيات اللازمة لتحديد المتغيرات البايوميكانيكية
6- الرجوع الى القوانين والعلوم لتفسير النتائج

تحديد الهدف من الدراسة وفقا للمهارة او الفعالية المطلوبة

قبل البدء باي اجراء يتطلب من الباحث تحديد هدف البحث بعد ملاحظة المشكلة والتأكد من توقع اولي لحل المشكلة بدراسة متغيرات بايوميكانيكة

التعرف على المراحل الفنية للمهارة او الفعالية المطلوبة

لكل مهارة او فعالية مراحل فنية تصف الحركة من بدايتها حتى نهايتها وعلى الباحث ذكر المراحل بغض النظر عن خضوع جميع هذه المراحل للدراسة ، ثم عليه توضيح المرحلة المطلوبة.

مراجعة في المصادر والدراسات السابقة لتحديد المتغيرات البايوميكانيكية

على الباحث ان ينطلق من المصادر والدراسات السابقة والمشابهة لوضع عدد من المتغيرات المهمة التي تتحكم بالحركة المطلوبة ، رغم انه قد اطلع على المراحل الفنية في فقرات سابقة الا ان المطلوب في هذه المرحلة ان يتقصى عن المتغيرات التي تؤثر فعلا في الحركة.

تصميم الميدان التجريبي وفقا للمتغيرات المطلوب تحليلها

وفقا للمتغيرات المطلوبة يمكن تحديد ميدان للتجربة من حيث كادر العمل والادوات اللازمة مثل الة التصوير وعددها وتحديد مواقع هذه الآلات وفقا للابعاد الهندسية المطلوبة العمل وفقا للبعد الثنائي او البعد الثلاثي.

توفير الادوات والبرامجيات اللازمة لتحديد المتغيرات البايوميكانيكية

بعد الحصول على المعطيات من عينة البحث يجب ان تخضع هذه المعطيات التي تم الاحتفاظ بها في اقراص او كاسيتات للبرامج ربما تكون اغلبها في الحاسوب لغرض تحويلها الى قيم رقمية صالحة للمعالجة والتفسير

الرجوع الى القوانين والعلوم لتفسير النتائج

لحل المشكلة وبناءا على الافتراضات والاطار النظري المسبق يجب الاعتماد على النظريات والقوانين لتفسير النتائج ومن هذه العلوم ، الفيزياء ، الرياضيات ، التشريح ..... وغيرها .

مثال:

هذا المثال عبارة عن طريقة عمل

لحل مشكلة تدني مستوى الانجاز الرقمي في فعالية الوثب الطويل لدى (فئة معينة جلبت اهتمام الباحث) ، نتبع الخطوات الاتية

1- ان الهدف من هذه الدراسة هو تقديم النصائح الممكنة لتطوير الانجاز الرقمي من خلال ايجاد مكامن الضعف بمعالجة بايوميكانيكة لتصحيحها ومكان القوة لتعزيزها

2- ان المراحل الفنية لهذه الفعالية وفقا للمصادر تتكون من (سرعة الاقتراب ، الارتقاء ، الطيران ، الهبوط)

3- ابدت الدراسات السابقة اهتماما كبيرا بسرعة الركضة التقريبية فلقد اوضحت بعضها ان السرعة المثالية في هذه المرحلة تراوحت (-) متر لكل ثانية تم دراستها وفقا للمسافة المقطوعة في وحدة الزمن ، كما ذكرت مصادر اخرى ان قياس السرعة في هذه المرحلة بنيت على طول وتردد الخطوات ، كما تبين ان الخطوات الثلاث قبل الارتقاء لم تكن متساوية اذ كانت الخطوة قبل الارتقاء اقصر من سابقتها وذلك لاعطاء مركز كتلة الجسم ارتفاعا عموديا مناسبا (مركبة عمودية) فضلا عن المركبة الافقية ولقد ذكرت المصادر بعض المصطلحات مثل (ابتعاد مركز كتلة الجسم عن نقطة استناد قدم الارتقاء لحظة التماس) وكذلك زاوية الهبوط ،

وعندما ينتقل اللاعب الى الاستناد الخلفي يحسب له أيضا الازاحة الافقية وكذلك زاوية النهوض وسرعة الانطلاق والازمنة والعديد من المصطلحات. فيحدد الباحث جميع هذه المصطلحات ويعد قائمة بها لغرض اعتمادها في التحليل. كما عليه ان يطلع على الدراسات المشابهة كفعالية الوثبة الثلاثية .

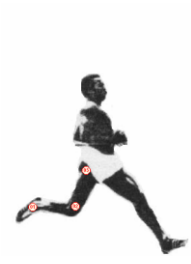
4- تبين ان هذه المتغيرات يمكن ايجادها باعتماد الة تصوير واحدة توضع من الجانب القريب لرجل الارتقاء وعمديا عليها أي الاكتفاء بالبعد الثنائي ، وربما دعت الحاجة الى استخدام الة اخرى لضبط سرعة الاقتراب ، ويجب الان اجراء تجربة استطلاعية بسيطة لضبط موقع التجربة من حيث عدد الالات المطلوبة ومقياس الرسم ان دعت الحاجة اليها وكذلك النقطة النسبية او نقطة ثابتة ، واذا تطلب الامر اجراء تداخل بين التي التصوير في حالة استخدام اكثر من الة.

5- بعد تصوير الفعالية او مرحلة من مراحلها يمكن نقل الفلم الى الحاسوب وفقا لامكانيات الة التصوير اذ ان البرامج الملحقة والتي تباع مع الة التصوير كفيلة بنقلها الى الحاسوب من خلال مخارج (AV) او (Sviduo) او (USB) اذ يتم تحويلها الى الحاسوب ، ان نقل الفلم من الة التصوير الى الحاسوب يتم باحدى الطريقتين الاولى عن طريق كارت (بطاقة) خاصة تنصب داخل الحاسوب ويتم التعرف عليها كمكون مادي ومعها البرنامج الخاص بنقل الفلم الى الحاسوب اما الطريقة الثانية فهي مباشرة من خلال منافذ متاحة مثل (USB) مع البرنامج الخاص الملحق مع الة التصوير اذ يتم التعرف عليها ايضا كمكون مادي. ولايكتفي الباحث بذلك بل يجب توفر برامج اخرى خاصة بتقطيع الفلم الى صور متسلسلة وبرامج اخرى لغرض ايجاد الزوايا والابعاد والازمنة وبرامج اخرى لمعالجة النتائج ميكانيكيا او هي برامج يمكن ان تكتب قوانين خاصة على شكل معادلات لغرض معالجة القيم الرقمية المستنتجة ، وبرامج اخرى للاخراج الفني كالصور المتسلسلة والمنحنيات وبرامج اخرى للمعالجة الاحصائية وبرامج الطباعة.

6- ان الاعتماد على النظريات هو الحل الامثل للتفسير اذ قد تكون النتائج الاحصائية غير كفيلة بتفسير النتائج فيلجأ الباحث الى القوانين مثل قوانين نيوتن في الحركة والعوامل المؤثرة فيها وقوانين المثلثات والعتلات والوضع التشريحي الامثل للعضلات والمفاصل . ان الاحصاء يقدم الحلول الصحيحة فقط عند السيطرة على العوامل الدخيلة .

ملاحظات مهمة:

لقد تمكنت بعض الدول العربية من امتلاك معامل للتحليل الحركي ولم نتوفق حاليا إلى امتلاك مثل هذه المعامل التي تحتوي على تقنيات عالية مزدوجة الاستخدام أي إن العلوم الأخرى كالطب والهندسة يستفاد منها ولقد خصصت برمجيات منوعة او مختلفة في هذا الاتجاه من معالجات البعد الثنائي الى معالجات البعد الثلاثي مثل برامج (DARTFISH) و (APAS) وان هذا الأخير قد تميز عن البرامج ألسابقه بمميزات كثيرة يطول شرحها حاليا ولكن ببساطة يتم إيجاد بعض المتغيرات بل اغلبها دون تدخل الباحث. ولقد وضعت في مكتبتي الالكترونية بعض الإيضاحات.

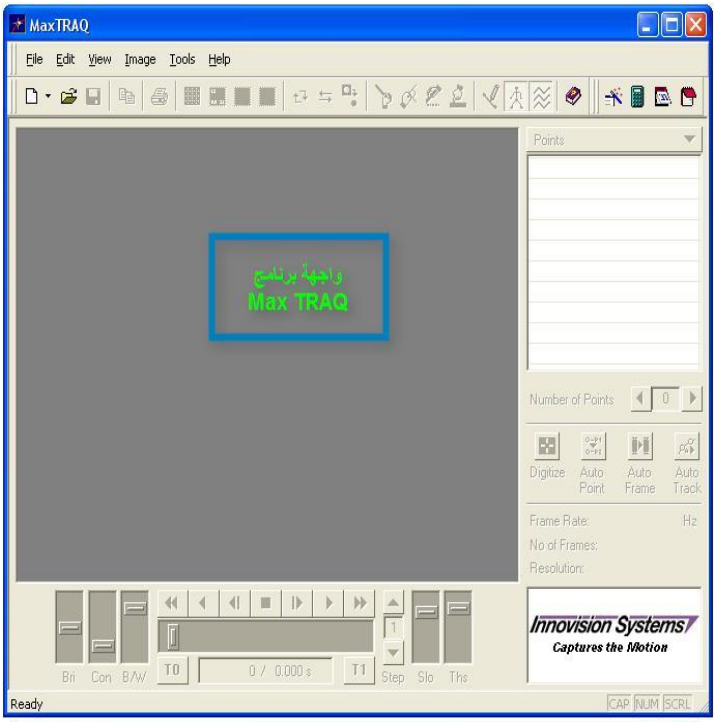


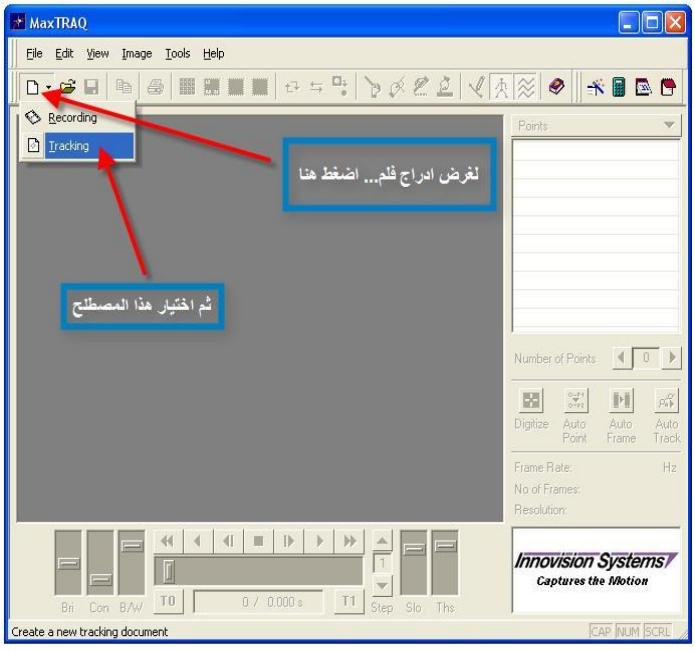
نموذج لبرنامج التحليل الحركى

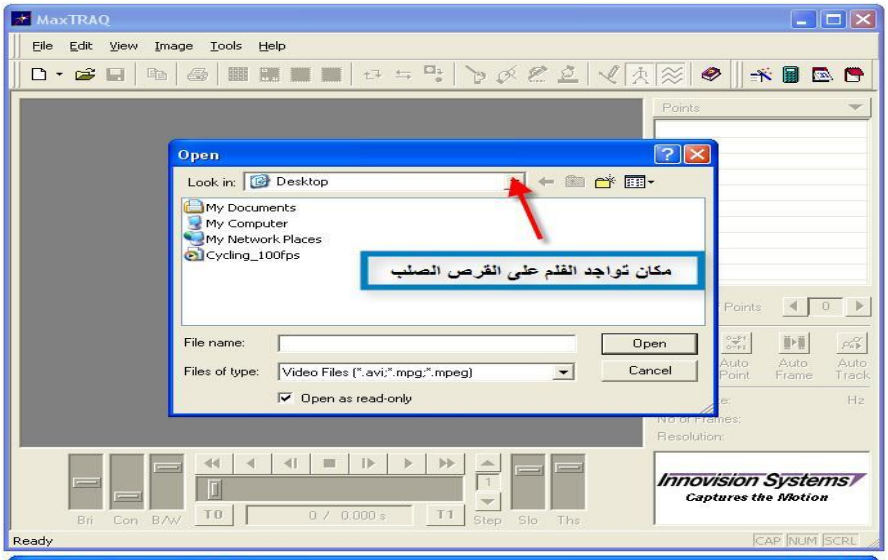
MaxTRAQ

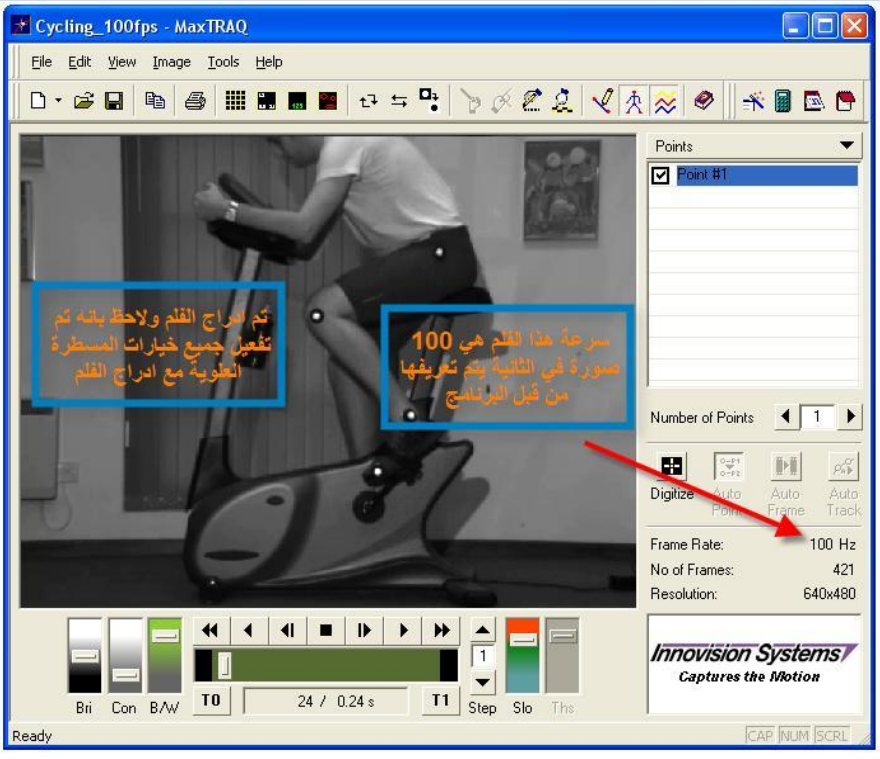
في الوقت الذي تكاثرت فيه برامج تحليل حركات الرياضيين اقدم لكم برنامج (وهذا البرنامج ينفرد بصفة مميزة وهي امكانية تطبيق اجراءات التحليل على الصورة الاولى فقط لتنتشر تلقائيا على الصور الاخرى أي ان الباحث فقط يحدد نقاط مفاصل اللاعب في الصورة الاولى ليجد ان هذه

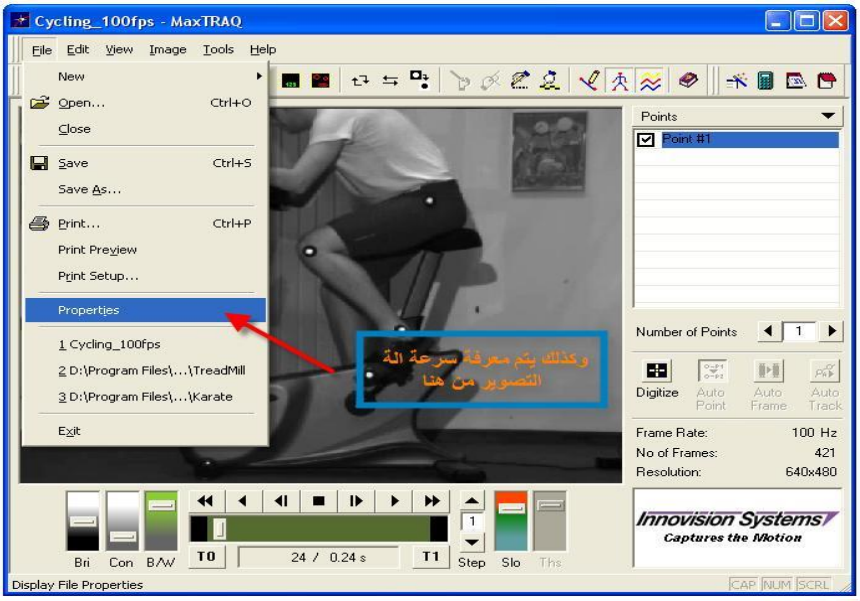
النقاط قد تحددت تلقائيا في الصور الاخرى للفلم وهكذا اذا تم تحديد زاوية معينة في الصورة الاولى من الفلم فان الصور الاخرى تتحدد قيم الزوايا فيها تلقائيا ، ورغم ما ستجدونه من متعة في هذا البرنامج الشامل الا انه يتطلب اجراءات دقيقة عند التصوير فمبدأ عمل هذا البرنامج يعتمد على اختلاف كمية الاضاءة على مناطق الجسم فيجب مثلا ان يرتدي اللاعب ملابس ضيقة سوداء ويتم صبغ مفاصل الجسم بصبغات بيضاء لكي يستطيع البرنامج من متابعة النقاط من صورة الى اخرى. وفي البرنامج امكانيات اخرى اتمنى ان تكتشفوها بنفسكم .

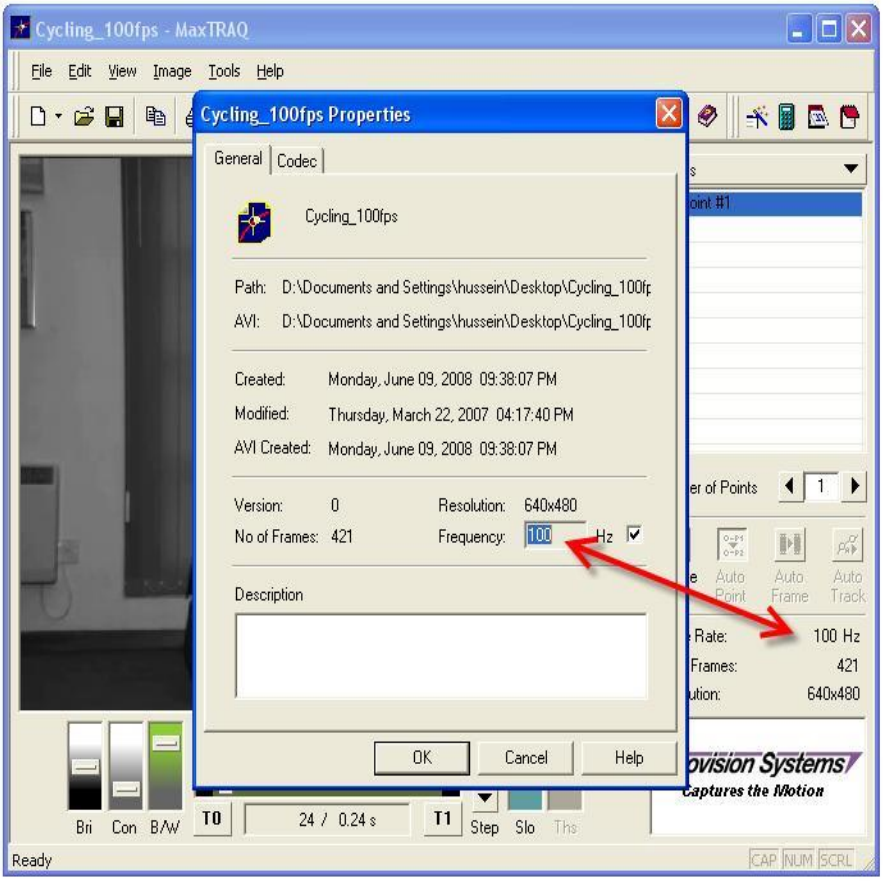

MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
واجهة برنامج
Max TRAQ
Points
Number of Points
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate:
Hz
No of Frames:
Resolution:
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.000 s
T1
Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

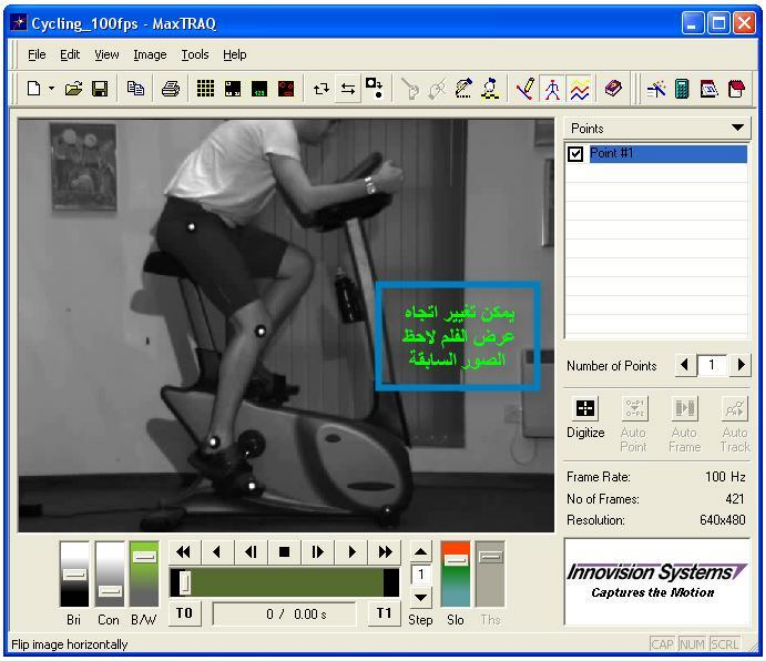

MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Recording
Tracking
لغرض ادراج فلم... اضغط هنا
ثم اختيار هذا المصطلح
Points
Number of Points
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate:
Hz
No of Frames:
Resolution:
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.000 s
T1
Step Slo Ths
Create a new tracking document
CAP NUM SCRL

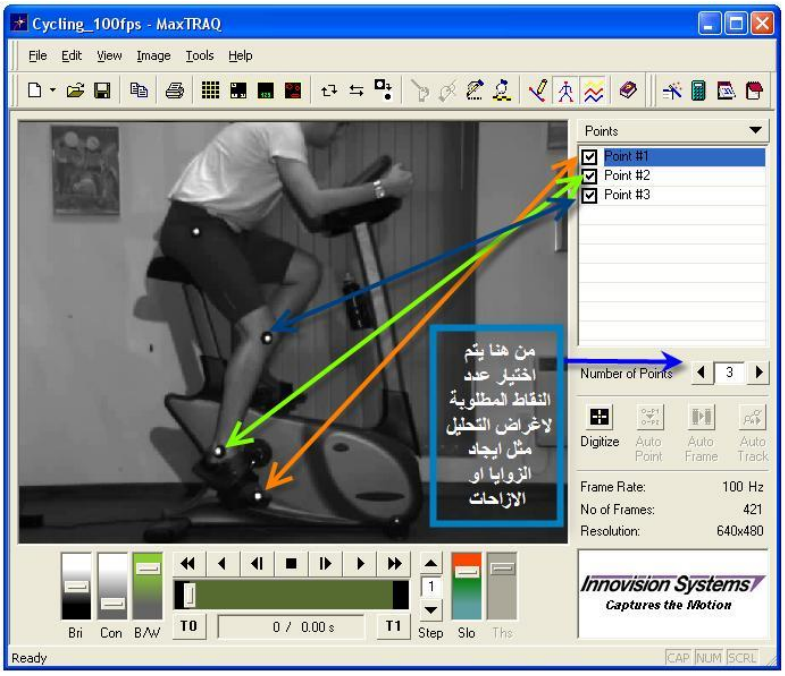

MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Open
Look in: Desktop
My Documents
My Computer
My Network Places
Cycling_100fps
مكان تواجد الفلم على القرص الصلب
File name:
Open
Files of type: Video Files (*.avi;*.mpg;*.mpeg)
Cancel
Open as read-only
Points
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Resolution:
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
T1
Step Slo Ths
Ready

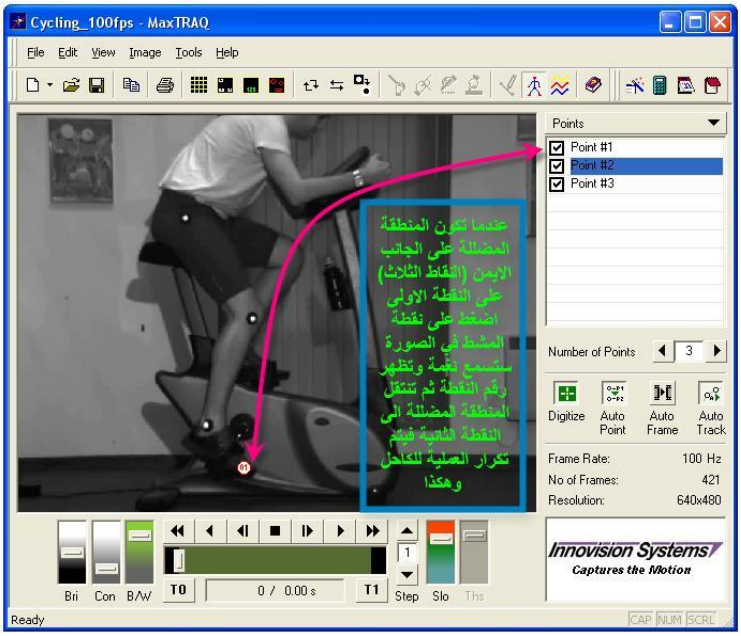

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
تم ادراج الفلم ولاحظ بانه تم تفعيل جميع خيارات المسطرة العلوية مع ادراج الفلم
سرعة هذا الفلم هي 100 صورة في الثانية يتم تعريفها من قبل البرنامج
Points
Point #1
Number of Points
1
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
24 / 0.24 s
T1
Step Slo Ths
Ready

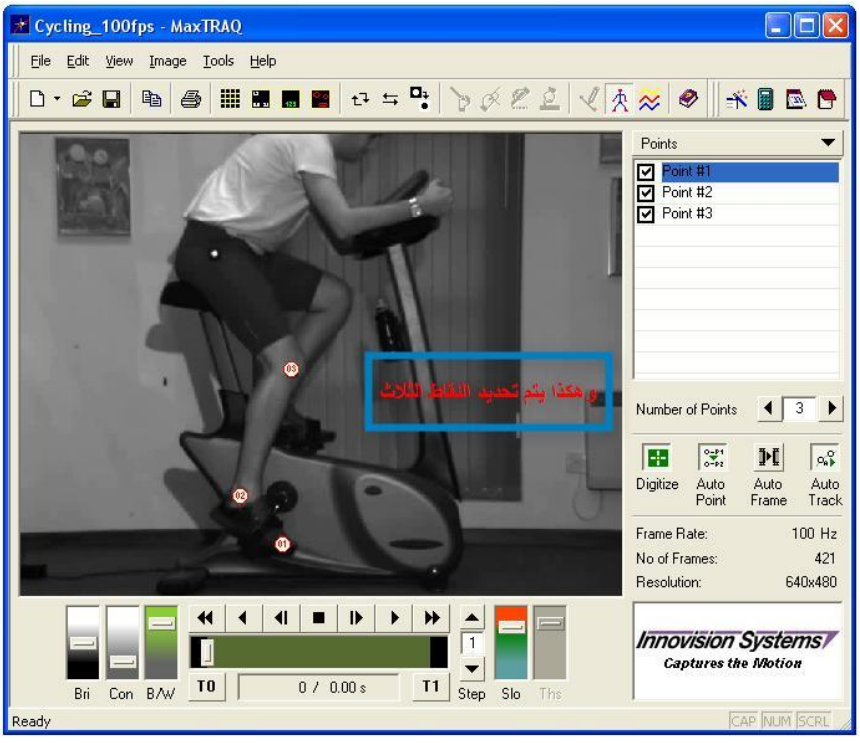

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
New
Open... Ctrl+O
Close
Save Ctrl+S
Save As...
Print... Ctrl+P
Print Preview
Print Setup...
Properties
1 Cycling_100fps
2 D:\Program Files\...\TreadMill
3 D:\Program Files\...\Karate
Exit
وكذلك يتم معرفة سرعة آلة التصوير من هنا
Points
Point #1
Number of Points 1
Digitize Auto Point Auto Frame Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W T0 24 / 0.24 s T1 Step Slo Ths
Display File Properties
CAP NUM SCRL

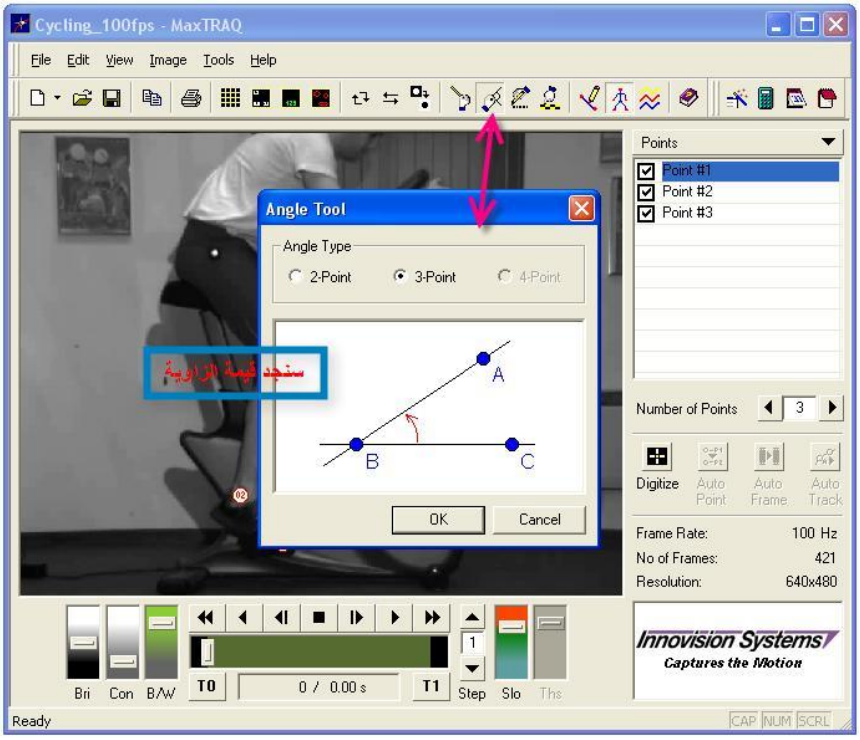

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Cycling_100fps Properties
General Codec
Cycling_100fps
Path: D:\Documents and Settings\hussein\Desktop\Cycling_100fp
AVI: D:\Documents and Settings\hussein\Desktop\Cycling_100fp
Created: Monday, June 09, 2008 09:38:07 PM
Modified: Thursday, March 22, 2007 04:17:40 PM
AVI Created: Monday, June 09, 2008 09:38:07 PM
Version: 0
Resolution: 640x480
No of Frames: 421
Frequency: 100 Hz
Description
OK Cancel Help
100 Hz
421
640x480
Captures the Motion
Bri Con B/W T0 24 / 0.24 s T1 Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

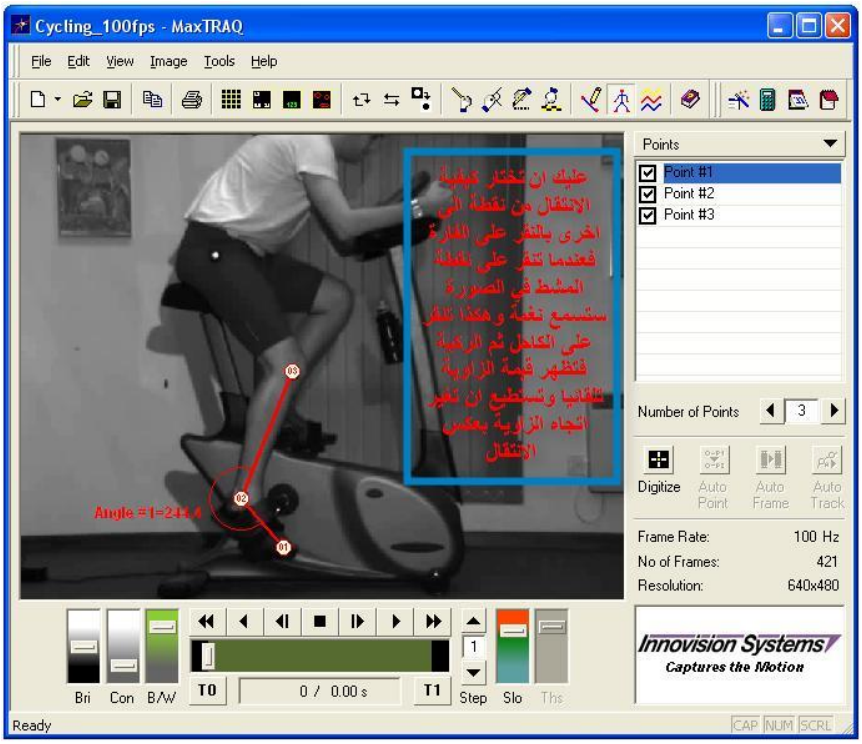

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
يمكن تغيير اتجاه
عرض الفلم لاحظ
الصور السابقة
Points
Point #1
Number of Points
1
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Flip image horizontally
CAP NUM SCRL

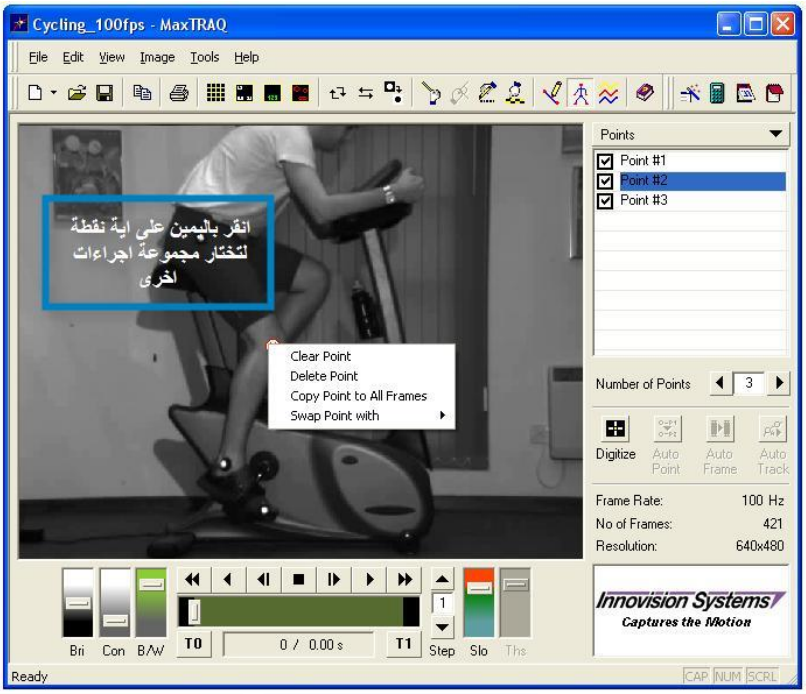

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Points
Point #1
Point #2
Point #3
من هنا يتم
اختيار عدد
النقاط المطلوبة
لاغراض التحليل
مثل ايجاد
الزوايا او
الازاحات
Number of Points
3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

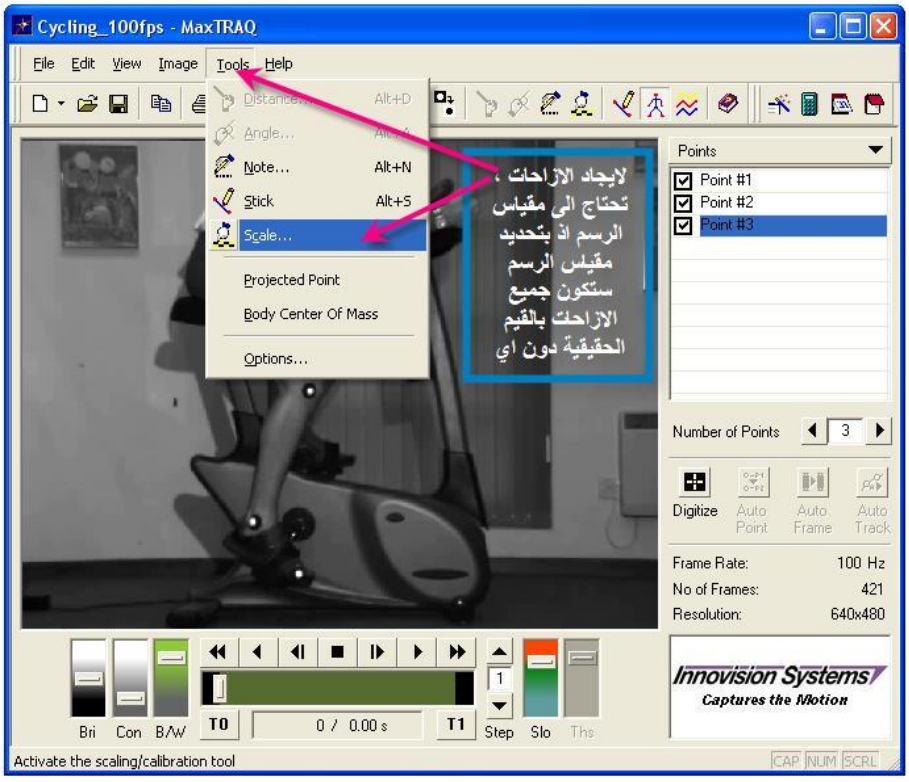

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Points
Point #1
Point #2
Point #3
عندما تكون المنطقة المضللة على الجانب الايمن (النقاط الثلاث) على النقطة الاولى اضغط على نقطة المشط في الصورة سنسمع نغمة وتظهر رقم النقطة ثم تنتقل المنطقة المضللة الى النقطة الثانية فيتم تكرار العملية للكاحل وهكذا
Number of Points 3
Digitize Auto Point Auto Frame Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W T0 0 / 0.00 s T1 Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

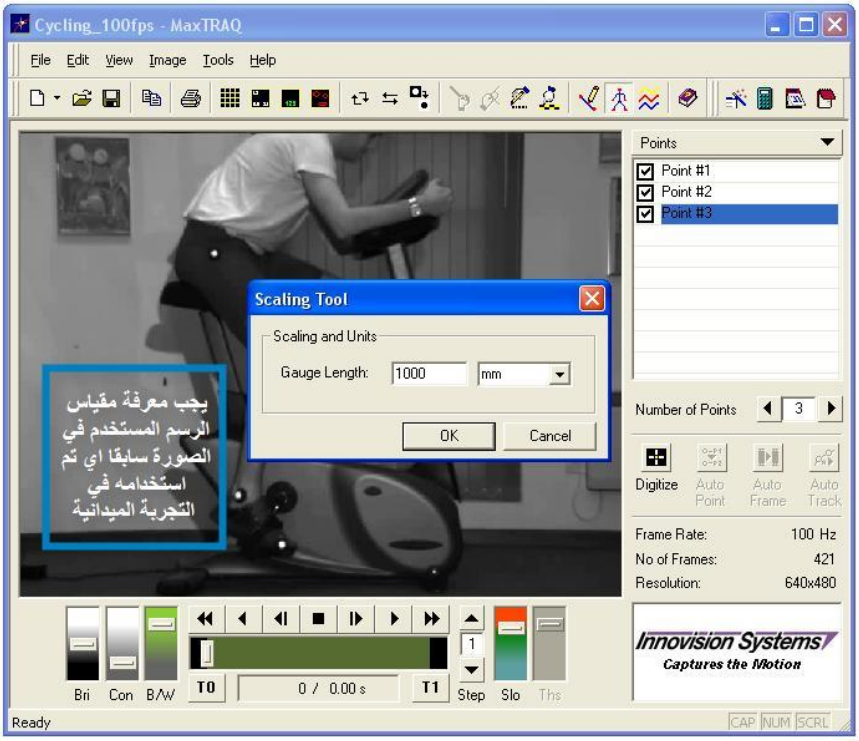

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Points
Point #1
Point #2
Point #3
وهكذا يتم تحديد النقاط الثلاث
Number of Points 3
Digitize Auto Point Auto Frame Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W T0 0 / 0.00 s T1 Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

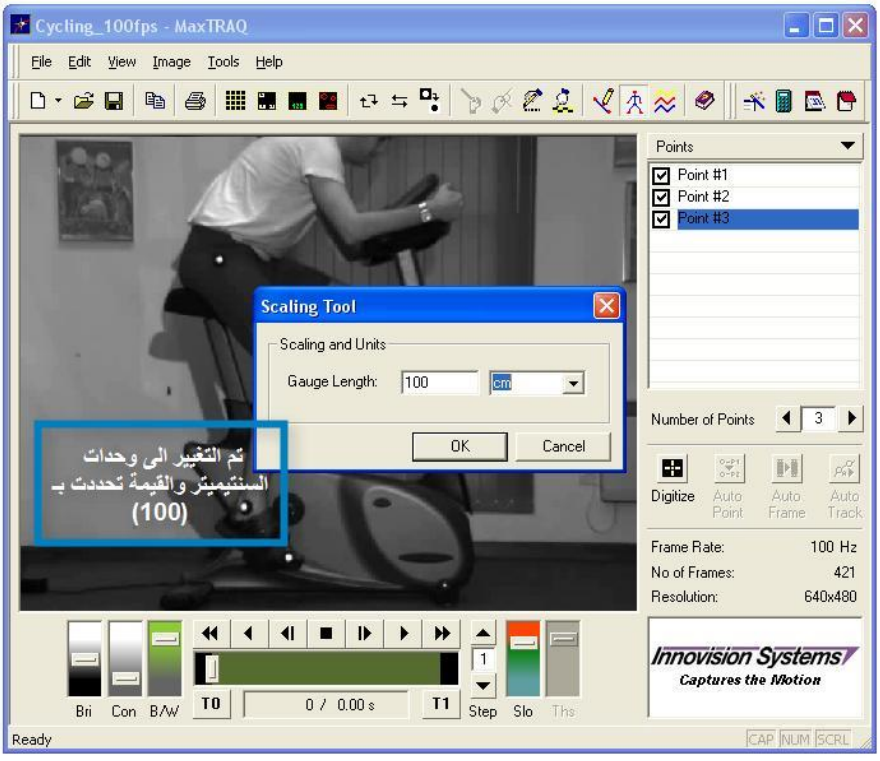

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Angle Tool
Angle Type
2-Point
3-Point
4-Point
سنجد قيمة الزاوية
A
B
C
OK
Cancel
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Number of Points
3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri
Con
B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step
Slo
Ths
Ready
CAP NUM SCRL

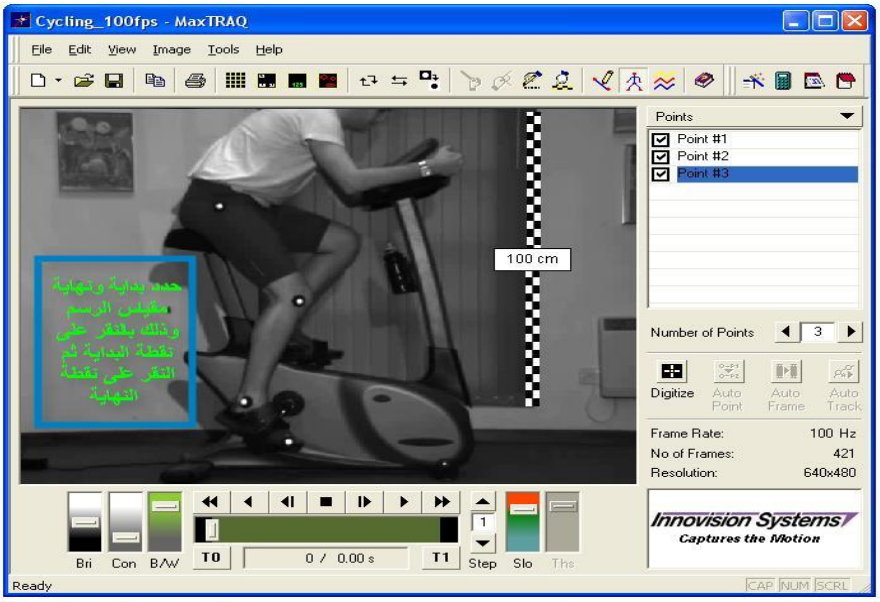

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
عليك ان تختار كيفية الانتقال من نقطة الى اخرى بالنقر على الفارة فعندما تنقر على نقطة المشط في الصورة ستسمع نغمة وهكذا انقر على الكاحل ثم الركبة فتظهر قيمة الزاوية تلقائيا وتستطيع ان تغير اتجاه الزاوية بعكس الانتقال
Angle #1=244.4
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Number of Points
3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri
Con
B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step
Slo
Ths
Ready
CAP NUM SCRL

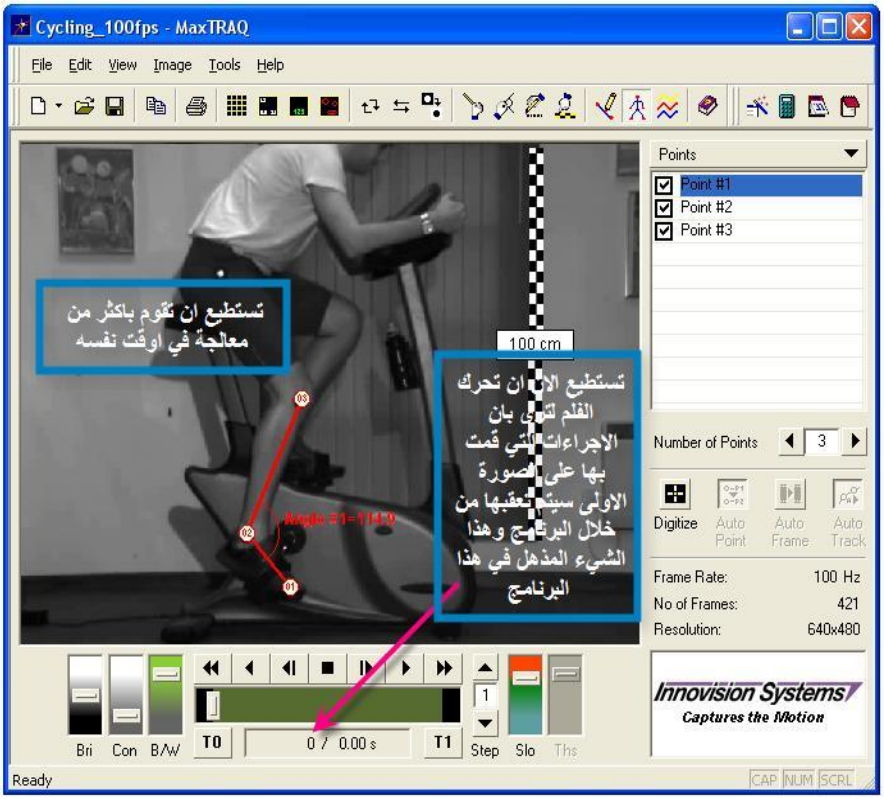

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
انقر باليمين علي اية نقطة لتختار مجموعة اجراءات اخرى
Clear Point
Delete Point
Copy Point to All Frames
Swap Point with
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Number of Points
3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Ready

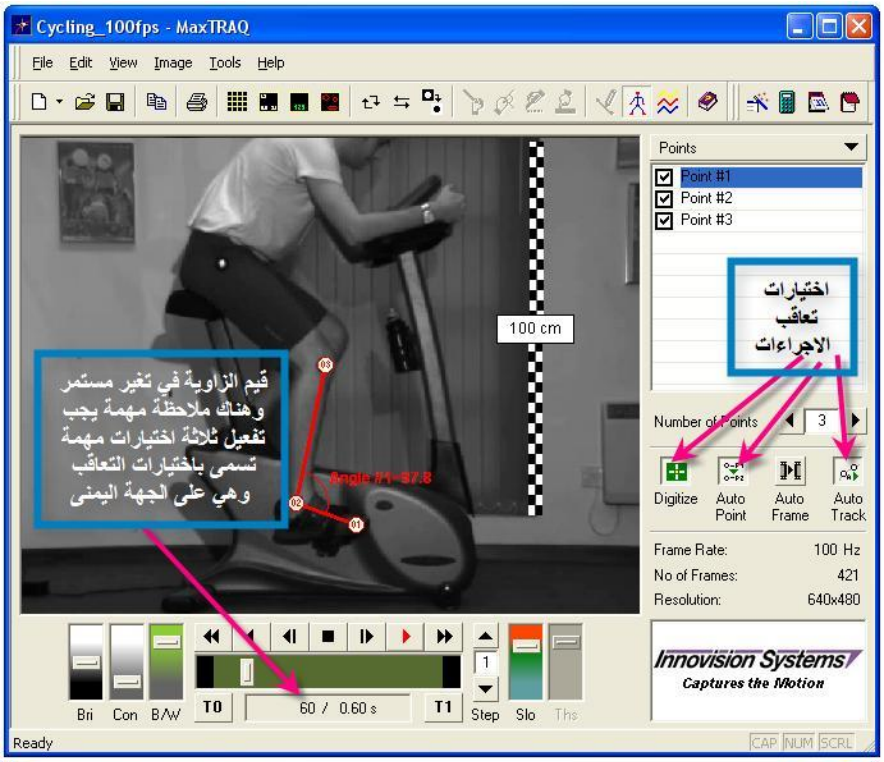

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Distance... Alt+D
Angle... Alt+A
Note... Alt+N
Stick Alt+S
Scale...
Projected Point
Body Center Of Mass
Options...
لايجاد الازاحات ، تحتاج الى مقياس الرسم اذ بتحديد مقياس الرسم ستكون جميع الازاحات بالقيم الحقيقية دون اي
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Number of Points
3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Activate the scaling/calibration tool

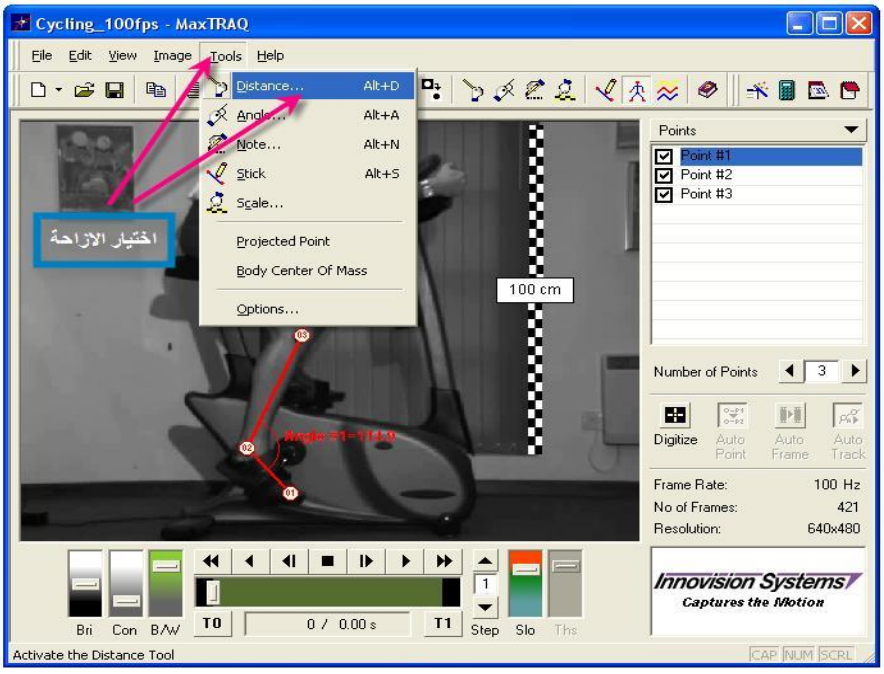

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Scaling Tool
Scaling and Units
Gauge Length: 1000 mm
OK Cancel
يجب معرفة مقياس الرسم المستخدم في الصورة سابقا اي تم استخدامه في التجربة الميدانية
Number of Points 3
Digitize Auto Point Auto Frame Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W T0 0 / 0.00 s T1 Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

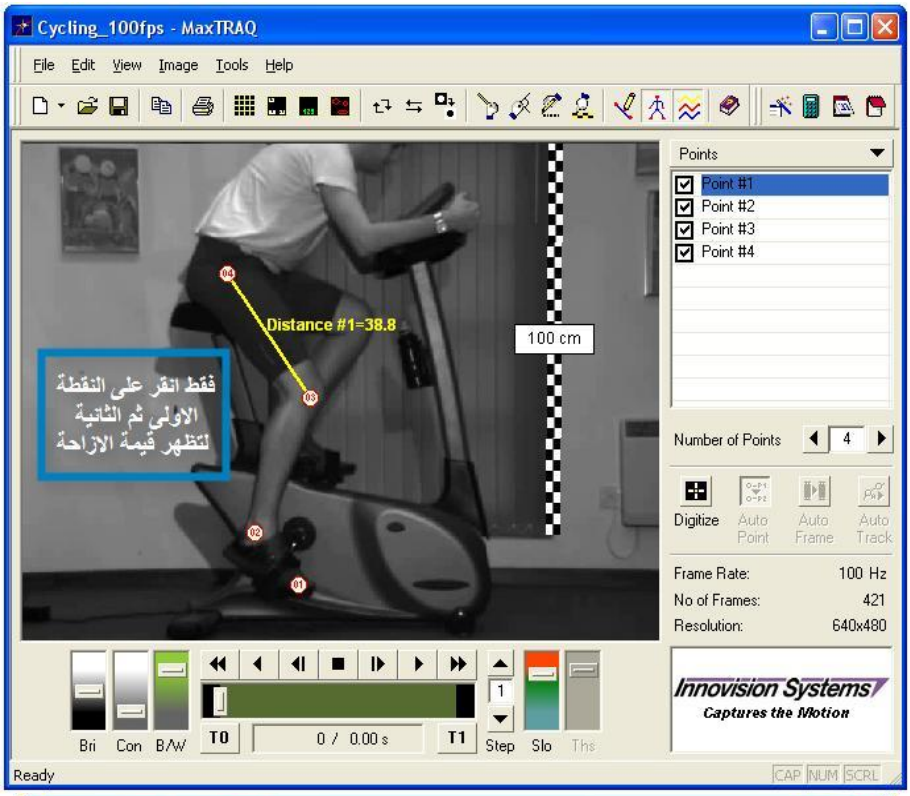

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Scaling Tool
Scaling and Units
Gauge Length: 100 cm
OK Cancel
تم التغيير الى وحدات السنتيمتر والقيمة تحددت بـ (100)
Number of Points 3
Digitize Auto Point Auto Frame Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W T0 0 / 0.00 s T1 Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

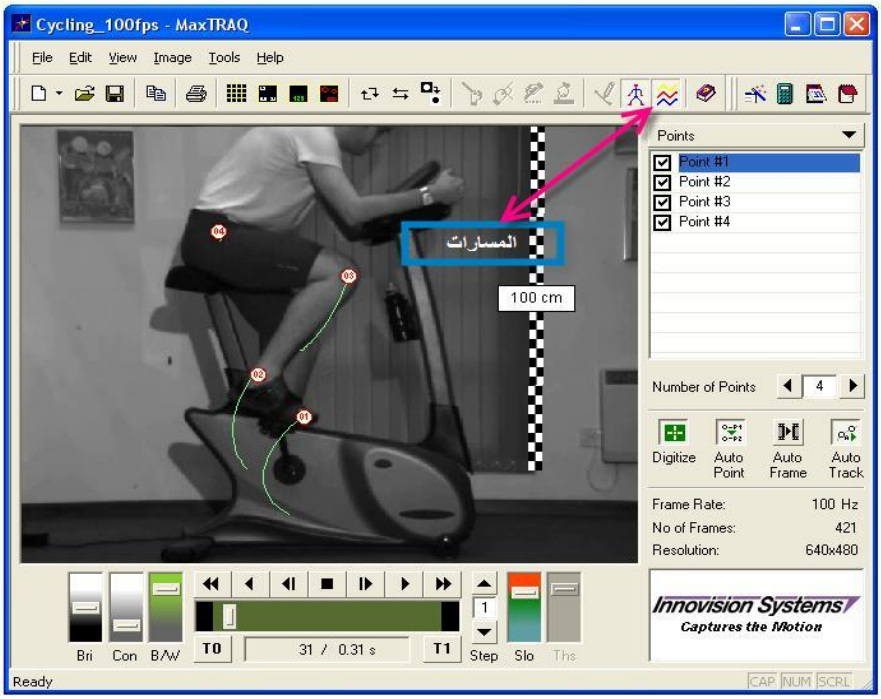

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
100 cm
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Number of Points 3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Ready

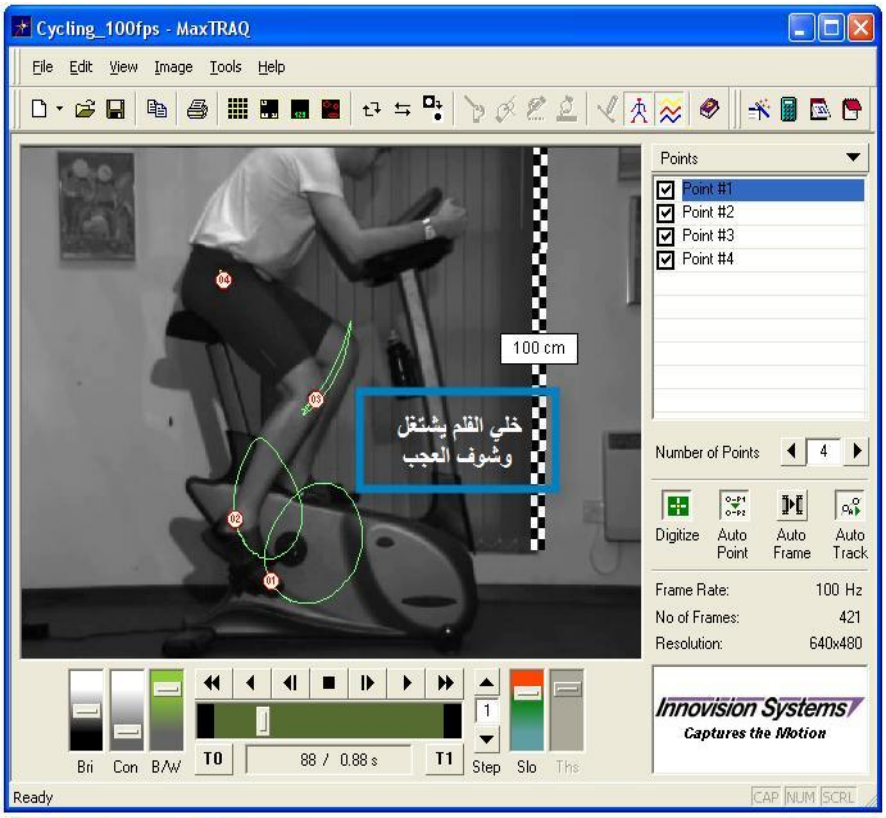

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
تستطيع ان تقوم باكثر من معالجة في اوقت نفسه
100 cm
تستطيع الان ان تحرك الفلم لتري بان الاجراءات التي قمت بها على الصورة الاولى سيتم تعقبها من خلال البرنامج وهذا الشيء المذهل في هذا البرنامج
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Number of Points 3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Ready

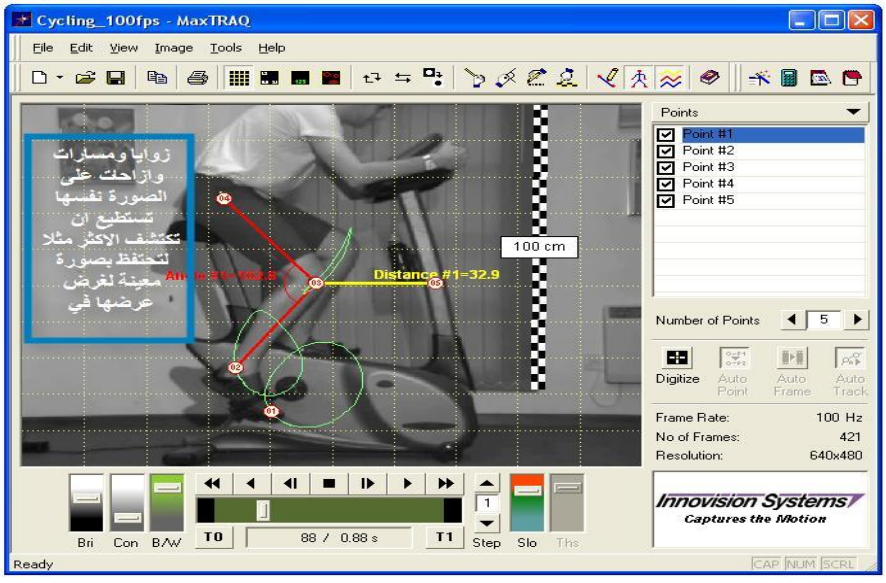

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Points
Point #1
Point #2
Point #3
اختيارات
تعاقب
الاجراءات
100 cm
قيم الزاوية في تغير مستمر
وهناك ملاحظة مهمة يجب
تفعيل ثلاثة اختيارات مهمة
تسمى باختيارات التعاقب
وهي على الجهة اليمنى
Number of Points
3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
60 / 0.60 s
T1
Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

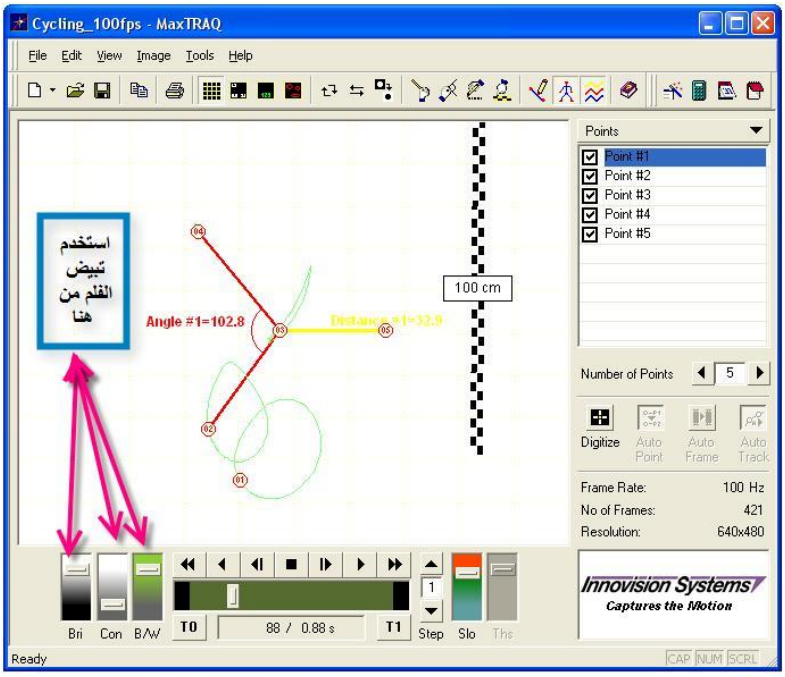

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Distance... Alt+D
Angle... Alt+A
Note... Alt+N
Stick Alt+S
Scale...
Projected Point
Body Center Of Mass
Options...
اختيار الازاحة
Points
Point #1
Point #2
Point #3
100 cm
Number of Points
3
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Activate the Distance Tool
CAP NUM SCRL

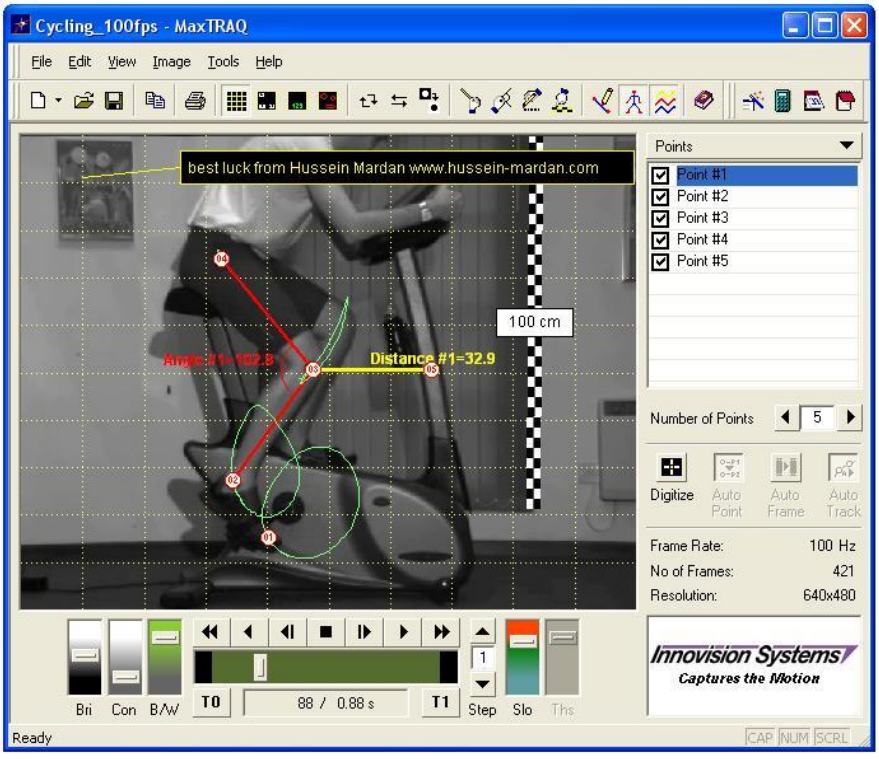

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Distance #1=38.8
100 cm
فقط انقر على النقطة
الاولى ثم الثانية
لتظهر قيمة الازاحة
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Number of Points
4
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

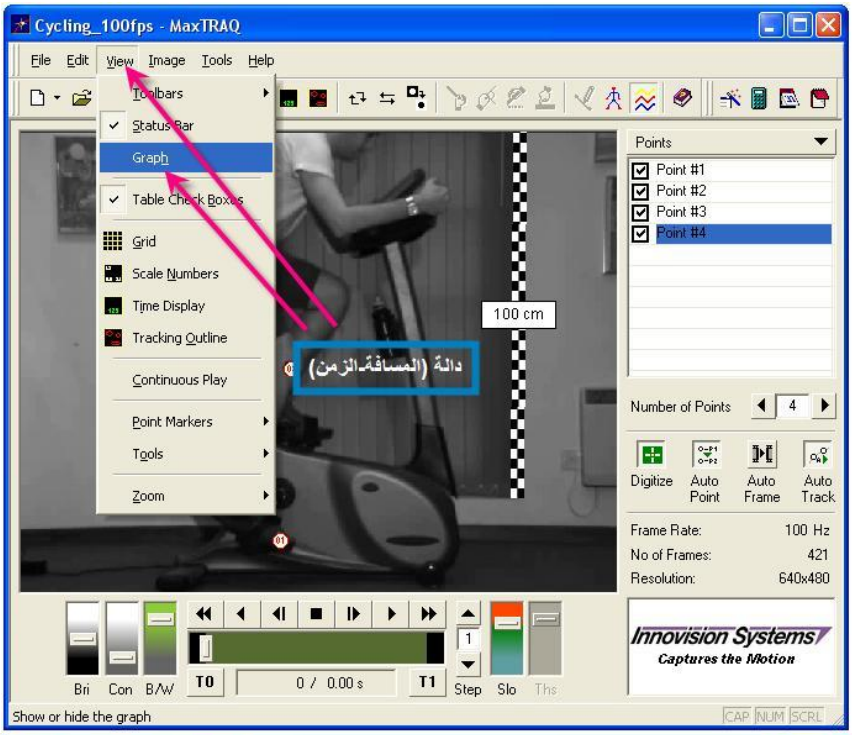

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
المسارات
100 cm
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Number of Points
4
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
31 / 0.31 s
T1
Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

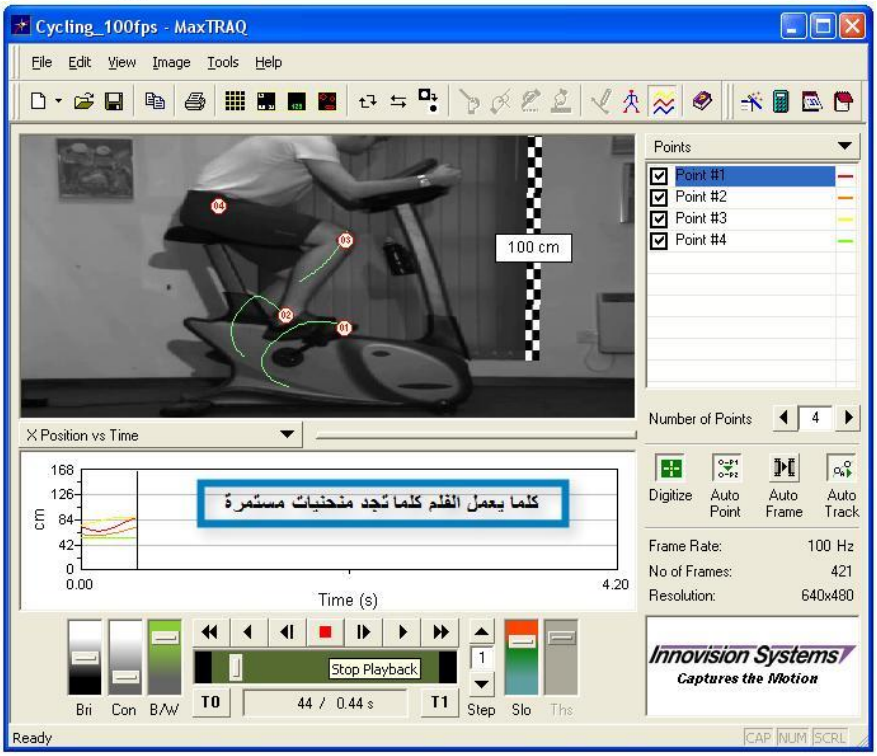

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
100 cm
خلي الفلم يشتغل
وشوف العجب
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Number of Points
4
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
88 / 0.88 s
T1
Step
Slo
Ths
Ready
CAP NUM SCRL

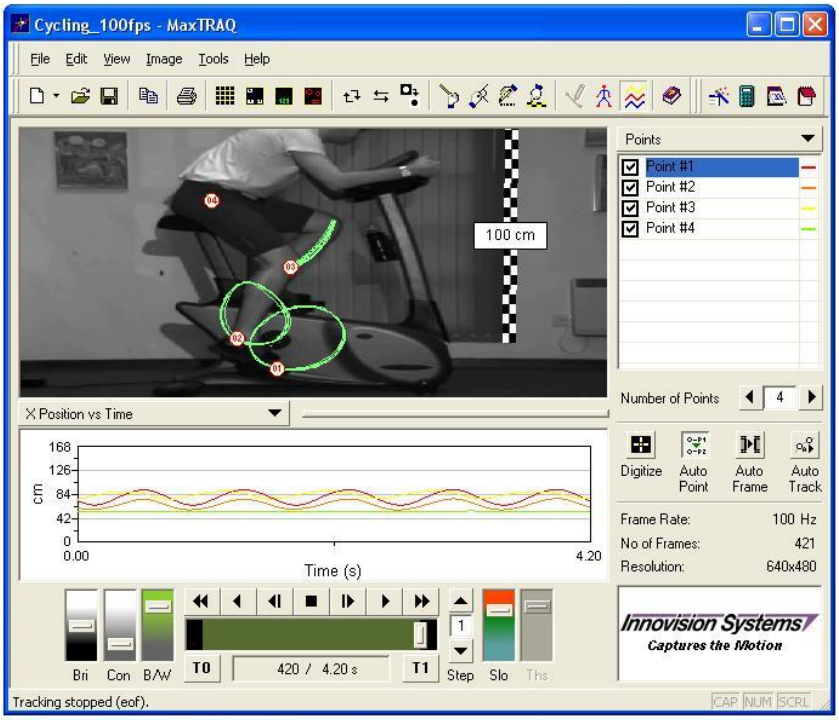

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
زوايا ومسارات
وازاحة على
الصورة نفسها
تستطيع ان
تكتشف الاكثر مثلا
احتفظ بصورة
معينة لغرض
عرضها في
100 cm
Distance #1=32.9
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Point #5
Number of Points
5
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
88 / 0.88 s
T1
Step
Slo
Ths
Ready
CAP NUM SCRL

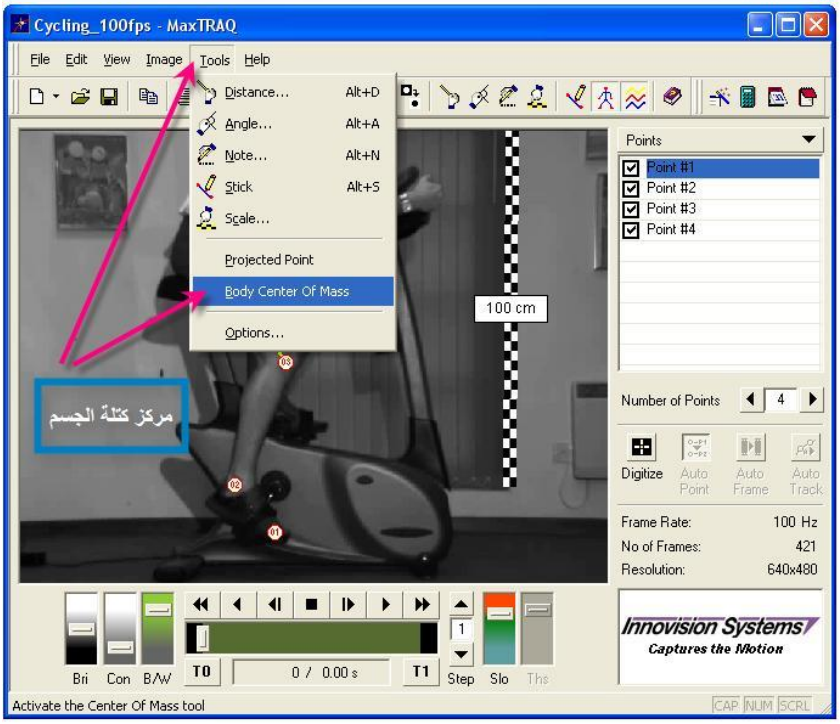

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
استخدم تبيض القلم من هنا
Angle #1=102.8
100 cm
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Point #5
Number of Points
5
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
88 / 0.88 s
T1
Step Slo Ths
Ready

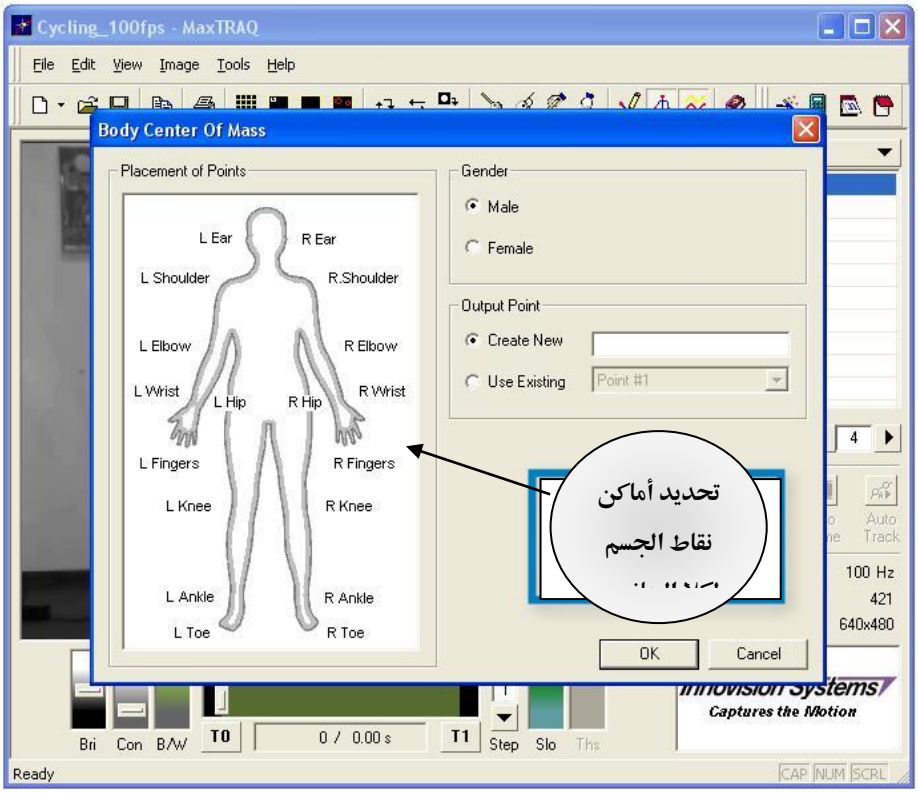

Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
best luck from Hussein Mardan www.hussein-mardan.com
100 cm
Distance #1=32.9
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Point #5
Number of Points
5
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
88 / 0.88 s
T1
Step Slo Ths
Ready


Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Toolbars
Status Bar
Graph
Table Check Boxes
Grid
Scale Numbers
Time Display
Tracking Outline
Continuous Play
Point Markers
Tools
Zoom
دالة (المسافة-الزمن)
100 cm
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Number of Points
4
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step
Slo
Ths
Show or hide the graph
CAP NUM SCRL


Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
100 cm
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
X Position vs Time
168
126
84
42
0
cm
0.00
4.20
Time (s)
كلما يعمل الفلم كلما تجد منحنيات مستمرة
Number of Points
4
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Stop Playback
Bri Con B/W
T0
44 / 0.44 s
T1
Step
Slo
Ths
Ready
CAP NUM SCRL


Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
100 cm
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Number of Points
4
X Position vs Time
168
126
84
42
0
cm
0.00
4.20
Time (s)
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
420 / 4.20 s
T1
Step Slo Ths
Tracking stopped (eof).
CAP NUM SCRL


Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Distance... Alt+D
Angle... Alt+A
Note... Alt+N
Stick Alt+S
Scale...
Projected Point
Body Center Of Mass
Options...
مركز كتلة الجسم
100 cm
Points
Point #1
Point #2
Point #3
Point #4
Number of Points
4
Digitize
Auto Point
Auto Frame
Auto Track
Frame Rate: 100 Hz
No of Frames: 421
Resolution: 640x480
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Activate the Center Of Mass tool
CAP NUM SCRL


Cycling_100fps - MaxTRAQ
File Edit View Image Tools Help
Body Center Of Mass
Placement of Points
L Ear
R Ear
L Shoulder
R.Shoulder
L Elbow
R Elbow
L Wrist
L Hip
R Hip
R Wrist
L Fingers
R Fingers
L Knee
R Knee
L Ankle
R Ankle
L Toe
R Toe
Gender
Male
Female
Output Point
Create New
Use Existing
Point #1
OK
Cancel
تحديد أماكن
نقاط الجسم
100 Hz
421
640x480
Auto Track
Innovision Systems
Captures the Motion
Bri Con B/W
T0
0 / 0.00 s
T1
Step Slo Ths
Ready
CAP NUM SCRL

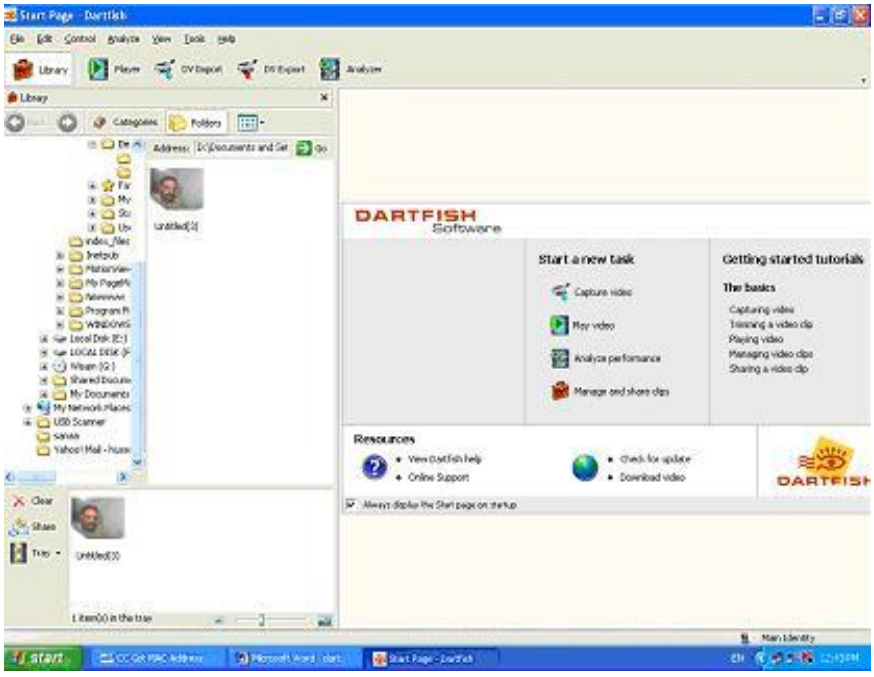
برنامج الدارت فش DartFish للتحليل الحركى

برامج دارت فش هي اكثر البرامج المختصة بتكنولوجيا الفيديو تقدماً و تطوراً في العالم وهناك ثلاث ميزات مهمة لهذا التطبيق من بين التطبيقات المكررة تحت بيئة الويندوز وهي:

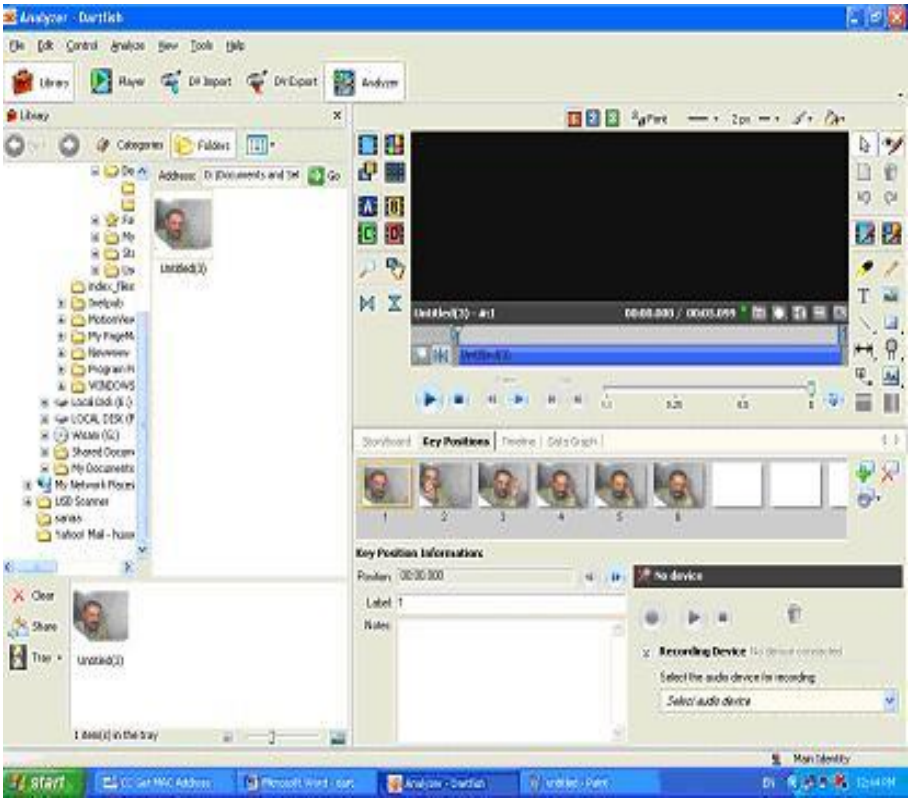
1- معرفة كيفية الربط بين المفاهيم التحليلية من خلال توظيف الأجهزة الالكترونية

2- استخدام وتطوير نظام المراقبة حسب اسلوب المدرب

3- مناقشة الإمكانيات الفنية ودراسة أساليب اللعب من خلال البرنامج



واجهة التطبيق

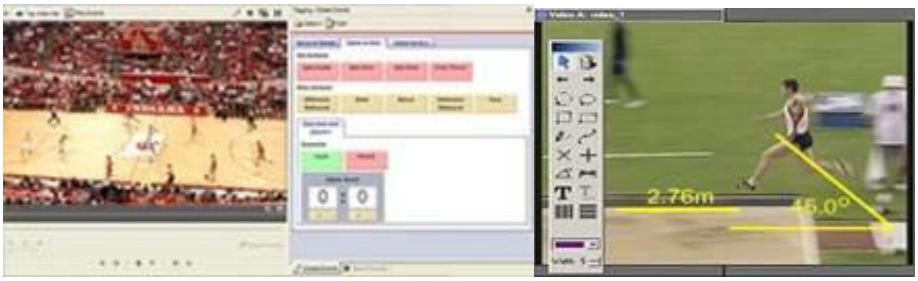


واجهة التحليل

المزامنة في المشاهد(MultiPlay and Basic Overlay)

يسمح بمزامنة 4 فيديوات في نفس النافذة او اربعة مشاهد مختلفة لنفس الرياضي والمقارنة بين كل مشهدين معا بتحديد ومراقبة بمرور الوقت بين كل مشهدين معا وابراز نقاط

الاختلاف عن طريق اسقاط صورة من مشهد على صورة لنفس المشهد من محاولة اخرى.
وإسقاط الضوء على الأداء والحركة



ادوات التذييل والرسم (Drawing and Annotation Tools)

القابلية على القياس المباشر والادوات تتضمن رسم الخط وقياس المسافة والزوايا وامكانية اضافة الشبكات الافقية والعمودية لاغراض التحليل

التقطيع والعرض المسلسل والمسلسل المدمج (Slide Show and Clipboard)

التغذية الراجعة الفورية

تعطي تعليقات فورية (التغذية الراجعة) تزيد منحنى التعلم بشكل مثير هذه التعلقيات ستكون بصرية فورية بعد الانتهاء من الاداء خلال ثواني يساعد على تكرار النشاط والاستفادة من خلال جهاز التحكم من بعد باعادة المشهد ببطء (ايضا القابلية على الاعادة السريعة) كما يقدم تحليلاً مقارنا مع الزميل (او باسستخدام نموذج)

* تطرح دارت فش خمسة حزم من البرامج لتغطي الاحتياجات المختلفة وهى:

دارت فش تيم برو(Dartfish TeamPro) برنامج قوي يستخدم لتسجيل المباريات و الالعاب و تحديد الاحداث خلالها وهو حل مثالي منكامل و رائد للرياضات الجماعية و الالعاب الفردية النزالية او اي نشاط بحاجة لتحليل تكتيكي خططي .بالاضافة الى التحديد فان البرنامج يحتوي على مجموعة متكاملة من الخصائص و الادوات المتقدمة للغاية و امكانيات خاصة للتفاعل الفوري و الاتصال و المشاركة مع الاخرين.

دارت فش بروسوت(Dartfish ProSuite) برنامج فعال و منكامل لتحليل الفيديو محتويا لكل الادوات و الخصائص التي تمكنكم من اجراء التحليل المتميز للاداء الفني

خلال التدريب و اثناء المنافسات .المحترف سوف يستمتع باستخدام ادوات و وسائل الاتصال المتقدمة السهلة الاستخدام الخاصة بهذا البرنامج التي تمكنكم من تقديم تحليل فيديو مفصل للاخرين للاستفادة من خبراتكم .

دارت فش لايف(Dartfish Live) هو مخصص لهؤلاء الراغبين في التركيز على تقديم مردود مرئي فوري أثناء الاداء . في الملعب يمكنكم ادخال الفيديو كجزء من التدريب / الدرس و ذلك بدون الحاجة الى التعطيل. الريموت كنترول سيساعدكم على التحكم في البرنامج و ايضاُ الكومبيوتر لتتمكنوا من التركيز الكامل مع الحصة. ان الخواص التي يتميز بها البرنامج ستقدم للرياضي / الطالب احساس حقيقي لما هو عليه من مستوى .

دارت فش كونيكت(Dartfish Connect) هو برنامج لتحليل الفيديو مصمم ليقدم الادوات الاساسية اللازمة لاي شخص يريد ان يبدأ استخدام تحليل الفيديو الرقمي. المستخدم سيتمكن من عمل تحليل متعمق و اضافة تعليقه الشخصي على الفيديو قبل مشاركته مع الاخرين. هذا البرنامج يقدم وسيط سهل الاستخدام لنقل الخبرات و فتح قنوات جديدة للاتصال و المشاركة.

الفصل الرابع
تطبيقات بحثية في البيوميكانيك الرياضي

"طريقة معدلة للقبض بأصابع اليد الساحبة فى رياضة القوس والسهم"

* أ.د / محمد جابر بريقع

** د / محمد يحيى غيدة

المقدمة ومشكلة البحث :

لقد كان القوس والسهم لحقب تاريخية قديمة بمثابة الصديق الأوفى للإنسان خلال قيامة بالبحث عن الطعام وحمايته من الأعداء وكذا السعى وراء التسرية والمتعة .

ولقد تميز العرب الأوائل على كثير من الأمم الأخرى فى استخدام القوس والسهم، ويرجع ذلك إلى كون القوس والسهم سنة دينية عن الرسول (صلى الله عليه وسلم) وأتباعه ، تمسك بها العرب منذ ذلك التاريخ وحتى إدراجها ضمن مسابقات الألعاب الأوليمبية عام 1908م .

وعلى الرغم من أن تعلم مهارات الرماية بالقوس والسهم يمكن أن تستغرق وقت قصير للغاية ، إلا أن تعلم وإتقان الأسس الفنية للوصول للمستويات العليا فى الأداء يتطلب وقت أطول لأنه أكثر صعوبة وتعقيداً .

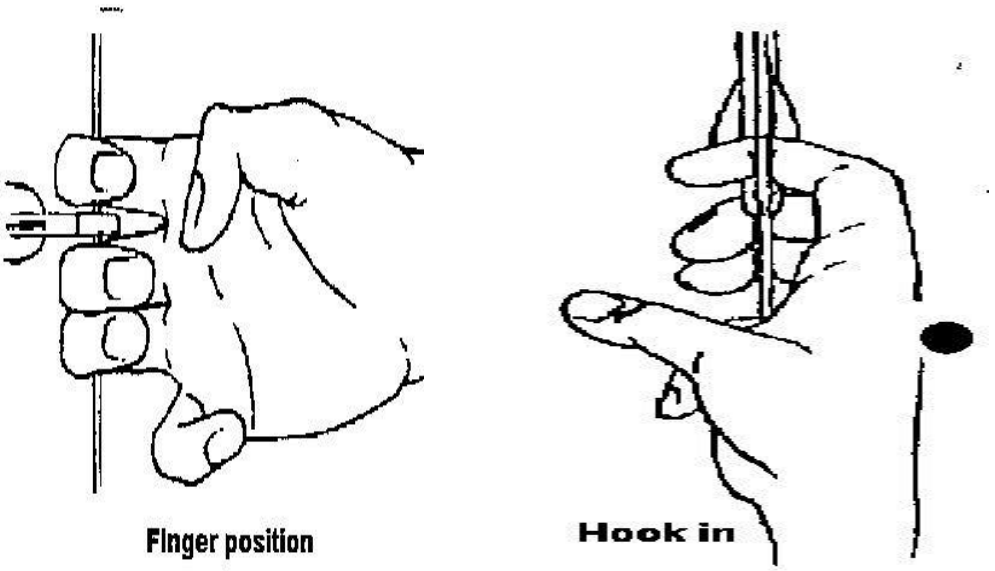
* أستاذ الميكانيكا الحيوية □ كلية التربية الرياضية □ جامعة طنطا .

** مدرس بقسم علوم الحركة الرياضية □ كلية التربية الرياضية □ جامعة المنصورة .

وقد تطورت أشكال وخامات الأقواس والأسهم بشكل ملحوظ فى العقود الأخيرة ، كما أن هناك العديد من المدارس الفنية على مستوى العالم فى رياضة القوس والسهم و من أبرزها المدرسة الكورية والصينية والإيطالية و الأمريكية و الروسية .

ونتيجة لهذا التطور المذهل فى أدوات الرماية بالقوس والسهم وتعدد المدارس الفنية كان لابد من إجراء تعديلات فى بعض المراحل الفنية فى الأداء الخاص باللاعب من حيث طريقة القبض بأصابع اليد الساحبة للوتر **Hocking** وكيفية تحرر الوتر **String Release** .

ومن الملاحظ أن معظم المدارس الفنية للقوس والسهم تتفق على أن أفضل طريقة للقبض بأصابع اليد الساحبة للوتر تكون عن طريق ثلاثة أصابع فقط و هى (السبابة ويكون أعلى مؤخرة السهم **Nock** ، الأوسط والخنصر ويكونان أسفل مؤخرة السهم) شكل (1) ، حيث يتضح أن اللاعب يقوم بإحكام القبض على الوتر بالأصابع الثلاثة على شكل خطاف **Hook in** بين السلاميتين الأولى والثانية .



شكل (1) موضع تلامس الوتر بأصابع اليد الساحبة بالطريقة التقليدية

ولكن ما أثار اهتمام الباحثان من خلال مشاهدة شرائط متخصصة فى القوس والسهم (شرائط 1 ، 2، 3، 4، 5) هو عدم الاتفاق على تحديد أفضل موضع لالتقاء أو لملامسة الأصابع بالوتر ، حيث أن اختلاف هذا الموضع بين جموع اللاعبين فى مدارس القوس والسهم المختلفة وكذا بين اللاعب وذاته خلال محاولات الرمى المتعددة يؤدى إلى اختلاف قوة التحرر وعلية تختلف طاقة حركة السهم مما يؤثر على سرعة السهم بين محاولة وأخرى وبالتالى يؤثر على دقة التصويب .

من هنا تبلورت مشكلة البحث فى دراسة الطريقة التقليدية فى القبض بأصابع اليد الساحبة للوتر ، والكشف عن تفصيلاتها من حيث مميزاتها وعيوبها ، ومحاولة تعديل بعض التفصيلات الفنية لتلافى عيوب هذه الطريقة وذلك من خلال التوصل لطريقة معدلة مقترحة للاعبين .

وعليه تعتبر هذه الدراسة أول محاولة علمية تتم فى جمهورية مصر العربية والعالم العربى – فى حدود علم الباحثان فى مجال رياضة القوس والسهم .

أهداف البحث :

يهدف البحث إلى :

1- وضع نموذج نظرى لطريقتى القبض التقليدية والمعدلة بأصابع اليد الساحبة للوتر .

2- وضع نموذج تجريبى للنموذج النظرى .

فروض البحث :

يفترض الباحثان أن :

1- هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين فاقد القوة للطريقتين التقليدية والمعدلة للقبض بأصابع اليد الساحبة للوتر لصالح الطريقة المعدلة .

2- هناك علاقة طردية بين فاقد القوة وبين مساحة سطح التلامس .

3- هناك أفضلية فى استخدام الطريقة المعدلة عن الطريقة التقليدية .

4- هناك فروق ذات دلالة إحصائية فى دقة التصويب على مسافة 70م بين الطريقتين التقليدية والمعدلة لصالح الطريقة المعدلة .

المصطلحات المستخدمة بالبحث :

1- الفاقد فى القوة :

" هو الفرق بين قوة القوس عند نقاط التثبيت وقوته لحظة تحرر الوتر "

(تعريف اجرائى)

2- مساحة سطح التلامس :

" هو حاصل جمع مساحة أسطح السلاميات الثلاثة للأصابع القابضة على الوتر وهى عبارة عن [أطوال السلاميات الثلاثة × عرضها] . (تعريف إجرائى)

3- ذراع السحب Bow Arm :

" هو ذراع سحب الوتر للخلف أثناء عملية الرمى بالقوس "

4- تحرر الوتر String Release :

" هو تحرر الوتر من أصابع يد ذراع السحب بمجرد بسطها " .

5- السحب Draw :

" هو سحب القوس تجاه نقاط التثبيت على الوجه " .

6- نقاط التثبيت Anchor Point :

" هو موضع ثبات الوتر على الوجه أثناء فترة التثبيت بغرض تثبيت نقطة انطلاق الوتر فى كل رمية " .

7- طاقة الإجهاد SE :

" هى الطاقة الناشئة عن تشوه (تغيير شكل) الأجسام ، وكلما زاد التشوه كلما زاد ما يسمى بطاقة الإجهاد " .

الدراسات المرجعية :

نظراً لندرة البحوث فى مجال رياضة القوس والسهم فى حدود إطلاع الباحثان

لم يتسنى الحصول على قدر وافى من الدراسات والبحوث التى تخدم أهداف البحث الحالى سوى ما يلى :

1- أجرى " محمد غيده " (2002) دراسة بعنوان :

" دراسة تحليلية لمتغيرات بيوميكانيكية للرمى بالقوس والسهم " ، حيث استهدفت دراسة مجموعة من المتغيرات البيوميكانيكية المختارة للرمى بالقوس والسهم ، كما استهدفت تحليل النشاط الكهربى العضلى لمجموعة من العضلات المختارة أثناء مرحلة السحب والتثبيت .

وتمثلت عينة البحث فى لاعبى المنتخب الكورى (3 لاعبين) والمنتخب المصرى (3 لاعبين) . وجائت أهم النتائج فى ضرورة أن لا يزيد زمن التثبيت عن (2.8 ث) وأن الزمن الأمثل للتثبيت هو (2.3 ث) ، وان طريقة السحب من أعلى أكثر اقتصادية فى الجهد من حيث النشاط الكهربى العضلى المبذول عن طريقة السحب من الأفقى .

2- أجرى ليرويير وأخرون (1993) Leroyer et al دراسة بعنوان

" دراسة بيوميكانيكية لمرحلتى السحب والتحرر فى القوس والسهم "

واستهدفت الدراسة التحليل الحركى لطريقة أداء مهارتى السحب والتحرر وقد أجريت هذه الدراسة على عينة قدرها ثمانية لاعبين ذوى مستويات مهارية مختلفة ، وأظهرت النتائج عدم وجود ثبات فى الأداء بين اللاعبين فى متغير الإزاحة لذراع السحب نتيجة اختلاف مستوياتهم الفنية .

- مدى استفادة الباحثان من الدراسات المرجعية :

1- معرفه الأداء الفنى للطريقة السائدة (التقليدية) فى القبض بأصابع اليد الساحبة للوتر .

2- معرفه بعض العيوب الفنية فى أداء الطريقة التقليدية حيث أنها تسبب بعض الآلام عند التمفصل بين السلاميات الأولى والثانية للأ صابع الـ ساحبة ع ند كثير من اللا عبين وخا صة المبتدئين

إجراءات البحث :

منهج البحث : استخدم الباحثان المنهج التجريبى لملائمتة لطبيعة البحث لإ جراء الدراسة التجريبية بالطريقتين التقليدية والمعدلة .

عينة البحث : اشتملت عينة البحث على بعض اللاعبين من الفريق القومى المصرى ، الليبى ،والعراقى [عمومى شباب] ، وقد تم اختيارهم بالطريقة العمد ية حـ يث أن هم يمثـلون أعلى مستوى فنى ،حيث بلغ أجمالى عينة البحث (22) لاعب بيانهم كالتالى :

جدول (1)

توزيع عينة البحث

الجهة	العدد
نادى الصيد بالدقى"مصر"	13
نادى بلدية المحلة "مصر"	3
نادى الزمالك"مصر"	3
منتخب ليبيا	2
منتخب العراق	1
إجمالى اللاعبين	22

- شروط اختيار العينة بالطريقة العمدية :

1- أن يكون قد سبق له الاشتراك فى بطولة الجمهورية أو الدولة التابع لها .

2- أن يكون قد حقق مراكز متقدمه من الأول حتى المركز الخامس .

3- أن يكون مازال ممارساً للعبة حتى وقت إجراء البحث .

أدوات وأجهزه البحث :

1- جهاز قياس قوة القوس Bow scale .

2- شريط قياس بالمليمتر .

3- جهاز قياس الصلابة Fatigue Testing Machine .

إجراء القياسات :

- لقد تم حساب فاقد القوة للاعبين عن طريق قياس قوة القوس لكل لا عب با ستخدام جـ هاز قياس القوة ثم القيام بحساب قوة القوس لكل لا عب ع ند لحـ ظة التـ حرر عن طر يق العلا قة التالية :

[فاقد القوة = قوة القوس عند نقاط التثبيت □ قوة القوس عند لحـ ظة التـ حرر] ، حـ يث أن قوة القوس تقاس بوحدة الرطل (1كجم = 2024 رطل) .

- تم قياس مساحة سطح التلامس للاعبين باستخدام شريط ق ياس بالمليمتر ، حـ يث يـ قاس أطوال السلاميات الثلاثة الملامسة للوتر وكذلك قياس عرض كلاً منهم و يتم حـ ساب مـ ساحة السطح خلال العلاقة التالية :

[مساحة سطح التلامس = مجموع مساحة أسطح السلاميات الثلاثة الملامسة للوتر]

- تم قياس مسافة إزاحة طرفى القوس عن طريق حساب الفارق بين إزاحة طرفى القوس ع ند نقاط التثبيت ووضع طرفى القوس عند بداية السحب وتقاس بالسنتيمتر .

- هذا وقد تم إجراء القياسات السابقة خلال فاعل يات بطو لة تـ صنيف الإ تحاد الثان ية في الـ فترة 11-12 / 3 /2004 ، وبطو لة تـ صنيف الإ تحاد الثال ثة في الـ فترة 8-9 / 4 / 2004 ، وكذا بطولة مصر الدولية الأولى فى الفترة من 3-7 / 5 / 2004 .

- وقد تم قياس معامل صلابة القوس بمعامل كلية الهندسة □ جامعة طنطا باستخدام جهاز اختبار الإجهاد وذلك يوم 2004/5/18 .

حيث بلغ معامل الصلابة 148.34×10^{9} نيوتن / متر .

ثم تم حساب طاقة الإجهاد باستخدام المعادلة التالية :

$$SE = 1/2\ K\ \Delta\ X^2$$

حيث أن SE طاقة الإجهاد

K معامل الصلابة أو معامل الارتداد

ΔX التغير أو التشوه الذى يحدث للجسم عن شكله الطبيعى .

– كما تم إجراء قياسات نتائج التصويب على مسافة 70 متر – مسافة الرمى القانونية على المستوى الأوليمبى بالطريقتين التقليدية والمعدلة بملاعب نادى بلدية المحلة الكبرى يومى 20 ، 2004/8/21 على عينة قوامها عشرة لاعبين وذلك بقيام كلاً منهم بأداء ستة محاولات وأخذ المتوسط لكلا الطريقتين وكان بيان المحاولات كالتالى :

جدول (2)

عدد محاولات التصويب لكلا الطريقتين التقليدية والمعدلة

عدد اللاعبين	عدد المحاولات		أجمالى المحاولات
	بالطريقة التقليدية	بالطريقة المعدلة	
10	6	6	
إجمالى المحاولات	60	60	120

عرض ومناقشة النتائج :

تعتبر مرحلة التحرر من المراحل ذات الأهمية الخاصة فى تعليم و تدريب الرماية بالقوس والسهم ، حيث أنها تؤثر بشكل ملحوظ على دقة التصويب ، إذ أن عدم صحة حركة تحرر الوتر من أصابع اليد الساحبة تؤدى إلى حدوث حركات غير مرغوب فيها للوتر والتى تظهر إحدى مشكلاتها فى انخفاض سرعة السهم عند تحرره وهذا ما أكده (غيده 2002) كما أكد على أن الأداء الفنى لمرحلة التحرر وكذا القوس كأداة قذف أو اختزان طاقة يؤثران على دقة التصويب (2 : 2 ، 3) .

ومن جانب آخر يؤكد (بارك Park 2001) على أنه إذا اكتسب السهم قوى انطلاق ضعيفة أدى ذلك إلى حدوث انثناء بسيط فى جسم السهم خلال مرحلة الانطلاق والتحرر من القوس مما يؤدى إلى انحراف السهم عن مساره نحو الهدف ، أما إذا اكتسب السهم قوى انطلاق قوية أدى ذلك إلى حدوث انثناء قوى فى جسم السهم خلال مرحلة الانطلاق والتحرر من القوس مما يؤدى إلى زيادة اتزان وثبات السهم على مساره نحو الهدف

وهذا يتفق مع ما ذكره (كيم Kim 2001) بان اتجاه القوى يجب أن يتساوى على جانبى اللاعب الأيمن والأيسر بحيث تكون القوى الناتجة من دفع القوس بذراع القوس مساوية للقوى الناتجة عن جذب الوتر للخلف بذراع السحب وذلك خلال مرحلة التثبيت مما يؤدى إلى حدوث توازن جيد خلال مرحلة التحرر .

أولاً : عرض ومناقشة نتائج النموذج النظرى :

أ- فاقد القوة للطريقتين :

جدول (3)

مقارنة الفروق بين متوسطى قياسات الفروق فى فاقد القوة للطريقتين التقليدية والمعدلة

ن = 22

المقارنات / فاقد القوة	— س ± ع	الفروق بين المتوسطين	" ت " الفروق
فاقد القوة للطريقة التقليدية	2.7727 ± 1.020	1.2273	9.41 **
فاقد القوة للطريقة المعدلة	1.5455 ± 0.510		

قيمة " ت " عند مستوى 0.01 = 2.83 ** .

يتضح من جدول (3) المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لفاقد القوة للطريقتين التقليدية والمعدلة وكذا " ت" الفروق بين الطريقتين .

كما يتضح من جدول (3) أن متوسط فاقد القوة عند استخدام الطريقة المعدلة يقل بمقدار (55.7 ٪) عنه عند استخدام الطريقة التقليدية .

ويدل على ذلك أن استخدام الطريقة المعدلة تعطى فارق دال إحصائياً عند مستوى 0.01 ويرجع الباحثان ذلك إلى أن الطريقة المعدلة تقلل من زمن عملية تحرر الموتر من أصابع اليد الساحبة .

وبذلك تحقق الفرض الأول من البحث .

ب- العلاقة بين فاقد القوة ومساحة سطح التلامس .

جدول (4)

الارتباط بين فاقد القوة ومساحة سطح التلامس ن=44

المعاملات / عناصر الارتباط	س̄ □ ع	معامل الارتباط (ر)
مساحة سطح التلامس	11.34 □ 4.62	0.42 **
الفاقد فى القوة	2.16 □ 1.01	

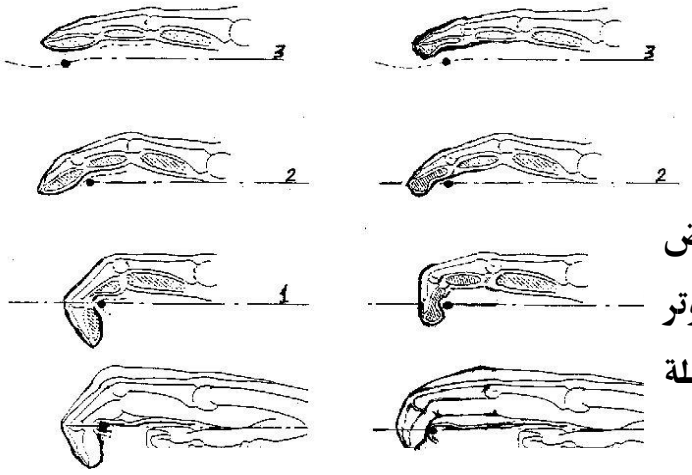
قيمة معامل الارتباط عند مستوى 0.01 = 0.382 **

يتضح من جدول (4) المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى بين الفاقد فى القوة ومساحة سطح التلامس للطريقتين لحساب معامل الارتباط بينهما .

ونجد أن هناك ارتباط دال إحصائياً عند مستوى 0.01 بين عناصر الارتباط ويشير معامل الارتباط المستخلص إلى أن العلاقة الطردية بين فاقد القوة ومساحة سطح التلامس ترجح استخدام الطريقة المعدلة عن الطريقة التقليدية .

وكذلك يرى الباحثان أن استيعاب اللا عبين وإت قانهم لأداء عمل ية ال قبض بأ صابع اليد الساحبة للوتر بالطريقة المعدلة يؤدى إلى تقل يل الفا قد فى قوة ال قوس و بذلك يتح قق الفرض الثانى من البحث .

جـ- أفضلية استخدام الطريقة المعدلة :



شكل (2 □ أ ، ب) القبض بأصابع اليد الساحبة ل لوتر بالطريقتين المعد لة والتقليدية

(أ) الطر يقة (ب) الطر يقة

يتضح من شكل (2 □ أ ، ب) مراحل الأداء الفنية المميزة لكلا ال طريقتين فى أداء عملية القبض بأصابع اليد الساحبة للوتر .

حيث يتضح من الشكل (2 □ أ) أن السلاميات الأولى لأ صابع ال يد القاب ضة ع لى الوتر تكاد تكون على ا ستقامة وا حدة مع باقى ال سلاميات الثان ية والثال ثة و كذلك ع لى استقامة كف اليد الساحبة ، وهذا ما لا يتوفر بنفس الكيفية عند استخدام الطريقة التقليدية والتى تتضح من خلال الشكل (2 □ ب) ويؤكد الباحثان على أ نه كل ما كا نت ال سلاميات الأولى للأصابع القابضة على الوتر على استقامة واحدة مع باقى سلاميات الأصابع وكف اليد- لحظة التحرر- كلما كان ذلك مؤشراً على سرعة أداء عملية التحرر وبالتالى على تقليل الفا قد فى قوة القوس مما يؤدى إلى سرعة انطلاق السهم نحو الهدف وعليه تحسن دقة التصويب .

جدول (5)

المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لمتغيرات البحث

ن = 22

م	المتغيرات		$\bar{س}$ ± ع
1-	فاقد القوة (رطل)	الطريقة التقليدية	1.02 ± 2.772
		الطريقة المعدلة	0.509 ± 1.545
2-	مساحة سطح التلامس (سم)	الطريقة التقليدية	2.562 ± 15.252
		الطريقة المعدلة	1.618 ± 7.864
3-	طاقة الوضع (جول)		3.305×10^{9} ± 2335096786

يتضح من جدول (5) المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى لمتغيرات فاقد القوة ومساحة سطح التلامس ببين الطريقتين التقليدية والمعدلة وكذا طاقة الوضع الخاصة بالقوس .

ويوضح جدول (5) مدى أفضلية استخدام الطريقة المعدلة عن الطريقة التقليدية حيث أن قيمة كلاً من الفاقد فى القوة ومساحة سطح التلامس تقل عند استخدام الطريقة المعدلة ∝ علاقة طردية ∝ بنسبة 55,7٪ ، 51,5٪ على التوالى عن قيمته عند استخدام الطريقة التقليدية وذلك مع ثبات متغير طاقة الوضع فى القوس لكلا الطريقتين .

حيث أن قوة القوس ثابتة ومقدار السحب وطول السهم ثابت بالنسبة لكل لاعب على حدة . وهذا ما يحقق الفرض الثالث للبحث .

ثانياً : عرض ومناقشة نتائج النموذج التجريبى :

جدول(6)

مقارنة الفروق بين متوسطى قياسات الرماية على مسافة 70 متر بالطريقتين التقليدية والمعدلة .

ن = 10

الفروق / الطريقة	س̄ ± ع	الفروق بين المتوسطين	قيمة " ت " الفروق
التقليدية	4.47 ± 0.62	2.22	8.25 **
المعدلة	6.69 ± 0.87		

قيمة " ت " الفروق عند مستوى 0.01 = 3.25 ** .

يوضح جدول (6) المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى و كذا الفروق بين المتوسطين لكلا الطريقتين التقليدية والمعدلة وذلك لحساب " ت " الفروق بين الطريقتين فى الرماية على مسافة 70 متر .

يوضح جدول (6) أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.01 فى دقة التصويب على مسافة 70 متر بين الطريقين لصالح الطريقة المعدلة حيث أن متوسط دقة التصويب بالطريقة المعدلة ازداد بنسبة 33.2 ٪ عنه عند التصويب بالطريقة التقليدية .

ويرجع الباحثان ذلك إلى أن الطريقة المعدلة تؤدى إلى تقليل الجهد المبذول خلال فترات التدريب أو المنافسة ، كما أن هذه الطريقة يمكن إتقانها بسهولة للاعبين ذوى المستوى المرتفع .

وبهذا تحقق الفرض الرابع للبحث .

ومن خلال عرض ومناقشة نتائج البحث أمكن للباحثان تحقيق أهداف البحث .

الاستنتاجات :

من خلال النموذجين النظرى والتجريبى للطريقتين التقليدية والمعدلة توصل الباحثان إلى النتائج التالية :

1- هناك اختلاف فى فاقد القوة بين الطريقتين التقليدية والمعدلة فى القبض بأصابع اليد الساحبة للوتر لصالح الطريقة المعدلة .

2- هناك علاقة طردية بين فاقد القوة وبين مساحة سطح التلامس .

3- هناك أفضلية فى استخدام الطريقة المعدلة للقبض بأصابع اليد الساحبة للوتر عن الطريقة التقليدية .

4- إمكانية تطبيق الطريقة المعدلة وتعليمها بسهولة للاعبين ذوى المستوى العالى حيث إنها تعطى نتائج أفضل فى دقة التصويب عن الطريقة التقليدية فى الرماية على مسافة 70 متر .

التوصيات :

يوصى الباحثان بالأتى:

1- تدريب اللاعبين المتقدمين على استخدام الطريقة المعدلة فى القبض بأصابع اليد الساحبة على الوتر لتحسين نتيجة التصويب .

2- القيام بتعديل قوة القوس تدريجياً بما يتلائم مع الفاقد فى القوة بالنسبة للاعبين المبتدئين حتى وصولهم للمرحلة المتقدمة التى يمكنهم فيها تعلم أداء الطريقة المعدلة .

3- تصميم مسطرة معيارية لكل من الرجال والآنسات للمراحل السنية والمستويات المهارية المختلفة من حيث العلاقة بين مساحة سطح التلامس وفاقد القوة .

" تأثير استخدام أسلوب سحب الوتر على سرعة انطلاق السهم ومستوى الإنجاز فى رياضة القوس والسهم "

د / محمد يحيى غيدة

المقدمة ومشكلة البحث :

لقد كان الاهتمام برياضة القوس والسهم فى صدر الإسلام اهتماماً بالغاً و تدل على ذلك الأحاديث النبوية الشريفة الكثيرة التى ذكرت القوس والسهم فمنها على سبيل الذكر لا الحصر قوله (صلى الله عليه وسلم) " واعدوا لهم ما استطعتم من قوة ، ألا إن القوة الرمى وكررها ثلاثاً "

وعلى الرغم من أن تعلم مهارات الرماية بالقوس والسهم يمكن أن تستغرق وقت قصير للغاية ، إلا أن تعلم وإتقان الأسس الفنية للوصول للمستويات العليا فى الأداء يتطلب وقت أطول لأنه أكثر صعوبة وتعقيداً . (2)

كما أن هناك العديد من المدارس الفذية على مستوى العالم فى رياضة القوس والسهم ومن أبرزها المدرسة الكورية والصينية والإيطالية و الأمريكية و الروسية ونتيجة لتعدد المدارس الفنية كان لابد من تضافر الجهود العلمية فى مجال البحث العلمى بما يساهم فى إكساب المدربين المعارف الخاصة بالنواحى الفنية من خلال إجراء تعديلات فى بعض المراحل الفنية للأداء الخاص باللاعب من حيث طريقة أسلوب سحب الوتر Drawing وكيفية تحرر الوتر String Release .

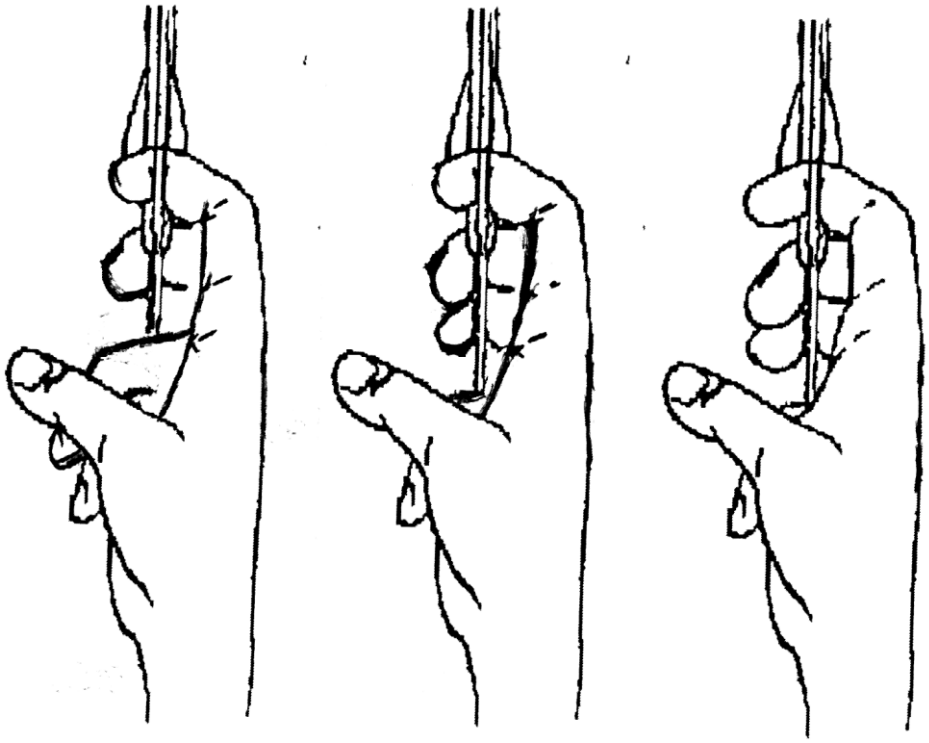
و يعتبر أسلوب سحب الوتر ذو أهمية خاصة فى تعليم و تدريب الرماية بالقوس والسهم ، حيث أنه يؤثر بشكل ملحوظ على مستوى الانجاز ، إذ أن عدم صحة حركة تحرر

الوتر من أصابع اليد الساحبة تؤدى إلى حدوث حركات غير مرغوب فيها للوتر والتى تظهر إحدى مشكلاتها فى انخفاض سرعة انطلاق السهم عند تحرره و هذا ما أكده (محمد غيده 2002) كما أكد على أن الأداء الفنى لمرحلة التحرر وكذا القوس كأداة قذف أو اختزان طاقة يؤثران على دقة التصويب (3 : 2 ، 3) .

وهذا يتفق مع ما ذكره (كيم Kim 2001) بان اتجاه القوى يجب أن يتساوى على جانبى اللاعب الأيمن والأيسر بحيث تكون القوى الناتجة من دفع القوس بذراع القوس مساوية للقوى الناتجة عن جذب الوتر للخلف بذراع السحب وذلك خلال مرحلة التثبيت مما يؤدى إلى حدوث توازن جيد خلال مرحلة التحرر .

ومن الملاحظ أن معظم المدارس الفنية للقوس والسهم تتفق على أن أسلوب سحب الوتر يتم بالطريقة التقليدية وهذا يتفق مع ما ذكره كلاً من (دوج انغ **Doug Engh**) ،(كيم **Kim**)، (رووث **Ruth**) ،(وانى **Wayne**) .
كما أكد (محمد بريقع ،محمد غيدة)على أن هناك أفضلية فى استخدم الطريقة المعدلة عن الطريقة التقليدية.(**2**)

ولكن ما أثار اهتمام الباحث فى الآونة الأخيرة من خلال مشاهدة شرائط متخصصة فى القوس والسهم (**14** ، **15**) وإطلاعه على مواقع من شبكة المعلومات الدولية (**16**،**17**) هو عدم الاتفاق على تحديد موضع ثابت لالتقاء أو لملامسة الأصابع بالوتر ، حيث أن اختلاف هذا الموضع بين جموع اللاعبين فى مدارس القوس والسهم المختلفة وكذا بين اللاعب وذاته خلال محاولات الرمى المتعددة يؤدى إلى اختلاف قوة التحرر وعلية تختلف طاقة حركة السهم مما يؤثر على سرعة انطلاق السهم بين محاولة وأخرى وبالتالى يؤثر على مستوى الانجاز .



(ج) (ب) (أ)

الطريقة التقليدية الطريقة المعدلة الطريقة المقترحة

شكل (1 □ أ ، ب ،ج) أسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة

يتضح من شكل (1 □ أ ، ب،ج) أسلوب سحب الوتر بالطريقة التقليدية ،الطريقة المعدلة والطريقة المقترحة.

حيث يتضح من الشكل (1 □ أ) أن السلاميات الأولى لأصبعى السبابة والأوسط لليد الساحبة للوتر تكاد تكون على استقامة واحدة مع باقى السلاميات الثانية والثالثة وكذلك على استقامة كف اليد الساحبة ، وهذا ما لا يتوفر بنفس الكيفية عند استخدام الطريقتين الأخرتين- التقليدية و المعدلة- وهذا يتفق مع ما ذكره (محمد بريقع ،محمد غيدة 2004) على أنه كلما كانت السلاميات الأولى للأصابع القابضة على الوتر على استقامة واحدة مع باقى سلاميات الأصابع وكف اليد- لحظة التحرر- كلما كان ذلك مؤشراً على سرعة أداء عملية التحرر وبالتالى على تقليل الفاقد فى قوة القوس مما يؤدى إلى سرعة انطلاق السهم نحو الهدف وعليه تحسن مستوى الانجاز .

من هنا تبلورت مشكلة البحث فى دراسة تأثير أسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة (التقليدية-المعدلة-المقترحة)على سرعة انطلاق السهم ومستوى الانجاز ، و هذه الإشكالية البحثية الراهنة تتطلب البحث والدراسة لتوضيح المتغيرات التى تفسر الاهتمام بهذا المنحنى وصولاً إلى طرح تصور مقترح يكفل المساهمة الفعالة فى تطوير مستوى الانجاز .

وعليه تعد هذه الدراسة استكمالاً لمسيرة أبحاث علمية أخرى قام بها الباحث فى مجال رياضة القوس والسهم ،كما أنها تعد من أوائل المحاولات العلمية التى تتم فى ج.م.ع. والعالم العربى – فى حدود علم الباحث □ فى مجال رياضة القوس والسهم من أجل المساهمة فى تحقيق إنجازات على المستوى العالمى للاعبين المصريين والعرب .

أهداف البحث :

يهدف البحث إلى :

1- وضع نموذج نظرى لطريقة جديدة مقترحة لسحب الوتر .

2- الوقوف على أفضل طريقة لسحب الوتر من حيث علاقتها بسرعة انطلاق السهم وتحقيق مستوى إنجاز أفضل من خلال دقة التصويب .

فروض البحث :

يفترض الباحث أن :

1- هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين سرعة انطلاق السهم وأسلوب سحب ا لوتر بالطرق المختلفة (التقليدية المعدلة-المقترحة) لصالح الطريقة المقترحة .

2- هناك علاقة طردية بين سرعة انطلاق السهم ومستوى الإنجاز .

المصطلحات المستخدمة بالبحث :

1- سرعة انطلاق السهم :

" هى السرعة التى يكتسبها السهم من القوس لحظة تحرره من الوتر " .

(تعريف إجرائى)

2- أسلوب سحب الوتر بالطريقة التقليدية :

بإحكام القبض على الوتر بالأصابع الثلاثة على شكل خطاف Hook in بين ا لسلاميتين الأولى والثانية لأصابع اليد الساحبة للوتر وهى " السبابة ويكون أعلى مؤخرة السهم Nock ، الأوسط والخنصر ويكونان أسفل مؤخرة السهم " .

3- أسلوب سحب الوتر بالطريقة المعدلة :

" بإحكام القبض على الوتر بالأصابع الثلاثة على شكل خطاف Hook in عند منتصف السلاميات الأولى لأصابع اليد الساحبة للوتر " .

4- أسلوب سحب الوتر بالطريقة المقترحة:

" بإحكام القبض على الوتر بإصبعين فقط على شكل خطاف Hook in عند منتصف السلاميتين الأولى لأصبعى السبابة والأوسط لليد الساحبة للوتر " .

(تعريف إجرائى)

الدراسات المرجعية :

نظراً لقلة البحوث العلمية المنشورة فى مجال رياضة القوس والسهم فى حدود إطلاع الباحث لم يتمكن الباحث من الحصول على قدر كبير من الدراسات والبحوث التى تخدم أهداف البحث الحالى سوى ما يلى :

1- أجرى بيكالسكى Pekalski (1990) دراسة بعنوان " البحث النظرى والتجريبى فى القوس والسهم" واستهدفت الدراسة إلى محاولة إدخال طرق بحثية مقننة للبحث فى متغيرات معدلات القوس والسهم من اجل تطوير المتطلبات البحثية وذلك عن طريق دراسة تأثير متغيرات نظام الرمى بالقوس والسهم على دقة الرمى وقد تم التوصل إلى نموذج ميكانيكى لحركة السهم أثناء الرمى ، وجهاز قياس ميكانيكية تحرر السهم من الوتر. (10)

2- أجرى ليروير وأخرون (1993) Leroyer et al دراسة بعنوان

" دراسة بيوميكانيكية لمرحلتى السحب والتحرر فى القوس والسهم "

واستهدفت الدراسة التحليل الحركى لطريقة أداء مهارتى السحب والتحرر وقد أجريت هذه الدراسة على عينة قدرها ثمانية لاعبين ذوى مستويات مهارية مختلفة ، وأظهرت النتائج عدم وجود ثبات فى الأداء بين اللاعبين فى متغير الإزاحة لذراع السحب نتيجة اختلاف مستوياتهم الفنية . (8)

3-أجرى باكر و ماكلين Baker & MacLean (1994) دراسة بعنوان "حركة القوس فى رياضة القوس والسهم" وهدفت الدراسة إلى المقارنة بين كينماتيكية القوس الخطية والزاوية عند الثانية الأولى بعد عملية تحرر السهم مباشرة لمسافتى 30م، 70م للرجال والسيدات وكانت عينة الدراسة خمسة لاعبين وخمسة لاعبات من المنتخب الاسترالى وقد

أسفرت النتائج أن هناك فروق فى درجة ميل القوس فى كلا المسافتين، كما أن هناك فروق فى ارتفاع السهم عند التحرر فى كلا المسافتين. (4)

4-أجرى " محمد غيده " (2002) دراسة بعنوان :

" دراسة تحليلية لمتغيرات بيوميكانيكية للرمى بالقوس والسهم " ، حيث استهدفت دراسة مجموعة من المتغيرات البيوميكانيكية المختارة للرمى بالقوس والسهم ، كما استهدفت تحليل النشاط الكهربى العضلى لمجموعة من العضلات المختارة أثناء مرحلة السحب والتثبيت .

وتمثلت عينة البحث فى لاعبى المنتخب الكورى (3 لاعبين) والمنتخب المصرى (3 لاعبين) . وجائت أهم النتائج فى ضرورة أن لا يزيد زمن التثبيت عن (2.8 ث) وأن الزمن الأمثل للتثبيت هو (2.3 ث) ، وان طريقة السحب من أعلى أكثر اقتصادية فى الجهد من حيث النشاط الكهربى العضلى المبذول عن طريقة السحب من الأفقى . (3)

5-أجرى "محمد بريقع ،محمد غيدة" **(2004) دراسة بعنوان :**

" طريقة معدلة للقبض بأصابع اليد الساحبة فى رياضة القوس والسهم" ،استهدفت الدراسة وضع نموذج نظرى لطريقة تى القبض التقليدية والمعدلة بأصابع اليد الساحبة للوتر ، كما استهدفت وضع نموذج تجريبى للنموذج النظرى .

واستخدم الباحثان المنهج التجريبى **على عينة عمدية من لاعبى لمنتخبات القومية المصرية والليبية والعراقية (عمومى-شباب).**

وجاءت أهم النتائج فى إمكانية تطبيق الطريقة المعدلة وتعليمها بسهولة للاعبين ذوى المستوى العالى حيث أنها تعطى نتائج أفضل فى دقة التصويب عن الطريقة التقليدية فى الرماية على مسافة 70متر . (2)

* مدى استفادة الباحث من الدراسات المرجعية :

1- معرفه الطرق الفنية المختلف لأسلوب سحب الوتر .

2- الوقوف على أهم مميزات و عيوب طرق أداء أسلوب سحب الوتر .

3-عدم الاعتماد على طريقة موحدة لأسلوب سحب الوتر عند تدريب ألاعبين .

4-لم تتعرض الدراسات المرجعية لمشكلة سرعة انطلاق ال سهم وعلاق ته بم ستوى الانجاز .

إجراءات البحث :

- منهج البحث : **استخدم الباحث المنهج التجريبى لملائمتة لطبيعة البحث .**

- عينة البحث : **اشتملت عينة البحث على ثلاثة لاعبين من الفريق القومى المصرى لإجراء مجموعة من المحاولات لقياس سرعة انطلاق السهم ومستوى الانجاز (378 محاولة) ، وقد تم اختيارهم بالطريقة العمدية حيث أنهم يمثلون أعلى مستوى ف نى .**

شروط اختيار العينة بالطريقة العمدية :

1- أن يكون قد حقق مراكز متقدمه فى بطول الجمهورية من المركز الأول ح تى المركز الثالث .

2- أن يكون قد سبق له الاشتراك فى إحدى البطولات الدولية .

3- أن يكون مازال ممارساً للعبة حتى وقت إجراء البحث .

- أدوات وأجهزه البحث :

1- جهاز رادار لقياس سرعة انطلاق السهم .

2- شريط قياس بالمتر .

3- هدف رماية وألواح تهديف ورقية .

- إجراء القياسات :

* تم إجراء دراسة استطلاعية للتأكد من إمكانية قياس سرعة انطلاق السهم باستخدام جهاز رادار وذلك فى حضور و معاونة أحد خبراء الميكانيكا الحيوية (ا.د/ محمد بريقع) .

وعليه تم إجراء القياسات الخاصة بحساب سرعة انطلاق السهم بالا ستعانة بجـ هاز ا لرادار الخاص بقيادة مرور الغربية بمعاونة الضابط والفنى المختصين بعملـ ية تـ شغيل و ضبط جـ هاز الرادار حيث يقوم الجهاز بقياس سرعة انطلاق السهم لأقرب (كيلومتر/ساعة) وذلك يوم 1/7 1/ 2005 حيث أطـلق ألا عبين (عيـ نة البـ حث) ثلا ثة مجمو عات متتالـ ية من الأسهم كل مجموعة تشتمل على ستة أسهم لـكل لا عب عـلى حدة و بذا يـكون ا جمالى عدد الأسهم التى يطلقها كل لاعب هو (18) سهم بال سحب بالطريـ قة التقليد ية ثم (18) سهم بالسحب بالطريقة المعدلة وأخيراً بإطلاق (18) سهم بالسحب بالطريقة المقترحة – جدول(1) ، وخلال عملية الإطلاق يوضع جهاز الرادار على جانب اللا عب لالتـ قاط حر كة الـ سهم فور تحرره من وتر القوس

* و تم حساب مستوى الانجاز الذى حققه كل لاعب بالسحب بالطرق المختلفة

□ كل طريقة على حدة □ من خلال دقة التصويب على لوحة التهديف الموضوعة عـلى مسافة 70م من خط الرمى (مسافة الرمى القانونية على المستوى الأوليمـ بى) وذ لك فى الفترة من 11/21/ 2005 إلى 2005/11/23بملعب الرماية بالقوس والسهم بنادى الصيد ، حيث قام كل لاعب بإطلاق ست مجموعات من الأ سهم و كل مجمو عة تـ شتمل على ستة أسهم لسحب الوتر بالطرق المختلفة وبذلك يكون كل لاعب قد أطلق عدد (36) سهم لكل طريقة على حدة – جدول (1) □ وتم التدرج فى إجراء القياسات السابقة من السهل إلى الصعب لطرق سحب الوتر المختلفة.

جدول (1)

عدد محاولات قياس سرعة إطلاق السهم و مستوى الانجاز لأسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة

عدد اللاعبين	عدد المحاولات						اجمالى المحاولات
	الطريقة التقليدية		الطريقة المعدلة		الطريقة المقترحة		
	عدد محاولات قياس سرعة إطلاق السهم	عدد محاولات قياس مستوى الإنجاز	عدد محاولات قياس سرعة إطلاق السهم	عدد محاولات قياس مستوى الإنجاز	عدد محاولات قياس سرعة إطلاق السهم	عدد محاولات قياس مستوى الإنجاز	
3	6	36	6	36	6	36	
اجمالى المحاولات	18	108	18	108	18	108	378

المعالجات الإحصائية :

- **المتوسط الحسابى**
- **الانحراف المعيارى**
- **النسب المؤية**
- **تحليل التباين**
- **اختبار أقل فرق معنوى**
- **اختبار كا2**
- **معامل الارتباط**

عرض ومناقشة النتائج :

أولاً :سرعة انطلاق السهم وأسلوب سحب الوتر :

جدول (2)

دلالة الفروق بين سرعة انطلاق السهم لأسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة(كم/س)

ن = 54

المتغير	متوسط الرتب			كا2
	الطريقة التقليدية	الطريقة المعدلة	الطريقة المقترحة	
سرعة انطلاق السهم	9.64	27.36	45.50	146.926

قيمة " ف " الجدولية عند مستوى 0.05 = 67,5

يتضح من (جدول 2) أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية لسرعة انطلاق السهم لأسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة لصالح الطريقة المقترحة .

جدول(3)

تحليل التباين لسرعة انطلاق السهم لأسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة

المتغير	مصادر البيانات	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف المحسوبة
سرعة انطلاق السهم	بين المجموعات	2694.370	2	1347.185	295.582
	داخل المجموعات	232.444	51	4.558	
	المجموع	2926.815	53	---	

قيمة (ف) الجدولية عند مستوى 0.05 = 3.18

يتضح من (جدول3) أن هناك تباين بين طرق سحب الوتر في متغير سرعة انطلاق السهم.

جدول(4)

اختبار أقل فرق معنوى L.S.D لسرعة انطلاق السهم لأسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة

أسلوب السحب	المتوسطات (كم/س)	الطريقة التقليدية	الطريقة المعدلة	الطريقة المقترحة
التقليدى	91.33	---	6.4	17.11
المعدل	97.66		---	10.8
المقترح	108.44			---

يتضح من (جدول4) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين سرعة انطلاق السهم لأسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة .

يتضح من جدول(2) ،جدول(3) ، جدول(4) أن هناك تأثير ايجابى للطريقة المقترحة لسحب الوتر بإصبعين فقط على سرعة انطلاق السهم، وأن قيمة كا2 لسرعة انطلاق السهم ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.05 .

ويشير جدول (4) إلى وجود فروق ذات دلالة معنوية بين أسلوب سحب الوتر بالطريقة التقليدية والطريقة المعدلة لصالح الطريقة المعدلة في سرعة انطلاق السهم ، كما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة معنوية بين أسلوب سحب الوتر بالطريقة المعدلة والطريقة المقترحة لصالح الطريقة المقترحة في سرعة انطلاق السهم ، ويشير أيضاً إلى وجود فروق ذات دلالة معنوية بين أسلوب سحب الوتر بالطريقة التقليدية والطريقة المقترحة لصالح الطريقة المقترحة في سرعة انطلاق السهم

ويرجع الباحث ذلك إلى أن الطريقة المقترحة تكسب السهم اتزاناً أكثر خلال فترة الطيران ، كما تكسبه أكبر قدر من الطاقة المختزنة بالقوس خلال عملية التحرر .

وهذا ما يحقق صحة الفرض الأول الذى ينص على أن هناك فروق ذات دلا لة إحـ صائية بين سرعة انطلاق السهم وأسلوب سحب الوتر بالطرق المختلفة (التقليدية–المعدلة–المقتر حة) لـ صالح الطريقة المقترحة .

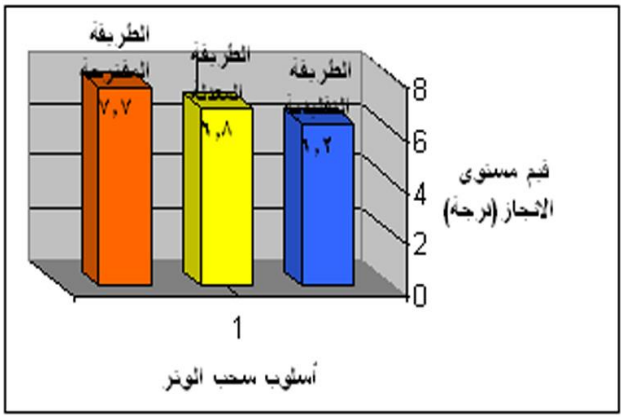
ثانياً : مستوى الانجاز وسرعة انطلاق السهم .

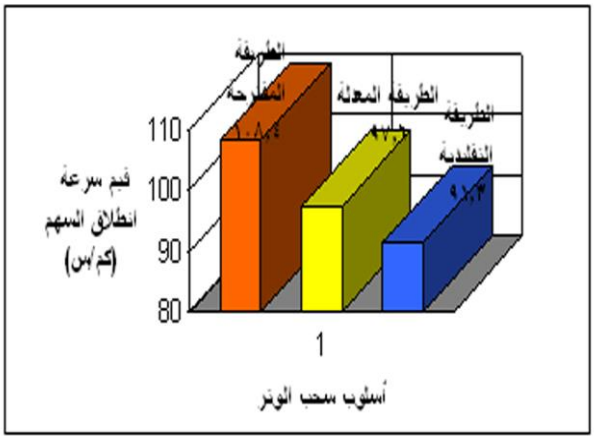
جدول (5)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى الانجاز للرماية على مسافة 70م بالطرق المختلفة لأسلوب سحب الوتر وسرعة انطلاق السهم

طريقة السحب	**مستوى الإنجاز** (درجة) **ن=324**	**سرعة انطلاق السهم (كم/س) ن=54**
	$\bar{س}$ □ ع	$\bar{س}$ □ ع
التقليدية	**6.2 □ 1.47**	**91.3 □ 1.8**
المعدلة	**6.8 □ 1.16**	**97.6 □ 2.6**
المقترحة	**7.7 □ 1.03**	**108.4 □ 1.9**

يتضح من (جدول 5) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى الإنجاز وسرعة انطلاق السهم لسحب الوتر بالطرق المختلفة.





شكل (2- أ،ب)

متوسطات قيم مستوى الانجاز وسرعة انطلاق السهم

جدول(6)

معامل الارتباط بين سرعة انطلاق السهم ومستوى الإنجاز

ن=18

طريقة سحب الوتر	سرعة انطلاق السهم (كم/س)	مستوى الإنجاز (درجة)	ر
	س̄ □ ع	س̄ □ ع	
التقليدية	**1.84 □ 91.33**	**0.59 □ 6.00**	0.714
المعدلة	**2.56 □ 97.66**	**0.64 □ 6.77**	0.672
المقترحة	**1.91 □ 108.44**	**0.48 □ 7.66**	0.811

قيمة (ر) الجدولية عند مستوى 0.05 =0.444

يتضح من (جدول 6) معامل الارتباط بين سرعة انطلاق السهم ومستوى الإنجاز لسحب الوتر بالطرق المختلفة.

جدول (7)

نسب التحسن لاستخدم الطريقة المقترحة عن الطريقتين الأخريين لمتغيرى سرعة انطلاق السهم ومستوى الإنجاز

طريقة السحب		نسبة التحسن لاستخدم الطريقة المقترحة (٪)
التقليدية	**سرعة انطلاق السهم**	**15.8**
	مستوى الإنجاز	**19.5**
المعدلة	**سرعة انطلاق السهم**	**9.9**
	مستوى الإنجاز	**11.7**

يتضح من جدول(7) نسب التحسن لاستخدم الطريقة المقترحة عن الطريقتين الأخريين لمتغيرى سرعة انطلاق السهم ومستوى الإنجاز .

يتضح من خلال جدول (5) ، شكل (2-ا،ب) ، جدول (6) ،وجدول (7) أن هناك علاقة طردية بين مستوى الإنجاز وسرعة انطلاق السهم ترجح استخدام الطريقة المقترحة عن الطريقتين التقليدية والمعدلة. ويتضح وجود علاقة ارتباطيه دالة إحصائيا بين سرعة انطلاق السهم ومستوى الإنجاز .

كما يتضح مدى أفضلية استخدام الطريقة المقترحة عن الطريقة التقليد ية حـ يث أن قي مة كلاً من مستوى الإنجاز وسرعة انطلاق السهم تزداد عند استخدام الطريقة المقترحة علاقة طرد ية بن سبة 19.5٪ ، 15.8٪ ع لى ال توالى عن قيمت ها ع ند ا ستخدام الطري قة التقليدية .

كما يتضح مدى أفضلية استخدام الطريقة المقترحة عن الطريقة المعدلة حيث أن قيمة كلاً من مستوى الانجاز وسرعة انطلاق السهم تزداد ع ند ا ستخدام الطري قة المقتر حة علا قة طردية بنسبة 11.7٪ ، 9.9٪ على التوالى عن قيمتها عند استخدام الطريقة المعدلة .

ويرجع الباحث ذلك إلى أن الطريقة المقترحة تؤدى إلى تقليل الجهد الـ بذول خلال فترات التدريب أو المنافسة نتيجة لتقليل زمن التحرر مما يقلل من الـ توتر الأ يزومترى مما يؤدى إلى تقليل الإجهاد العصبى وبالتالى تحسن مستوى الانجاز وهذا يتفق مع نتائج درا سة (محمد غيدة 2002) ، كما أن هذه الطريقة يمـ كن إتقان ها بـ سهولة للا عبين ذوى الـ مستوى المرتفع .

وبهذا تحقق صحة الفرض الثانى للبحث الذى ينص على أن هناك علاقة طردية بين سرعة انطلاق السهم ومستوى الانجاز .

ومن خلال عرض ومناقشة نتائج البحث أمكن للباحث تحقيق أهداف البحث .

الاستنتاجات :

فى ضوء المعا لجات الإح صائية و فى حدود عي نة البـ حث أم كن التو صل إلى الاستنتاجات التالية :

1- أن هناك اختلاف فى سرعة انطلاق السهم لأسلوب سحب ا لوتر بالطرق المختلـفة (التقليدية المعدلة–المقترحة) لصالح الطريقة المقترحة .

2- هناك علاقة طردية بين سرعة انطلاق السهم وبين مستوى الإنجاز .

3- يمكن تعليم وتدريب الطريقة المقترحة لسحب الوتر بسهولة للاعبين ذوى المستوى العالى .

4- تعطى الطريقة المقترحة نتائج أفـضل بنـسبة تحـسن فى مـستوى الإ نجاز قدرها (19.5 ٪) عن الطريقة التقليدية وبنسبة (11.7٪) عن الطريقة المعدلة .

5- تعطى الطريقة المقترحة نتائج أفضل بنسبة تحسن فى سرعة انطلاق السهم قدرها (15.8٪) عن الطريقة التقليدية وبنسبة (9.9٪) عن الطريقة المعدلة.

التوصيات :

يوصى الباحث المدربين بالأتى :

1. بتدريب اللا عبين عـلى ا ستخدام الطريـقة المقتر حة لـ سحب ا لوتر وخا صة للاعبين ذوى المستوى العالى .
2. بـ ضرورة الاهتـ مام بتنمـ ية الـ قوة العـ ضلية للأ صابع الـ ساحبة لـ لوتر خا صة للاعبين المبتدئين وذلك لتسهيل تدريبهم على استخدام الطريقة المقترحة فيما بعد .

الأستاذ الدكتور/ دونج يانج Prof. Dr. Dong Yang

رئيس المجلس الدولى الأمريكي للصحة والتربية البدنية والترويح والريا ـضة والتـ ـعبير الحركى ICHPER.SD , **أثناء انعقاد الجمعية العمومية للمجـ ـلس لمنطـ ـقة الـ ـشرق الأوسط خلال فعاليات المؤتمر الاقليمى الرابع للمجلس ا ـلدولى بالا ـسكندرية** 2008م, **واعلان تنصيب** السيد الدكتور/ محمد يحـ يى غـ يدة **بالاجماع منسقاً عاماً للجـ ـنة الميكانيـ ـكا الحيوية** Biomechanics Commission **لمنطقة الشرق الأوسط.**

تأثير تنمية القدرات التوافقية على تحسين مستوى أداء المهارات المركبة الخاصة بناشئى الجودو وعلاقتها ببعض الباراميترات الكينماتيكية

*أ.م.د. محمد غيدة ** د. حمادة حبيب *** د. خالد فريد

مقدمة ومشكلة البحث:

تعد رياضة الجودو إحدى الرياضيات الفردية التي شهدت تطوراً هائلاً على المستوى العالمي والأوليمبي، حيث حظيت رياضة الجودو بشهرة واسعة على المستويين المحلى والعربي، وذلك عندما استطاع البطل المصري الأوليمبي "هشام مصباح" الحصول على الميدالية البرونزية الوحيدة لمصر فى مختلف الرياضات التي شاركت في الدورة الأوليمبية "بكين 2008م" ، وهذا بدوره يلقى عبئاً على القائمين بهذه الرياضة من خلال الاهتمام بمستوى القاعدة العريضة من الناشئين والشباب وذلك بتوفير أفضل البرامج التعليمية والتدريبية لهم ، ولذا أصبح من الضروري استخدام الأسلوب العلمي وتطبيقه على البيئة الرياضية المصرية وخاصة لمراحل الناشئين ، حيث يمثلون النواة والأساس فى تنشئة الأجيال الرياضية ، حتى يمكننا مواصلة تحقيق النتائج العالمية والاوليمبية.

وتتطلب رياضة الجودو من ممارسيها أداء مهارات حركية ذات مواصفات معينة حيث تتميز بتعدد مهاراتها التي يجب على اللاعبين إتقانها وتأديتها خلال ظروف المنافسة ،ومع تقدم مستوى هذه الرياضة أصبح من الصعب هزيمة المنافس عن طريق مهارة واحدة ، أو حتى عدة مهارات منفردة، لذا فقد أخذ المدربين على عاتقهم تركيب المهارات بالصورة التى تتناسب مع قدرات اللاعبين. ويؤكد Jigoro kano 1996م أنه من الصعب هزيمة المنافس باستخدام وتطبيق مهارة واحدة ، ولكن يجب استخدام مجموعة من المهارات المرتبطة معاً (المهارات المركبة) حتى يمكن تحقيق فاعلية أكثر خلال عملية الهجوم ويضيف كلاً من sharp & kobayshi1997م أنه فى بطولات الجودو غالباً ما يظهر لنا أهمية الهجوم المركب ومدى فاعليته فى إحراز الفوز بأقل جهد ممكن وذلك لمن يمتلك أكبر قدر من تلك المهارات المركبة وكذلك قدرته على توظيفها واستخدامها فى الوقت المناسب وبالطريقة الصحيحة .

ويذكر كلا من Pat Harrington 1996م ، مراد طرفة 2001م أن جميع مهارات الجودو سواء كانت المهارات الفردية أو المهارات المركبة تتميز بتكنيك فني دقيق مبنى على مبادئ وأسس علمية ، يتطلب معه استجابات حركية توافقية، تكتسب تدريجياً حتى يظهر فى شكل سلوك حركى راقى يتميز بالتناسق والانسيابية مع الاقتصاد فى الجهد والزمن اللازم للأداء .

ومن ثم يرى خالد فريد 2007م أن مهارات الجودو تحتاج إلى القدرات التوافقية Coordinative Abilities حيث تعد أحد العوامل المؤثرة فى مستوى الأداء المهارى للاعبى هذه الرياضة ، ويظهر ذلك واضحاً عندما يتطلب الأمر الربط بين أجزاء المهارة الواحدة أو مهارتين مركبتين ، فعندئذ نحتاج مثلاً إلى قدرة الربط الحركى وهى إحدى مكونات القدرات التوافقية (5 : 50)

ويشير Raczek 1990م أن القدرات التوافقية تتطلب تنميتها بصفة خاصة فى المهارات المعقدة التركيب وكذلك المهارات المركبة حيث تحتاج تلك المهارات مستوى متقدم من التحكم والسيطرة على الأداء ، وهذا ما توفره القدرات التوافقية عند تنميتها ، الأمر الذى ينعكس على توافر معدل عالى من الضبط والتحكم خلال الأداء الحركى . بينما يرى محمد لطفى 2006م أن توافر مستوى جيد من القدرات التوافقية لدى اللاعب يؤدى إلى اختزال الزمن اللازم لتعلم واكتساب المهارات الحركية ، وبالتالى يتم أداء المهارات الحركية بشكل اقتصادى فى الطاقة المبذولة ، كما أن المستوى التوافقى العالى يُمَكن اللاعب من تنوع الأداء المهارى فى مختلف الأنشطة الرياضية ، وذلك لأن القدرات التوافقية تعمل على تثبيت المسارات الحركية للمهارات خلال المرات العصبية للاعبين ويؤدى هذا الأمر إلى سرعة الأداء المهارى .

ويؤكد خالد فريد 2007م أن القدرات التوافقية تعد واحدة من أهم العوامل اللازمة للارتقاء بمستوى الأداء المهارى للاعبين ، حيث تنبثق من التحليل النوعى للنشاط الرياضى التخصصى ، ولذلك فإن تنميتها وتطويرها يخدم الجانب الفنى بشكل كبير ، كما أن القدرات التوافقية تعد أحد وسائل الضبط والتحكم فى الأداءات الحركية المختلفة ، ومن ثم فإن توافر هذه القدرات لدى اللاعبين يمكنهم من الوصول إلى أفضل درجات توافق الأداء المطلوب لإنجاز أى أداء حركى .

ومن خلال الملاحظة الميدانية للعديد من البرامج التدريبية أو التعليمية التى يتم تنفيذها داخل الأندية وبالمقابلة الشخصية لبعض المدربين أتضح ضعف الاهتمام بتنمية القدرات التوافقية، كما تبين أيضا قلة التدريب على استخدام المهارات المركبة لمراحل الناشئين، بالرغم من أن العديد من البطولات العالمية يتم تحقيق الفوز فيها باستخدام المهارات المركبة الأمر الذى يؤكد على أهمية تدريب الناشئين وإكسابهم المهارات المركبة خاصة مع بدء مرحلة البطولة، حيث تؤكد دراسات كل من هانى عادل 2004م (25) ، أحمد محمد 2007م (2)، محمد السيد 2008م (15)،على أن مباريات الجودو فى بطولات الجمهورية على مستوى قطاع الناشئين تكاد تخلو من إتقان الناشئين للأداءات المهارية المركبة ويتم الاعتماد على الأداءات الحركية المنفردة مما يؤثر ذلك على عدم تحقيق النقطة الكاملة (الأيبون)، كما يؤدى ذلك إلى إطالة زمن المباراة إلى نهايتها، الأمر الذى يشكل عبئاً بدنياً على الناشئين خاصة مع توالى المباريات.

كما يعتبر التحليل الحركى من أهم الطرق والأساليب العلمية الحديثة التى تهتم بدراسة وتحليل الأداء الرياضى فى إطار العوامل المؤثرة فى الأداء الحركى بشكل علمى يضمن تحقيق أعلى مستوى للأداء.

وفى هذا الإطار يذكر كل من صبحى حسانين، حمدى عبد المنعم 1997 أنه قد حان الوقت لاستخدام أساليب متقدمة تمكن المدربين من الحصول على معلومات كافية تمكنهم من معرفة قدرات ومستويات لاعبيهم على أن تكون إجراءات هذه الأساليب ميسرة، كما أنة يجب تحليل المهارات المركبة إلى خطوات متعددة حتى يسهل أدائها والتدريب عليها للحصول على أفضل النتائج. وتحليل المهارة يعتبر نظاماً متكاملاً لقياس وتقويم أداء اللاعب سواء كان ذلك فى مرحلة المتعلم، التدريب أو المنافسات، لتوضيح وتحديد القدرات التى يتمتع بها اللاعب.

ويرى محمد بريقع، خيرية إبراهيم 2002م أن من الطرق الأكثر استخداماً للارتقاء بمستوى الأداء المهارى فى كثير من الرياضات هى تحسين الأداء للمهارات المتضمنة لهذه الرياضة. وهنا يعتمد المدرب على المعلومات الميكانيكية من خلال استخدام طريقة التحليل البيوميكانيكى فى عمليات التدريب لتصحيح أداء اللاعبين لكى يتقنوا تنفيذ المهارة

بشكل جيد. وكثير من النتائج الرياضية تقاس كينماتيكياً، ولهذا يكون استخدامنا للمتغيرات الكينماتيكية من الأمور الهامة عند تحليل الحركات الرياضية.

مما سبق ذكره تبلور للباحثون مشكلة البحث في دراسة تأثير تنمية القدرات التوافقية ومدى مساهمتها في تحسين مستوى أداء المهارات المركبة الخاصة لمرحلة الناشئين من 13:11 سنه في رياضة الجودو وعلاقتها بقياس بعض المتغيرات الكينماتيكية لما لها من مدلولات موضوعية مؤثرة تمدنا بتفصيلات أدق للأداء الحركي للمهارات المركبة في رياضة الجودو.

هدف البحث :

يهدف البحث إلى التعرف على تأثير تنمية القدرات التوافقية على تحسين مستوى أداء المهارات المركبة الخاصة بناشئ الجودو وعلاقتها ببعض الباراميترات الكينماتيكية، وذلك من خلال الأغراض الفرعية التالية:

1- التعرف على الفروق بين متوسطات القياسين (القبلي □ البعدي) للمجموعة التجريبية في متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى الأداء المهاري).

2- التعرف على الفروق بين متوسطات القياسين (القبلي □ البعدي) للمجموعة الضابطة في متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى الأداء المهاري).

3- التعرف على فروق القياسين (القبلي □ البعدي) بين المجموعتين (التجريبية – الضابطة) في متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى الأداء المهاري).

4- دراسة العلاقة الإرتباطيه بين القدرات التوافقية والباراميترات الكينماتيكية الخاصة بمستوى أداء المهارات المركبة قيد البحث.

فروض البحث :

فى ضوء هدف البحث يضع الباحثون الفروض التالية :

1- توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطى القياسين (القبلى □ البعدى) للمجموعة التجريبية فى متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى أداء المهارات المركبة) لصالح القياس البعدى .

2- توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطى القياسين (القبلي □ البعدى) للمجموعة الضابطة فى متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى أداء المهارات المركبة) لصالح القياس البعدى.

3- توجد فروق دالة إحصائياً فى فرق القياسين (القبلي □ البعدى) بين المجموعتين (التجريبية- الضابطة) فى متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى أداء المهارات المركبة) لصالح القياس البعدى لصالح المجموعة التجريبية.

4- توجد علاقة ارتباط يه طردية بين تنمية القدرات التوافقية والباراميترات الكينماتيكية الخاصة بمستوى أداء المهارات المركبة قيد البحث.

جدول (١) الدراسات المرجعية

م	اسم الباحث	نوع الدراسة	سنة النشر	رقم المرجع	عنوان الدراسة	أهم أهداف الدراسة	الإجراءات		أهم النتائج
							المنهج المستخدم	عدد العينة	
١	نيفين حسين محمود	دكتوراه	٢٠٠٤م	٢٤	تأثير برنامج تدريبي لتنمية القدرات التوافقية على بعض المهارات الحركية لدى لاعبات رياضة الجودو	تصميم برنامج تدريبي لتنمية بعض القدرات التوافقية لدى اللاعبات المتخصصات في رياضة الجودو .	التجريبي	(٢٤) طالبة	استخدام التمرينات المقترحة لها تأثير إيجابي في تنمية عناصر القدرات التوافقية (قيد البحث) مما أدى إلى ارتفاع نسبة التحسن في مستوى أداء المهارات الحركية (قيد البحث) للمجموعة التجريبية
٢	هاني عادل مرسي	دكتوراه	٢٠٠٤م	٢٥	تأثير برنامج تدريبي لبعض المهارات الهجومية المركبة على مستوى أداء لاعبي رياضة الجودو	معرفة تأثير البرنامج التدريبي المقترح لتنمية المهارات الهجومية المركبة الأكثر استخداما في دورة سيدني الأولمبية عام ٢٠٠٠ م لاعبي رياضة الجودوعلى مستوى الأداء المهاري لدى عينة البحث من اللاعبين	التجريبي	(٣٠) لاعب	أظهر البرنامج التدريبي استخدام المهارات الهجمية المركبة و التي استخلصت من دورة سيدني ٢٠٠٠م إلى تحسن في الصفات البدنية قيد البحث ومستوى الأداء للمهارات الهجومية المركبة للمجموعة التجريبية عن المجموعة الضابطة .
٣	أحمد محمد نور الدين	ماجستير	٢٠٠٧م	٢	تأثير برنامج تدريبي لبعض الأداءات المهارية المركبة على فاعلية الأداء لدى ناشئ رياضة الجودو	تحسن فاعلية الإداءات المركبة لناشئ الجودوالتي تطبق باستخدام الذراعين و الوسط و الرجلين و الجسم ككل من خلال تصميم برنامج تدريبي .	التجريبي	(٢٦) ناشئ	أدى البرنامج التدريب إلى زيادة فاعلية الأداء لمهارات الذراعين و الوسط و الرجلين و الجسم ككل
٤	جلال فريد عزت	دكتوراه	٢٠٠٧م	٥	تأثير برنامج تمرينات نوعية لتنمية القدرات التوافقية على بعض مظاهر الإنتباه ومستوى الأداء الفني لناشئ رياضة الجودو	التعرف على تأثير برنامج تمرينات نوعية لتنمية القدرات التوافقية على بعض مظاهر الإنتباه ومستوى الأداء الفني لناشئ رياضة الجودو	التجريبي	(٥٠) ناشئ	أظهر البرنامج المقترح عن فروق في نسب التحسن بين المجموعتين التجريبية _ الضابطة في متغيرات (القدرات التوافقية _ مظاهر الإنتباه _ مستوى الاداء الفني) لصالح المجموعة التجريبية .

أوجه الاستفادة من الدراسات المرجعية :

فى ضوء ما أشارت إليه الدراسات المرجعية السابقة ، توصل الباحثون إلى أهم نقاط الاستفادة من تلك الدراسات حيث تم الاستفادة منها فى البحث الحالى والمتمثلة فى الآتى :

- **صياغة أهداف وفروض البحث بدقة .**
- **اختيار المنهج ذو التصميم المناسب للبحث .**
- **التعرف على كيفية تنفيذ إجراءات البحث .**
- **التعرف على طرق قياس المتغيرات المختلفة للبحث .**
- **اختيار المعالجات الإحصائية المناسبة لطبيعة البحث .**
- **تحديد الطريقة المناسبة لعرض وتفسير النتائج ومناقشتها .**

إجراءات البحث :

منهج البحث :

تم استخدام المنهج التجريبي ،من خلال التصميم التجريبي لمجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة ، وبواسطة القياسين (القبلى □ البعدى) لكل مجموعة .

مجتمع وعينة البحث :

يمثل مجتمع البحث ناشئى رياضة الجودو بمحافظة الدقهلية للمرحلةالعمرية 11-13 سنة ، والمقيدون بسجلات الاتحاد المصرى للجودو والأيكيدو والسومو حتى الموسم الرياضى 2008 / 2009م. وقد تم اختيار عينة البحث الأساسية بالطريقة العمدية من ناشئى استاد المنصورة الرياضى، ويبلغ عددهم 20 ناشئ. تم تقسيمهم عشوائياً لمجموعتين إحداهما تجريبية ويبلغ عددها 10 ناشئين ويطبق عليهم البرنامج المقترح قيد البحث، والأخرى ضابطة ويبلغ عددها 10 ناشئين ويطبق عليهم البرنامج المتبع بالنادى, كما تم اختيار عينة أخرى من مجتمع البحث الأصلى بهدف إجراء الدراسات الاستطلاعية ويبلغ عددهم (6) ناشئين مقيدون بنادى السنبلاوين الرياضى

تكافؤ عينة البحث :

قام الباحثون بإجراء التكافؤ بين ناشئى مجموعتى البحث (التجريبية □ الضابطة) فى المتغيرات المستخدمة قيد البحث ، كما هو موضح بجدول 2 .

جدول (2)

التكافؤ بين مجموعتى البحث (التجريبية □ الضابطة) فى متغيرات القياسات الانثروبومترية □ القدرات التوافقية □ مستوى الأداء المهارى

ن1 = ن2 =10

م	المتغيرات	اسم الاختبار	وحدة القياس	متوسط المجموعة الضابطة	متوسط المجموعة التجريبية	المجموعة الضابطة		المجموعة التجريبية		قيمة (Z)
						متوسط الرتب	مجموع الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	
1	القياسات الانثروبومترية	السن	سنة	12.11	12.25	10.10	101.00	10.90	109.00	0.303
		الطول	سم	141.1	141.3	10.20	102.00	10.80	108.00	0.227
		الوزن	كجم	40.5	41	10.30	103.00	10.70	107.00	0.153
		العمر التدريبى	سنة	2.49	2.69	8.85	88.50	12.15	121.50	1.252
2	القدرات التوافقية	الربط الحركى	ث	11.06	10.71	12.65	126.50	8.35	83.50	1.626
		أوضاع متغيرة	ث	13.61	13.60	10.40	104.00	10.60	106.00	0.076
		استجابة حركية	ث	2.70	2.84	9.90	99.00	11.10	111.00	0.454
		التوازن الحركى	درجة	26.10	25.5	12.15	121.50	8.85	88.50	1.310
3	مستوى الأداء المهارى	هراى جو شى× أو سوتو جارى	درجة	67.00	67.90	10.00	100.00	11.00	110.00	0.332
		أو أو تش جارى× إيبون سيوناجى	درجة	68.00	68.90	9.85	98.50	11.15	111.50	0.498

قيمة (Z) الجدولية عند مستوى 0.05 = ± 1.96

يتضح من الجدول رقم (2) أن قيمة (Z) الجدولية اكبر من قيمة (Z) المحسوبة فى نتائج متغيرات (القياسات الانثروبومترية – القدرات التوافقية – مستوى الأداء المهارى) **مما يدل على تكافؤ المجموعتين الضابطة والتجريبية فى تلك المتغيرات.**

أدوات ووسائل جمع البيانات :

استند الباحثون فى جمع البيانات والمعلومات المرتبطة بالمتغيرات قيد البحث، والتى تعمل على تحقيق هدف البحث إلى الأدوات التالية :

الملاحظة :

من خلال المتابعة للعديد من المبرامج التدريبية بالأندية المختلفة وكذلك بطولات الجمهورية للمرحلة العمرية (11–13 سنة) **، بهدف التعرف على أهم المهارات المركبة الشائعة للمرحلة العمرية قيد البحث ، تم التوصل إلى عدد 4 مهارات مركبة هى:**

1– هراى جوشى × أوسوتو جارى Harai Goshi x O-Soto Gari

2– أو اتشى جارى × أوتشى ماتا O-Uchi Gari x Uchi Mata

3– تاى أوتوشى × أو اتشى جارى O-Uchi Gari x Tai O-Toshi

4– أو اتشى جارى × إيبون سيوناجى O-Uchi Gari x Ipon Seoi nagi

الاستمارات والمقابلة الشخصية :

قام الباحثون بتصميم استمارة "استطلاع الرأى" حيث تم عرضها على السادة الخبراء فى مجال رياضة الجودو مرفق 6 **من خلال المقابلة الشخصية بهدف تحقيق الأتى :**

- تحديد المجال المهارى قيد البحث . مرفق 4

تم عرض المهارات المركبة المستخلصة من البند الخاص بالملاحظة **على السادة الخبراء فى مجال رياضة الجودو , وقد أسفرت** نتيجة استطلاع الرأى **عن تحديد المجال المهارى ق يد الب حث كما هو موضح بجدول 3**

جدول (3)

النسب المئوية لأراء السادة الخبراء لتحديد أهم المهارات المركبة المناسبة للمرحلة العمرية 11-13 سنة في رياضة الجودو

ن=6

م	اسم المهارة	مستوى الأهمية				المجموع	
		موافق		غير موافق		عدد	النسبة المئوية
		عدد	نسبة مئوية	عدد	نسبة مئوية		
1	هراى جو شى ×	6	٪100	–	–	6	٪100
2	أوسوتو جارى	4	٪66.67	2	٪33.33	6	٪100
3	أو اتشى جارى × أو	3	٪50	3	٪50	6	٪100
4	تشى ماتا تاى أوتو شى × أو اتشى جارى أو اتـ شى جارى × إيبون سيوناجى	5	٪83.33	1	٪16.67	6	٪100

وقد ارتضى الباحثون نسبة موافقة 80٪ فأكثر لقبول المـهارة ، و بذلك تحدد ا لمجال المهارى قيد البحث في الأتى :

- **هراى جوشى × أوسوتو جارى .**
- **أو اتشى جارى × إيبون سيوناجى.**

- تحديد أهم القدرات التوافقية المرتبطة بالمهارات المركبة قيد البحث : مرفق **2**

قام الباحثون بعرض القدرات التوافقية على السادة الخبراء، وقد أسفرت نتيجة استطلاع الرأى عن تحديد أهم القدرات التوافقية المرتبطة بالمجال المهارى قيد البحث كما هو موضح بجدول 4

جدول (4)

النسب المئوية لأراء السادة الخبراء لتحديد أهم القدرات التوافقية المناسبة للمرحلة العمرية 11-13 سنة في رياضة الجودو

ن=6

م	اسم المهارة	مستوى الأهمية				المجموع	
		موافق		غير موافق		عدد	النسبة المئوية
		عدد	نسبة مئوية	عدد	نسبة مئوية		
1	القدرة على الربط	6	٪100	–	-	6	٪100
2	الحركى	5	٪83.33	1	٪16.67	6	٪100
3	القدرة على سرعة	6	٪100	–	٪100	6	٪100
4	الاستجابة الحركية	2	٪33.33	4	٪66.67	6	٪100
5	القدرة على الأوضاع	5	٪83.33	1	٪16.67	6	٪100
6	المتغيرة	4	٪66.67	2	٪33.33	6	٪100
7	القدرة على التمييز	2	٪33.33	4	٪66.67	6	٪100
8	الحس عضلى	1	٪16.67	5	٪83.33	6	٪100
	القدرة على التوازن الحركى						
	القدرة على المرونة						
	القدرة على تقدير الوضع						
	القدرة على الإيقاع الحركى						

وقد ارتضى الباحثون نسبة موافقة تزداد عن 80٪ لقبول القدرات التوافقية المرتبطة بالمهارات المركبة قيد البحث وهى :

- القدرة على الربط الحركى.

- **القدرة على الأوضاع المتغيرة.**
- **القدرة على سرعة الاستجابة الحركية**
- **القدرة على التوازن الحركى .**

قياسات واختبارات البحث:

- قياسات أنثروبومترية: **(العمر الزمني الطول الوزن العمر التدريبي) مرفق (1)**
- اختبارات قياس القدرات التوافقية قيد البحث **مرفق (3)** : محمد حسن علاوى ونصر ا لدين رضوان 1994م (18)، خالد فريد 2007م (5).

1) القدرة على الربط الحركى. (5 : 83)

2) القدرة على الأوضاع المتغيرة. (5 : 85)

3) القدرة على سرعة الاستجابة الحركية. (5 : 87)

4) القدرة على التوازن الحركى . (18 : 351)

- اختبار قياس مستوى أداء المهارات المركبة :

قام الباحثون باختبار تقييم مستوى الأداء للمهارات المركبة قيد البحث، كما أشار خالد فريد 2007م (5) مرفق (5) ، **وقد استعان الباحثون بثلاثة حكام مسجلين بالاتحاد المصرى للجودو للقيام بعملية التقييم**

- قياسات كينماتيكية:
  - **زمن الأداء:**

1) الزمن الكلى لأداء المهارات المركبة.

2) زمن أداء كل مهارة على حدة من المهارات المركبة.

3) نسبة زمن كل مهارة على حدة من الزمن الكلى للمهارة المركبة.

- **المسافة الرأسية لمركز ثقل اللاعب المهاجم.**
- **المسافة الأفقية لمركز ثقل اللاعب المنافس (المدافع).**
- **الزوايا الخاصة بمفصلى الفخذ والركبة للاعب المهاجم.**

وقد قام الباحثون بعمل التحليل الكينماتوجرافى للمتغيرات الكينماتيكية باستخدام برنامج التحليل الحركى (Motion Track) لإجراء عملية التحليل الحركى للمهارات المركبة قيد البحث مرفق (9) ، (10).

أجهزة وأدوات البحث:-

- **ريستاميتر لقياس الطول**
- **ميزان طبى معاير لقياس الوزن**
- **كرات طبية (3 كجم)**
- **ساعة إيقاف**
- **شريط قياس.**
- **جهاز قياس الاستجابة الحركية.**
- **كاميرا فيديو ديجيتال (باناسونيك) 50 كادر / ث**
- **حامل كاميرا ثلاثى متعامد على الأرض.**
- **اسطوانات كمبيوتر**
- **جهاز كمبيوتر مزود بكارت فيديو وبرنامج للتحليل الحركى (Motion Track).**

الدراسات الاستطلاعية:

قام الباحثون بإجراء الدراسات الاستطلاعية في الفترة من 20/ 7 /2008م إلى 26/ 7 /2008م على عينة مكونة من 6 ناشئين من المجتمع الأصلى للبحث، ومن خارج عينة البحث الأساسية، وذلك بهدف التأكد من صلاحية الأدوات والأجهزة المستخدمة فى البحث، وتجربة التمرينات الموجهة لتنمية القدرات التوافقية قيد البحث، وكذلك تنظيم وضبط عملية التصوير والتحليل الحركى. وقد أسفرت نتائج الدراسات الاستطلاعية عن التأكد من صلاحية الأدوات والأجهزة وكذا صلاحية صالة الجودو من حيث **(التهوية الإضاءة قانونية بساط الجودو)**، كما تم التأكد من مناسبة التمرينات الموجهة لتنمية القدرات التوافقية قيد البحث للمرحلة السنية **11-13** سنة، بالإضافة إلى التأكد من مناسبة أجهزة التصوير المستخدمة فى البحث وكذلك دقة عملية التحليل الكينماتوجرافى للمهارات المركبة قيد البحث من خلال استخدام برنامج التحليل الحركى.

الدراسة الأساسية

- القياسات القبلية

تم إجراء القياسات القبلية لأ فراد عي نة الب حث (المجمو عة التجريب ية والمجمو عة الضابطة) في الفترة من 7/27 / 2008 إلي 29/ 7 / 2008 بـ صالة ا لجودو المغ طاة با ستاد المنصورة الرياضى واستغرقت هذه القياسات (3) أيام واشتملت علي:-

- **القيا سات الانثروبومتر ية وتمث لت فى (ال سن □ ال طول- ا لموزن □ العـ مر التدريبي).**
- **قياسات القدرات التوافقية قيد البحث.**
- **قياسات مستوى الأداء المهارى لمهارتى:**

(هراى جوشى × أوسوتو جارى – أو اتشى جارى × إيبون سيوناجى)

- **القياسات الكينماتيكية قيد البحث.**

- تنفيذ التجربة الأساسية

تم تطبيق البرنامج التدريبي المحدد من قبل المدير الفنى بإستاد المنصورة على أفراد المجموعتين (التجريبية □ الضابطة) وذلك لمدة 6 أسابيع في الفترة من 8/1/ 2008 إلي 9/12/ 2008 بواقع (4) وحدات أسبوعياً، مع مراعاة تطبيق التمرينات الموجهة لتنمية القدرات التوافقية على ناشئى المجموعة التجريبية فقط فى بداية الجزء الأساسي من الوحدة التدريبية، مع تماثل وقت تنفيذ البرنامج التدريبي علي مجموعتى البحث (التجريبية □ الضابطة).

البرنامج التدريبي :

هدف البرنامج :

يهدف البرنامج المقترح إلى تنمية القدرات التوافقية والتعرف على تأثيرها فى تحسين مـ ستوى أداء المـ هارات المركـ بة الخا صة بنا شئى ا لجودو و مدى علاقتـ ها ببعض الـ باراميترات الكينماتيكية

هذا وقد قام الباحثون بوضع المحددات التالية للبرنامج المقترح قيد البحث:

- **زمن الوحدة التدريبية في الأسبوع ذو الحمل المتوسط ما بين (75-100ق) وفي الأسبوع ذو الحمل العالي بواقع (90 – 110ق) وفي الأسبوع ذو الحمل الأقصى بواقع (100 □ 120ق)**
- **مراعاة أن تكون فترات الراحة البينية مناسبة لنوع الحمل المستخدم 0**
- **تم توزيع درجات الحمل علي الأسابيع التدريبية خلال مراحل البرنامج المقترح بحيث يكون درجة الحمل المتوسط ما بين (50 □ 75٪) والحمل العالي ما بين (75 □ 85٪) والحمل الأقصى ما بين (85 : إلي أقصى مقدرة للناشئ 100٪)**

طريقة التدريب المستخدمة :

استخدم **الباحثون** طريقة **التدريب الفتري بنوعيه** , وذلك لتنمية وتحسين مكونات القدرات التوافقية قيد البحث ، حيث يشير **أمر الله البساطي 1998م** أن التدريب الفتري يعتمد بصفة أساسية على النظام الفوسفاتي لإنتاج الطاقة (ATP-PC) بالإضافة للنظم الأخرى ، كما يسهم كثيرا في إحداث عملية التكيف لمعظم الأنشطة الرياضية.(1 : 88)

ديناميكية تشكيل حمل التدريب لجزء الإعداد البدني (المتغير المستقل) خلال البرنامج المقترح : **استخدم الباحثون خلال مراحل البرنامج التشكيل الأسبوعي 1 : 2 حيث تم التدرج في درجة الحمل من خلال استخدام (الحمل المتوسط – الحمل العالي □ الحمل الأقصى)، كما قام الباحثون باستخدام التشكيلات 1 : 1 ، 1 : 2 خلال دورة الحمل للوحدات اليومية**. مرفق(8)

- محتوي البرنامج المقترح :

طبقا للمسح المرجعي الذي قام به الباحثون **(3) (5) (7) (9) (10) (12) (13) (16)** تم **وضع مجموعة من التمرينات** مرفق (7) **التى يمكن استخدامها فى تنمية القدرات التوافقية للمجموعة التجريبية بحيث يكون تركيبها الديناميكي مشابهاً أو يمكن تعديله بشكل**

يتطابق مع اتجاه المسار الحركى للمهارات المركبة قيد البحث ، بينما يطبق محتوى البرنامج التدريبي المحدد من قبل المدير الفنى للنادى المطبق به تجربة البحث على المجموعة الضابطة.

- القياسات البعدية :

تم إجراء القياسات البعدية لناشئى المجموعتين (التجريبية □ الضابطة) **فى جميع المتغيرات المستخدمة قيد البحث، وبنفس شروط وترتيب القياسات القبلية خلال الفترة الزمنية من**2008/9/13م إلى 2008/9/14م .

- المعالجات الإحصائية :

فى ضوء هدف وفروض البحث تم استخدام برامج الإحصاء (SPSS & Excel) للحصول على المعالجات الإحصائية التالية :-

- **المتوسط الحسابي .**
- **اختبار ولكيكسون.**
- **اختبار مان ويتنى.**
- **معادلة نسبة التحسن.**
- **معامل الارتباط للقياسات البعدية .**

عرض وتفسير النتائج :

1- عرض نتائج الفرض الأول :

جدول (5)

دلالة الفروق بين متوسط القياسيين (القبلي □ البعدى) للمجموعة التجريبية فى متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى الأداء) ونسب التحسن بينهما ن1 = ن2 = 10

م	المتغيرات	اسم الاختبار	متوسط القبلى	متوسط البعدى	فرق المتوسطين	نسبة التحسن٪	الرتب الموجبة		الرتب السالبة		قيمة Z
							متوسط الرتب	مجموع الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	
1	القدرات التوافقية	الربط الحركى	11.06	8.36	2.7	24.4	5.5	55.00	0.00	0.00	2.803
		أوضاع متغيرة	13.61	11.69	1.92	14.11	5.5	55.00	0.00	0.00	2.805
		استجابة حركية	2.7	1.94	0.76	28.15	5.5	55.00	0.00	0.00	2.805
		التوازن الحركى	26.1	40.3	14.2	54.4	0.00	0.00	5.5	55.00	2.877
2	مستوى الأداء المهارى	هراى جو شى× أو سوتو جارى	67.9	83.50	15.6	23	0.00	0.00	5.5	55.00	2.821
		أوا تش جارى× إيبون سيوناجى	68.9	87.50	18.6	27	0.00	0.00	5.5	55.00	2.812

- قيمة (Z) الجدولية عند مستوى 0.05 = ± 1.96

يتضح من جدول (5) وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطى القياسيين (القبلي □ البعدى) للمجموعة التجريبية في لمكونات (القدرات التوافقية – مستوى الأداء المهارى) حيث

تراوحت قيمة z ما بين 2.803 : 2.877 ، وهذه القيم أعلى من قيمةz الجدولية والتي بلغت1.96 عند مستوى معنوية 0.05، كما تراوحت نسبة التحسن لمكونات القدرات التوافقية ما بين 14.11 :٪ 54.4٪ ، بينما بلغت نسبة التحسن لمهارة هراى جو شى× أوسوتو جارى23٪ ، وبلغت نسبة التحسن لمهارة أو اتش جارى× إيبون سيوناجى27٪

مناقشة نتائج الفرض الأول :

يتضح من جدول (5) وجود فروق دالة إحصائياً ، ونسب تحسن حادثة لدى نا شئ المجموعة التجريبية في مكونات القدرات التوافقية قيد البحث حيث يعزى الباحثون ذلك إلى التأثير الإيجابي لبرنامج التمرينات النوعية المقترح، الذي تضمن تمرينات(فردية زوجية) ، الأمر الذي أدي إلي استثارة اهتمام الناشئين ودفعهم إلي المزيد من بذل الجهد وبالتالي رفع كفاءة الجهاز العصبي وزيادة الترابط بين الأعصاب الحسية التي تأثرت بالمثيرات الموجودة داخل البرنامج و ترابطها مع الأعصاب الحركية،مما عمل علي تطور وتحسن القدرات التوافقية قيد البحث ، حيث يشير وليام برينتسى **William Prentice** 1999م إلى أن ارتفاع المستوى التوافقي يتم من خلال إحساس اللاعب بجميع أجزاء جسمه وأوضاعه المختلفة أثناء عملية الأداء. (38: 8) ، ويضيف جاك ويلمور , دايفيد كوستيل Jack & Da vid 1994م أن المستقبلات الحسية الموجودة بالأعصاب تلعب دوراً كبيراً فى ربط المعلومات الواردة من البيئة ونقلها إلى الجهاز العصبى المركزى حيث يقوم بإعطاء الأوامر للمجموعات العضلية المطلوبة فقط للأداء الحركى . (30: 55)

ويتفق ذلك مع نتائج دراسات كل من عصام حلمى 1998م (11) ، شيرين أحمد 2001م (6) ، نسرين محمود 2004م (23) ، نيفين حسين 2004م (24) ، هبة عبد العظيم 2005م (26) ، وفاء عبد الحفيظ 2005م (27) ، خالد فريد2007م (5) حيث أشاروا إلى أن تنمية القدرات التوافقية يتم من خلال استخدام تمرينات خاصة موجهة لهذا الغرض .

كما يتضح من جدول (5) وجود فروق دالة إحصائياً ، ونسب تحسن حادثة لدى ناشئ المجموعة التجريبية فى المهارتين المركبتين (هراى جو شى× أو سوتو جارى – أو أو تش جارى× إيبون سيوناجى) حيث يعزى الباحثون ذلك إلى التأثير الإيجابي للبرنامج المقترح ،

والذي ساعد علي وضوح التصور الحركي للمهارات المركبة ، مما أدى ذلك إلى زيادة تحكم الناشئين في توجيه توازنهم لعمليات (الكف – الاستثارة) , وبالتالي أصبح هناك توافق عضلي عصبي نتج عنه انسيابية وسهولة الأداء فحدث تقدم في المستوى ، كما يرجع الباحثون هذا التحسن الحادث فى مستوى الأداء المهارى إلى القدرات التوافقية والتى انكس تنميتها على جودة الأداء الحركى وفعاليته حيث تشير جوليوس كاسا **Juluis Kasa** 2005م إلى أن امتلاك الفرد الرياضى للقدرات التوافقية يساهم فى سرعة واكتساب وإتقان المهارات الحركية وينعكس ذلك بالتالى على رفع جودة مستوى الأداء المهارى . (**31**: **131**)

ويتفق ذلك مع نتائج دراسات كل من نسرين محمود 2004م (**23**)، نيفين حسين 2004م (**24**) ، وفاء عبد الحفيظ **2005م** (**27**)، هبة عبد العظيم **2005م** (**26**)، خالد فريد **2007م** (**5**) حيث أشاروا إلى أن تنمية القدرات التوافقية من خلال برنامج تمرينات موجهة لتنمية القدرات التوافقية يؤدى إلى تقدم مستوى الأداء المهارى

مما تقدم يرى الباحثون أن الفرض الأول للبحث قد تحقق والذى ينص على " توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطى القياسيين (القبلى □ البعدى) للمجموعة التجريبية فى متغيرات(القدرات التوافقية □ مستوى أداء المهارات المركبة) لصالح القياس البعدى . " . 2- عرض نتائج الفرض الثانى :

جدول (6)

دلالة الفروق بين متوسط القياسيين (القبلي □ البعدى) للمجموعة الضابطة فى متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى الأداء) ونسب التحسن بينهما ن1 = ن2 =**10**

م	المتغيرات	اسم الاختبار	متوسط القبلى	متوسط البعدى	فرق المتوسطين	نسبة التحسن٪	الرتب الموجبة		الرتب السالبة		قيمة Z
							متوسط الرتب	مجموع الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	
1	القدرات التوافقية	الربط الحركى	10.7	9.18	1.52	14.20	5.50	55.00	0.00	0.00	2.803
		أوضاع متغيرة	13.6	12.5	1.10	8.08	5.50	55.00	0.00	0.00	2.805
		استجابة حركية	2.84	2.52	0.32	11.27	5.80	29.00	4.00	16.00	0.770
		التوازن الحركى	25.5	32	6.50	25.49	0.00	0.00	5.50	55.00	2.821
2	مستوى الأداء المهارى	هراى جو شى× أوسوتو جارى	67.9	76	8.10	11.92	0.00	0.00	5.50	55.00	2.823
		أو أو تش جارى× إيبون سيوناجى	68.9	78	9.10	13.20	0.00	0.00	5.50	55.00	2.818

- قيمة (Z) الجدولية عند مستوى 0.05 = ± 1.96

يتضح من جدول(6) وجود فروق دا لة إح صائياً بين متو سط القيا سيين (القبلي □ البعدى) للمجموعة الضابطة **في مكونات (القدرات التوافقية ما عدا متغير** الأ ستجابة الحركية – مستوى الأداء المهارى) **حيث تراوحت قيمة** Z **ما بين** 2.803 : 2.821 ، **وهذه القيم أعلى من قيمة** Z **الجدولية والتي بلغت**1.96 **عند مستوى معنوية** 0.05، **كما تراو حت ن سبة التحسن لمكونات القدرات التوافقية ما بين** 8.08 :٪ : 25.49٪ ، **بينما بلغت ن سبة التحسن لمهارة** هراى جو شى× أو سوتو جارى11.92٪ ، **وبلغت ن سبة التحسن لمهارة** أوا تش جارى× إيبون سيوناجى13.20٪

مناقشة نتائج الفرض الثانى :

يتضح من جدول (6) وجود فروق دالة إحصائياً ، ونسب تحسن حادثة لدى ناشئ المجموعة الضابطة في مكونات القدرات التوافقية قيد البحث ، حيث يعزى الباحثون ذلك إلى التأثير الحادث للبرنامج التدريبى المطبق عليهم والذى احتوى على تمرينات بدنية عامة أدت إلى ارتفاع مستوى القدرات التوافقية حيث يشير عصام الدين عبد الخالق 2005م إلى أن القدرات التوافقية ترتبط دائماً بغيرها من شروط الإنجاز مثل القدرات البدنية (12: 189) ، كما يرجع الباحثون هذا التحسن الحادث لناشئ المجموعة الضابطة فى متغيرات القدرات التوافقية إلى استمرارية انتظام ناشئ المجموعة الضابطة داخل البرنامج التدريبى ، الأمر الذى أدى إلى حدوث عملية التكيف فى التدريب وبالتالى الارتفاع فى مستوى القدرات التوافقية ، حيث يشير عادل عبد البصير 1999م إلى أن عملية التكيف فى التدريب والارتقاء بالمستوى لا يمكن أن تتم أو تتطور إلا عن طريق التدريب المستمر والمتواصل ، بينما يرجع الباحثون عدم وجود فروق دالة إحصائياً فى متغير الأستجابة الحركية الى ضعف تنمية ذلك المتغير داخل البرنامج التدريبى ، كما ان القدرات التوافقية يجب ان يتم تنميتها من خلال ارتباطها بالجانب المهارى وليس بصورة منفردة .

و يتفق ذلك مع نتائج دراسات كل من عصام حلمى 1998م (11) ، شيرين أحمد 2000م (6) ، نيفين حسين 2004م (24) ، حيث أشاروا إلى أن البرنامج المتبع مع المجموعة الضابطة يؤدى إلى تحسن القياسات البعدية عن القبلية .

كما يتضح من جدول (6) وجود فروق دالة إحصائياً ، ونسب تحسن حادثة لدى ناشئ المجموعة الضابطة فى المهارتين المركبتين (هراى جوشى× أوسوتو جارى – أواتش جارى× إيبون سيوناجى) حيث يعزى الباحثون ذلك إلى تأثير البرنامج التدريبى المتبع والذى احتوى على تدريبات مهارية أدت إلى ارتفاع مستوى الأداء المهارى كما أن محتويات جزء التدريب المهارى المطبق على أفراد المجموعة الضابطة احدث تأثير إيجابي في مستوى الأداء المهارى وذلك نتيجة لتكرار المدركات الواقعة على أفراد هذه المجموعة بالإضافة إلى تأثير محتوى الجزء التنافسي والذي يؤثر على تقدم مستوى الأداء المهارى، حيث يشير محمد حسن علاوى 1991م أن التغير فى السلوك الحركى يحدث نتيجة للتدريب والممارسة .

ويتفق ذلك مع دراسات عصام حلمى 1998م (11) ، شيرين أحمد 2001م (6) ، خالد فريد 2002م (5) ، نيفين حسين 2004م (24) ، حيث أشاروا إلى أن البرامج المتبعة

والمطبقة على أفراد المجموعة الضابطة لها تأثير إيجابي على تحسن مستوى الأداء الفني في مختلف الرياضات .

مما تقدم يرى الباحثون **أن** الفرض الثانى **للبحث** قد تحقق **جزئيا والذى ينص على" توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسط القياسيين (القبلي □ البعدى) للمجموعة الضابطة في متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى أداء المهارات المركبة) لصالح القياس البعدى".**

3- عرض نتائج الفرض الثالث :

جدول (7)

دلالة فروق القياسيين (القبلي □ البعدى) بين المجموعتين (الضابطة □ التجريبية) فى متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى الأداء) ن1 = ن2 = 10

م	المتغيرات	اسم الاختبار	متوسط المجموعة الضابطة	متوسط المجموعة التجريبية	المجموعة الضابطة		المجموعة التجريبية		قيمة (Z)
					متوسط الرتب	مجموع الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب	
1	القدرات التوافقية	الربط الحركى	9.179	8.363	13.70	137	7.30	73	2.422
		أوضاع متغيرة	12.50	11.69	13.80	138	7.20	72	2.496
		استجابة حركية	2.516	1.949	14.40	144	6.60	66	2.956
		التوازن الحركى	32	40.3	5.50	55	15.50	155	3.810
2	مستوى الأداء المهارى	هراى جو شى× أوسوتو جارى	76	83.5	7.05	70.5	13.95	139.5	2.709
		أوا تش جارى× إيبون سيوناجى	78	87.5	6.10	61	14.90	149	3.390

قيمة (Z) الجدولية عند مستوى 0.05 = ± 1.96

يتضح من جدول (7) **وجود فروق دالة إحصائياً فى فرق القياسيين (القبلي □ البعدى) بين المجموعتين (الضابطة □ التجريبية) فى متغيرات** (القدرات التوافقية – **مستوى الأداء المهارى) لصالح المجموعة التجريبية ، حيث أن قيم** Z **المحسوبة قد تراوحت ما بين**

2.422 : 3.810 وهذه القيم أعلى من قيمة z الجدولية والتي بلغت 1.96 عند مستوى معنوية 0.05.

مناقشة نتائج الفرض الثالث :

يتضح من جدول (7) وجود فروق دالة إحصائياً في فرق القياسيين القبلي– البعدي بين المجموعتين الضابطة □ التجريبية في متغيرات القدرات التوافقية قيد البحث لصالح المجموعة التجريبية ، كما يتضح من جدولى (5) ، (6) أن المجموعة التجريبية قد تحسنت فى جميع متغيرات القدرات التوافقية قيد البحث عن المجموعة الضابطة حيث بلغ فرق نسبة التحسن بين المجموعتين فى متغير القدرة على الربط الحركى 10.2 ٪ ،ومتغير القدرة على التكيف مع الأوضاع المتغيرة6.03٪ ، ومتغير القدرة على سرعة الاستجابة الحركية16.88 ٪ ، ومتغير القدرة على التوازن الحركى 28.91 ٪ 0

ويعزى الباحثون الفروق الدالة إحصائياً فى فرق القياسيين القبلي– البعدي بين المجموعتين التجريبية– الضابطة, وكذلك نسب التحسن الحادثة فى متغيرات القدرات التوافقية قيد البحث لصالح المجموعة التجريبية إلى التأثير الإيجابى للبرنامج المقترح والذى احتوى على تمرينات موجهة لتنمية القدرات التوافقية ، حيث راعى الباحثون عند بناء التمرينات النوعية أن يكون هناك تنوع من حيث بنائها الديناميكى بالإضافة إلى توظيف هذه التمرينات من حيث طريقة عملها (فردية □ زوجية) ،كما راعى الباحثون ايضا ان يهدف التمرين النوعى المستخدم الى تنمية اكثر من قدرة توافقية فى نفس الوقت ، وهذا لم يتوافر لدى ناشئ المجموعة الضابطة والتى اعتمدت على التدريبات البدنية العامة ، حيث يشير يوهانس ريه 1988م أن القدرات التوافقية لا تظهر كقدرات منفردة ، وإنما ترتبط مع بعضها البعض .

ويتفق ذلك مع نتائج دراسات كل من عصام حلمى 1998م (11) ، شيرين أحمد 2001م (6) ، نسرين محمود 2004م (23) ، نيفين حسين 2004م (24) ، هبة عبد العظيم 2005م (26) ، وفاء عبد الحفيظ 2005م (27)، خالد فريد 2007م (5) حيث أشاروا إلى أن رفع مستوى القدرات التوافقية يتم من خلال تمرينات خاصة موجهة لهذا الغرض .

كما يتضح من جدول (7) وجود فروق دالة إحصائياً في فرق القياسيين القبلى– البعدى بين المجموعتين الضابطة □ التجريبية في متغيرات مستوى الأداء المهارى (هراى جوشى× أوسوتو جارى – أواش جارى× إيبون سيوناجى) لصالح المجموعة التجريبية ، كما يتضح من جدول (5) ، (6) أن المجموعة التجريبية قد تحسنت فى مهارة هراى جوشى× أوسوتو جارى عن المجموعة الضابطة بنسبة11.08 ٪ ، بينما بلغ فرق نسبة التحسن فى مهارة أواتش جارى× إيبون سيوناجى 13.8 ٪

ويعزى الباحثون الفروق الدالة إحصائيا فىً فرق القياسيين القبلي– البعدى بين المجموعتين التجريبية– الضابطة , وكذلك نسب التحسن الحادثة فى متغيرات مستوى الأداء المهارى قيد البحث لصالح المجموعة التجريبية إلى التأثير الإيجابى للبرنامج المقترح حيث عمل على تثبيت المسار الحركي للمهارات قيد البحث داخل الممرات العصبية للناشىء، وانعكس ذلك على وضوح التصور الحركي للمهارات الحركية بشكل أفضل، مما ادى إلى تطوير مستوى الأداء المهارى لناشىء المجموعة التجريبية نتيجة دمج القدرات التوافقية والمهارات المركبة قيد البحث فى إطار حركى واحد ، بينما اشتمل البرنامج المتبع للمجموعة الضابطة على تنمية الجانب البدنى والجانب المهارى كل على حدة ، وبالتالى تحسنت نتائج المجموعة التجريبية عن نتائج المجموعة الضابطة فى متغيرات مستوى الأداء المهارى قيد البحث

حيث يؤكد كل من ستارو ستا Starosta 1998م(35) ،عبد الباسط جميل 2001م (8)، هبه عبد العظيم 2005م(26)، خالد فريد 2007م (5) على ارتباط القدرات التوافقية بالجانب المهارى ، حيث يؤدى دمج القدرات التوافقية مع المهارات الحركية الى تشكيل الأسس التوافقية الواجب توافرها لمستوى الأداء المهارى المتميز بالضبط والتحكم الحركى .

ويتفق ذلك مع نتائج دراسات كل من نيفين حسين 2004م (24) ، وفاء عبد الحفيظ 2005م (27) ، هبة عبد العظيم 2005م (26) ،خالد فريد 2007م (5) حيث أشاروا إلى أن تنمية القدرات التوافقية يؤدى إلى رفع وتقدم مستوى الأداء المهارى .

مما تقدم يرى الباحثون أن الفرض الثالث للبحث قد تحقق والذى ينص على" توجد فروق دالة إحصائياً فى فرق القياسيين (القبلي □ البعدى) بين المجموعتين (التجريبية– الضابطة) فى

متغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى أداء المهارات المركبة) لصالح القياس البعدى لصالح المجموعة التجريبية".

4- عرض الفرض الرابع

جدول (8)

متوسطات قيم البارامترات الكينماتيكية لمهارتى البحث

(هراى جوشى× أوسوتو جارى - أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى)

للمجموعتين الضابطة والتجريبية فى القياس البعدى

المتغيرات			هراى جوشى ×أوسوتو جارى		أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى		
			الضابطة	التجريبية	التقسيم الزمنى	الضابطة	التجريبية
الزمن (ث)		هراى جوشى	0.646	0.644	أو أوتش جارى	0.811	0.720
		أوسوتو جارى	1.678	1.522	إيبون سيوناجى	2.202	1.645
		الزمن الكلى	2.322	2.162	الزمن الكلى	3.013	2.365
مركز الثقل (سم)		اللاعب	المدافع	المهاجم	تقسيم أجزاء المهارة	المدافع	المهاجم
		مركز الثقل الأفقى	45.46	----		37.53	----
		مركز الثقل الرأسى	----	71.87		----	58.88
الزوايا (درجة)	زاوية الفخذ	هراى جوشى	----	102.6	أو أوتش جارى	----	154.9
		بداية أوسوتو جارى	----	113.7	بداية إيبون سيوناجى	----	153.9
		نهاية أوسوتو جارى	----	171.7	نهاية إيبون سيوناجى	----	112.7
	زاوية الركبة	هراى جوشى	----	140.7	أو أوتش جارى	----	153.8
		بداية أوسوتو جارى	----	143.6	بداية إيبون سيوناجى	----	152.3
		نهاية أوسوتو جارى	----	173.9	نهاية إيبون سيوناجى	----	104.7

يبين جدول 8 متوسطات قيم البارامترات الكينماتيكية لمهارتى البحث، حيث بلغ زمن مهارة هراى جوشى × أو سوتو جارى 2.322 ث للمجموعة الضابطة، بينما بلغ 2.162 ث

للمجموعة التجريبية. كما بلغ مركز الثقل الأفقى 45.46 سم ومركز الثقل الرأسى 71.87 سم، وكانت أقصى زاوية للفخذ 171.7 درجة، وللركبة 173.9 درجة. وبلغ زمن مهارة أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى 3.013 ث للمجموعة الضابطة ، بينما بلغ 2.365 ث للمجموعة التجريبية، كما بلغ مركز الثقل الأفقى 37.53 سم ومركز الثقل الرأسى 58.88 سم، وكانت أقصى زاوية للفخذ 154.9درجة، وللركبة 153.8 درجة.

جدول (9)

معامل الارتباط بين القدرات التوافقية ومستوى الأداء المهارى للمجموعتين

(الضابطة– التجريبية) في القياس البعدى ن1=ن2 = 10

المتغيرات		القدرات التوافقية				مستوى الأداء المهارى	
		ربط حركى	أوضاع متغيرة	استجابة حركية	التوازن الحركى	هراى جوشى× أوسوتو جارى	أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى
القدرات التوافقية	ربط حركى	---					
	أوضاع متغيرة	0.510	---				
	استجابة حركية	– 0.362	0.472	---			
	التوازن الحركى	0.183	0.633*	0.680*	---		
مستوى الأداء المهارى	هراى جوشى× أوسوتو جارى	– 0.032	0.211	0.262	0.652*	---	
	أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى	– 0.261	– 0.405	0.132	– 0.253	– 0.166	---

* قيمة ر الجدولية عند مستوى معنوية 0.05

يبين جدول 9 أن هـ ناك ارت باط طردى بين مكو نات الـ قدرات التوافق ية و متغيرات مستوى الأداء المهارى قيد البحث ، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 9 معاملا تراو حت قيمهم ما بين 0.132 : 0.680* , كما بلغ عدد المـ عاملات الـ سالبة الدا لة إحـ صائياً ذات الارت باط العكـ سى 6 مـ عاملا تراو حت قيمهم ما بين -0.032 : -0.405 , بيند ما بـ لغ عدد المـ عاملات الارتباط ية الدا لة إحـ صائياً 3 مـ عاملاً تراو حت قيمهم ما بين 0.633* : 0.680*.

جدول (10)

معامل الارتباط بين القدرات التوافقية (استجابة حركية– ربط حركى) وزمن الأداء للمجموعة الضابطة فى القياس البعدى ن = 10

المتغيرات			زمن الأداء						القدرات التوافقية	
			هراى جوشى× أوسوتو جارى			أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى				
			هراى جوشى	أوسوتو جارى	الزمن الكلى	أو أوتش جارى	إيبون سيوناجى	الزمن الكلى	استجابة حركية	ربط حركى
زمن الأداء	هراى جوشى× أوسوتو جارى	هراى جوشى	ـــــ							
		أوسوتو جارى	0.306-	ـــــ						
		الزمن الكلى	0.655	-0.096	ـــــ					
	أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى	أو أوتش جارى	0.298	0.375	0.455	ـــــ				
		إيبون سيوناجى	-0.218	-0.680**	-0.239	-0.765**	ـــــ			
		الزمن الكلى	0.073	0.745**	0.068	0.634**	-0.855**	ـــــ		
القدرات التوافقية		استجابة حركية	-0.437	-0.501	0.342	-0.043	0.218	-0.378	ـــــ	
		ربط حركى	-0.768**	-0.540	-0.538	-0.057	0.091-	0.246	-0.152	ـــــ

* قيمة ر الجدولية عند مستوى معنوية 0.05

** قيمة ر الجدولية عند مستوى معنوية 0.01

يبين جدول 10 أن هناك ارتباط طردى بين مكونات القدرات التوافقية والمتغير الكينماتيكى (زمن الأداء) قيد البحث، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 11 معاملا تراوحت قيمهم ما بين 0.073 : 0.655 , كما بلغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسى 16 معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.057 : -0.855 , بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 4 معاملاً عند مستوى معنوية 0.05 تراوحت قيمهم بين -0.765* : 0.634* وعند مستوى معنوية 0.01. بلغ عدد 2 معاملاً ارتباطياً تراوحت قيمهم 0.768** :-0.855** .

جدول (11)

معامل الارتباط بين القدرات التوافقية (استجابة حركية– ربط حركى) وزمن الأداء للمجموعة التجريبية فى القياس البعدى ن = 10

المتغيرات			زمن الأداء						القدرات التوافقية	
			هراى جوشى× أوسوتو جارى			أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى				
			هراى جوشى	أوسوتو جارى	الزمن الكلى	أو أوتش جارى	إيبون سيوناجى	الزمن الكلى	استجابة حركية	ربط حركى
زمن الأداء	هراى جوشى× أوسوتو جارى	هراى جوشى	---							
		أوسوتو جارى	-0.069	---						
		الزمن الكلى	-0.107	-0.206	---					
	أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى	أو أوتش جارى	-0.268	0.015	0.162	---				
		إيبون سيوناجى	-0.213	-0.082	0.002	-0.545	---			
		الزمن الكلى	-0.118	0.080	-0.552	-0.634*	0.028	---		
القدرات التوافقية		استجابة حركية	-0.139	0.215	0.212	0.635*	-0.419	-0.220	---	
		ربط حركى	-0.072	0.182	0.223	-0.204	0.695*	-0.422	-0.362	---

* قيمة ر الجدولية عند مستوى معنوية 0.05

يتضح من جدول 11 أن هناك ارتباط طردى بين مكو نات الـ قدرات التوافق ية وا لمتغير الكينماتيكى (زمن الأداء) قيد البحث للمجموعة التجريبية ، حيث بلغ عدد المعاملات الموجـ بة

11 معاملا تراوحت قيمهم ما بين 0.002 : 0.695* , كما بلغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسي 17 معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.072 : -0.634* , بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 3 معاملاً تراوحت قيمهم ما بين 0.634* : 0.695*.

جدول (12)

معامل الارتباط بين القدرات التوافقية (أوضاع متغيرة- توازن حركى) وإزاحة مركز الثقل (الأفقية- الرأسية) للمجموعتين الضابطة والتجريبية فى القياس البعدى ن1=ن2=10

المتغيرات			إزاحة مركز الثقل				القدرات التوافقية			
			الإزاحة الأفقية X		الإزاحة الرأسية Y		المجموعة التجريبية		المجموعة التجريبية	
			هراى جو شى× أو سوتو جارى	أو أو تش جارى× إيبون سيوناجى	هراى جوشى× أوسوتو جارى	أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى	أوضاع متغيرة	أوضاع متغيرة	أوضاع متغيرة	أوضاع متغيرة
إزاحة مركز الثقل	الإزاحة الأفقية X	هراى جوشى× أوسوتو جارى	---							
		أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى	0.129	---						
	الإزاحة الرأسية Y	هراى جوشى× أوسوتو جارى	0.308	0.117	---					
		أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى	0.525	0.321	-0.135	---				
القدرات التوافقية	المجموعة التجريبية	أوضاع متغيرة	0.457	0.003	-0.222	0.101	---			

		توازن حركى	0.336	0.550	-0.246	0.490	0.639*	---		
	المجموعة الضابطة	أوضاع متغيرة	0.277	-0.415	-0.176	0.102	0.499	-0.123	---	
		توازن حركى	-0.292	-0.115	0.190	-0.279	-0.068	-0.167	0.309	---

* قيمة ر الجدولية عند مستوى معنوية 0.05

يتضح من جدول 12 أن هناك ارتباط طردى بين مكو نات الـقدرات التوافق ية وا لمتغير الكينماتيكى إزاحة مركز الثقل (الأفقية- الرأسية) للمجموعتين قيد البحث فى الق ياس البـعدى ، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 17 معاملا تراوحت قيمهم ما بين 0.003 : 0.639* , كما بلغ عدد المعاملات الـ سالبة ذات الارتـ باط العكـ سى 11 مـعاملا تراو حت قيمهم ما بين - 0.068 : -0.292 بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 1 معاملاً بلغت قيمته 0.639*.

جدول (13)

معامل الارتباط بين القدرات التوافقية (أوضاع متغيرة– توازن حركى) للمجموعتين الضابطة والتجريبية وبين زاوية الفخذ فى القياس البعدى ن1=ن2=10

المتغيرات		الزوايا						القدرات التوافقية			
		هراى جوشى أوسوتو جارى			أو أوتش جارى إيبون سيوناجى			المجموعة التجريبية		المجموعة الضابطة	
		هراى جوشى	بداية أوسوتو جارى	نهاية أوسوتو جارى	أو أوتش جارى	بداية إيبون سيونا جى	نهاية إيبون سيوناج ى	أوضاع متغيرة	توازن حركى	أوضاع متغيرة	توازن حركى
الزوايا	هراى جوشى× أوسوتو جارى	هراى جوشى	----								
		بداية أوسوتو جارى	–0.037	----							
		نهاية أوسوتو جارى	0.130	0.391	----						
	أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى	أو أوتش جارى	–0.046	–0.505	0.153	----					
		بداية إيبون سيوناجى	–0.090	0.084	–0.297	0.150	----				
		نهاية إيبون سيوناجى	–0.212	0.362	0.075	–0.080	0.007	----			
القدرات التوافقية	المجموعة التجريبية	أوضاع متغيرة	–0.406	0.034	0.422	0.118	–0.326	0.533	----		
		توازن حركى	0.018	–0.329	0.240	0.379	–0.159	0.373	0.635*	----	
	المجموعة الضابطة	أوضاع متغيرة	–0.010	0.154	0.541	0.102	0.302	0.146	0.499	–0.123	----
		توازن حركى	–0.147	–0.483	0.148	0.232	–0.369	–0.359	–0.068	–0.167	0.309	----

* قيمة ر الجدولية عند مستوى معنوية 0.05

يتضح من جدول 13 أن هناك ارتباط طردى بين مكو نات الـقدرات التوافقـية وا لمتغير الكينماتيكى زاوية الفخذ فى القياس البعدى للمجموعتين قيد البحث ، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 26 معاملا تراو حت قيمهم ما بين 0.007 : 0.635* , كـما بـلغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسى **19** معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.010 : -0.483 بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 1 معاملاً بلغت قيمته **0.635***.جدول (14)

معامل الارتباط بين القدرات التوافقية (أوضاع متغيرة- توازن حركى) للمجموعتين الضابطة والتجريبية وبين زاوية الركبة في القياس البعدى ن1=ن2=10

المتغيرات			الزوايا						القدرات التوافقية			
			هراى جوشى× أوسوتو جارى			أو أوتش جارى× إيبون سيوناجى			المجموعة التجريبية		المجموعة الضابطة	
			هراى جوشى	بداية أوسوتو جارى	نهاية أوسوتو جارى	أو اتش جارى	بداية إيبون سيوناجى	نهاية إيبون سيوناجى	أوضاع متغيرة	توازن حركى	أوضاع متغيرة	توازن حركى
الزوايا	هراى جوشى× أوسوتو جارى	هراى جوشى	---									
		بداية أوسوتو جارى	0.142	---								
		نهاية أوسوتو جارى	-0.152	-0.659*	---							
	أوأتش جارى× إيبون سيوناجى	أو أوتش جارى	-0.262	0.317	-0.007	---						
		بداية إيبون سيوناجى	-0.368	0.155	-0.456	0.252	---					
		نهاية إيبون سيوناجى	0.276	0.535	-0.247	0.479	0.079	---				
القدرات التوافقية	المجموعة التجريبية	أوضاع متغيرة	0.040	0.084	-0.443	0.031	0.230	0.118	---			
		توازن حركى	0.040	-0.598	0.021	-0.528	-0.057	-0.320	0.633*	---		

	---	-0.123	0.499	0.519	0.144	0.548	-0.229	0.347	0.028	أوضاع متغيرة	المجموعة الضابطة	
---	0.309	-0.167	-0.068	-0.375	0.145	-0.073	-0.236	0.047	-0.103	توازن حركى		

* قيمة ر الجدولية عند مستوى معنوية 0.05

يتضح من جدول 14 **أن هناك ارتباط طردى بين مكو نات ال قدرات التوافق ية وا لمتغير الكينماتيكى زاوية الركبة فى القياس البعدى للمجموعتين قيد البحث ، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة** 25 **معاملا تراو حت قيمهم ما بين** 0.021 : 0.633* **, ك ما ب لغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسى 20 معاملا تراوحت قيمهم ما بين** -0.007 : -0.483 **بيند ما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً** 1 **معاملاً بلغت قيمته 0.659*.**

مناقشة الفرض الرابع :

يتضح من جدول 9 **أن هناك ارتباط طردى بين مكونات ال قدرات التوافق ية و متغيرات مستوى الأداء المهارى قيد البحث، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة** 9 **معاملا تراوحت قيمهم ما بين** 0.132 : 0.680* **, ك ما ب لغ عدد المعاملات ال سالبة الدا لة إح صائياً ذات الارت باط العك سى 6 م عاملا تراو حت قيمهم ما بين** -0.032 : -0.405 **, بيند ما ب لغ عدد المعاملات الارتباط ية الدا لة إح صائياً** 3 **م عاملاً تراو حت قيمهم ما بين** 0.633* : 0.680*.

ويفسر الباحثون **العلاقة الارتباطية بين ال قدرات التوافق ية و متغيرات م ستوى الأداء المهارى قيد البحث إلى أن القدرات التوافقية تعد أحد متطلبات الأداء فى رياضة الجودو ، ح يث أن توافر القدرات التوافقية لدى الناشئين يؤدى إلى اتساع قاعدة المهارات الحرك ية وت نوع الأداء التكنيكي,و لذا** ي شير ت شارلز كوربين ، روث ليند ساى Charles Corbin ، Ruth Lindsey 1998م **إلى أن القدرات التوافقية تعد من المتطلبات اللازمة للارتقاء بمستوى الأداء الفني للاعبي رياضة ا لجودو ،** ويـ ضيف **بأ نه تو جد علا قات متباد لة بين ال قدرات التوافق ية واكتساب المهارات الحركية ,ويتوقف مستوى كل منهما على الاخر و لذلك يجب ب ناء ال قدرات التوافقية والمهارات الحركية فى نطاق عملية موحدة. كما تؤكد** جوليوس كاسا Juluis Kasa

2005م على أن امتلاك الفرد الرياضى للقدرات التوافقية يساهم فى سرعة واكتساب وإتقان المهارات الحركية حيث ينعكس ذلك على ارتفاع مستوى الأداء المهارى .

ويتفق ذلك مع نتائج دراسات كل من شيرين أحمد 2001م (6) ، نسرين محمود 2004م (23) ، نيفين حسين 2004م (24) ، وفاء عبد الحفيظ 2005م (27) ، هبة عبد العظيم 2005م (26) ، جوليوس كاسا Juluis Kasa 2005م (31) حيث أشاروا إلى وجود علاقة ارتباطية بين تنمية مكونات القدرات التوافقية وارتفاع مستوى الأداء المهارى .

يبين جدول 10 أن هناك ارتباط طردى بين مكونات القدرات التوافقية والمتغير الكينماتيكى (زمن الأداء) قيد البحث، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 11 معاملا تراوحت قيمهم ما بين 0.073 : 0.655 , كما بلغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسى 16 معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.057 : -0.855** , بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 4 معاملاً عند مستوى معنوية 0.05 تراوحت قيمهم بين -0.765* : 0.634* وعند مستوى معنوية 0.01. بلغ عدد 2 معاملاً ارتباطياً تراوحت قيمهم 0.768** : -0.855** .

ويتضح من الجداول 8، 10، 11 أن هناك ارتباط طردى بين مكونات القدرات التوافقية (استجابة حركية- ربط حركى) والمتغير الكينماتيكى (زمن الأداء) قيد البحث، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 11 معاملا تراوحت قيمهم ما بين 0.073 : 0.655 , كما بلغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسى 16 معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.057 : -0.855** , بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 4 معاملاً عند مستوى معنوية 0.05 تراوحت قيمهم بين -0.765* : 0.634* وعند مستوى معنوية 0.01. بلغ عدد 2 معاملاً ارتباطياً تراوحت قيمهم 0.768** : -0.855** . وذلك للمجموعة الضابطة، بينما بلغ عدد المعاملات الموجبة 11 معاملا تراوحت قيمهم ما بين 0.002 : 0.695* , وعدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسى 17 معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.072 : -0.634* , فى حين بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 3 معاملاً تراوحت قيمهم ما بين 0.634* : 0.695* وذلك للمجموعة التجريبية.

وتبين تلك العلاقات الارتباطية أنة قد بلغ أقصى معدل للارتباط عند مستوى معنوية 0.05 وكان قدره 0.695 ، بين الربط الحركى والمهارة المركبة أواتش جارى × إيبون سيوناجى

عند الجزء الثانى للمهارة إيبون سيوناجى وزمنها 1.645 ث لصالح المجموعة التجريبية، بينما كان معامل الارتباط بينهما عند المجموعة الضابطة -0.091 بزمن قدرة 2.202 ث. وبين الاستجابة الحركية والجزء الأول للمهارة أواتش جارى بلغ معامل الارتباط 0.635 بزمن قدرة 0.720 ث للمجموعة التجريبية، ومعامل ارتباط للمجموعة الضابطة بلغ -0.043 بزمن قدرة 0.811 ث.

بينما فى المهارة المركبة هراى جوشى× أوسوتو جارى بلغ أعلى معدل للارتباط عند مستوى معنوية 0.05 وكان قدرها 0.182، وذلك عند الجزء الثانى للمهارة أو سوتو جارى وزمنها 1.522 ث لصالح المجموعة التجريبية، بينما كان معامل الارتباط بينهما عند المجموعة الضابطة - 0.540 بزمن قدرة 1.678. فى حين بلغ أعلى معدل للارتباط 0.223 بينها وبين الربط الحركى لصالح المجموعة التجريبية عند الزمن الكلى للمهارة والذى بلغ 2.162 ث، بينما المجموعة الضابطة بلغت معامل ارتباط -0.538 عند الزمن الكلى و قدرة 2.322 ث. وبين الاستجابة الحركية والجزء الأول للمهارة هراى جوشى بلغ معامل الارتباط -0.139 بزمن قدرة 0.644 ث للمجموعة التجريبية، ومعامل ارتباط للمجموعة الضابطة بلغ -0.437 بزمن قدرة 0.646 ث.

وتشير هذه النتيجة إلى أن الربط الحركى بين أجزاء كل من المهارتين المركبتين أوا تش جارى × إيبون سيوناجى، والمهارة هراى جوشى × أوسوتو جارى كل على حدة فى شكل مهارة حركية مركبة كان ذات دلالة مرتفعة عند المجموعة التجريبية عنها للمجموعة الضابطة مما يؤكد أن تنمية قدرة الربط الحركى التوافقية أدت إلى تحسن مستوى الأداء الحركى، وزمن الأداء الحركى للمهارة ككل، والربط بين المهارتين بشكل جيد وتؤكد ذلك دراسة كل من حمادة حبيب 2005 ، Rodney 2007 (37) حيث أشارا إلى أن تحسن زمن الأداء لأجزاء المهارة المركبة أو الجملة الحركية يؤدى إلى الربط الجيد بين مفرداتها. بينما تشير نتيجة الاستجابة الحركية ودلالتها العالية إلى أن تنمية هذه القدرة التوافقية أدت إلى سرعة الاستجابة الحركية مع بداية المهارة المركبة هراى جوشى× أو سوتو جارى متمثلة فى الجزء الأول منها هراى جوشى، والمهارة المركبة أواتش جارى× إيبون سيوناجى متمثلة فى الجزء الأول منها أوا تش جارى.

كما يتضح من الجدول 8، 12 أن هناك ارتباط طردى بين مكونات القدرات التوافقية (أوضاع متغيرة □ توازن حركى) والمتغير الكينماتيكى (إزاحة مركز الثقل الأفقية والرأسية)

قيد البحث للمجموعتين التجريبية والضابطة، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 17 معاملا تراوحت قيمهم ما بين 0.003 : 0.639* , كما بلغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسى **11** معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.068 : -0.292 بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 1 معاملاً بلغت قيمته **0.639***.

يبين جدول **8** متوسطات قيم البارامترات الكينماتيكية لمهارتى البحث، حيث بلغت إزاحة مركز الثقل الأفقى **45.46** سم وذلك للاعب المدافع ،وإزاحة مركز الثقل الرأسى **71.87** سم، للاعب المهاجم فى مهارة هراى جو شى× أو سوتو جارى ، كما بلغت إزاحة مركز الثقل الأفقى **37.53** سم للاعب المدافع و إزاحة مركز الثقل الرأسى **58.88** سم للاعب المهاجم فى مهارة أواتش جارى× إيبون سيوناجى ، وكانت أقصى زاوية للفخذ **171.7** درجة، وللركبة **173.9** درجة فى مهارة هراى جو شى× أو سوتو جارى. وكانت أقصى زاوية للفخذ **154.9**درجة، وللركبة **153.8** درجة فى مهارة أواتش جارى× إيبون سيوناجى وذلك للاعب المهاجم فقط.

وقد بلغت أقصى معدل للارتباط عند مستوى معنوية **0.05** وكان قدرها **0.457** ، وذلك بين أوضاع متغيرة وإزاحة مركز الثقل الأفقية للمهارة المركبة هراى جو شى× أو سوتو جارى، بينما بلغت **0.550** مع المهارة أواتش جارى× إيبون سيوناجى والتوازن الحركى. وتشير هذه النتيجة إلى أن إزاحة مركز الثقل الأفقية للمهارة الثانية أوسوتو جارى ترتبط ارتباطا كبيرا بإخلال اللاعب المهاجم لتوازن اللاعب المنافس فى تلك المهارة فكلما زاد المدى الحركى الأفقى للاعب المدافع أو المنافس كلما زاد إخلال توازنه مما يؤدى إلى سقوطه بشكل كامل على الأرض بسرعة كبيرة وهذا ما تؤكده دراسة كل من محمد غيدة 2003م ، Rodney 2007 (**37**) من أن سرعة مركز الثقل تبلغ أقصاها فى الجزء الثانى من المهارة. فى حين بلغت قيمة الدلالة لإزاحة مركز الثقل الرأسية أقصاها عند**0.490** بين التوازن الحركى والمهارة المركبة أواتش جارى× إيبون سيوناجى.

ويتضح من الجداول **13**، **14** أن هناك ارتباط طردى بين مكونات القدرات التوافقية والمتغير الكينماتيكى زاوية الفخذ فى القياس البعدى للمجموعتين قيد البحث ، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 26 معاملا تراوحت قيمهم ما بين 0.007 : 0.635* , كما بلغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العكسى **19** معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.010 : -0.483 بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 1 معاملاً بلغت قيمته **0.635***.

كما أن هناك ارتباط طردى بين مكونات القدرات التوافقية والمتغير الكينماتيكى زاوية الركبة فى القياس البعدى للمجموعتين قيد البحث ، حيث بلغ عدد المعاملات الموجبة 25 معاملا تراو حت قيمهم ما بين 0.021 : 0.633* , كما بلغ عدد المعاملات السالبة ذات الارتباط العك سى **20** معاملا تراوحت قيمهم ما بين -0.007 : -0.483 بينما بلغ عدد المعاملات الارتباطية الدالة إحصائياً 1 معاملاً بلغت قيمته **0.659*** . حيث بلغ أقصاه **0.635** فى زاوية الفخذ وال توازن الحر كى **0.483** بيند ما ب لغ **0.533** ع ند الأو ضاع ا لمتغيرة وذ لك للمجمو عة التجريب ية. وارتباط طردى بين مكونات القدرات التوافقية والمتغير الكينماتيكى زاو ية الرك بة فى الق ياس البعدى للمجموعتين قيد البحث ، حيث بلغ **0.633** عند الأوضاع المتغيرة، وب لغ **0.598** مع التوازن الحركى. وهنا نشير ألى أنة كلما قلت قيم زاويتى الركبه و الفخذ لمهارة أوا تش جارى× إيبون سيوناجى دل ذلك على تحسن القدرات التوافقية لدى الا عب مما يؤثر فى ر فع م ستوى الأداء والعكس لمهارة هراى جوشى × أوسوتو جارى، وهذا ماتؤكدة درا سة كل من محمد غ يدة 2003 ، Rodney 2007 (**37**) .

مما تقدم يرى الباحثون أن الفرض الرابع للبحث قد تحقق والذى ينص ع لى" تو جد علا قة ارتباطيه طردية بين تنمية القدرات التوافقية والباراميترات الكينماتيكية الخاصة بم ستوى أداء المهارات المركبة قيد البحث".

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات :

استناداً إلى ما أظهرته نتائج البحث وفى ضوء هدف وفروض الب حث تو صل ال باحثون إلى الاستنتاجات التالية :

- أهم القدرات التوافقية المناسبة لمهارتى البحث ولطبيعة المرحلة العمر ية 11 □ 13 سنة هي (القدرة على الربط الحركى □ القدرة على التكيف مع الأوضاع المتغيرة □ القدرة ع لى التوازن الحركى □ القدرة على سرعة الاستجابة الحركية) .
- أظهر البرنامج المقترح (التجريبي) تأثيراً إيجاب ياً في ا لمتغيرات (ال قدرات التوافق ية □ مستوى الأداء المهارى) لدى ناشئ المجموعة التجريبية .
- أظهرت فروق نسب التحسن بين المجموعتين (التجريبية –الضابطة) في المتغيرات (القدرات التوافقية □ مستوى الأداء المهارى) , تفوق المجموعة التجريبية التي استخدمت البر نامج المقترح (التجريبي) على المجموعة الضابطة التي استخدمت البرنامج المتبع (التقليدي) .
- يوجد ارتباط دال إحصائيا بين بعض القدرات التوافق ية و متغيرات م ستوى الأداء المهارى قيد البحث .

- كلما زادت قيمة الزاوية للجذع كان أفضل من حيث المسار الحر كى للمهارة وزيادة سيطرة اللاعب المهاجم على المنافس لمهارة هراى جوشى × أوسوتوجارى.
- كلما قلت قيمة الزاوية للجذع كان أفضل من حيث زيادة قاعدة اتزان الاعب المهاجم ورفع المنافس عن الأرض نهائياً لمهارة أواتش جارى× ايبون سيوناجى.
- كلما زاد المدى الحركى الأفقى لمركز ثقل الاعب المنافس كلما ازداد احتمال توازنه وبالتالى يسهل رفعه.
- كلما قلت قيم زاويتى الركبه و الفخذ لمهارة أواتش جارى× ايبون سيوناجى دل ذلك على تحسن القدرات التوافقية لدى الاعب مما يؤثر فى رفع مستوى الأداء والعكس لمهارة هراى جوشى × أوسوتوجارى.

التوصيات:

استنادا على ما تم التوصل إليه من نتائج، وفي ضوء أهداف البحث يوصي الباحثون بما يلي:

1- ضرورة الاهتمام بتنمية القدرات التوافقية داخل البرامج التدريبية الخاصة بمراحل الناشئين فى رياضة الجودو ، وذلك لما لها من تأثير إيجابي على رفع مستوى الأداء المهارى .
2- تطبيق تمرينات القدرات التوافقية المستخدمة فى البحث نظرا لفاعليتها فى الارتقاء بمستوى الأداء المهارى المركب فى رياضة الجودو.
3- ضرورة مراعاة المدربين للأهمية القصوى لتمرينات التوازن الحركى فى هذه المرحلة السنية وتوجيه التدريب وفق أهميتها.
4- الاهتمام باستخدام برامج التحليل الحركى فى دراسة المهارات الحركية خاصة المركبة فى رياضة الجودو لما لها من اهمية كبيرة فى الكشف عن قصور الاداء.
5- إجراء المزيد من الدراسات المشابهة لطبيعة البحث الحالى على مهارات اللعب الأرضي (كتامى وازا) فى رياضة الجودو

المراجـع

1- السيد عبد المقصود: **نظريات الحركة ، مطبعة الشباب الحر، القاهرة ، 1986م.**

2- جمال محمد علاء الدين : **دراسات معملية فى بيوميكانيكا الحركات الرياضية ، دار المعارف ، الإسكندرية ، 1994م.**

3- جمال محمد علاء الدين ، ناهد أنور الصباغ : **علم الحركة ، الجزء الثانى ، الطبعة الخامسة ، دار الكتب ، 1995م.**

4- حامد أحمد عبد الخالق : **مذكرة علم الحركة ، كلية التربية الرياضية للبنين بالهرم ، جامعة حلوان .**

5- طلحة حسين حسام الدين : **الميكانيكا الحيوية " الأسس النظرية والتطبيقية " ، دار الفكر العربى ، القاهرة ، م.1993**

6- طلحة حسين حسام الدين: **مبادئ التشخيص العلمى للحركة ، دار الفكر العربى ، القاهرة 1994م.**

7- طلحة حسين حسام الدين : **قراءات متقدمة فى الميكانيكا الحيوية ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، 1997م.**

8- طلحة حسين حسام الدين، وآخرون: **علم الحركة التطبيقى، الجزء الأول، القاهرة، مركز الكتاب للنشر، 1998م.**

9- عادل عبد البصير على: **التحليل البيوميكانيكى لحركات جسم الإنسان " أسسة وتطبيقاتة " ، المطبعة المتحدة ، بورسعيد ، 2000م.**

10-سامية هانم أحمد عبدة : **علم الحركة ، دار الطوخى للطباعة ، القاهرة ، 1990م.**

11-سعيد خليل الشاهد : **التعلم والتحكم الحركى ، مذكرات الدراسات العليا ، كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة ، جامعة حلوان ، 2001م.**

12-سوسن عبد المنعم وآخرون: **البيوميكانيك فى المجال الرياضى، الجزء الاول ، القاهرة، دار المعارف، 1977م.**

13-محمد أحمد نور الدين : **مذكرة تشريح جسم الإنسان ، جامعة الأزهر.**

14-محمد صبحى حسانين ، حمدى عبدالمنعم : **الأسس العلمية للكرة الطائرة وطرق القياس والتقويم ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، 1997م.**

15-محمد غيدة ، إيهاب البراوى ، حمادة **عبدالعزيز : علم الحركة ، مطبعة 6 أكتوبر ، المنصورة ، 2007م.**

16-محمد بريقع ، محمد غيدة : **طريقة معدلة للقبض بأصابع اليد الساحبة فى رياضة القوس والسهم، بحث منشور، مؤتمر جامعة الاسكندرية، 2004.**

17-محمد غيدة : **تأثير استخدام أسلوب سحب الوتر على سرعة انطلاق السهم ومستوى الإنجاز فى رياضة القوس والسهم، بحث منشور، مؤتمر جامعة المنصورة، 2006.**

18-محمد غيدة، حمادة حبيب، خالد فريد : **تأثير تنمية القدرات التوافقية على تحسين مستوى أداء المهارات المركبة الخاصة بناشئى الجودو وعلاقتها ببعض الباراميترات الكينماتيكية، بحث منشور، مؤتمر جامعة الاسكندرية، 2008.**

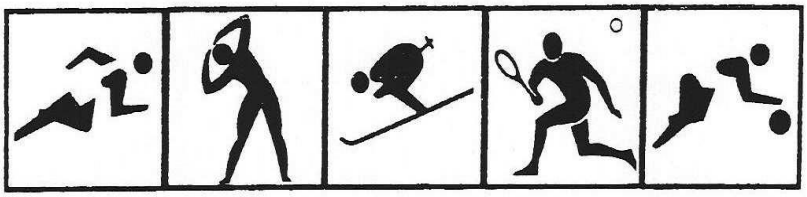
19-ناهد أنور الصباغ، جمال علاء الدين: **علم الحركة،(ط7) كلية التربية الرياضية بالإسكندرية،1999م.**

20-Bernstein, N. A. **: <u>Bewegungsphysiologie.</u> Sportmedizinische Schriftenreihe der DHFK, Band 9, Leipzig 1975.**

21-Bernstein, N. A. **: Stdientexte zur Koordination, zum Learnprozess und zur Ontogenese sportlicher Bewegungen. Herausgegeben vom Wissenschaftlichen Rat Des Staatssekretariats für Kôrperkultur und Sport und von der Deutschen Hochschule für Kôrperkultur, Berlin und Leipzig, 1975 .**

الجزء الثاني

الميكانيكا الحيوية



اعداد
دكتور/ حسام حسين عبد الحكيم
مدرس بقسم علوم الحركة الرياضية
كلية التربية الرياضية
جامعة المنصورة

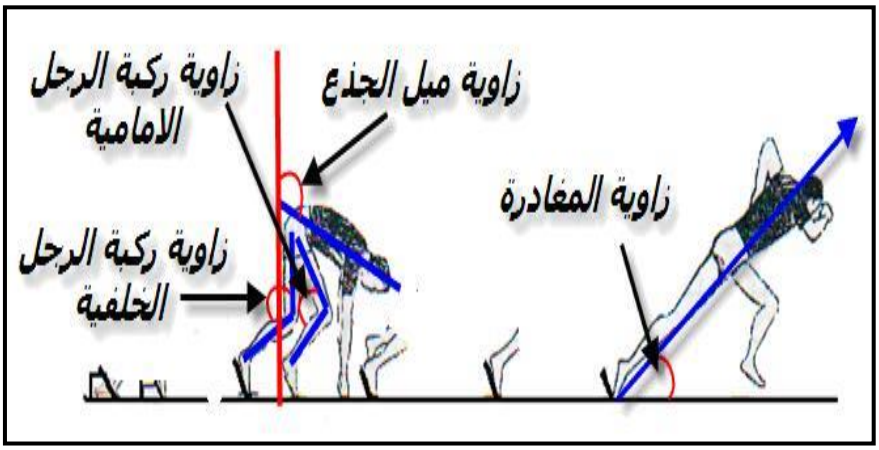
الفصل الخامس
كينماتيكا الحركة الخطية والزاوية

الهدف العام :

عزيزي الطالب بعد قرائتك لهذا الفصل يجب أن تكون قادرا علي أن تقارن بين كينماتيكا الحركة الخطية والزاوية وطرق حساب كل منهم من خلال :

الأهداف الفرعية التالية :

6- **تتعرف علي مفهوم وأنواع الحركات من وجهة النظر البيوميكانيكية.**
7- **تصف كيفية رصد الحركات الرياضية.**
8- **تقارن بين الكميات الفيزيائية الأساسية والمشتقة .**
9- **تستنتج أكثر الكميات استخداما في مجال البيوميكانيك .**
10- **تطبق الكميات البيوميكانيكية في وصف كينماتيكا الحركة الخطية والزاوية (الزمن ، الازاحة، السرعة، العجلة) .**



مفهوم الحركة في علم الميكانيكا

إن علم الميكانيكا هو العلم الذي يبحث في حركة الاجسام و سكونها النسبي ويشمل هذا العلم بمباحثه حركة الاجسام المتناهية في الكبر و حركة و حركة الجسيمات المتناهية في الصغر و لغرض تسليط الضوء على ماهية الحركة او الحركة الرياضية لابد من تناول التعاريف التي مرت بها الحركة حيث يقول ليونارد دافنشي ان الحركة سبب كل حياة وقال ان جسم الإنسان خاضع لقوانين الميكانيك في حركته اذ يقصد بمفهوم الحركة .

ولا يوجد موقع ثابت في الكون فمكونات المادة دقائق متحركة و الأرض و من عليها في حالة حركة و كذلك المجموعة الشمسية ،و يتضح مما تقدم بان الحركة التي تتضمن بالنسبة لنقطة (مجموعة محاور) مثبتة على الارض هي في الواقع حركة نسبية نظرا لان الارض تدور حول محورها كما تسير في مدارها (orbit) حول الشمس . ان دراسة حركة الأجسام وفق نظام حسابي محدد يمكن معرفته من خلال ثلاث كميات ميكانيكية ممكن قياسها وهي كالأتي :

(1) الزمن: و هو الفترة التي يستغرقها الجسم في حركته و هي كمية ميكانيكية قابلة للقياس، و يعد الزمن معيار للتفاضل بين حركة الأجسام .
(2) الفراغ: هو المساحة و الحجم المشغول من قبل الجسم و المسافة او

الزاويـــــة التـــــي يقطعهـــــا الجســـــم خـــــلال الحركـــــة.

(3) المادة: هو كل شيء له كتلة و يشغل حيزا في الفراغ.

و يعرف (برووير) الحركة بأنها تغير في المكان او الوضع و تتضمن السرعة و الاتجاه , فانتقال الجسم في الفراغ امر نسبي لان انتقال الجسم يعني ان هذا الجسم غير من موضعه بالنسبة لأجسام أخرى , فالحركة شيء نسبي لانه من غير الممكن ان نتوصل بالتجربة الى إثبات أمكانية وجود حركة مطلقة او سكون مطلق . اضافة الى ما تقدم فان كل حركة لابد ان تكون ناتجة من قوة و الا لما حدثت الحركة كما ان تاثير القوة يكون اكبر عندما تؤدي الحركة بسرعة أي خلال فترة زمنية قصيرة بمعنى ان هناك تناسب طردي بين قدرة الشخص و سرعة حركته .

ويعرف (جنسن وشولتز) الحركة بأنها انتقال أو دوران الجسم او احد أجزائه وتعتبر الحركة أساس المهارات الرياضية أذ ان معظم الأنشطة الرياضية تتطلب تحريك الجسم او احد الاجزاء سواء كان ذلك مع استخدام أدوات او أجهزة رياضية خارجية او بدونها " كما ان للحركة الرياضية هدف يؤدي بسرعة معينه وفي زمن معين وهي تحدث غالباً من انقباض العضلات والتي تتوقف عليها قوة هذه الحركات الناتجة التي يؤديها الجسم او احد اجزاءه فمن المستحل تحدث الحركة بدون انتاج قوة 0

وتعرف(ويلز ولوتنجز) الحركة بانها الفعل او عمليات التغيير المكاني او الوضعي بالنسبة لبعض الشواهد (علامات ضابطة) أي ان الحركة عكس السكون كما ان الحركة يمكن رؤيتها او الشعور بها , واكد على ضرورة وجود شواهد (علامات ضابطة) للحكم على التغير المكاني او الوضعي للجسم فبدون تلك الشواهد لايمكننا تقدير الحركة او الشعور بها 0

ومما تقدم نلاحظ أن مفهوم الحركة فى علم الميكانيكا هو أن يغير الجسم مكانه فى مساره الزمنى ، ولا يمكن ملاحظة هذا التغير سوى من خلال المقارنة النسبية بجسم أخر أو نقطة ثابته تستخدم كطرف للمقارنة ، لذا لابد من تحديد نقطة المشاهدة النسبية بدقة قبل القيام بوصف الحركة أو أى مسار من مسارتها ، وذلك لآن الحركة نسبية تتوقف وترتبط بنقطة المشاهدة النسبية وتختلف باختلافها .

فالارض نقطة مشاهدة نسبية لكل الحركات التى تتم عليها وذلك دون أن نذكر فى كل مرة أنها نقطة المشاهدة النسبية فالوثب لأعلى يقاس بمقدار ابتعاد الجسم عن الأرض بينما خط البداية فى سباق 100م نقطة نسبية لمسافة السباق و لوحة الارتقاء فى الوثب الطويل نقطة مشاهدة نسبية لمسافة الوثب الطويل ، و بالتالى أى مسافة لابد أن تكون لها نقطة بداية ونقطة نهاية حتى نستطيع تحديد طول هذه المسافة .

وبالتالى لا تتم الحركة بالمعنى الميكانيكي إلا إذ غير الجسم مكانه خلال فترة زمنية معينة ولا يمكن ملاحظة هذا التغير إلا بالنسبة لجسم أخر ، فالواقع أنه لا يوجد جسم ساكن فى الكون ولكن كل ما فيه يتحرك ولكن الحركة نسبيه حيث أنه لابد عند تمثيل أى حركة أو وصفها أن ننسبها دائماً لشىء ثابت ، فالحركة المطلقة لا معنى لها و غالباً ما نستخدم الأرض كنظام نسبى للحركات فننسب حركة المقذوف للأرض فى حين أن الأرض تتحرك أيضا ولكن تكون حركة المقذوف فى هذه الحالة حركة نسبية وليست مطلقة .

إن دراسة الحركة الرياضية من الناحية الميكانيكية ينبغي ان يتم من خلال ثلاثة محاور احدهما عموديا و الآخران أفقيان يكون المحور العمودي في اتجاه الجاذبية الأرضية اما المحور الأفقي الأول فهو في الاتجاه الموازي لسطح الارض و في اتجاه الحركة , اما المحور الأفقي الثاني فيكون موازيا لسطح الأرض و بشكل متعامد مع المحورين الافقي و العمودي .

و من خلال ما تقدم يتضح لنا بان النظام الاحداثي او النسبي للحركة هو دراستها على أساس عدد من الثوابت في الفراغ كما ان مفهوم النظام الاحداثي هو تعيين مجموعة من الثوابت يتحدد على أساسها مقدار حركة الجسم و اتجاهها و هذه الثوابت هي عبارة عن الاحداثي الأفقي (X) و الاحداثي العمودي (Y) و يمثل نقطة تلاقي هذين الاحداثيين منشأ الحركة او النظام النسبي الثابت الذي تعزى اليه الحركة، و طريقة رسم الاحداثيين الافقي و العمودي لتحديد موضع الحركة ما تتم عندما تحدث الحركة في سطح، اما اذا

تمت الحركة في الفراغ فلا يكفي تحديد الحركة بواسطة احداثيين فقط و انما يستحدث محور افقي آخر يتعامد مع المحور الافقي (X) ويطلق عليه محور(Z).

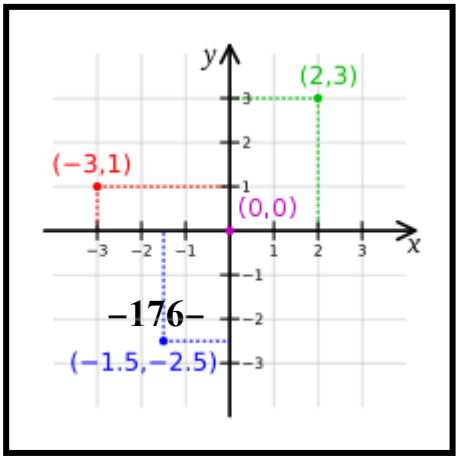
وعليه و لدراسة حركة جسم اللاعب يلزمنا شيئان :

أولا : هيكل رصد / مكون من ثلاثة محاور متماسكة و ملتقية في نقطة و يستحسن ان تكون متعامدة بعضها على بعض و ينسب موضع الجسم إلى هذا الهيكل و تبدو هذه المحاور الثلاثة المتعامدة على بعضها كما في الشكل التالي :

1- (X) – المحور الأفقي او المحور السيني : ويكون في اتجاه الحركة الرئيسي و موازٍ لسطح الأرض .

2- (Y) – المحور الراسي او الصادي : و يكون في اتجاه الجاذبية الأرضية أي عمودي على سطح الأرض .

3- (Z) – المحور العرضي(السهمي) : و يكون موازٍ لسطح الارض و لكن عمودي على المحور الافقي أي مقاطع للاتجاه الرئيسي للحركة .



وقد تختلف نقطة البداية المشتركة للمحاور (نقطة الأصل) أو بمعنى اخر النقطة النسبية من حركة الى حركة اخرى , و يمكن اتخاذ النقطة النسبية التالية في الحركات الرياضية مثلا :

العقله يكون نقطة البداية بار العقلة ، 100 متر عدو تكون نقطة البداية خط البداية ، ومسابقة الوثب الطويل تكون نقطة البداية لوحة الوثب ، والسباحة تكون نقطة البداية .

ثانيا : ساعة توقيت او مقياس زمني

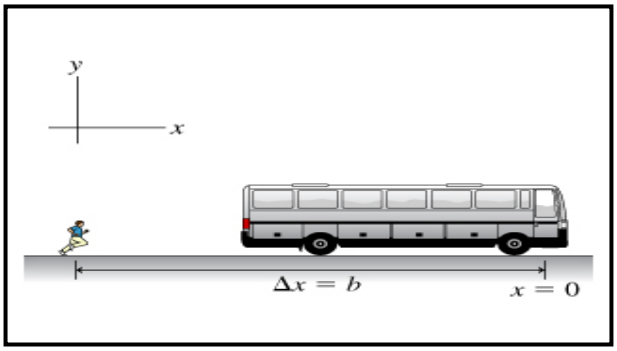
لتسجيل الفترات الزمنية التي يأخذ فيها الجسم مواضع معينة بالنسبة الى هيكل الرصد .

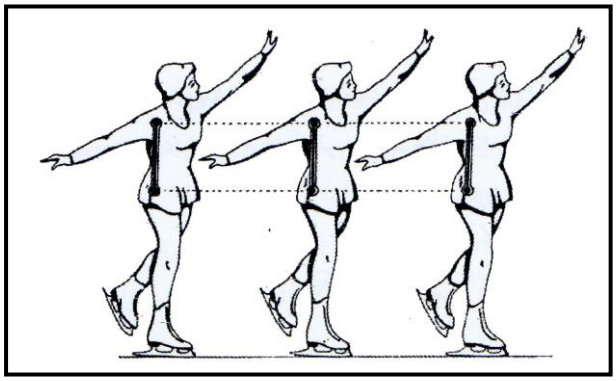
أنواع الحركة من وجهة النظر الميكانيكية :

تنقسم الحركة من حيث سيرها الهندسى إلى :-

1- الحركة الانتقالية:

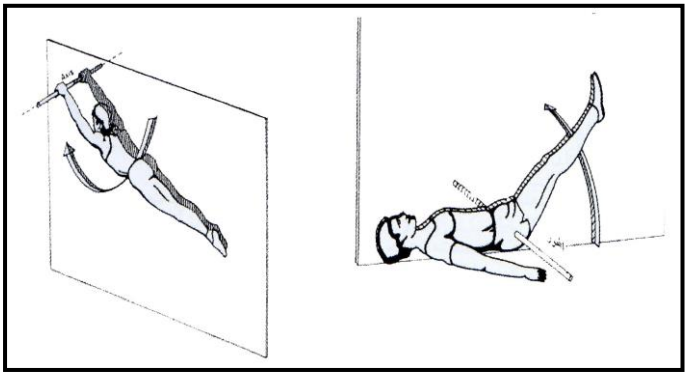
يقصد بالحركة الانتقالية أن يتحرك الجسم فى خط مستقيم بحيث تنتقل جميع اجزاء الجسم انتقالاً متساوياً ومتوازياً . ويمكن أن تكون الحركة انتقالية مستقيمة أو انتقالية منحنية فى بعض الأحيان .





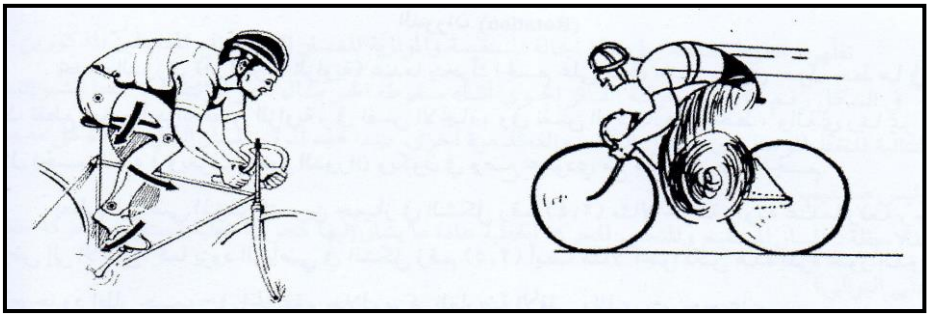
2- الحركة الدائرية :

يقصد بالحركة الدائرية دوران الجسم أو جزء من أجزائه حول محور ثابت يسمى محور الدوران ، وترسم أجزاء الجسم دوائر متوازية ومتحدة المركز .



3- الحركة العامة :

يقصد بالحركة العامة أن تكون حركة الجسم دائرية ومستقيمة فى نفس الوقت بمعنى أن يدور الجسم حول نفسه لحظة انتقاله من مكان لأخر .



وتنقسم الحركة من حيث مسارها الزمنى إلى :-

1- حركات منتظمة : وهى الحركات التى يقطع فيها الجسم مسافات متساوية فى أزمنه متساوية و يكون مقدار العجلة فيها مساوى للصفر .

2- حركات غير منتظمة : وهى الحركات التى يقطع فيها الجسم مسافات متساوية فى أزمنه غير متساوية أو يقطع مسافات غير متساوية فى أزمنه و يكون مقدار العجلة فيها غير مساوى للصفر ، فقد تكون عجلة تزايدية (موجبة) عند زيادة السرعة أو عجلة تناقصية (سالبة) عند نقص السرعة .

الكميات الفيزيائية الأساسية والمشتقة

وبادئ ذى بدء لابد من التعرف على الكميات الفيزيائية الاساسية والمشتقة التى تستخدم فى دراسة ووصف الحركة ،وكذلك الكميات المتجهه وغير المتجهه .

و تستخدم هذه الكميات الفيزيائية فى قياس متغيرات الحركة المختلفة ، حيث يشير كلفن غلى أنه " عندما تستطيع قياس ما تتكلم عنه وتعبر عنه بالارقام فإنك إذا تعرف شيأ عنه ، ولكنك عندما لاتستطيع أن تعبر عن الشىء بالارقام فإن معرفتك فى هذه الحالة غير كافية ولكن تعتبر بداية ".

ولتعريف الكمية الفيزيائية Physical Quantity فإنه يجب أولا أن نعرف طريقة قياس هذه الكمية أو طريقة حسابها رياضياً من كميات أخرى. فعلى سبيل المثال يمكن تعريف المسافة والزمن بواسطة وصف الطريقة التي يمكن أن نقيس كلاً منهما، وبالتالي يمكن تعريف سرعة جسم متحرك بواسطة حساب حاصل قسمة المسافة على الزمن. في هذه الحالة فإن كلاً من المسافة والزمن هما كميتان فيزيائيتان أساسيتان بينما السرعة فهي كمية فيزيائية مشتقة.Derived Physical Quantity

تسمى هذه الطريقة من التعريف بالتعريف الإجرائي Operational Definition.وبالتالي تعتمد على وصف طريقة القياس لأية كمية فيزيائية. هناك كميات فيزيائية كثيرة تعتمد على هذه الطريقة من التعريف وهذه هي الكميات الأساسية فمثلاً في علم الميكانيكا فإن الكميات الأساسية التي سنستخدمها هي الكتلة والطول والزمن.

وتعتبر وحدة قياس المسافة (الكيلومتر) كبيرة في بعض الأحيان فمثلاً لقياس طول غرفة الدراسة أو قياس مسافة عرض الشارع فإنه يمكن استخدام وحدات مشتقة مثل المتر أو السنتمتر أو الميليمتر، أما في حالة قياس مسافات ذرية فإننا نستخدم وحدات أصغر مثل الأنجسترم.

الكميات الأساسية : هي الكميات التي لا يتم اشتقاقها من كميات أبسط منها		
الكمية	**الوحدة**	**الرمز**
الطول ------ Length	**متر**	**m**
الكتلة ------ Mass	**كيلوجرام**	**Kg**
الزمن ------ Time	**ثانية**	**s**
درجة الحرارة ------ Temperature	**كلفن**	**K**
شدة التيار ------ Current Intensity	**أمبير**	**A**

الكميات المشتقة : هي الكميات التي يتم اشتقاقها من كميات أساسية أبسط منها			
الكمية	طريقة الاشتقاق	الوحدة	الرمز
المساحة	الطول × العرض	متر مربع	M^2
الحجم	الطول × العرض × الارتفاع	متر مكعب	M^3
السرعة	المسافة / الزمن	-	M/S
العجلة	السرعة / الزمن	-	M/S^2
القوة	الكتلة × العجلة	نيوتن	N
الضغط	القوة / المساحة	باسكال	Pa
الشغل	القوة × المسافة	جول	J
الطاقة	القوة × المسافة	جول	J
القدرة	الطاقة الكامنة / الزمن	واط	W
الجهد الكهربائي	الشغل / الشحنة	فولت	V
المقاومة الكهربائية	الجهد / التيار	أوم	Ω
كمية الحرارة	الكتلة × السعة الحرارية النوعية × الفرق في درجات الحرارة	جول	J

وتنقسم الكميات الفيزيائية المستخدمة فى دراسة الحركة إلى كميات فيزيائية أساسية ومشتقة كما في الجدول السابق ، إلا أن بعض من هذه الكميات

السابقة شائع الأستخدام في مجال البيوميكانيك الرياضي ولذلك سوف نقوم بشرحة كما يلي :

1- الكميات الفيزيائية الأساسية

وهى الكميات التى يتم قياسها مباشرة و لا تشتق من كميات أخرى وهى الزمن و المسافة والكتلة فكل كمية من هذه الكميات لابد من قياسها حتى نتمكن من تقدير كميتها بدقة .

ولكل كمية من هذه الكميات وحدات للقياس خاصة بها ، حيث أنه حتى عام 1958 كان هناك نظامان عالميان من أنظمة القياس الدولية احداهما فنى والاخر فيزيائى ونتج عن ذلك خلط فى وحدات القياس حى الان ومثال ذلك استخدام الكيلو جرام استخدام خاطىء كوحدة قياس للقوة ، علما بأن وحدة قياس القوة هى النيوتن .

لذا تم الاتفاق منذ عام 1958 م على أن يكون هناك نظام دولى موحد لوحدات قياس الكميات الفيزيائية الاساسية وهو النظام المترى ، ويعتمد هذا النظام على وحدات اساسية ثلاثة للقياس وهى (ثانية – متر – كليوجرام) بحيث تكون وحدة قياس الزمن هى الثانية ووحدة قياس المسافة هى المتر ووحدة قياس الكتلة هى الكيلوجرام .

الزمن	Time	ثانية	s
مسافة	Length	متر	m
كتلة	Mass	كيلوجرام	kg

1-الوقت "الزمن" Time ويقاس :-

الزمن بعد فيزيائي رابع للمكان حسب النظرية النسبية الخاصة لاينشتين، لكنه لا يعدو كونه وسيلة لتحديد ترتيب الأحداث بالنسبة لمعظم الناس، فمن الصعب وضع تعريف محدد لمصطلح الزمن أو الوقت ، فالزمن أمر نحس به أو نقيسه أو نقوم بتخمينه، وهو يختلف باختلاف وجهة النظر التي ننظر بها بحيث يمكننا الحديث عن زمن نفسي أو زمن فيزيائي أو زمن تخيلي.

وقد لاحظ الانسان أن العديد من الظواهر الفيزيائية مثل حركة الشمس و تعاقب اليل والنهار تأخذ فترات زمنية متساوية حسب تقديرهم مما دفعهم لابتكار

ادوات لقياس الزمن ، وقد برع المسلمون الاوائل فى ذلك واخترعوا المزولة الشمسية ثم الساعة الرملية ثم ساعة النواس أو البندول واستخدمت جيعها كأدوات لقياس الزمن

و تم اعتبار الزمن على أنه أحد المطلقات ، فالفترات الزمنية الفاصلة بين حدثين مختلفين ثابتة بالنسبة لكافة المراقبين، و باعتباره الزمن شيئا مطلقا كونيا فتغيرات الزمن ثابتة في جميع أنحاء الكون، وهو يجري أبدا كما هو بالنسبة لكمية فيزيائية تتحرك بانتظام أو بتسارع.

وما زال هذا المفهوم للزمن منتشرا بين الناس كونه يطابق كثيرا إحساسهم به إلا أن الفيزياء الحديثة قامت بإنزال الزمن عن عرشه وإلغاء صفة الإطلاق التي اتصف بها عبر السنين، فنظرية النسبية الخاصة اعتبرته أحد مكونات المسرح الكوني التي تجري فيه الأحداث وبالتالي أصبحت لكل جملة فيزيائية زمنها الخاص بها الذي يختلف عن زمن جملة فيزيائية أخرى.

لكن يمكننا حصر الزمن مبدئيا بالاحساس الجماعي للناس كافة على توالي الأحداث بشكل لا رجوع فيه، هذا التوالي الذي يتجلى أكثر ما يتجلى بتوالي الليل النهار وتعاقب الأيام ، مما فرض على الناس تخيل الزمن بشكل نهر جار باتجاه محدد لا عودة فيه.

يعبر الوقت عن المسافة الزمنية الفاصلة بين الأحداث أو التعبير عن نقطة ما على الخط الزمني. ووحدات قياس الوقت والزمن تشمل الثانية والدقيقة

والساعة واليوم والأسبوع، كما تستخدم كسور هذه الوحدات للتعبير عن الوقت أيضا، أما الشهور والسنين فإن استخدامها كوحدات لقياس الوقت فهو غير دقيق بالرغم من شيوعه، وذلك لإختلاف أطوال الشهور وأطوال السنوات.

وهى كمية أساسية تتغير بانتظام وباستمرار دون الارتباط بأى كمية أخرى ، و هو من الكميات الهامة لقياس الأداء ، فكل الحركات تتم فى زمن معين ، وهناك العديد من الرياضات المرتبطة بالزمن فالرياضات التى تتضمن السباقات تعتمد على الزمن فى تحديد الفائز وفى بعض الأحيان الاخرى يكون الزمن معيار للنجاح ، ويتم قياس الزمن بالثانية أو الدقيقة أو الساعة ، ووحدة القياس الدولية لحساب الزمن هى الثانية (s) seconds.

و الثانية هى جزء من 31556925.9747 من السنة المدارية لعام 1900م فى شهر يناير عند الساعة صفر و 12 دقيقة من التوقيت اليومى بحسب الاوضاع اليومية للاجرام السماوية .

2-الطول (المسافة) Length :-

المسافة واحدة من أهم الكميات التى تستخدم عند وصف الحركة ، فالمسافة التى يتحركها اللاعب أو طول اللاعب أو وصف مساحة الفراغ أو المكان الذى تم به الحركة كل هذه المتغيرات تقاس بالمسافة .

وغالبية الرياضات تعتمد على تحديد المسافات بدقة ، فكل ملعب من الملاعب الرياضية له مساحة معينة تحدد من خلال مسافة الطول والعرض ،

بينما فى ألعاب القوى لابد من تحديد مسافة المضمار بدقة ، بينما مسافة الرمى أو الدفع تمكنا من تحديد الفائز وتسجيل الأرقام القياسية لهذه المسابقات.....،

ولكى يتم قياس هذه المسافات بدقة نستخدم مقياس يعبر عن المسافة وهو المتر ، فهو الوحدة العالمية لقياس المسافة والمتر يعادل 3.28 قدم و 39 بوصة بينما القدم يساوى 0.3048متر.

تاريخ وحدة قياس المسافة

بدأ قياس المسافة للانسان منذ هبوطه على الارض ، حيث أن اجدادنا لم يبحثوا طويلاً عن وحدة قياس ولكن استخدموا ما وهبهم الخالق عز وجل ، فقد استخدم المصريون القدماء الذراع (0.525م) واجزاء القدم والكف والاصابع ، بينما استخدم الكلدانيون و الاشوريون الشبر (0.270م) واجزاء الكف والاصابع ، واستحدثوا الفرسخ (5820 متر)

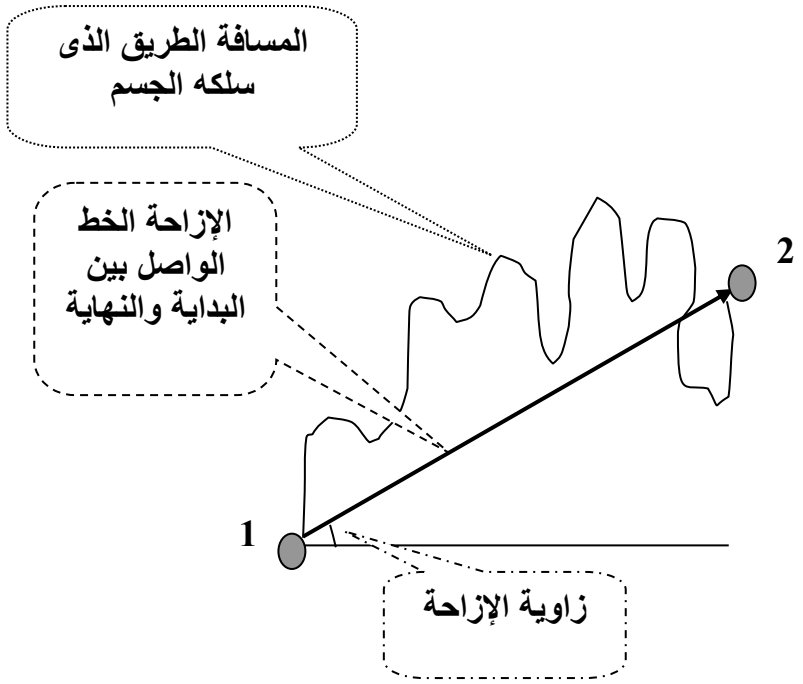
وقد استحدث الإنسان وحدة قياس معيارية سهلة الاستخدام و مضاعفاتها وأجزائها بسيطة الاستنتاج و الحساب ويمكن تجسيدها بدقة وهى المتر .

ولقد تأسس النظام المترى عام 1795م وعمم عالمياً عام 1958 م وأصبح المتر يساوى قيمة نموذج معيارى ، أودع بخزائن المكتب العالمى للاوزان و المقاييس بفرنسا ، وهو مصنوع من البلاتين والاريديوم محفوظ عند درجة حرارة الصفر المئوية وهى المعيار الذى يرجع اليه صانعوا الآت القياس و المختصون لتدقيق الآلات والاجهزة التى يستخدمونها .

المسافة والإزاحة Displacement and Distance

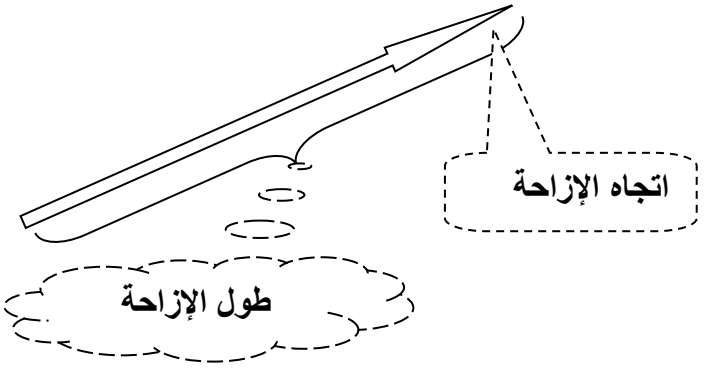
يوجد فرق بين المسافة والإزاحة، فالمسافة هي كمية عددية تعبر عن طول الطريق الفعلي الذي سلكه الجسم و يمكن وصفها باستخدام رقم ووحدة فيزيائية فعلى سبيل المثال نقول المسافة =100 متر وليس لها اتجاه محدد.

في حين إن الإزاحة كمية متجهة تعبر عن بعد الجسم عن نقطة مرجعية (نقطة البداية) ، ويمكن وصفها باستخدام رقم ووحدة فيزيائية واتجاه، فنقول الإزاحة = 100 متر شرقا . و الشكل التالى يوضح الفرق بين مفهومي الإزاحة والمسافة .



حيث بدأ جسم الحركة من نقطة البداية (1) وسلك الطريق المتعرج إلى (2) ، نلاحظ أن المسافة التي قطعها الجسم هي

طول الطريق المتعرج الذي قطعه الجسم ، بينما الإزاحة هي الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي البداية (1) والنهاية (2) ، و تمثل الإزاحة بمتجه طوله يتناسب مع قيمة الإزاحة واتجاهه هو اتجاه إزاحة .



3- الكتلة Mass

الكتلة من الكميات الأساسية لتعيين حركة الجسم فالجسم الذى تكون كتلته أكبر يحتاج لقوة أكبر من الجسم الذى كتلته أقل حتى تستطيع تحريكه وكذلك لقوة أكبر حتى تستطيع إيقافه ، فحركة لاعب الجمباز أسهل من حركة لاعب الجلة نظراً لأن كتلة لاعب الجمباز أقل من كتلة لاعب الجلة و بالتالى قصوره الذاتى اقل ، بينما الوزن وهو يمثل قوة الجاذبية الأرضية يقاس بالنيوتن وتوجد علاقة بين الكتلة والوزن يمثلها القانون التالى :

قوة الجاذبية الأرضية (الوزن) = الكتلة × عجلة الجاذبية الأرضية

$$g \times m = w$$

الكتلة = الوزن ÷ عجلة الجاذبية الارضية

$$g \div G = m$$

فكتلة الأداة أو اللاعب أو الجزء المتحرك من الجسم لها تأثير كبير على تحقيق أو تنفيذ الأداء ، لأن كتلة الجسم تحدد مقدار الجهد المطلوب للتحرك أو الوقوف عن الحركة لهذا الجسم، وتقاس الكتلة بالكيلوجرام وهى وحدة القياس الدولية لقياس الكتلة .

و الكيلوجرام هو كتلـه مـن بلاتنيـوم – اردیـوم platinum –Iridium اسطوانية موجودة بمكتب الأوزان و القياسات العالمى فى سيرفس بفرنسا عام 1887م .

الكميات الفيزيائية المشتقة

تشتق كافة الكميات الفيزيائية المشتقة من الكميات الفيزيائية الاساسية الثلاثة وكذلك تشتق وحدات قياسها من وحدات القياسات الاساسية .

والكميات الفيزيائية المشتقة هى :

1- السرعة
2- العجلة
3- القوة
4- كمية الحركة
5- دفع القوة
6- الشغل
7- الطاقة

8- القدرة

1- السرعة

السرعة هى العلاقة بين التغير فى المسافة بالنسبة للتغير فى الزمن ، فالسرعة تعبر عن المسافة التى قطعها الجسم فى زمن محدد ، ووحدة قياسها م /ث .

وتغير المسافة معناه الفرق فى المسافة بين نقطة البداية ونقطة النهاية ويرمز للمسافة بالرمز S ومعدل التغير فى المسافة بالرمز Δs ، بينما يرمز للزمن بالرمز t وتغير الزمن بالرمز Δt وهو الفرق بين زمن البداية وزمن نهاية الحركة.

مقدار التغير فى المسافة $\Delta s = s_2 - s_1$

مقدار التغير فى الزمن $\Delta t = t_2 - t_1$

ونلاحظ انه عند حساب السرعة من خلال تغير المسافة بالنسبة للزمن أن السرعة الناتجة هى السرعة المتوسطة فقط فى حالة كون فرق الزمن لا يصل إلى الصفر

السرعة v_m = معدل التغير فى المسافة ÷ معدل التغير فى الزمن

$$v_m = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{m/s}$$

ونظراً لأن المسافة كمية غير متجهه ولا يمكن استخدامها فى حساب السرعة إلا عندما تكون فى خط مستقيم أو منحنى فنستخدم بدلاً منها الازاحة بحيث يتم تقسيم المسافة التى قطعها الجسم لازاحات يمكن ايجاد السرعة خلالها

ونستخدم نفس المعادلة السابقة لايجاد السرعة مع تغيير المسافة بالازحة بحيث تكون السرعة الناتجة هى سرعة ازاحة الجسم من نقطة إلى نقطة أخرى خلال زمن تلك الازاحة .

سرعة الازاحة v = معدل التغير فى الازاحة ÷ معدل التغير فى الزمن

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

s_2 نقطة النهاية ، s_1 نقطة البداية

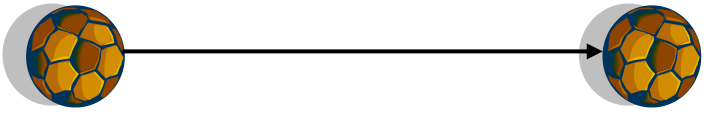
t_2 زمن النهاية ، t_1 زمن البداية

s_1 نقطة البداية

5

s_2 نقطة النهاية

15



t_1 زمن البداية

10

t_2 زمن النهاية

12

السرعة = تغير المسافة / الزمن

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v = \frac{15 - 5}{12 - 10} \qquad v = \frac{10}{2} = 5 \text{ m/s}$$

وتنقسم السرعة تبعا لحركة الجسم ومسارة إلى السرعة الخطية والسرعة المحيطية والسرعة الزاوية ، حيث تعبر السرعة الخطية عن السرعة المتوسطة لانتقال جسم من مكان لاخر فى خط مستقيم او منحنى بينما تعبر السرعة المحيطية عن سرعة حركة الجسم على محيط الدائرة بينما السرعة الزاوية تعبر عن تغير الزاوية بالنسبة للزمن .

1- السرعة الخطية V :

هى السرعة المتوسطة لحركة الجسم فى خط مستقيم أو منحنى وتعبر عن معدل التغير فى مسافة الحركة بالنسبة للزمن الذى تمت فية الحركة وتحسب من خلال حساب الازاحات بدلا من المسافات وذلك من المعادلة التاليةورمزها م /ث (m/s) :-

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{m/s}$$

v = السرعة المتوسطة للازاحة

Δs = معدل تغير الازاحة = $s_2 - s_1$

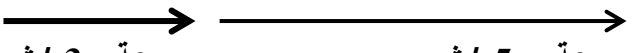
Δt = معدل تغير الزمن = $t_2 - t_1$

و من المهم جدا معرفة اتجاه السرعة حتى يمكن تمثيلها بيانياً ، فيمكن تمثيل السرعة بسهم طوله بيانياً يمثل مقدار السرعة واتجاهه يمثل اتجاه تلك السرعة و مكانه يمثل مكان السرعة فى لحظة زمنية معينة .

جمع السرعات المتجهة هندسياً :

يتم جمع السرعات المختلفة هندسياً على اساس الخاصية البيانية من خلال تحديد اتجاه السرعات و نقطة تأثير كل منها وتمثيلها بسهم بحيث يكون طول السهم مساوى لمقدار السرعة و بدايته مكان السرعة ونهايته تشير لاتجاه تلك السرعة .

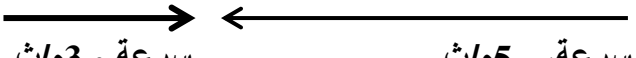
جمع السرعات التى تعمل فى اتجاه واحد مثل الجرى مع اتجاه دفع الهواء فتكون سرعة الجرى هى محصلة جمع سرعة العداء وسرعة الهواء .



سرعة $_1$ 5م/ث سرعة $_2$ 3م/ث

محصلة السرعة = 5+3 = 8م/ث لان السرعتين فى اتجاه واحد

وفى حالة الجرى عكس اتجاه الهواء تكون سرعة اللاعب هى ناتج طرح سرعة الهواء من سرعة الجرى .



سرعة $_1$ 5م/ث سرعة $_2$ 3م/ث

محصلة السرعة = 5-3 = 2م/ث لان السرعتين فى عكس الاتجاه

وسوف نتطرق لهذا الجزء بالتفصيل فى موضوع جمع المتجهات

2- السرعة الزاوية ω :

السرعة الزاوية عبارة عن معدل تغير الزاوية على محيط الدائرة بالنسبة للزمن التى تمت فيه ، ويرمز لها بالرمز ω ويتم حساب السرعة الزاوية المتوسطة من المعادله ورمزها درجة / ث ($^o/s$)

$$\omega = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{t_2 - t_1} \qquad \omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = {}^o/s$$

ω = السرعة الزاوية

$\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ = معدل تغير الزاوية

$\Delta t = t_2 - t_1$ = معدل تغير الزمن

3- السرعة المحيطية "السرعة الدائرية" υ:

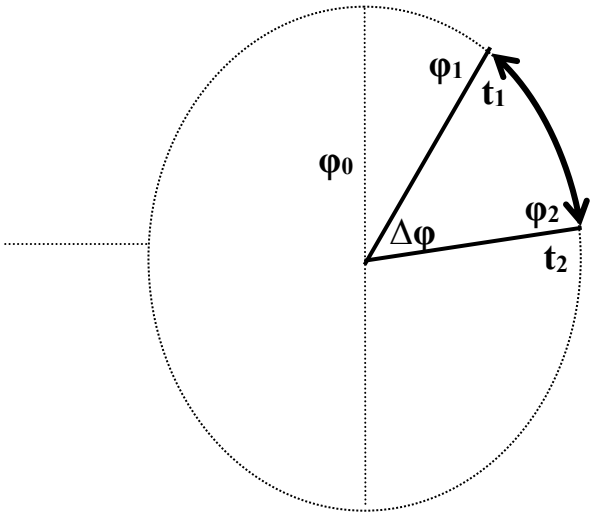
السرعة المحيطية عبارة عن معدل تغير المسافة على محيط الدائرة بالنسبة للزمن التى تمت فيه ، ويرمز لها بالرمز υ ويتم حساب السرعة المحيطية المتوسطة من المعادله ورمزها م /ث (m/s)

$$\upsilon = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad \upsilon = \frac{\Delta s}{\Delta t} = m/s$$

υ = السرعة المحيطية

$\Delta s = s_2 - s_1$ = معدل تغير المسافة على محيط الدائرة

$\Delta t = t_2 - t_1$ = معدل تغير الزمن



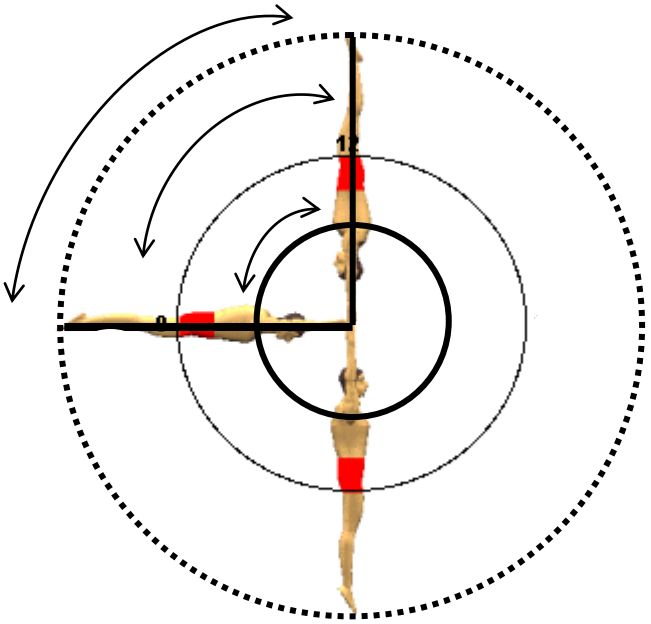
علاقة السرعة الزاوية بالسرعة المحيطية

عند ثبات السرعة الزاوية ، تزداد السرعة المحيطية بزيادة نصف القطر حيث أن :-

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

$$\upsilon = r \cdot \omega$$

ويمكن ملاحظة ذلك فى حركة الدوران حول العقلة فالسرعة الزاوية واحدة ولكن السرعة المحيطية تختلف لكل من نقطة الكتفين و الحوض و القدمين ، فنجد أن السرعة المحيطية للقدمين أكبر من السرعة المحيطية للحوض والكتفين بينما السرعة المحيطية للحوض أكبر من السرعة المحيطية للكتفين .



2- العجلة a

العجلة هى العلاقة بين التغير فى السرعة و التغير فى الزمن ، فالعجلة تساوى مقدار التغير فى السرعة على زمن هذا التغير .

وقد تكون العجلة تزايدية مثل بدء تحرك القطار من المحطة وفى هذه الحالة نلاحظ تزايد السرعة كلما زاد الزمن و تكون اشارتها موجبة ، بينما تكون العجلة تناقصية عند وصول القطار للمحطة نلاحظ انخفاض فى السرعة كلما انخفض الزمن و بالتالى نجد اشارتها سالبة ، بينما عندما تكون السرعة ثابتة لا يحدث تغير فى السرعة خلال الزمن وبالتالى تكون العجلة مساوية

للصفر كما لو أن الجسم ساكن ، فالجسم المتحرك بسرعة ثابتـه عجلتـه تسـاوى صفر وكذلك الجسم الساكن عجلته تساوى صفر .

ويتم حساب العجلة فى مسافة معينة عند معرفة السرعة المتوسطة عنـد بداية ونـهاية تلك المسافة حتى نستطيع حساب العجلة خلال تلك المسـافة خـلال تلك المسافة وكذلك معرفة الزمن ورمزها م/ث^2.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \qquad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = m/s^2$$

$$a = \frac{s_2 - s_1}{(t_2 - t_1)^2} \qquad a = \frac{\Delta s}{\Delta t^2} = m/s^2$$

1- العجلة الخطية a :

هى معدل تغير السرعة الخطيـة بالنسـبة للـزمن وتحسـب مـن المعادلـة التاليةورمزها م /ث^2 (m/s^2) :-

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \qquad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = m/s^2$$

2- العجلة الزاوية α :

العجلة الزاوية عبارة عن معدل تغير السرعة الزاوية بالنسبة للزمن التى تمت فيه ، ويرمـز لهـا بـالرمز α ويـتم حسـاب العجلـة الزاويـة المتوسـطة مـن المعادله التالية ورمزها درجة / ث^2 ($^o/s^2$)

$$\omega_2 - \omega_1 \qquad \Delta \omega$$

$$\alpha = \frac{}{t_2 - t_1} \qquad \alpha = \frac{}{\Delta t} = {}^{o}/s^2$$

$$\alpha = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{(t_2 - t_1)^2} \qquad \alpha = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t^2} = {}^{o}/s^2$$

3- العجلة القطرية a_r :

العجلة القطرية عبارة عن معدل تغير السرعة المحيطية بالنسبة للزمن التى تمت فيه ، ويرمز لها بالرمز a_r ويتم حسابها من المعادله التالية ، ورمزها م /ث^2 (m/s^2)

$$a_r = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \qquad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = m/s^2$$

ويمكن حساب العجلة القطرية من المعادلة

$$a_r = \upsilon \cdot \omega = m/s^2$$

ولا يمكن حساب العجلة القطرية او المماسية بشكل دقيق إلا فى حالة الحركات الدائرية الخالصة و التى تمكنا من معرفة اتجاهات المماس والقطر بشكل مستمر بسبب ثبات محور الدوران ومسار الدائرة ، وذلك نستخدم باستمرار الاحداثيات المتعامدة لبيان المركبات (المركبة الافقية x و الرأسية y)

الفصل السادس
القوة وقوانين نيوتين
مدخل لدراسة القوة وتأثيرها علي الحركات المختلفة

الهدف العام :

عزيزي الطالب بعد قرائتك لهذا الفصل يجب أن تكون قادرا علي أن تناقش اهمية القوة الميكانيكية وتأثيرها عند ممارسة الأنشطة الرياضية المختلفة من خلال:

الأهداف الفرعية التالية:

1- تتعرف علي مفهوم وتعريف و أنواع القوة الميكانيكية.

2- توضح قانون نيوتين الأول والأسس المرتبطة به عند ممارسة الحركات المهارية.

3- تقارن بين الوزن والكتلة ، القصور الذاتي وعزم القصور الذاتي.

4- تستنتج أهمية استخدام قانون نيوتين الثاني عند ممارسة الحركات المهارية والأسس المرتبطة به.

5- تناقش كيفية الاستفادة من قانون نيوتين الثالث واسسه عند ممارسة الحركات المهارية .

6- تفسر بعض الكميات الميكانيكية المشتقة من القوة وكيفية حسابها .

7- تستنتج أهمية الروافع التشريحية وأنواعها والمميزات الميكانيكية لكل منها عند ممارسة الحركات المهارية.

القـوة Force

القوة في الفيزياء هي أي مؤثر أو نشاط الذي يؤثر أو يحاول أن يؤثر على أي جسم مادي أو طاقي، وهي كمية متجهة أي أن لها مقدار واتجاه. وعندما تؤثر مجموعة قوى على جسم يمكن جمع هذه القوى لتكوين قوة محصلة لها، وهذه القوة مع كتلة الجسم والتعجيل يكونون العوامل الثلاثة التي تحكم حركة الجسم حسب قانون نيوتن الثاني للحركة كما شرحنا سابقا والذي ينص على أن القوة المحركة المؤثرة على جسم ما تساوي الكتلة للجسم مضروبة بالتعجيل المؤثر عليه. لذلك لو أثرت قوة ما على جسمين مختلفين في الكثافة والكتلة فإن الجسم ذي الكتلة الأكبر سيكون له تعجيل أقل.

وللقوى أنواع فمنها الميكانيكي كالجذب بين جسمين، فأي جسم يؤثر على جسم آخر بقوة سحب أو ضغط مهما كان حجم الجسمين أو كتلتهما، كما أن أي جسم ضمن حقل جاذبية جسم كبير جداً كالكواكب والنجوم فإنه يتأثر به كما هو حال جاذبية الأرض. ومنها الكهربائي ضمن حقل كهربائي، إذ أن هناك القوى المتكونة بسبب الشحنات الكهربائية، فأي شحنتين كهربائيتين بينهما قوة جذب أو طرد بسبب وجود الحقل الكهربائي. ومنها النووي والذري ضمن مكونات الذرة .وكل واحدة من هذه تقسم لأنواع أخرى.

واذا كان حاصل مجموع القوى المؤثرة على جسم ما مساوي للصفر فإن الجسم يبقى ساكناً دون حراك أي أنه يكون مستقراً متزناً وهذا ما يعرف في علم

السكون بالتوازن، بينما لو كان حاصل مجموع القوى المؤثرة على الجسم تميل باتجاه قوة ما فإن الجسم سيتحرك باتجاه القوة الغالبة وهذا ما يعرف بالفيزياء بعلم الحركة. فلو أراد شخص ما دفع جدار فإن قوته غير كافية لدفع الجدار وعليه وجود قوة الدفع باتجاه الجدار ستكون أقل من وزنه وثباتيته فإن الناتج هو سكون الجدار، ولو تدافع شخصان وكانت قوتهما واحدة فإن حاصل القوتين المتعاكستين يساوي صفر وعليه يظل الشخصين ثابتين، بينما لو تغلبت قوة أحدهما على الآخر سستحصل حركة للشخص المغلوب باتجاه قوة الغالب.

وانطلاقا مما سبق نود أن نستعرض بعض التعاريف الخاصة بالقوة

يعرفها بروير (1973) بأنها الطاقة المستنفذة في تغير حالة حركة جسم ما "

بينما يرى جينسن وشولتز (1970) بأنها الطاقة المنتجة لإحداث الحركة أو التغير في الحركة – كما يعرفها بصورة أخرى بأنها الطاقة المستخدمة في الدفع والشد "

ويعرفها حماد (1976) " بأنها المؤثر الذي يحدث تغيرا في حالة حركة الجسم "

ويعرفها ويليامز وليسز (1962) بأنها الدفع أو الشد الناتج من حركة جسم على جسم آخر.

وتعرفها ويلز ولوتنجز (1970) " بأنها تأثير جسم على جسم آخر "

<u>ومما سبق واستنادا على قوانين نيوتن يمكن أن نخلص إلى تعريف للقوة بأنها</u>

<u>" المؤثر الذي يغير أو يعمل على تغير حالة الأجسام من سكون إلي حركة أو من حركة إلي سكون أو يغير من اتجاه جسم أثناء حركته.</u>

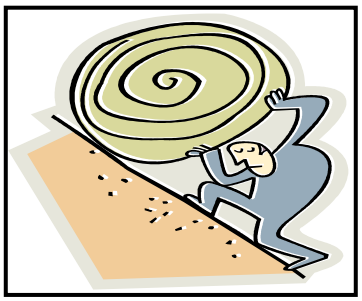
فالقوة يمكن أن تحدث الحركة أو توقفها أو تمنعها كما يمكن أن تزيد من سرعة الجسم اوتقلل منها كما يمكن أن تغير اتجاه الحركة أو توازن بعضها البعض فيبقى الجسم في حالة سكون .

ونجد بوضوح أن الحركة يصاحبها قوة من نوع ما سواء أكانت عضلية أم غيرها.

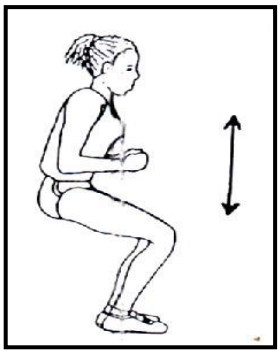
ولكن هل يعني ذلك بالضرورة أن القوة والحركة عنصران متلازمان، أي أن وجود أحدهما يعني وجود الآخر وانعدام أحدهما يعني انعدام الآخر؟

الإجابة أنك تستطيع ان تدفع صخرة كبيرة بكل قوتك ولكن دون ان تحركها، وتستطيع أن تدفع جدار غرفتك بكل ما أوتيت من قوة ولكن دون أن يتحرك الجدار من مكانه، وعندما يتوقف بك المصعد في أحد الطوابق فلا بد أن السلك المثبت فيه يشده إلى الأعلى ورغم ذلك يبقى المصعد ساكناً، كما أن أقوى المغنطيسات التي تستعملها في حياتك لا تستطيع أن تحرك قطعة من الحديد كتلتها في حدود 2 كجم إذا وضعت بالقرب منها على سطح الطاولة.

وفي هذه الأمثلة ندرك وجود قوة مؤثرة في الجسم (العربة، الجدار، الكتلة الحديدية) ورغم ذلك فإن هذه القوة لم تتسبب في إحداث حركة لهذا الجسم.



إلا أن تأثير القوى يتحدد على أساس مقدارها واتجاه عملها ونقطة تأثيرها ولوصف القوى بصورة دقيقة فيجب أن نأخذ في الاعتبار هذه العناصر الثلاثة فالتغير في اى منها يسبب تغير في طبيعة الحركة وبما أن للقوة مقدار واتجاه فهي تعتبر كمية متجهه اى أنها تعامل نفس معاملة المتجهات الكينماتيكية ويمكن تمثلها بيانيا.



وهي إحدى الكميات المتجهة والتي تمثل مؤثراً يؤثر على الأجسام فيؤدي إلى تغيير حالتها الحركية، وقد تكون دفعا أو سحبا، وتقاس بوحدة النيوتن ، فالقوة هى السبب فى الحركة وهى كمية فيزيائية هامة ، والعلم الذي يدرس العلاقة بين حركة الجسم والقوة المؤثرة عليه هو من علوم الميكانيكا الكلاسيكية mechanics Classical والتي تعرف باسم ديناميكا Dynamics، وكلمة كلاسيك هنا تدل على أننا نتعامل فقط مع سرعات اقل بكثير من سرعة الضوء وأجسام أكبر بكثير من الذرة.

ويمكن حساب القوة من المعادلة التالية القوة = الكتلة × العجلة

ووحدة قياس القوة هى النيوتن (ن ، N)

و النيوتن هو القوة التى تستطيع اعطاء كتلة قدرها 1 كجم عجلة مقدارها 1 م / ث^2 .

1 نيوتن = 1 كجم م/ث^2

ويجب عند دراسة القوة أن نفرق بين الكتلة والوزن فالكتلة هى ما يحتويه الجسم من مادة ولكن الوزن هو قوة جذب الارض لهذا الجسم ويتم قياس الوزن بالنيوتن أو الكيلوبوند حيث أن 1 كيلو بوند يعادل 9.80665 نيوتن ، بينما الكيلوجرام هى وحدة قياس الكتلة .

قوة الجاذبية الارضية = الكتلة × عجلة الجاذبية الارضية

فنحن نتعامل في المجال الرياضى مع العديد من أنواع القوى المختلفة التي قد تؤثر على الأجسام المتحركة فتغير من سرعتها مثل لاعب يركل كرة القدم أو حارس مرمى يلتقط الكرة، أو أن تؤثر القوة على الأجسام الساكنة لتبقيها ساكنة مثل الاتزان على عارضة التوازن أو على جهاز الحلق فى الجمباز.

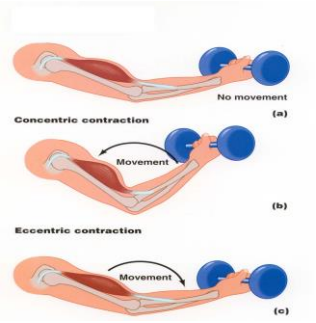
و قد يكون تأثير القوة مباشر Contact force مثل دفع الجلة أو رمى الرمح أو ضرب الكرة ، ويمكن أن يكون تأثير القوة عن بعد Action-at-a-distance مثل تأثير قوة الجاذبية الأرضية .

وتوجد العديد من القوى التى تؤثر على الجسم ولكن تم تقسيم هذه القوى إلى نوعين أساسيين من حيث انتاج القوة وهما :-

1- القوى الداخلية 2- القوى الخارجية

1- القوى الداخلية :-

وهى القوة التى تنتجها عضلات الجسم وتعمل على تحريك أجزاء الجسم، وتنتج من الانقباض العضلى بأنواعه المختلفة .



2- القوى الخارجية :-

وهى القوى الموجودة بالطبيعة مثل قوة الجاذبية الأرضية وقوة الاحتكاك وقوة الهواء وجميع أنواع القوى التى تنتج خارج الجسم ، وهى تعمل على تغيير حالة الجسم إذا كانت أكبر من قصوره الذاتى .

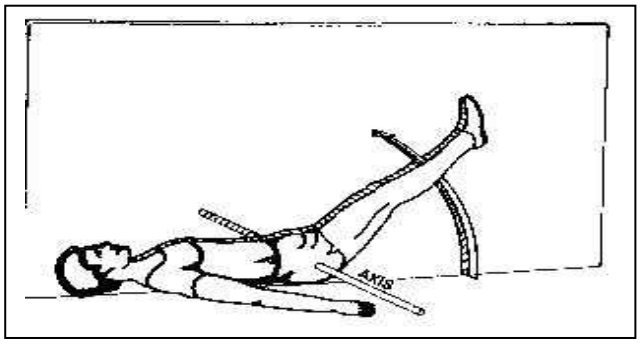
فالقوى الخارجية تؤثر فى حركة الجسم وتغيرها ويرتبط هذا التغيير بنقط تأثير هذه القوى ومقدارها ، ويوجد نوعان من القوى الخارجية تبعاً لنقطة تأثير القوى وهما القوة المركزية والقوة اللامركزية .

1- القوة المركزية :-

هى التى يؤثر خط عملها فى نقطة مركز ثقل الجسم أو يمر بها ويسبب هذا النوع من القوى الحركة الانتقالية للجسم الحر ، مثل دفع الجلة .

2- القوى اللامركزية :-

القوى التى تؤثر على الجسم ولايمر خط عملها بمركز ثقل الجسم مما يسبب الحركة الدورانية للجسم الحر مثل إطاحة المطرقة .



قوانين نيوتين وتفسير تأثيرات القوة

قوانين الحركة لنيوتن:

يطلق على العلم الذى يدرس العلاقة بين حركة الجسم والقوة المؤثرة عليه علم الميكانيكا ، و هو من علوم الميكانيكا الكلاسيكية mechanics Classical والتي تعرف باسم ديناميكا Dynamics، وكلمة كلاسيك هنا تدل على أننا نتعامل فقط مع سرعات اقل بكثير من سرعة الضوء وأجسام أكبر بكثير من الذرة.

وقد وضع نيوتن افتراضات أربعة تم استنباط العديد من قوانين الميكانيكا التقليدية من هذه الافتراضات ، ويجب أن نتخيل أن كتلة كل جسم من الأجسام تتركز فى نقطة عبارة عن مركز هذه الكتلة ، وأولى هذه الافتراضات.

1- قانون القصور الذاتى :

وينص على أنه " يبقى كل جسم فى حالته من السكون أو الحركة المنتظمة ما لم تؤثر فيه قوة تغيير من حالته "

فالجسم الساكن يظل ساكن حتى تؤثر فيه قوة تجعله يتحرك، بينما الجسم المتحرك يظل متحرك بانتظام حتى تؤثر فيه قوة تجعله إما يغير من حركته أو يسكن وقد تكون هذه القوة مقاومة الهواء أو الماء أو جسم أخر يصطدم به ، وبالتالى لكى نغير من حركة أو سكون أى جسم لابد من التأثير عليه بقوة تستطيع تغيير هذا الوضع .

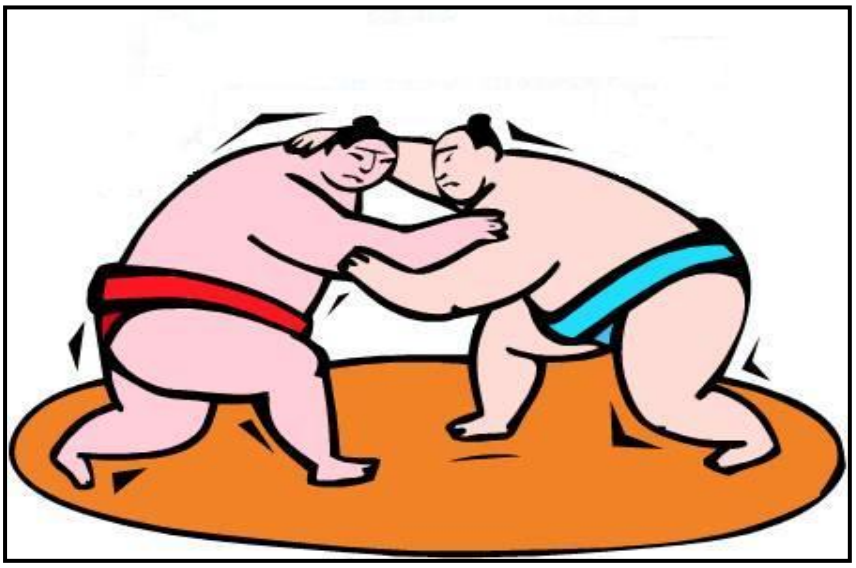
فلاعب العدو يظل فى جسمه ساكن فى وضع البدء حتى يبذل قوى فى اتجاه الارض ليغير من حالة هذا الجسم ، ولو لم يبذل اللاعب قوى لتغيير

وضعه ، سيظل ساكن بدون حركة ، فتغيير وضع الجسم أو حركته من وقت لاخر يحتاج لقوة تؤثر عليه حتى تتغير حركته .

قوي القصور الذاتى

القصور الذاتى للجسم هو مقدار مقاومة هذا الجسم لتغيير وضعه ،أو أن الجسم عاجز أو قاصر عن التغيير في حالته مالم تؤثر علية قوة خارجية تؤثر فيه ، فعندما يكون الجسم ساكن وتؤثر عليه قوة ما لتغيير وضعه من السكون للحركة فالجسم يقاوم هذه القوة ، فإذا كانت القوة أكبر من مقاومة الجسم لها (القصور الذاتى للجسم) فالجسم يتحرك ، أما لو كانت أقل يظل الجسم ساكن ، وكذلك فى حالة الحركة لكى نستطيع إيقاف الجسم لابد من التأثير على الجسم بقوة أكبر من القوة التى تحرك الجسم ، فعلى سبيل المثال تعمل الفرامل على إيقاف السيارة المتحركة فإذا كانت قوة الفرامل ضعيف لا تستطيع إيقاف السيارة ، بينما يقوم المحرك بتحريك السيارة من السكون فلو كانت قوة المحرك ضعيفة ستظل السيارة ساكنة .

الخلاصة أن مقياس القصور الذاتي لجسم في حركة انتقالية هو كتلته فكرة التنس قصورها الذاتي أقل من كرة القدم .



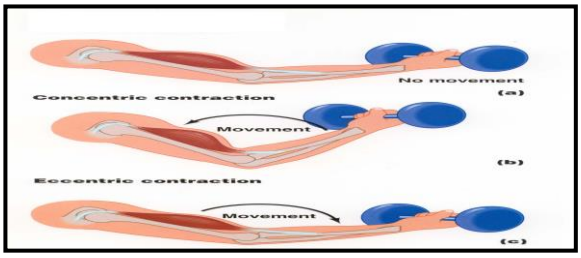
عزم القصور الذاتى

يقصد بالقصور الذاتى ببساطة مقاومة الجسم على تغيير حالته سواء من السكون للحركة أو من الحركة للسكون ، ويتناسب القصور الذاتى للجسم طردياً مع كتلته ، ففى الحركة الانتقالية يحتاج الجسم إلى قوة تتناسب مع كتلته حتى تستطيع تحريكه أو ايقاف حركته ، بينما فى الحركة الدورانية نجد أن القصور الذاتى للجسم يفوق القصور الذاتى لنفس الجسم فى حالة الحركة الانتقالية لآن هناك عامل أخر يؤثر على القصور الذاتى للجسم بخلاف الكتله وهو ذراع القصور الذاتى أو ذراع العزم .

فعندما يقل ذراع العزم فى الحركة الدورانية يقل القصور الذاتى بينما عندما يزيد ذراع العزم يزيد القصور الذاتى للجسم ، فعزم القصور الذاتى الدورانى يعتمد على مقدار كتلة الجسم التى تدور وبعدها عن محور الدوران (ذراع العزم)

عزم الدوران = الكتلة × مربع ذراع العزم

ونلاحظ أنه فى حركة جسم الانسان لايتغير وزن اجزاء الجسم ولكن يتغير ذراع عزم القوة عند تحريك اجزاء الجسم فى حركة دورانية ، ويكون طول ذراع العزم من نقطة اندغام العضلة وحتى محور دوران العظمة (الوصلة) .



<u>أولاً : الاسس المتعلقة بقانون القصور الذاتى :</u>

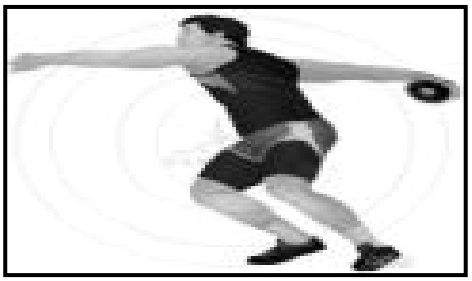
1- **الربط بين حركات الانتقال والدوران .**
2- **استمرار الحركة .**
3- **تأثير كمية الحركة .**
4- **انتقال كمية الحركة**

1- **<u>الربط بين حركات الانتقال والدوران :</u>**

يتميز الأداء الناجح في الغالب بالربط الفعال بين الحركات الانتقالية والحركات الدائرية .

مثال أ:

يتوقف نجاح رمى القرص على أداء عدة حركات فيقوم اللاعب بتحريك جسمه كله في خط من اللف إلى الأمام داخل الدائرة وذلك للتغلب إلى القصور الذاتي للقرص في هذه الحركة مع دوران الجسم كله مع الزيادة المستمرة في سرعته عند تقدمة للأمام وبعد نهاية الحركة الدورانية يقوم برمي القرص عن طريق دوران الجزء العلوي من الجسم والحركة الدائرية لذراع الرمي وإذا أديت هذه الحركات في توقيت وتتابع سليم في الإتجاة المطلوب فإن هذا يؤدى إلى زيادة السرعة النهائية للقرص لحظة الانطلاق (التخلص) وهذا يعمل على تحقيق هدف الحركة .



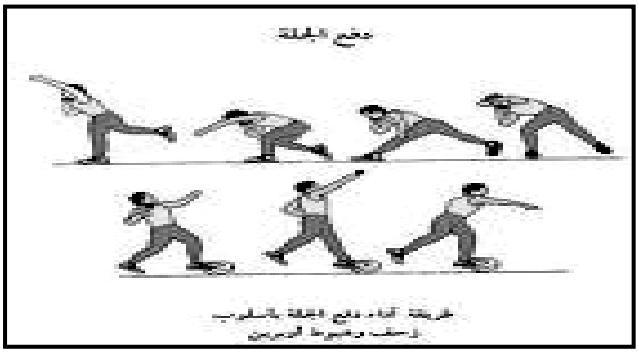
مثال ب:

يستخدم لاعب الوثب الحركة الانتقالية في الاقتراب كما يستخدم الحركة الدائرية لأجزاء جسمه أثناء الارتقاء ومدى الربط بين الاقتراب والارتقاء يعمل على تحقيق هدف الحركة . كما في الوثب الطويل.

2- استمرار الحركة :

عند أداء الأنشطة المكونة من حركتين متتاليتين أو أكثر في اتجاه واحد يجب ألا يكون هناك توقف ما بين هذه الحركات وإذا حدث توقف بعد أداء الحركة الأولى فسوف يؤدى ذلك إلى فقد قيمة أداء الحركة الأولى التي تقدمها الحركة الثانية . كما أن القوى المؤثرة على الجسم لتحركه في الإتجاة المطلوب سوف تكون ذات تأثير كبير في تزايد سرعة الجسم وتغلبه على المقاومات .
مثال :

دافع الجلة الذي يتردد في حركاتة داخل الدائرة أو أثناء الدفع النهائي سوف يفقد قيمة الحركة في القسم التحضيري- التمهيدي- لها ويطبق هذا المبدأ على السباحة والجري وأنشطة الضرب والرمي .



3- تأثير كمية الحركة : إذا كان هناك جسمان يسيران بنفس السرعة فالجسم الأثقل تكون كمية حركاتة اكبر وكلما زادت كمية الحركة زادت القوة اللازمة لتغيير اتجاه هذا الجسم أو سرعته .

مثال :

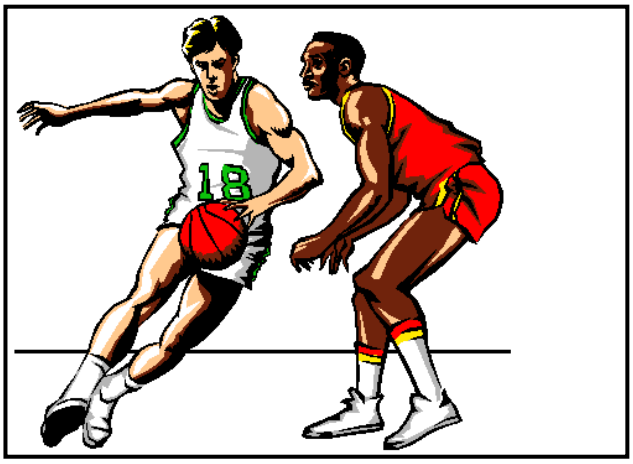
عندما يتحرك لاعب كرة القدم بكمية حركة كبيرة فإنه سوف يحتاج لقوة كبيرة للعمل على تبديل أو تغيير كمية حركته.ومما سبق نجد أن الجسم الأثقل كتلة تأثره اقل لتغيير كمية حركته .

كما أن لكي يتوقف اللاعب (في التوقف الكامل لكمية حركة اللاعب ع= صفر) يجب أن تؤثر علية قوة تساوى كمية حركة اللاعب في الإتجاة

المضاد أما إذا كان وزن اللاعب قليلا فإنه يمكن زيادة كمية حركته عن طريق زيادة السرعة .

مثال :

يتطلب تغيير الإتجاة أن تكون القوة المضادة التي تتغلب على كمية حركة الجسم تزيد على قدر زيادة كمية الحركة للجسم ، فلاعب كرة القدم أو السلة الذي يريد أن يغير اتجاه حركته بسرعة سوف يجد صعوبة كبيرة في ذلك وتزداد هذه الصعوبة بقدر زيادة كمية حركته .



مثال :

المضرب الثقيل في البيسبول والهوكي يزيد في فرصة زيادة كمية حركة المضرب ويمكن زيادة كمية الحركة عن طريق طول الأداة ويجب أن نضع في الاعتبار أنة إذا أردنا سرعة زاوية أكبر سوف تكون الأداة الأطول أسرع في الحركة عن الأداة القصيرة وذلك بسبب زيادة السرعة المحيطية للأداة الأطول.

4- انتقال كمية الحركة :

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

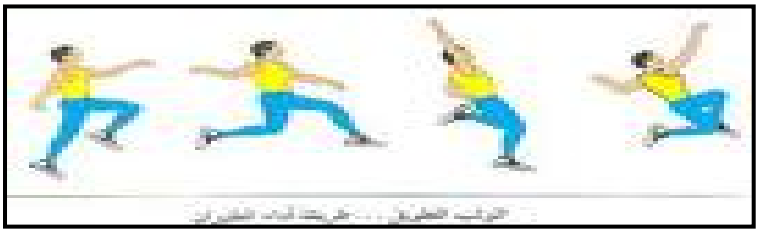
مثال 1:حركة مرجحة الذراعين والرجل الحرة في الوثب تنتقل إلى الجسم كله.

مثال 2 :ينتج عن مرجحة الرجل أو الذراع المفرودة زيادة في كمية الحركة (في حالة ثبات السرعة الزاوية للمرجحة) عنها لو لم تكن الرجل أو الذراع غير مفرودة .

مثال 3:في مسابقات المضمار تقدم حركة الذراعين في البدء كمية الحركة للجسم كله

ملحوظة هامة :

اى حركة لأجزاء الجسم بعد كسر الاتصال بالسطح مثل المشي في الهواء الوثب الطويل لا تؤدى إلى تغير ممر الطيران (قوس الطيران).



2- قانون نيوتين الثانى (العجلة)

وينص على أنه " يتناسب معدل التغير فى كمية حركة الجسم مع القوة المحدثة له ويحدث ذلك فى الخط المستقيم الذى تؤثر فيه هذه القوة "

ويوضح هذا القانون أنه إذا أثرت قوة على جسم سوف يكتسب هذا الجسم عجلة تسارع فى نفس اتجاه القوة المؤثرة عليه و تتناسب هذه العجلة مع كمية القوة المؤثرة عليه ، ويحدث هذا فى اتجاهها وتتناسب عكسياً مع كتلة الجسم.

بمعنى لو أن قوة ما أثرت فى جسم فإن ضعف هذه القوة يحدث ضعف التأثير على هذا الجسم وكذلك خمسة أمثال القوة تحدث خمسة أمثال الحركة ، فإذا كان الجسم ساكن فإنه يتحرك فى نفس اتجاه القوة ، وذلك فى حالة عدم تأثير أى قوى أخرى على الجسم .

أما لو كان الجسم متحرك فأن القوة لو أثرت فى نفس اتجاه حركته فالسرعة تتزايد ، بينما لو أثرت فى عكس اتجاه حركته فالسرعة تتناقص ، أى أن الحركة تكون باستمرار فى الخط المستقيم الذى تؤثر فيه القوه .

ويتضح هذا القانون عندما يكون الجسم في حالة سكون فسوف تكون مقاومته للقوة التي نريد تحريكه بها كبيرة عن كمية القوة التي من الممكن أن تزيد من سرعته بعد أن يتحرك ، كما يجب أن تؤثر القوى على الجسم بما يسمح بعدم التناقص في السرعة بين تأثير هذه القوى .

كما انه إذا أثرت قوة في اتجاه مضاد لحركة الجسم سوف ينتج الآتي :

1- تتناقص سرعة الجسم اذا كانت القوى اقل من القوى التى يتحرك بها الجسم (مقاومة الهواء – الجاذبية – الماء ...) .

2- يتوقف الجسم اذا كانت القوى المضادة مساوية للقوى التى يتحرك بها الجسم اما اذا اثرت القوة بزاوية فسوف ينتج عنها تغير في السرعة وكذا الاتجاة ويعتمد ذلك على مقدار وزاويه هذه القوة وتكون كل هذه التغيرات في اتجاة القوة المحدثة لهذا التغير .

3- ومن السهل توضيح ان معدل تغير سرعة الجسم (العجلة) يتناسب طرديا مع القوى المحدثة لة ويحدث في اتجاهها فالسرعة التى تسير بها الكرة تم قذفها تعكس مقدار القوة التى قذفت بها وهى تسير في اتجاة هذه القوة لحظة القذف وبالمثل فأننا نحتاج الى قدر من القوة المضادة لايقاف كرة تتحرك بسرعة 10 متر/ث اقل من القدر الذى نحتاج الية لايقاف كرة تتحرك بسرعة 100 متر /ث وفى كلتا الحالتين يتناسب التغير في السرعة طرديا مع مقدار القوة وفى اتجاهها وكتلة الكرة هى مقياس قصورها الذاتى وكلما زاد القصور الذاتى زاد مقدار القوة الازمة لتغير سرعة الجسم فأن العجلة تتناسب عكسيا مع الكتلة فالكرة الطبية تحتاج لقوة كبيرة لوضعها في حالة حركة عنة في حالة الكرة الطائرة وهذه العلاقات بين العجلة والكتلة والقوة يمكن ان توضع في الصورة الرمزية التالية عند ربطها ببعض ولقد وضع علماء الطبيعة وحدات خاصة لكل من القوة والكتلة والعجلة وبالتعويض في هذه المعادلات بوحدة مكان الرموز يمكن تحويل علامات التناسب الى علامات التساوى (=) وبذلك يؤول القانون الثانى لنيوتن الى الصور التالية .

$$F = m \cdot a$$

القوة = الكتله × العجلة

ويلاحظ ان هذه المعادلة اتجاهية فيها الكتلة عبارة عن كمية قياسية بحتة تعبر عن خاصية القصور الذاتى وليس لها دخل بالخصائص الكميائية او الطبيعية بالجسم .

وللتعويض في هذا القانون يجب ان تكون الوحدات القياسية كما يلى

القوة : بالباوند العجلة : متر/ ث/ث

الكتلة : كجم القوة : بالنيوتين

<u>وزن الجسم</u> :

هو عبارة عن قوة جذب الأرض للكتلة – ويرمز له بالرمز(W) ولما كانت عجلة التساقط في مكان ما (g) كان وزن الجسم حسب قانون نيوتن الثاني :

(W = m .g)

وزن الجسم = (W) كتلة الجسم = (m) عجلة الجاذبية = (g)

وبما أن (**W = m g & F = m . a**)

يمكن كتابة المعادلة على الصور التالية $F = \frac{W}{g} \times a$

وباستخدام هذه المعادلة يمكن ان نحدد مقدار القوة اللازمة لاكساب جسم ما عجلة خطية معينة اذا علم وزنه .

الفرق بين الوزن والكتلة

وجه المقارنة	الكتلة	الوزن
التعريف	مقدار ما يحتويه الجسم من مادة.	مقدار قوة جذب الأرض للجسم
أو	مقدار مقاومة الجسم لتغيير سرعته عند التصادم.	
أو	مقدار مقاومة الجسم لإكسابه عجلة (مقياس لقصوره الذاتي)	(مقياس للتثاقل)
وحدة القياس	kg	N
نوع الكمية الفيزيائية	كمية قياسية	كمية متجهة
التغير	ثابتة فى أى مكان	يتغير من مكان لآخر
القياس	الميزان المعتاد	الميزان الزنبركى
العلاقة الرياضية	$m = \frac{F_g}{a}$	$F_g = m\,g$

كميه الحركة :

تعرف كميه الحركة بحاصل ضرب الكتلة في السرعة – وعلى ذلك فهى كميه متجهه وبهذا التعريف يمكن صياغة قانون نيوتن الثانى كلآتى :

$$M = (m v)$$

كمية الحركة = الكتلة ×السرعة

المبادئ المتعلقة بقانون العجلة :

تمهيد :

تدل المسافة التي يقطعها الجسم في اى مرحلة زمنية على سرعته وعادة ما يعبر عن السرعة بأنها معدل سرعة الحركة وليس حساب سرعة كل جزء من المسافة الكلية وبالرغم من ذلك يجب أن نعلم أن سرعة الجسم قلما تكون ثابتة كما أن الزيادة في معدل السرعة يعرف بالعجلة التزايدية والعكس يعرف بالعجلة التناقصية وربما تكون العجلة منتظمة أو متغيرة ولكن قلما تكون العجلة ثابتة أيضا .

وعندما ترتبط كتلة الجسم المتحرك مع سرعته يطلق على الجسم في هذه الحالة بأنة يملك كمية حركة، وكمية الحركة هي حاصل ضرب السرعة في الكتلة ، وعلى ذلك فزيادة اى من السرعة أو الكتلة يؤدى إلى زيادة كمية الحركة .

ففي المسابقات التي تتطلب القوة الانفجارية والتي تكون فيها السرعة في قمتها مثل قذف جسم ما يكون العامل المؤثر في المسافة التي يقطعها هو سرعته وزاوية انطلاقة، فإذا بلغت السرعة قمتها في توقيت صحيح تكون العجلة التزايدية الناتجة من القوة العضلية في اتجاه القمة ويعرف ذلك بالتوقيت

الصحيح لتطبيق القوة وغالبا ما يكون ذلك هو الفرق بين الأداء المهاري والأداء غير المهاري ومن المعروف أن القوة الكبيرة ضرورية لإنتاج السرعة النهائية في الأجسام الثقيلة بشكل اكبر من الأجسام الخفيفة .

وعلى ذلك فزيادة وزن الجسم للاعب الوثب العالي تقلل من سرعته النهائية وبالتالي من ارتفاعه أثناء الوثب وكذلك لاعبي الكرة الطائرة وكرة السلة ففي الأنشطة التي يوجد بها مهارات ضرب تكون الأهمية الكبيرة لكمية الحركة النهائية حيث تكون السرعة النهائية في الجزء الهام الوحيد من الحركة كذا تطبق نفس المفاهيم في كمية الحركة النهائية كما طبقت على السرعة النهائية فيما عدا في كمية الحركة النهائية يكون وزن الجسم المضروب ذو أهمية تماثل سرعة هذا الجسم فيختار اللاعب الضارب في البيسبول مضرب ثقيل لزيادة كمية الحركة النهائية .

كما يستطيع لاعب كرة القدم أن يزيد من كمية الحركة عن طريق تحريك جسمه مما يؤدى إلى زيادة إمكانية ضربة للكرة بقوة اكبر نتيجة زيادة فاعلية وزن الجزء الضارب نتيجة تحريكه .

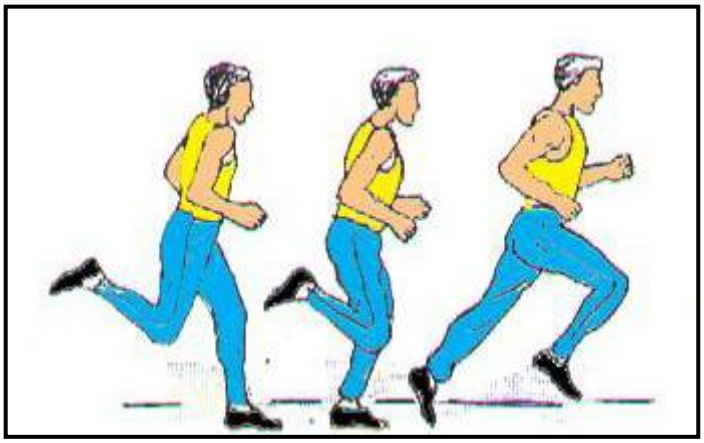
الأسس المتعلقة بقانون العجلة :

1- تزايد السرعة يتناسب مع القوة
2- اقصى تعجيل وكفاءة الحركة
3- تأثير قطر الجسم على سرعة الدوران (الزاوى)
4- المحافظه على كمية الحركة في حركات المرجحه
5- الحركات التى تؤدى دون استناد
6- حركات اللف

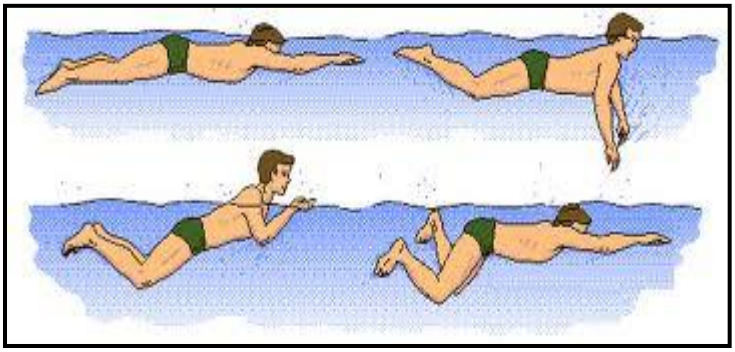
آثرنا عرضها مرتبة ترتيبا يسمح للقارئ بالإلمام بالجوانب المختلفة للقانون الثاني للحركة وتطبيقاته في النشاط الرياضي والذي ينص علي (يتناسب تزايد السرعة مع القوة المحدثة له ويحث في اتجاهها) هذا إذا كانت الكتلة ثابتة وعلى ذلك إذا تضاعفت القوة زاد معدل تزايد السرعة بمقدار الضعف (ما عدا مقاومة الهواء والماء).

1-تزايد السرعة يتناسب مع القوة :

مثال 1: من الممكن للعداء أن يزيد سرعته وذلك لزيادة القوة المؤثرة للخلف ولأسفل ضد السطح الذي يجرى علية كما أنة إذا تمكن من تقليل كتلته (أو وزنة) مع ثبات القوة عندئذ يمكن زيادة السرعة أيضا.



<u>مثال 2</u>: من الممكن أن يزيد السباح سرعته وذلك عن طريق زيادة القوة المطبقة ضد الماء ونظرا لأهمية زيادة السرعة لابد وان ندرك أن العضلات تنتج القوة عن طريق انقباضها وكما هو معروف أن الانقباض العضلي الكبير يستهلك طاقة كبيرة.

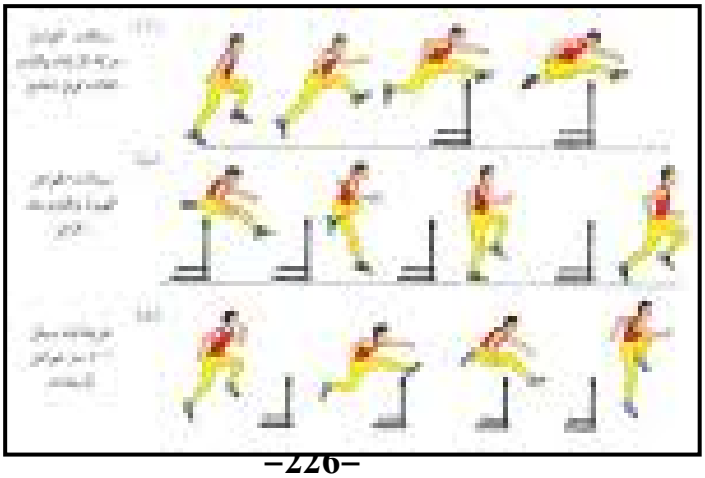


2- **اقصى تعجيل وكفاءة الحركة :**

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

مثال 1: السباح عند ادائة طريقة الزحف على البطن يجب أن يزيد القوى المحركة للجسم في الإتجاة المطلوب وتقليل جميع الحركات مثل رفع الجسم لأعلى أو الانحراف من جانب لآخر .

مثال2: عند ملاحظة رأس العداء أو لاعب الحواجز من الجانب نجد أن القوى المبذولة في الإتجاة المطلوب للأمام لا تؤدى إلى ارتفاع الرأس الذي ينتج جراء القوى العمودية الناتجة من الإتجاة الخاطئ للقوى المبذولة .



ملحوظة :

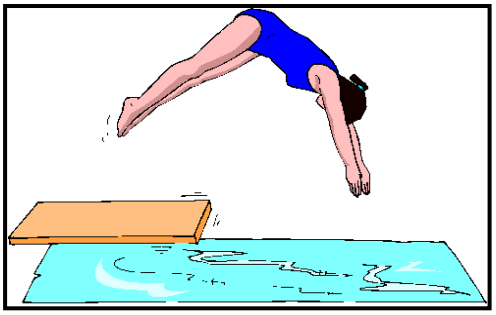
في بعض الحالات يعتبر أقصى تعجيل والسرعة القصوى ليست العامل الموضوعي في أداء بعض الحركات ففي بعض الحركات تميل العجلة إلى تسارع في التخلص وفى البعض الآخر يميل الأداء إلى الدقة مثل كرة السلة (الرمية الحرة) .

3- تأثير قطر الجسم على سرعة الدوران (الزاوى):

كذلك يؤثر قطر الجسم على سرعة الدوران (الزاوي)،وإذا أحدثت قوة ثابتة دوران الجسم – فطول قطر الجسم يقلل من سرعة الدوران بينما تقصير قطر الجسم يؤدى إلى زيادة سرعة الدوران – ونتجت هذه الحقيقة من أن المقاومة ضد قوى الدوران اقل في تأثيرها عندما يكون قطر الدوران اقصر.

مثال 1 :

في الغطس من السلم المتحرك يزداد معدل الدوران (وعدد الدورانات) عندما يحدث تقصير لقطر الدوران أثناء حركة التكور فوضع الجسم المنحنى والمفرود ينتج عنة دوران بطئ.

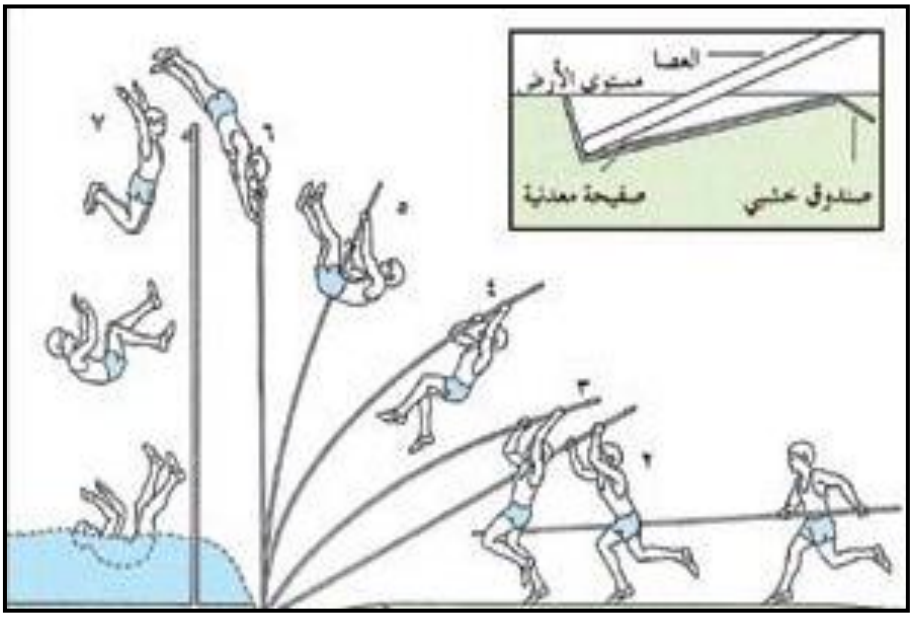


مثال 2 :

يزيد الراقص من سرعة دورانه بضم ذراعية بجانب جسمه كما يقلل من سرعة دورانه بفردها جانبا .

مثال 3 :

يتضمن القفز بالزانة عدة حركات دورانية ومن الأشكال الأساسية لهذه الحركات دوران الزانة حول الصندوق ودوران الجسم ككل حول قبضة اليد وبخفض قبضة اليد على الزانة تقل سرعة دوران الزانة حول الصندوق وعند شد أو سحب الجسم في اتجاه القبضة في التوقيت الصحيح يزداد معدل دوران الجسم حول القبضة كما يمكن المحافظة على كمية الحركة الناتجة في المرحلة المبكرة من المرجحة .

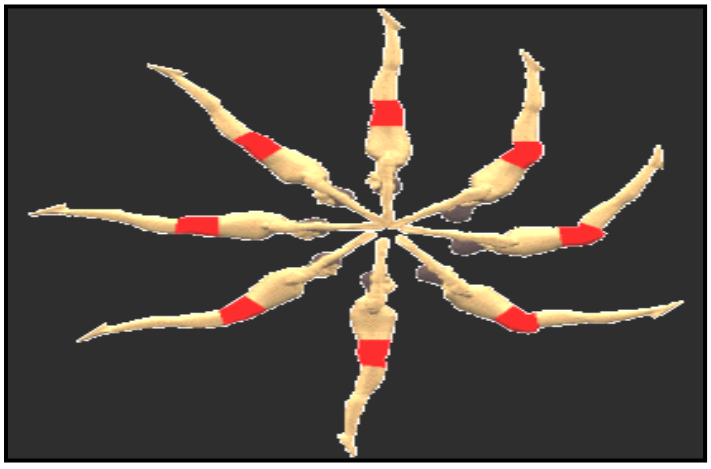


4- المحافظة على كمية الحركة في حركات المرجحة :

لتكوين أو تخزين كمية الحركة في اى حركة مرجحه لابد من تغيير نصف قطر الدوران أثناء المرجحة لأعلى (الصعود) واطالتة أثناء المرجحة لأسفل (الهبوط) ويؤدى ذلك إلى زيادة تأثير الجاذبية عندما تكون الحركة في اتجاها وتقليل تأثيرها عند العمل في عكس اتجاهها بمعنى الاستفادة من القوة الخارجية الايجابية وتقليل تأثير القوة السلبية ويستخدم هذا المبدأ بوجه خاص في الأنشطة التي تتضمن المرجحات .

مثال :

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

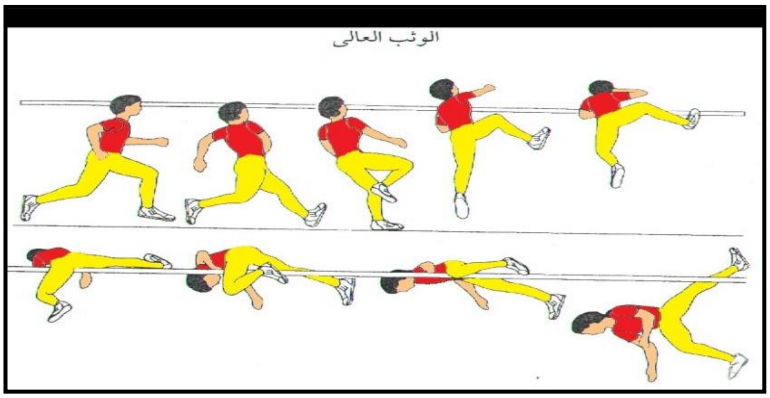


5- الحركات التي تؤدى دون استناد (في الهواء):

يمكن للإنسان أداء الحركات المختلفة وهو غير مرتكز أو مستند فقد يدور الجسم حول مركز ثقله ولكن هذه الحركات لا تؤثر في مسار طيران الجسم كما سبق وان وضحنا سلفا . ولكن تفيد هذه الحركات في إمكانية السيطرة على الدوران والاتزان و أحيانا أخرى قد يكون لها أهمية خاصة في الإعداد لعملية الهبوط كما أن حركة اى جزء من أجزاء الجسم حول محور معين تؤدى إلى حدوث حركة في عكس الإتجاة من بعض أجزاء الجسم .

مثال :

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



القانون الثالث : قانون رد الفعل

صياغة القانون :

"لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار ومضاد له في الإتجاة "

فلكل قوة تعمل في اى مكان قوى أخرى مساوية لها ومضادة في الإتجاة (أزواج متضادة) ويطلق على عمل الجسم الأول (فعل) وعمل الجسم الثاني (رد الفعل) وبيوميكانيكيا فان القوتين متساويتين في الاهميه وتحدثان في نفس الوقت وبالنسبة للتساؤل الذي يقول ، لماذا لا تلاشى القوتين بعضها البعض فلا يبقى هناك قوة على الإطلاق ؟

الإجابة بأن ذلك يحدث عندما يكون الفعل ورد الفعل داخل جسم واحد ويعلل ذلك عدم تأثر الجسم بالأفعال التي تحدث بين اجزاءة إلا انه في الألعاب يطبق القانون الثالث عندما يكون الفعل ورد الفعل في أجسام منفصلة.

فالكتاب الموضوع على منضدة يبذل قوة لأسفل تساوى وزنة ولان الكتاب ساكن فلا بد أن هناك قوى أخرى تؤثر علية في عكس الإتجاة فالقانون الأول ينص على أن اى قوى غير متوازنة تسبب حركة وبما انه في هذه الحالة ليست هناك اى حركة فلا بد أن هناك نظام معين من القوى المتوازنة فالقوى لأسفل من الكتاب على المنضدة توازن بقوى أخرى لأعلى من المنضدة على الكتاب وهذا صحيح أيضا عندما يتحرك شخص ما على الأرض فان قدمه تدفع الأرض للخلف والأرض تدفع للأمام بنفس قوة دفعة للخلف فبدون دفع الأرض للأمام لن يحدث هناك اى تقدم.

ويتضح تأثير القانون عند تطبيقه على الأجسام المرتكزة والأجسام الغير مرتكزة فعندما يكون الجسم مرتكز على سطح صلب ثابت يكون تأثير رد الفعل كبيرا والمثال على ذلك يمكن أن نجدة في الوثب الطويل فمقاومة الأرض تجعل الدفع ممكنا فإذا كانت الأرض صلبة كان رد الفعل كبيرا أما إذا كانت رخوة فسوف يحدث امتصاص للقوى المبذولة ضد الأرض ويقل الدفع مما يؤثر سلبيا على الانجاز الحركي ولذلك يعمد اللاعب تلقائيا في مثل هذه الحالات إلى تصحيح اتجاه القوة ويجعله في الإتجاة الرأسي مما يعمل على منع الإزاحة ولذا سوف تزداد القوى المضادة ولكن سوف يكون اتجاهها رأسيا مما ينتج عنة زاوية انطلاق غير سليمة مما يؤدى إلى الإخفاق في تحقيق اكبر مسافة.

مثال آخر للقوى المضادة أو رد الفعل في السباحة حيث يكون اتجاه الذراعين للخلف مباشرة ضد الماء وينتج رد فعل الماء القوى المضادة اللازمة لتحريك الجسم للأمام وهذه القوى المحركة تكون هي القوى المضادة التي تعمل على تحريك الجسم نفسه.

وعندما يكون الجسم غير مرتكزا فسوف تؤدى حركة احد اجزاؤة إلى حركة جزء آخر في عكس الإتجاة ومن الجدير بالذكر أن هذه الحركة لا تؤدى إلى تغيير قوس طيران مسار مركز الثقل لان الهواء لا يستطيع توليد مقاومة كافية لإنتاج قوى مضادة (رد فعل) كما في الأرض أو الماء وعلى ذلك فقوة العضلات ليس لها تأثير على مسار مركز الثقل في الهواء لانة لن يكون لهذه القوة رد فعل خارجي أثناء الطيران.

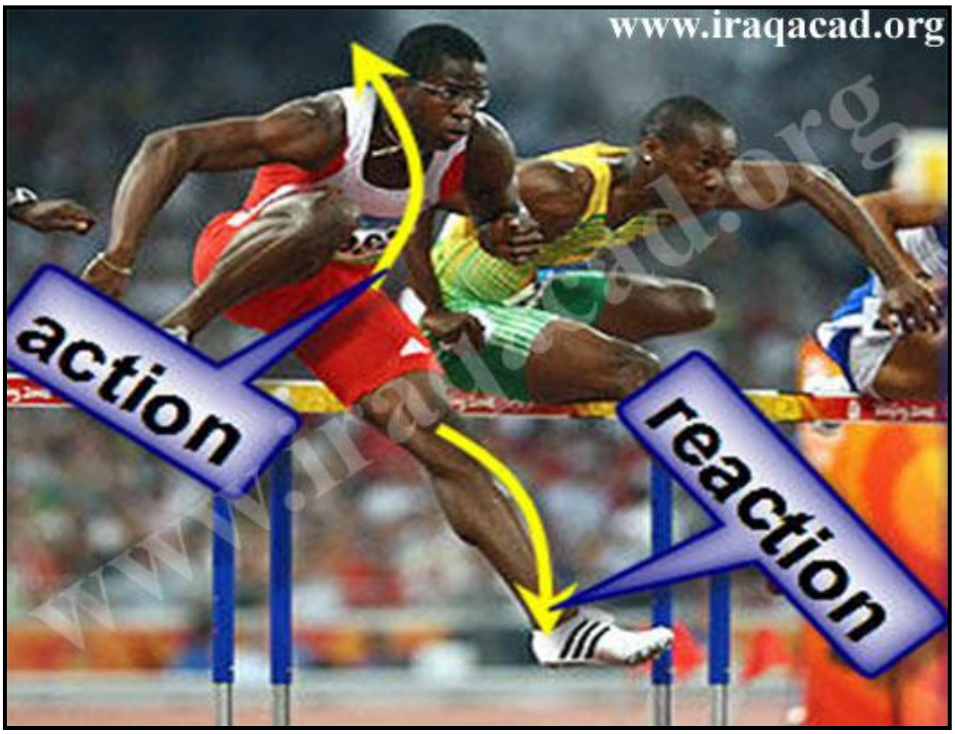
أمثلة متنوعة لتطبيقات لقانون نيوتن الثالث

المثال الاول: مرحلة عبور المانع في ركض الموانع:

اثناء الجزء الاول من مرحلة عبور المانع تتحرك كلا من الرجل الحرة (القائدة) والجذع في اتجاه بعضهما البعض وهذا يؤدي الى تقريب مركز ثقل الجسم باتجاه الاجزاء السفلى للجسم(غلق الزاوية مابين الجذع والرجل القائدة)ويكون اقرب مايكون من المانع، ففي اللحظة التي تعبر فيها قدم الرجل الحرة(القائدة) المانع فان الجذع والرجل القائدة يتحركان بصورة عكسية (وكتطبيق لقانون نيوتن الثالث) اذ ان حركة ميلان الجذع للامام كفعل ينتج عنه حركة الرجل الحرة للاعلى كرد فعل وكما هو واضح من الشكل رقم(1)، ان التطبيق الصحيح لقانون نيوتن الثالث خلال مرحلة عبور العارضة سيضمن للعداء عبور المانع ومركز ثقله اقرب مايكون من العارضة (اقل زمن ممكن) وكذلك عدم ارتطام رجله القائدة بالعارضة مما قد يسبب ضياعا في القوة.

شكل رقم (1)

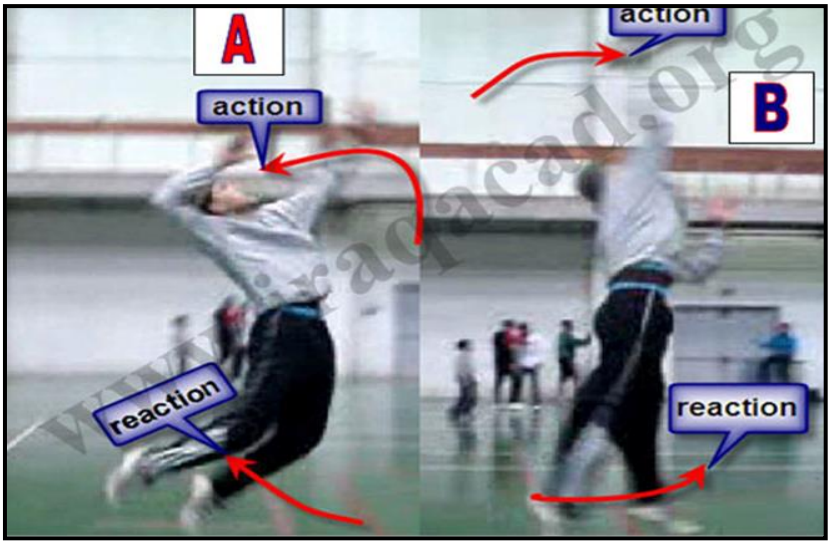
وخلال الجزء الثاني من مرحلة عبور العارضة فبعد عبور ركبة الرجل الحرة(القائدة) فالفخذ تبدا هنا مرحلة الاستعداد للهبوط، حيث يقوم راكض الموانع بفتح الزاوية مابين الرجل القائدة والجذع كما في الشكل رقم(2) حتى يضمن وصول القدم القائدة الى الارض باقصى سرعة ممكنة، اذ ان سرعة وصول القدم القائدة الى الارض مرتبط بمحاولة الراكض لرفع الجذع الى الاعلى وهذا يؤدي الى زيادة سرعة الرجل القائدة في خفضها الى الاسفل حسب قانون نيوتن الثالث.



شكل رقم (2)

المثال الثاني : الارسال الساحق بكرة الطائرة:

يؤدي لاعب كرة الطائرة مهارة الارسال الساحق من القفز، وخلال القسم التحضيري لهذه المرحلة فان الذراعان تتحركان للخلف وباتجاه عكس عقارب الساعة وكنتيجة لهذا الفعل فان الرجلين تتحركان كرد فعل وبأتجاه عقارب الساعة وعلى الرغم من ان الجزئين العلوي والسفلي المتحركان كفعل ورد فعل يتحركان باتجاهيين متعاكسين ولكن كلاهما يتحرك باتجاه اليسار وكما هو واضح في الصورة A من الشكل رقم(3). وخلال القسم الرئيسي للمهارة فان الذراعان تتحركان للأمام وباتجاه عقارب الساعة في حين تتحرك الرجلان ونتيجة كرد فعل لفعل الذراعان وباتجاه معاكس لعقارب الساعة وان كلا الجزئين يتحركان باتجاه اليمين وكما هو واضح في الصورة B من الشكل رقم(3).



شكل رقم (3)

المثال الثالث : مرحلة عبور العارضة في قفزة الفوسبوري:

خلال مرحلة عبور العارضة في قفزة الفوسبوري فان هناك محوران رئيسيان تحدث حولهما حركات اجزاء الجسم، الاول هو المحور العرضي المار بمركز ثقل الجسم والموازي للعارضة والثاني هو المحور السهمي المار ايضا بمركز ثقل الجسم والعمودي على العارضة. ان العامل الاساسي في اتمام عملية عبور كافة اجزاء الجسم فوق العارضة بنجاح هو توافر كمية حركة دورانية حول المحور العرضي المار بمركز ثقل الجسم والذي سيؤدي الى التقوس الحاصل في الجذع مع ثني الركبتين، ان القاعدة الرئيسية التي تحكم مرحلة عبور العارضة هي قدرة القافز على التحكم بالاجزاء التي يتم تحررها من العارضة حتى يكون لفعلها تأثيرا مباشرا وكرد فعل على الاجزاء التي لم تتحرر بعد من العارضة (خصوصا الرجلين) وبالتالي حركتهما الى الاعلى وبالتالي نجاح القفزة من خلال الاستفادة المثلى من افعال الاجزاء المتحررة من العارضة كردود افعال للاجزاء التي لم تتحرر. والشكل رقم (5) يوضح مرحلة عبور العارضة لقافزة بطريقة الفوسبوري، اذ نلاحظ فعل لجزء متحرر من العارضة(الراس) من خلال حركته باتجاه عقارب الساعة سينتج عنه رد فعل مساور بالمقدار ولكنه معاكس بالاتجاه يعمل على رفع الرجل وحركتهما باتجاه معاكس لعقارب الساعة وبالتالي عبور الرجلين من فوق العارضة وبنجاح.

الشكل رقم (5)

<u>الخلاصة</u> :

ان الفهم الصحيح لتطبيقات قانون نيوتن الثالث(الفعل ورد الفعل) في المجال الرياضي سيعمل على اصدار التعليمات التصحيحية(التغذية الراجعة) من قبل المدرب او المدرس بشكل صحيح، فقد لايكون سبب ارتطام الرجل القائدة بالمانع في ركض الموانع نتيجة خلل ميكانيكي في الرجل الحرة ولكن في عدم ثني الجذع الى الامام الاسفل وان اصدار معلومات تصحيحة(تغذية راجعة) من قبل المدرب او المدرس باتجاه تصحيح وضعية الجذع والاستفادة من فعله لغرض تعديل في حركة الجزء الاخر(الرجل القائدة) والتي يحدث فيها الخطا،

وكذلك الحال في القفز العالي فقد يعطي المدرب او المدرس معلومات تصحيحة غير صحيحة عن خطأ اسقاط عارضة القفز من خلال ارتطامها بالقدمين في حين قد يكون من الممكن تصحيح هذا الخطأ من خلال التركيزعلى تصحيح حركة جزء اخر(الرأس الى الصدر) والذي سينتج عن حركته كفعل صحيح رد فعل يعمل على رفع القدمين فوق العارضة وبالتالي نجاح القفزة.

الأسس المتعلقة بالقانون الثالث لنيوتن :

1- اختلاف السطح وكمية القوة المضادة
2- اتجاة القوى المضادة (رد الفعل)
3- القوة المضادة في حركات الضرب
4- القوة المضادة المخزونة لفترة ما
5- الاتصال بالسطح عند التطبيق ضد اجسام خارجية

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

1- اختلاف السطح وكمية القوة المضادة :

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

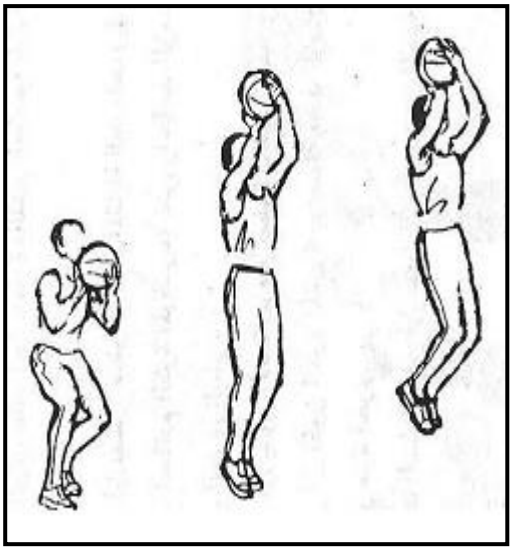
مثال :

في العدو والوثب يقوم اللاعب بدفع السطح للخلف وذلك للحصول على دفع للجسم وكلما كان السطح رخوا كما في حالة الرمل أو الطين قلت القوة المضادة وبالتالي يقل عائد الدفع الذي يتلقاه اللاعب بما يؤدى إلى بذل مزيد من الطاقة لتحقيق الواجب المطلوب منة .

2- اتجاه القوى المضادة (رد الفعل):

إن اتجاه القوى المضادة يكون في عكس اتجاه القوى المبذولة مباشرة وتكون هذه القوى اكبر تأثيرا عندما تكون عمودية على السطح وذلك لصغر مركبة الاحتكاك .

مثال : للحصول على اكبر ارتفاع في الوثب العمودي يجب تطبيق القوى عموديا لأسفل وبتعبير آخر للحصول على أفضل نتيجة في الوثب يجب أن تطبق القوة فوق نقطة الارتقاء مباشرة .

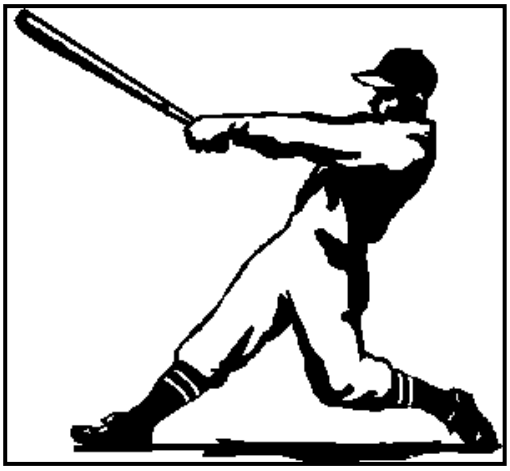


3- القوى المضادة في حركات الضرب (المضارب والأدوات):

إن كميـة القـوة المضـادة فـي حركـات الضـرب (باسـتخدام المضـارب والأدوات المختلفـة) تنقل عن طريـق الأداة للجسم المضروب مثل الكرة وتعتمد كذلك على مجموع كمية حركتي الكرة والمضرب عند لحظة الاتصال.

مثال:

عنـد مسـك الأداة باليـد يجـب أن تكـون القبضـة محكمـة لمنـع اى ارتداد للأداة للخلف .

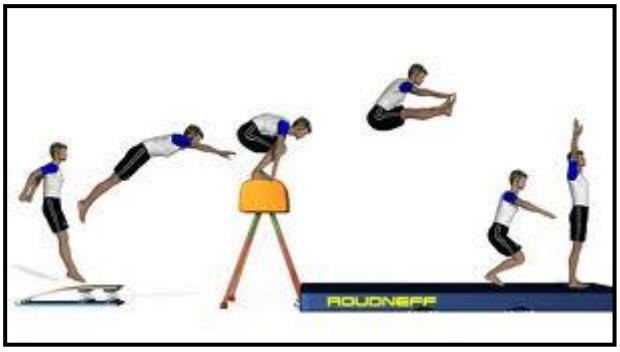


4- القوة المضادة المخزونة لفترة ما:

لو كـان السطح أو الأداة المستخدمة تتميز بقدر من المرونـة فإن القوة المؤثرة ، قوي الفعل تؤدى إلى حدوث انثناء أو انضغاط ويعتبر ذلك بمثابـة طاقـة مختزنـة وعنـد امتـداد هذا الانثنـاء يسـاعد علـى زيـادة القوة المـؤثرة علـى الجسم .

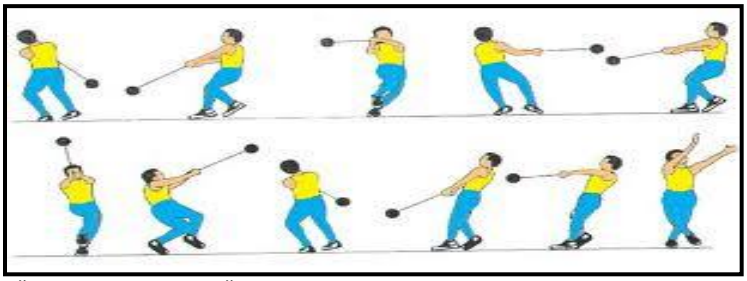
مثال:

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



5- الاتصال بالسطح عند تطبيق قوى ضد أجسام خارجية :

في أنشطة الرمي والدفع والشد والضرب يجب المحافظة على اتصال احد القدمين أو كليهما معا بالأرض حتى اكتمال بذل القوة المسببة للحركة فلو كسر لاعب اطاحة المطرقة اتصاله بالأرض قبل أن يكمل فإن القوة الناتجة سوف تتأثر بذلك وتقل كثيرا.



ملخص للمبادئ والاسس المرتبطة بقوانين بالحركة

1- كل جسم يبقى على حالته من سكون أو حركة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر علية قوة خارجية تغير من حالته.

2- يتناسب معدل التغير في كمية الحركة مع القوة المحدثة له ويحدث في اتجاهها.

3- لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الإتجاة.

4- يجب أن تؤثر قوى خارجية لتغيير اتجاه الطيران.

5- لزيادة السرعة الزاوية في المرجحات يجب تقصير قطر الدوران بين مركز الدوران ومركز (الثقل) في حركة المرجحة لأعلى وزيادة قطر الدوران في حركة المرجحة لأسفل .

6- عند ارتكاز الجسم على الذراعيين يجب أن يقع مركز الثقل فوق قاعدة الارتكاز مباشرة .

7- يجب أن يتحرك مركز الثقل في اتجاه الحركة في حركات الوثب .

8- يجب في كثير من الحركات التي تؤدى على الحلق أو المتوازي أو العقلة ألا يحدث توقف بين هذه الحركات فيجب أن تكون مستمرة.

9- من الضروري بذل القوة في حركات المرجحة من التعلق عندما يكون الجسم أسفل نقطة التعلق.

10- عند أداء حركات على الحلق أو المتوازي أو العقلة يجب تقريب مركز الثقل من نقطة الارتكاز في التوقيت المناسب (في نقطة السكون) وذلك

لأداء حركة جديدة وذلك عند تعادل تأثير الجاذبية الأرضية مع قوة المرجحة وينعدم تأثير قوة الطرد المركزية مما يؤدى إلى عدم حدوث تأثير مضاد .

11- عندما تؤدي كثير من حركات المرجحة يجب شد الجسم لأعلى في اتجاه البار وذلك لتقليل الجهد المبذول من الذراعين للوصول إلى وضع الارتكاز.

12- في الأنشطة التي تتضمن كمية حركة انتقالية وكمية حركة دائرية يجب أن تتكامل الحركة بصورة انسيابية .

13- عند استخدام الأدوات لزيادة طول ذراع الرافعة فإن حركة المفصل من الممكن أن تزيد مسافة الحركة .

14- من الممكن جمع القوى التي توجد في اتجاه الحركة إذا كانت في اتجاه واحد ومتتالية وتؤثر الواحدة تلو الأخرى (كل في قمة الأخرى).

15- في الهبوط السليم يجب توزيع القوى على مساحة كبيرة من الجسم لفترة زمنية طويلة حتى لا تحدث إصابات.

16- لا يستطيع الجسم رفع أو خفض مركز ثقله أثناء حركته في الهواء .

17- يجب أن يعمل اللاعب على تقليل أو زيادة قوى مقاومة الهواء أو الماء أو الاحتكاك وذلك تبعا لمتطلبات واجب الحركة .

18- في الحركات الدائرية مثل الدورة الهوائية يجب أن يتعلم اللاعب الدوران الكامل في الزمن المتاح له أثناء وجودة في الهواء .

شرح مبسط لبعض الكميات المشتقة المرتبطة بالقوة

1- كمية الحركة M

كمية الحركة لجسم هى عبارة عن كتلة الجسم فى سرعته

كمية الحركة = الكتلة × السرعة $M = m . v$

2- دفع القوة Impulse " P "

الدفع هو مقدار التغير فى كمية الحركة ، فدفع القوة لجسم ما يعنى مقدار التغير فى كمية حركة هذا الجسم فدفع القوة لجسم فى زمن معين يساوى مقدار التغير فى كمية حركة الجسم خلال هذا الزمن .

دفع القوة = التغير فى كمية الحركة $F(t_2-t_1) = m (v_2 - v_1)$

دفع القوة= القوة × الزمن = الكتلة × السرعة النهائية

$P = m . v = F.t$

السرعة النهائية = العجلة × الزمن $V = a . t$

ودفع القوة يفسر بدرجه كبيرة قانون نيوتن الثالث لرد الفعل

3- الشغل A :

يستخدم مصطلح الشغل بكثرة فى الحياة اليومية ويفهم الانسان بشكل عام ان الشغل هو التغلب على المقاومات ، بينما يقصد به فى مجال الفسيولوجيا بأنه التوتر العضلى سواء كان حركيا او ثابتاً .

والشغل كمية غير متجهه حيث انه مقياس وليس مقداراً له اتجاه محدد .

و فى الميكانيكا يعبر عن مدلول الشغل بتقدير حسابى قاطع ، حيث أن الشغل هو مقدار القوة فى المسافة التى يقطعها الجسم ووحدة قياس الشغل (كيلو باوند م) أو (نيوتن م)

الشغل = القوة (فى اتجاه الحركة) × المسافة

$$A = F_2 . (s_2-s_1) \quad (kpm)$$

$$A = F\cos\varphi\ (s_2-s_1)$$

وعند رفع جسم يزن G إلى ارتفاع يبلغ h فإن ذلك يحتاج شغلاً مقداره الوزن × الارتفاع حيث يعبر الوزن عن قوة جذب الارض للجسم .

الشغل = الوزن × الارتفاع كيلوبوند.متر

$$A = G . h \quad (kpm)$$

4- الطاقة E

المبدأ الاساسى للطاقة أنها لا تفنى ولا تستحدث من عدم ، فالطاقة تتحول من صورة لاخرى ولكنها تظل موجودة حتى تتوفر متطلبات التغير من صورة لاخرى فتظهر الطاقة على صور نحسها ونلمسها وقد توجد الطاقة فى صورة لا نشعر بها ولكن ذلك لا يعنى عدم وجودها .

أ- طاقة الوضع E_{pot}

فمن الممكن ان تكمن فى جسم ما كمية معينة من الشغل تبعا لوضعه أو حالة حركته ، فعند رفع جسم ما لمسافة معينة فان الشغل المبذول فى رفع الجسم لا يذهب سدى ولكن يتحول لصورة طاقة وضع أو طاقة مكان ، ويتم استخراج هذه الطاقة ثانية عند الحاجة اليها وهذا يظهر عند القاء هذا الجسم لاسفل من على هذا الارتفاع .

لذا فإن الطاقة الكامنه تتساوى مع مقدار الشغل المبذول لرفع الجسم فى هذا المكان .

ويرمز للطاقة الكامنه بالرمز E_{pot}

الطاقة الكامنه = الشغل = الوزن × الارتفاع

$$E_{pot} = A = G.H \quad kpm$$

ب- طاقة الحركة E_{kin}

كل كتلة متحركة لها القدرة على بذل الشغل ، فالهواء قادر بكتلته المتحركة أن يحرك قاربا شرعياً ، وعند اصطدام الكرة باللاعب فإنها تبذل شغلا يتمثل فى الجزء الذى يصطدم به .

ويطلق على القدرة الخاصة بالشغل لجسم ما اسم طاقة الحركة أو الطاقة الحركية وهى تعادل مقدار الشغل اللازم لاكتساب جسم ما سرعة معينة

وتستخدم المعادلة الاساسية للديناميكا فى حساب طاقة الحركة ، فنج أن طاقة الحركة تساوى الشغل المبذول لاحداث الزيادة فى سرعة الجسم وبالتالى التغيير فى عجلته فى زمن ما

$$\text{طاقة الحركة} = \text{الكتلة} \times \frac{\text{مربع العجلة} \times \text{مربع الزمن}}{2} \quad \text{كجم م}^2/\text{ث}^2$$

$$\text{طاقة الحركة} = \text{الكتلة} \times \frac{\text{مربع السرعة}}{2} \quad \text{كجم م}^2/\text{ث}^2$$

$$E_{kin} = m \cdot \frac{a^2\, t^2}{2} \quad kg\ m^2/s^2$$

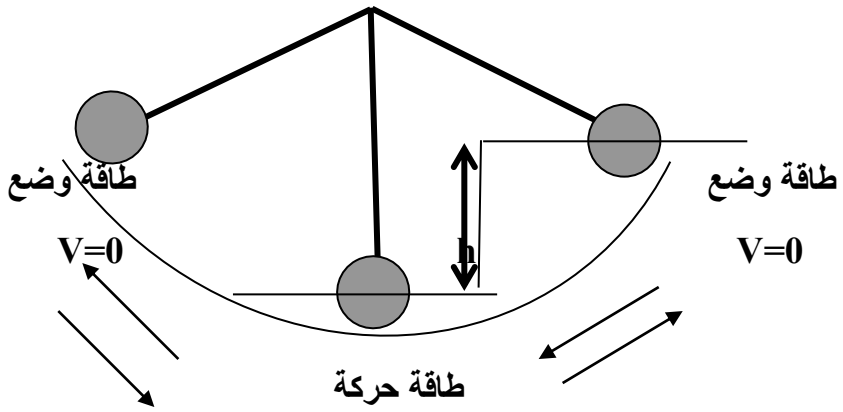
$$E_{kin} = m \cdot \frac{v^2}{2} \quad kg\ m^2/s^2$$

قانون الطاقة

الطاقة تظل كما هى اذا كان النظام مغلقاً ، فإن طاقة الوضع تساوى طاقة الحركة فى الصورة الميكانيكية لها ، وبالتالى عند دراسة حركة بندول متأرجح نجد أن الطاقة الكامنه فى أعلى نقطة لبدأ تأرجح البندول تساوى الطاقة الحركية عند وصول البندول لاقصى سرعة ثم تتحول الطاقة الحركية لطاقة كامنه عند وصول البندول لاقصى ارتفاع فى الاتجاه المقابل .

طاقة وضع ← طاقة حركة ← طاقة وضع

$E_{pot} \rightarrow E_{kin} \rightarrow E_{pot}$



ولكن هذا لايتم بشكل كامل حيث أن هناك جزء من طاقة الوضع يتحول إلى طاقة حركية نتيجة للاحتكاك ، وبالتالى تتحول بعض الطاقات الكامنه الضئيلة جداً إلى طاقة حرارية.

وبالتالى فإن :

طاقة الوضع + طاقة الحركة + الطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتكاك = قيمة الطاقة الكلية

$$E_{pot} + E_{kin} + E_{warme} = c$$

5- القدرة

يستخدم مصطلح القدرة فى المجال الرياضى بمفهوم مختلف تماماً عن مصطلح القدرة من الناحية الميكانيكية ، فإن مسافة الوثبة للامام يطلق عليها قدرة اللاعب على الوثب أو قدرة الوثبة .

ولكن مفهوم القدرة من وجه نظر الميكاتيكا انها مقدار الشغل المبذول للتغلب على مقاومات معينة فى زمن محدد .

فمثلاً التغلب على المقاومات المختلفة خلال عدو 100م يعبر عن الشغل الميكانيكى الذى بذله اللاعب خلال تلك المسافة ولكن عندما يتم مراعاة الزمن الذى بذل فيه هذا الشغل فإن ذلك يسمى قدرة ميكانيكية للاعب .

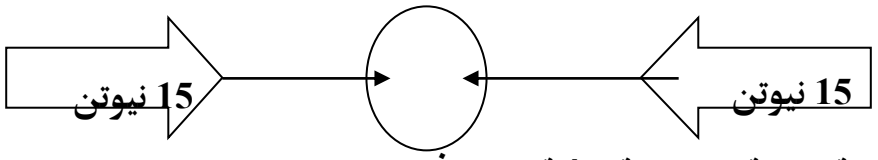
$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} \quad \text{نيوتن م /ث}$$

$$P = \frac{A}{t} \qquad N\ m/s$$

المتجهات

المتجهات هى الكميات الفيزيائية التى لها وحدة قياس واتجاه ، وبالتالى عند جمعها لابد من مراعاة الاتجاه ، وإلا يكون الجمع غير صحيح فعلى سبيل المثال عند جمع الرقم 15 و الرقم -15 تكون المحصلة صفر لان الرقم الاول اشارته او اتجاهه سالب بينما الرقم الثانى اشارته أو اتجاهه موجب .

لو أن هناك قوتان متساويتان يؤثران فى جسم ما و فى نفس النقطة ولكن كل منهمت اتجاهها عكس الاخرى يظل الجسم ساكن لان محصلة القوى تساوى صفر .



ق 1 = ق2 ق1 + ق2 = صفر

15 = 15 15 – 15 = صفر

فالكميات المتجهه تمثل بخطوط مستقيمة يعبر كل خط عن مقدار هذه الكمية فلو كانت القوة الاولى تساوى 5 نيوتن والقوة الثانية تساوى 10 نيوتن فيجب تمثيل القوة الاولى بخط طوله يساوى نصف طول القوة الثانية تماماً

10 نيوتن

5 نيوتن

ورأس السهم تحدد اتجاه القوى

جمع الكميات المتجهه

عند جمع الكميات المتجههة يراعى بدقة اتجاهها وتمثيلها هندسياً بأطوال مساويه لها .

1- جمع كميتان متجهتان فى نفس الاتجاه ويؤثران فى نفس النقطة.

ق$_1$ = 5 نيوتن و ق$_2$ = 10

10 نيوتن + 5 نيوتن

محصلة القوى = 10 + 5 = 15 نيوتن

ق = 15 نيوتن

2- جمع كميتان متجهتان فى عكس الاتجاه ويؤثران فى نفس النقطة.

يتم طرح الكميتان و يأخذ الناتج اتجاه القوة الاكبر

10 نيوتن - 5 نيوتن

محصلة القوى = 10 - 5 = 5 نيوتن

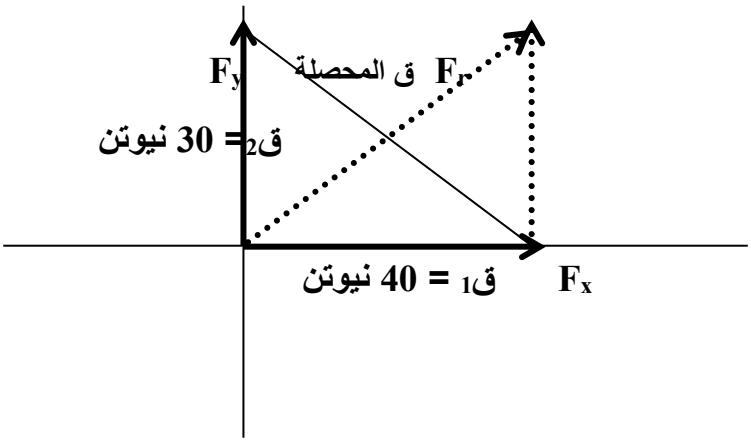
ق = 5 نيوتن

3- جمع كميتان متجهتان متعامدتان ويؤثران فى نفس النقطة.

يتم استخدام نظرية فيثاغورث للمثلث القائم الزاوية فى حساب محصلة هاتان القوتان ، فعلى سبيل المثال لو أثرت قوة افقية لليمين بمقدار 40 نيوتن وقوة رأسية لأعلى على جسم بمقدار 30 نيوتن فما محصلة القوة وما اتجاهه؟

القوة الاولى افقية ق$_1$ = 40 نيوتن

القوة الثانية رأسية ق$_2$= 30 نيوتن



محصلة القوة = $\sqrt{}$ مربع القوة الافقية + مربع القوة الرأسية

$$Fr = \sqrt{Fx^2 + Fy^2}$$

محصلة القوة = $\sqrt{(30 \times 30) + (40 \times 40)}$

محصلة القوة = $\sqrt{900 + 1600}$ = 2500 = 50 نيوتن

وبعد حساب محصلة القوى وهى 50 نيوتن ، يتم حساب زاوية القوة وذلك باتباع قوانين حساب المثلثات حيث أن :-

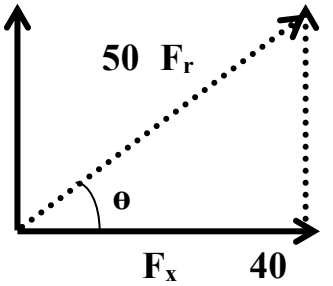
$$\text{جا الزاوية} = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

$$\text{جتا الزاوية} = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$$

$$\text{ظا الزاوية} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

$$\text{ظتا الزاوية} = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$$

فى مثالنا هذا المقابل هو القوة الرأسية والوتر هو محصلة القوة



$$\text{جا الزاوية} = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{F_y}{F_r} = \frac{30}{50} = 0.6$$

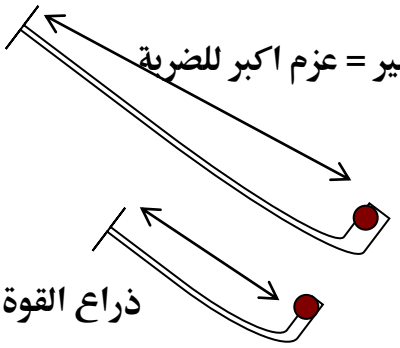
الزاوية = 36.87 درجة

محصلة القوى 50 نيوتن تؤثر بزاوية 36.87 درجة عن المحور الافقى

العـــزوم

نلاحظ أن قبضة الباب توضع فى الطرف البعيد عن محور دوران الباب حتى نستطيع فتح الباب بسهولة .... ألم تسأل نفسك لماذا قبضة الباب فى الطرف البعيد عن محور الدوران .....؟

وتلاحظ ايضاً أنه عندما لا تستطيع فك صامولة بيدك فإنك تستخدم مفتاح له ذراع كبيرة لفك الصامولة لماذا ..... ؟



فعزم القوة هو الأثر الدوراني للقوة ، وهو لا يعتمد على مقدار القوة فقط, بل يعتمد أيضاً على بعد نقطة تأثير هذه القوة عن محور الدوران.

ويحسب العزم عن طريق إيجاد حاصل ضرب القوة بالمسافة العمودية بين نقطة تأثير هذه القوة ومحور الدوران(ذراع القوة).

عزم القوة = القوة × ذراع القوة

ولأن العزم كمية متجهة فإن :-

عزم القوة = القوة × ذراعها × جاθ (زاوية ميل ذراع القوة)

وهذه القيمة تكون أكبر ما يمكن عند جاθ =1 عندما تكون زاويةθ تساوى90[5], أى أن الزاوية بين نقطة تأثير القوة ونقطة الارتكاز تساوى90 [5]

ويكون صفراً عندما يكون جا θ = صفر أي أن زاوية θ =0 [5]، الزاوية بين نقطة تأثير القوة ومحور الارتكاز تساوى صفر ، وبذلك فإنّ القوة التي تمر من محور الدوران لا تولد أثراً دورانياً.

أما اتجاه العزم فيمكن تحديد اتجاهه حسب القاعدة التالية:

1- إذا كان الدوران بعكس عقارب الساعة يكون العزم موجباً.

2- إذا كان الدوران مع عقارب الساعة يكون العزم سالباً.

مثال

عند القبض على وزن 50 نيوتن باليد ثم ثنى مفصل المرفق زاوية30 [5] ثم زاوية 90[5] ، هل يختلف عزم القوة فى الحالتين إذا كان طول الساعد و اليد 50 سم حتى مفصل المرفق ؟

الاجابة

عزم القوة = القوة بالنيوتن × المسافة بالمتر × جا ∞

أولاً : عزم القوة فى حالة زاوية 30 درجة

عزم القوة = 50×50×جا30

عزم القوة = 50×50×0.5

عزم القوة = 1250 نيوتن /سم

عزم القوة = 12.50 نيوتن/متر

ثانياً عزم القوة فى حالة الزاوية 90 درجة

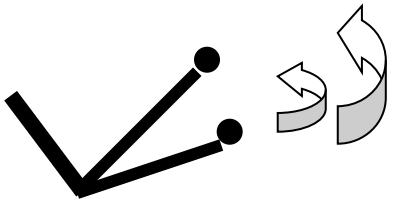
عزم القوة = 50×50× جا90

عزم القوة = 50×50×1

عزم القوة = 2500 نيوتن/سم

عزم القوة = 25 نيوتن / متر

العضلة تحتاج ضعف القوة لرفع مقاومة 50 نيوتن حتى الزاوية 90 عن الزاوية 30 ، فزاوية العزم تؤثر بدرجة كبير جداً على عزم القوة وكذلك طول ذراع العزم يؤثر بدرجة كبيرة على مقدار عزم القوة ، فكلما زاد مقدار ذراع عزم القوة كلما ذاد مقدار عزم القوة وكلما زاد المدى الحركى طول ذراع العزم كلما زادت السرعة التى تتحرك بها الرفاعة عند ثبات القوة والمقاومة .



جمع العزوم

يمكن جمع عزمين يؤثران على الجسم الحر و أكثر ، ويكون ناتج جمع هذه العزوم عدم حدوث حركة فى الجسم أو حدوث حركة انتقالية أو حركة دورانية تبعاً لنقطة تأثير كل عزم واتجاهه .

فمثلاً عندما تتساوى كفتى الميزان يكون هناك سكون ناتج عن تعادل عزمى القوى على طرفى محور الارتكاز ، بينما تحدث حركة انتقالية مثل التجديف فى القارب ناتجة عن قوتين تعملان على جانبى الجسم ، بينما قد تحدث حركة دورانية مثل ادارة عجلة قيادة السيارة فتح صنبور المياه .

ملحوظة

محصلة العزوم لآى مجموعة قوى تساوى المجموع الاتجاهى لعزوم هذه القوى منفرده حول نفس النقطة ، فالعزوم كميات متجهه ،يجب مراعاة اتجاهها ويكون اتجاه العزوم سالب إذا كانت فى دوران اتجاه عقارب الساعة أى من

اليسار لليمين ، بينما تكون موجبة اذا كان اتجاهها عكس دوران عقارب الساعة من اليمين للشمال .

الروافع من وجهة النظر البيوميكانيكية

إن المعرفة بالنواحي التشريحية والبيوميكانيكية للجهاز العظمي العضلي هامة جدا لفهم حركات جسم الإنسان ،خاصة الحركات الرياضية ،فعلم التشريح يهتم بوصف مكونات الجهاز العظمي العضلي ،أما علم الحركة البيوميكانيكي فيركز علي الميكانيزم الذي يحدث بين هذه المكونات لكي تحدث الحركة،وعلي الرغم من وجود العديد من العضلات التي لاتظهر في نظام الروافع التشريحية مثل عضلات الوجه والقلب والأمعاء ...إلا أن معظم حركات الجسم مباشرة سواء في الرياضات المختلفة أو التدريبات أساسها العظام وعملها كرافعة ،ولكي نفهم كيف ينتج الجسم مثل هذه الحركات فلابد من معرفة أساسية بالروافع التشريحية وعملها.

ونظام الروافع في الطبيعة هو أحد الأنظمة الميكانيكية التي يشترط في عملها تواجد جسم مادي صلب تظهر فيه نقاط تأثير عمل القوة والمقاومة،ويكون قابل للدوران حول نقطة ثابتة –المحور–وتكون كل من القوة والمقاومة تبعدان بمسافة عمودية عن المحور،تسمي ذراع،أما منظومة جسم اللاعب فإن جهازه الحركي عبارة عن منظومة من الروافع ، فالعظام هي الأجسام المادية الصلبة التي تؤثر عليها القوة العضلية المرتبطة بها والمفاصل تمثل محاور الدوران بالنسبة لهذه الروافع ، ويولد اللاعب بروابط عضلية لها منشأ واندغام–نهاية قريبة وبعيدة–لها مواقع خاصة،ونتيجة لتأثير عملية النضج

للعظام والعضلات يتغير تبعا لذلك نظام الروافع في جسم اللاعب مما يوثر علي أداؤه الحركي في مختلف النشطة الرياضية.

وتساعد الرافعة فى التغلب على المقاومات الكبيرة من خلال تطبيق مبدأ العزوم فيتم الاعتماد على ذراع الرافعة للتغلب على المقاومات التى تزيد عن مقدار القوة المبذولة ، فالرافعة عبارة عن جسم صلب ينقل الحركة بواسطة الدوران حول نقطة الارتكاز.

وتتكون الرافعة من ثلاث عناصر وهى القوة والمقاومة ونقطة الارتكاز كما يلى :-

1- نقطة الارتكاز :-

هى النقطة التي تدور حولها الرافعة.

2- القوة :-

هي القوة التي تؤثر على الرافعة ، لتحريك المقاومة أو تغيير وضعها.

3-المقاومة :-

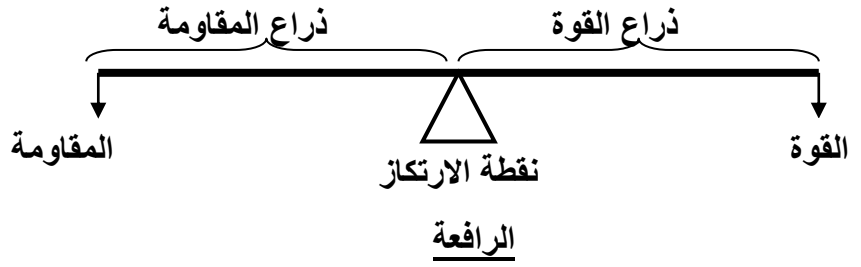
هي الوزن أو الثقل التي تقوم الرافعة بتحريكها.

4- ذراع القوة :-

هى المسافة العمودية بين القوة ونقطة الارتكاز.

5- ذراع المقاومة :-

هى المسافة العمودية بين المقاومة ونقطة الارتكاز .



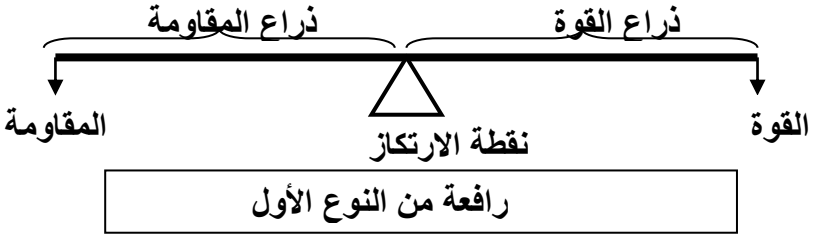
الرافعة

أنواع الروافع :-

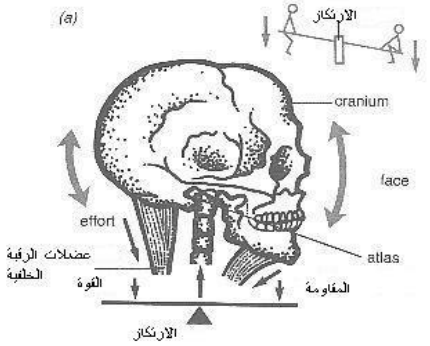
تنقسم الراوفع إلى ثلاث أنواع ، و يحدد نوع الرافعة موقع نقطة الارتكاز بالنسبة للقوة والمقاومة .

1- الرافعة من النوع الأول :

وفيها تقع نقطة الارتكاز فى المنتصف بين القوة والمقاومة، وأبسط مثال لها أرجوحة الاتزان التى يلعب بها الأطفال.



وتعتبر الرأس رافعة من النوع الأول حيث ترتكز الرأس على العمود الفقرى (نقطة الارتكاز) و وزن الرأس هو المقاومة وعضلات الرقبة الخلفية هى القوة .



MECHANICAL ADVANTAGES (MA) الميزة الميكانيكية OF THE FIRIST CLASS

☒ إذا كانت نقطة الارتكاز بالقرب من المقاومة تكون وظيفة الرافعة فى هذه الحالة تحقيق أقصي استفادة من القوة

ذراع القوة / ذراع المقاومة >1 = MA (اكبر من 1)

☒ أما إذا كان محور الارتكاز بالقرب من القوة فإن وظيفة الرافعة فى هذة الحالة اكتساب السرعة وكمية الحركة الزاوية.

ذراع القوة / ذراع المقاومة <1 = MA (اصغر من 1)

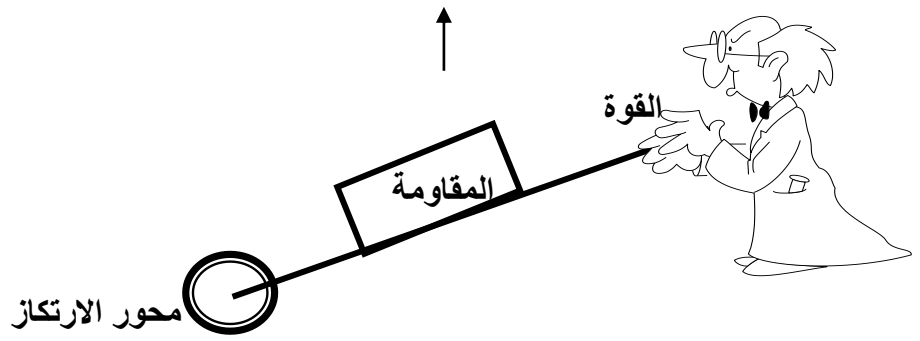
☒ أما إذا كان محور الارتكاز فى المنتصف بين القوة والمقاومة فإن يتحقق الاتزان

ذراع القوة / ذراع المقاومة = 1 = MA (يساوى 1)

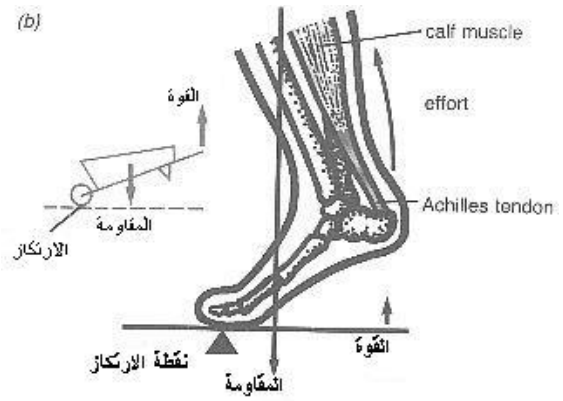
وعليه تكون وظيفة الرافعة من النوع الأول: الاستفادة من القوة القصوى، الحصول على أقصى سرعة، الاتزان ، التغيير في اتجاه القوة .

2- الرافعة من النوع الثانى :-

وتقع فيها المقاومة بين نقطة الارتكاز و نقطة تأثير القوة ، و ابسط مثال لها عربة الحديقة حيث تكون القوة فى المقبض و المقاومة الثقل داخل العربة و نقطة الارتكاز هى العجلة .



بينما تتمثل الرافعة من النوع الثانى فى جسم الإنسان عند الوقوف على المشطين ، و الانقباض بالتطويل للساعد أو للساق حيث تقاوم العضلة عمل القوة الخارجية .



MECHANICAL ADVANTAGES (MA) OF THE SECOND CLASS
الميزة الميكانيكية

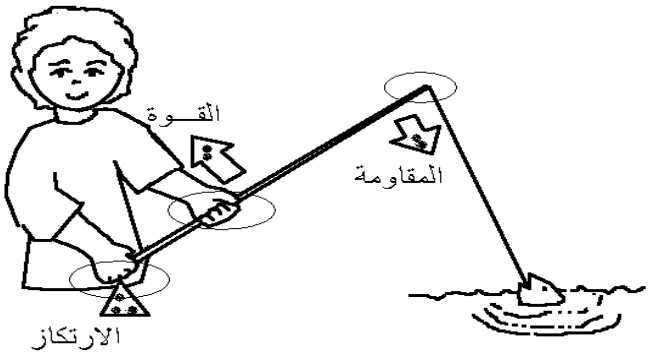
فى هذه الرافعة يكون ذراع القوة اكبر من ذراع المقاومة ولذلك الميزة الميكانيكية دائما اكبر من 1

ذراع القوة / ذراع المقاومة >1 = MA

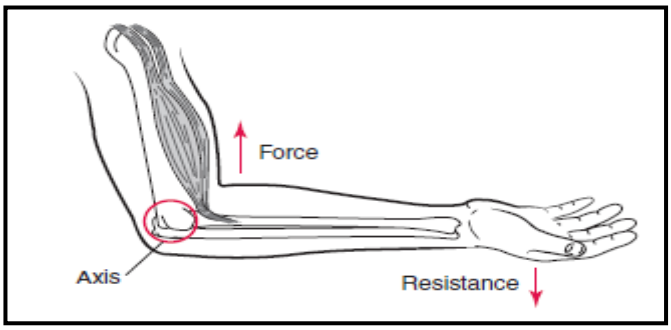
وظيفة هذه الرافعة : الحصول على القوة القصوى , الاقتصاد فى بذل الطاقة يمكن العضلة تستهلك اقل قدر من الطاقة فيتحقق شغل كبير.

3- الرافعة من النوع الثالث :-

وتقع فيها القوة بين المقاومة و محور الارتكاز ، مثل رفع بوصة صيد لسمك ، الملقاط .



وتظهر عند ثنى الذراع حيث العضلة ذات الرأسين العضدية القوة والمقاومة في اليد ومحور الارتكاز في المفصل حيث تقع القوة بين المقاومة ومحور الارتكاز.



MECHANICAL ADVANTAGES (MA) OF THE THIRD CLASS الميزة الميكانيكية

فى هذا الوضع يكون ذراع القوة اقل دائما من ذراع المقامة

ذراع القوة / ذراع المقاومة <1 = MA

وظيفة هذه الرافعة :زيادة السرعة وكمية الحركة الزاوية .

و مما سبق يتضح لنا أن الروافع في جسم اللاعب تساعده في نقل تأثير القوة ،وقد ينتج عن هذا النقل فقدان جزء من هذه القوة أو زيادتها حيث تقوم العظام بتثبيت الرافعة لتدور حول المفصل ،ويتولد عن الشد الحادث في أي عضلة عزم قوة ويكون اندغام العضلة هو نقطة تأثير القوة ،والمفصل هو محور الدوران ومركز ثقل الجسم –الوصلة–هو نقطة تأثير المقاومة،ولذلك يكون الغرض من وجود الروافع التشريحية في جسم اللاعب هو مساعدته في التغلب علي المقاومات الكبيرة باستعمال أقل قوة ممكنة،كما تساعده في الحصول علي

سرعة كبيرة أو مدي حركي واسع لوصلات الجسم المختلفة ،وعند استخدام الأدوات الرياضية المتنوعة.

وتتكون الروافع من ذراعان ، ذراع عزم القوة ، وذراع عزم المقاومة ، ونقطة الارتكاز (الدوران) ، وفى حالة اتزان الرافعة يتساوى عزم المقاومة مع عزم القوة كما يلى :-

عزم القوة = عزم المقاومة

تكون القوة × ذراع عزمها = المقاومة × ذراع عزمها

ويتم استخدام المعادلة السابقة إذا كان خط عمل القوة وخط عمل المقاومة عمودى على محور الارتكاز ، بينما لو كان خط عمل القوة أو المقاومة مائل على نقطة الارتكاز ، ففى حالة اتزان الرافعة نستخدم المعادلة التالية :-

القوة × ذرعها × جا زاوية ميل القوة = المقاومة × ذراعها × جا زاوية ميل المقاومة

حيث جا زاوية ميل القوة = جيب زاوية ميل القوة عن محور الارتكاز

حيث جا زاوية ميل المقاومة =جيب زاوية ميل المقاومة عن محور الارتكاز

مثال

ما مقدار القوة التى تبذلها العضلة لتثبيت وصلة الساعد واليد عندما يكون مفصل المرفق بزاوية 90^{5} إذا كان وزن اليد 10 نيوتن والساعد 20 نيوتن ، ويبتعد مركز ثقل اليد عن نقطة الارتكاز 50سم ، ويبتعد مركز ثقل الساعد عن نقطة الارتكاز 25سم ، ونقطة تأثير القوة تبعد 2 سم عن نقطة الارتكاز ؟

الحل

بما انه فى حالة ثبات مفصل المرفق بزاوية 90 درجة فإن

عزم القوة = عزم المقاومة

عزم المقاومة = عزم اليد + عزم الساعد

عزم اليد = وزن اليد × ذراع اليد × جا زاوية اليد

عزم اليد = 10× 0.5 × 1

عزم اليد = 10 نيوتن / متر

عزم الساعد = وزن الساعد × ذراع الساعد × جا زاوية الساعد

عزم الساعد = 20× 0.25 × 1

عزم اليد = 5 نيوتن / متر

عزم المقاومة = عزم اليد + عزم الساعد

عزم المقاومة = 10 + 5 = 15 نيوتن /متر

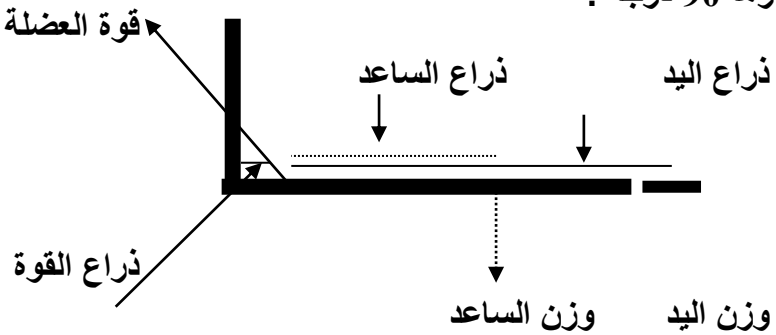
بما أن الرافعة فى حالة ثبات

عزم القوة = عزم المقاومة

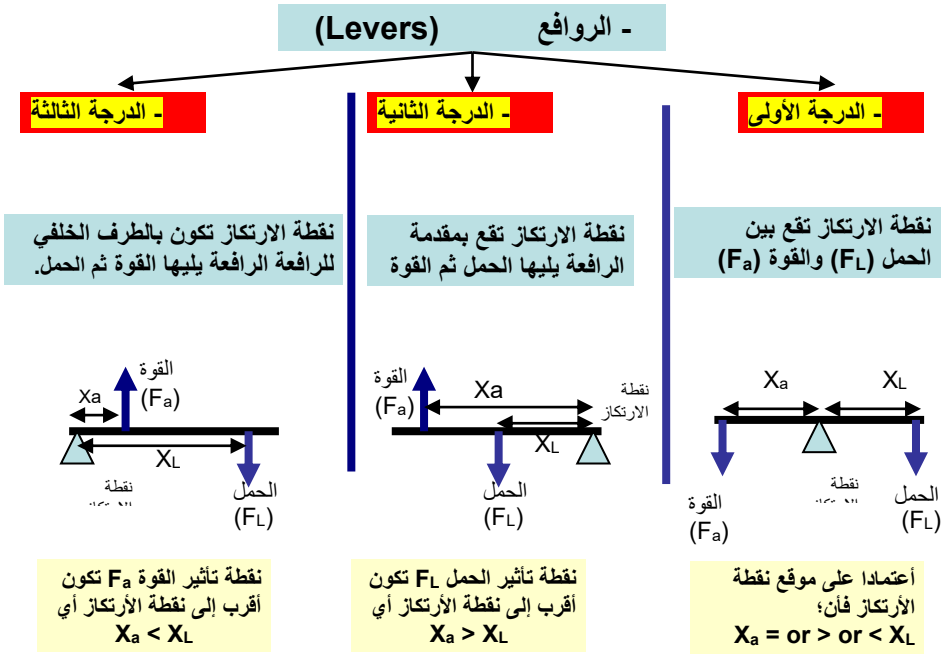
القوة × 0.02 = 15

القوة = 15 ÷ 0.02 القوة = 750 نيوتن

يجب أن تبذل العضلة قوة مقدارها 750 نيوتن لتثبيت الساعد فى زاوية مقدارها 90 درجة .



ملخص الروافع



- الفائدة الميكانيكية (Mechanical Advantage- MA)

الفائدة الميكانيكية للرافعة

$$M.A. = \frac{F_L}{F_a} = \frac{X_a}{X_L}$$

طبقا للأمثلة السابقة لروافع بجسم الإنسان فأن:

الأولى

- قوة العضلة يجب ان تكون أكبر بكثير من وزن الرأس،
$X_a < X_L$
الفائدة الميكانيكية قليلة

الثانية

-العضلة تعمل بقوة أقل من حمل الجسم،
$X_a > X_L$
الفائدة الميكانيكية كبيرة

الثالثة

- العضلة تبذل قوة أكبر من الحمل،
$X_a < X_L$
الفائدة الميكانيكية قليلة

- تعمل معظم العضلات بالجسم كعمل رافعة من الدرجة الثالثة للحفاظ على المفاصل (نقط الارتكاز بالجسم) وذلك ببذل قوة وشغل أكبر نظرا لوجود العضلات من المفاصل.

الفصل السابع
مدخل الى كيناتيكا الحركة الخطية

الهدف العام :

عزيزي الطالب بعد قرائتك لهذا الفصل يجب أن تكون قادرا علي أن تفسر السلوك الميكانيكي للقوة عند اتصال الأجسام الثابتة والمتحركة ببعضها البعض والإستفادة منها في المجال الرياضي من خلال :

الأهداف الفرعية التالية :

11- تتعرف علي مفهوم وأنواع التوازن وأهم العوامل المؤثرة فيه.

12- تصف قوي الاحتكاك وأنواعة وأهم العوامل المؤثرة فيه.

13- تناقش قوي الدفع وتأثير المطاطية ومعامل المرونة وزاوية الارتداد في هذه القوي.

14- تستنتج أهمية دراسة مسار مركز ثقل الجسم اثناء ممارسة الأنشطة الرياضية .

10- تطبق كيفية حساب مركز ثقل الجسم

السلوك الميكانيكى للأجسام المتصلة

أولا : الاتزان – التوازن

المفهوم: نعنى ان الجسم في حالة توازن ان محصلة جميع القوى المؤثرة علية والتى يمر خط عملها مركز ثقل الجسم – " الذى يجب ان يقع داخل نقطة في قاعدة الارتكاز " – تساوى صفرا ، وكذلك مجموع عزوم القوى التى لا يمر خط عملها بمركز الجسم تساوى صفرا .

- وهناك مصطلحان – " الاتزان ، التوازن " – يستخدم كلاهما لوصف حالة الجسم في ثباتة

الاتزان	التوازن	الثبات
- يفسر عمليا على انه حالة عدم التسارع " زيادة العجلة " سواءا كان هذا التسارع يرتبط بالسرعة ككميه اساسية او بالاتجاة في التغير. - يميز الجسم في وضع الثبات ويطلق علية " اتزان ثابت او استاتيكى " - يميز في حركته بسرعة ثابته واتجاة ثابت ويطلق علية " الاتزان الديناميكى	- تتميز حركات الجسم بتغير وتسارع وتناقص اجزاؤة ولذلك ظهر مصطلح التوازن. - يعبر التوازن عن امكانية التحكم في الحالة الحركية سواء الفترات طويلة او قصيرة ، كما انة الاجزاء الذى يقوم بة الجسم للتحكم في اتزانة - لميكانيزم الجهازين العصبى والعضلى دورا هاما في تحقيق التوازن	- يعنى صعوبة اخلال التوازن ويشاع استخدامة في الانشطة التى تتطلب قواما ثابتا

توازن جسم الانسان :

إن شرط وقوع مركز الثقل داخل قاعدة الارتكاز يكون ضروريا في حالة وجود الجسم في حالة ثبات او حركة بسرعة ثابتة ولا ينطبق ذلك على الاجسام التى تكون حركتها في حالة تسارع وفى حالة المشى تكون قوة رد الفعل من الارض مائلة وليست رأسية ومن ثم يكون لها مركبتان ، والمحصلة تكون مائلة ويكون

اتجاهها مارا بمركز الثقل وقاعدة الارتكاز مما يجعل الجسم في حالة سقوط اثناء الميل للامام بسبب وجود مركز الثقل امام قدم الدفع (قاعدة الارتكاز) مما يساعد على استمرارحركة الجسم اماما بفعل تأثير الجاذبية وحتى يضع اللاعب الرجل الاخرى اماما ليصبح مركز الثقل فوق قاعدة الارتكاز .

العوامل الميكانيكية المؤثرة في التوازن :-

إن إتزان أى جسم مادى يعنى ان جميع القوى الخارجية التى تؤثر علية يجب ان تتعادل ،او ان " محصلة جميع القوى التى يمر خط عملها بمركز ثقل الجسم يساوى صفرا " ، او " مجموع عزوم القوى التى لا يمر خط عملها بمركز الجسم تساوى صفرا "

1- في حالة سكون الاجسام : تعتبر القوى المؤثرة هى قوة الجاذبية ، وقوة رد الفعل وفى ابسط الحالات يجب أن ينطبق خط عمل قوة الجاذبية (المارة بمركز ثقل

الجسم) على قوة رد الفعل . هنا يكون مجموع القوتين صفرا ، وعزوم دورانها صفرا .

2- في حالة عدم مرور اتجاة عمل قوة الجاذبية بقاعدة الارتكاز ينشأ عزم لقوة الجاذبية على الجسم وللاحتفاظ بالاتزان لا بد من وجود عزم معاكس حتى يتعادل مع العزم الاول ، وهنا يكون التأثير متبادل للقوى المؤثرة هى المحددة لحالة الاتزان المستقر والغير مستقر تبعا لحالة ميل الجسم الى ما يعرف ب حافة السقوط او " زاوية السقوط " .

3- إن زاوية سقوط الجسم تختلف من جسم الى اخرباختلاف موقع مركز الثقل ومساحة القاعدة .

التوازن والثبات اثناء الحركة :

إن اساسيات التوازن في الحركة هى نفسها المطبقة للاوضاع الثابته وان تمثلت اهم الاختلافات فيما يلى :-

1- إن قاعدة الارتكاز تتحرك باستمرار .
2- إن قاعدة الارتكاز في احوال كثيرة اوسع من الارتكاز على قدم واحده.
3- إن الحركات الرجوعية (استعادة الاتزان) يجب ان تكون بسرعةخاصة ومضبوطة عندما يكون الجسم في حالة حركة .

انواع الاتزان :

يتخذ الجسم في حالة سكونة اشكالا متنوعه حسب الظروف والامكانيات التى يتواجد فيها الجسم في حالة السكون او التوازن ، وعلى ذلك تنقسم هذه الانواع الى ثلاثة اقسام

1- التوازن الثابت او المستقر

2- التوازن غيرثابت او غيرمستقر

3- التوازن المتعادل

التوازن المستقر :

عندما يمر محورالدوران عموديا فوق مركز ثقل الجسم فأذا اديرالجسم بزاوية معينة ينشأ عزم قوة من تأثيرالجاذبيه على مركز الثقل تعمل على دوران الجسم واعادتة مرة اخرى لوضعة الاصلى ،مثال التعلق على العقلة.

التوازن غير مستقر :

عندما يمر محور الدوران عموديا تحت مركز ثقل الجسم ، يعتبر الاتزان في هذه الحالة غير مضمون لانة عند ادارة الجسم يرتكز على حافتة سوف تكون محصلة العزمين المؤثرين (جاذبيه + قوة خارجية) متساوية في المقدار ومتضادة في الاتجاةولذلك فسوف يثبت الصندوق وبمجرد وقوع خط الجاذبيه بعيدا عن نقطة اتصال الصندوق بالارض للامام او الخلف يدور الصندوق تحت تأثير ما ينشأ من عزم وفى اتجاهه ، مثال الارتكاز على اليدين على المتوازى (وقوف على اليدين)

التوازن المتعادل:

اذ لم يكن هناك عزم مضاد ويمر محور الدوران بمركزثقل الجسم وتم التأثير على جسم بقوة ، فعند دورانة لاى زاوية لا تتغير حالةاتزانة لان الجسم يستمر سكونة في الوضع الجديد حتى بعد الدوران .

مثال:

دفع شخص واقفا من الخلف فسوف يدور جسمة ليسقط اماماالاسفل فيلاحظ اخذ هذا الشخص خطوة اماما تعمل على ايقاف تأثير عزم الجاذبيه علي مركز ثقلةوبالتالى منعة من السقوط.

الإتزان الخطي والإتزان الدوراني:

يتحرك الجسم في مسارات خطية ودورانية وهو قادر على تحقيق الاتزان في كلا شكلى الحركة لكن معظم حركات الجسم تتميز بعدم توافق النوعين من الاتزان الخطى والدورانى لتغير سرعة اجزاؤة.

الإتزان الخطي :

في هذه الحالة يتحرك فيها الجسم في خط مستقيم كالانزلاق على أي سطح وقد يكون هذا السطح افقياَ او عامودياً او مائلاً او قد يكون الخشب او الثلج او الترتان او الماء او أي نوع من الاسطح المعروفة في المجال الرياضي , كما قد يكون الجسم في حالة اتصال كامل او جزئي كما هو الحال في استخدام انواع مختلفة من الاحذية او الادوات او الاجهزة وايا كانت هذه الظروف منفردة او مجتمعة ولأجل ان يتحرك الجسم خطياً فأن هناك حد ادنى وحد اقصى من الثبات الخطي يجب ان يكون متوافراً ويعتمد على الهدف من الحركة والمبدأ العام الذي يحكم الثبات الخطي ينص على انه كلما زادت القوة الدفعية الخطية (الدفع الخطي) (القوة × زمن تأثيرها) المطلوبة بإخلال الاتزان الخطي للجسم (من السكون او

الحركة) كلما زاد ثباته أي بمعنى انه كلما زادت الخاصية القصورية للجسم (كتلته) كلما زاد ثباته الخطي وتطلب ذلك دفعاً اكبر لتغيير حالته بالاضافة الى ذلك فان الثبات الخطي يمكن ان نعتبره حالة الانزلاق التي تعتمد على قوى الاحتكاك الناشئة بين سطح الجسم والسطح الخارجي فلاعب الانزلاق على الجليد يسهل تغير حالته بأستخدام مقدار دفع بسيط حيث انه كاف لظهور مقدار بسيط من الاحتكاك بين الجليد وحذاء الانزلاق ونظراً للأختلافات الكبيرة بين قوى الاحتكاك بأختلاف نوع السطح فأن الثبات الخطي فكل حالة من هذه الحالات يرتبط بقوى الاحتكاك.

إن الاجسام الاكثر وزناً هي الاجسام الاكثر ثباتاً حيث ان زيادة وزن الجسم تؤدي الى زيادة ثباته الخطي والمهم ان نفهم ان الثبات الخطي هو عبارة عن ميل الانزلاق بين الجسم عن طريق الجزء الذي يتصف به جسم او آخر وان الهدف من الاداء هو الذي يحدد الرغبة او عدمها في تقنين هذا الميل للأنزلاق واستخدام الحد المناسب لنوع الاداء .

الإتزان الدوراني:

يعني الثبات الدوراني قدرة الجسم على مقاومة فقدان او اختلال اتزانه عن طريق تدويره حول نقطة ثابتة بفعل عزم ما وكلما زاد الثبات الدوراني للجسم كلما تطلب ذلك قدراً اكبر من عزم التدوير الذي يغير من حالته او من اتزانه الدوراني فإذا حاولنا دفع صندوق موضوع على احد جانبيه فسوف يدور حتى يستقر على جانبه المقابل ويتم الدوران حول المحور المار بحافته المتصلة بسطح الارض والتي ترتبط بين سطحين وهذا الدفع سوف يساعد على وصول الصندوق الى الوضع الذي تبدأ فيه الجاذبية الارضية في التأثير عليه بعزم جديد يستكمل دورانه بعيداً عن الوضع الي كان متوازناً فيه اما اذا كان مقدار الدفع المستخدم غير كاف للوصول بالصندوق الى الارتكاز على حافته فسوف تعمل الجاذبية الارضية على

دورانه ايضاً ولكن في هذه الحالة سوف يكون الدوران في اتجاه اعادة الصندوق الى وضعه الاصلي اما اذا كان دفع الصندوق حتى يرتكز على احدى حافتيه فسوف تكون محصلة العزمين المؤثرين في الصندوق (عزم الجاذبية وعزم القوى الخارجية) متساوية في المقدار ومضادة في الاتجاه وبذلك سوف يثبت الصندوق وبمجرد ان يقع خط الجاذبية بعيداً عن نقطة اتصال الصندوق سواءً للأمام او للخلف فسوف يدور الصندوق تحت تأيراً ما ينشأ من عزم وفي اتجاه , اما اذا لم يكن هناك عزم مضاد كما هو الحال عند دفع شخص من الخلف وهو في وضع الوقوف فسوف يدور جسمه حول محول يصنعه القدم من سطح الارض يسقط اماماً اسفل لذا فأنه يلاحظ ان هذا الشخص سوف يقوم بأخذ خطوة للأمام بمجرد فقدانه للتوازن وسوف تساعده هذه الخطوة في ايقاف تأثير عزم الجاذبية الارضيه على مركز ثقله وبالتالي منع سقوطه.

العوامل الميكانيكية المؤثرة في التوازن اثناء الاداء :

1- وزن الجسم يتناسب طرديا مع الثبات.(كلما زاد وزن الجسم زاد اتزانه وثباته مثال ثبات واتزان الكرة الطبية عن كرة القدم)

2- ارتفاع مركز ثقل الجسم . (كلما زاد ارتفاع مركز ثقل الجسم نقص اتزانه وثباته مثال اللاعب القصير أكثر ثباتا واتزانا من اللاعب الطويل حتي أنك تلاحظ عزيزي الطالب أن لاعب الوسط في كرة القدم قصير نسبيا الي لاعبي المراكز الأخري)

3- قوى الاحتكاك. (كلما زادت قوي الأحتكاك زاد الاتزان والثبات ، مثال يرتدي لاعبي الالعاب الجماعية أحذية مختلفة كل منهما عن الأخر).

4- نصف قطر قصور دوران الجسم حول نقطة يدور حولها .(المسافة الافقية لخط الثقل بالنسبة للمحور الذى سوف يدور حولة الجسم (مساحة قاعدة الارتكاز)

5- الدفع الزاوى الذى يعمل على اخلال الاتزان الدورانى .

6- كميه الحركة الزاوية للجسم ككل ولاجزاءة .

ثانيا: الاحتكاك

القوة الحادثة عندما تتحرك او تميل للحركة اثناء اتصالها مع جسم آخر

والاحتكاك : ظاهرة طبيعية تنشأ بين الاجسام المتصلة سواء كانت في حالة سكون او حركة

قوة الاحتكاك : القوة التى تعمل على سطح اتصال الاجسام بعضها البعض وهى مضادة لاتجاة الحركة ومقدارها يحدد مدى سهولة او صعوبة حركة الجسمين المتصلين

معامل الاحتكاك : الضغط المؤثر بين الاسطح عند الاتصال و يستخدم لوصف تأثير المواد المختلفة وخشونة اسطح الاتصال .

ويعتبر ضرورة عامه من اجل بدء الحركة لذا لها اهميتها في العديد من مجالات الحياة وتتمثل في المقاومة التى تقابل كل جهد لانزلاق او دحرجة جسم على جسم آخر وتعتبر احدى المتغيرات المؤثرة على ارتداد الاجسام بجانب زاوية وسرعة حركة الجسم .

كما تحدث ظاهرة الاحتكاك في وسط مائع حيث تمثل احدى قوى المقاومه التى تتعرض لها الاجسام في الوسط المائى والتى تسمى مقاومه السطح وهى تنتج عن انسياب الماء للخلف عند حركة الجسم للامام لذا فهى دائما ضد اتجاة الحركة .

ففى الوسط المائع " الماء " يكون احد الجسمين هو الماء الذى يتغير شكلة باستمرار نتيجة انزلاق الجسم فية ومع زيادة كثافة الوسط يزداد مقدار مقاومة الاحتكاك والذى يطلق علية " مقاومة الكثافة "

امثلة عامة :

الارض : اتصال الحذاء بالسطح او دوران كرة البولنج على السطح

الماء : حركة السباح في الماء او حركة المراكب بانواعها

الهواء : القفز الحر بالمظلات ، القفز على الجليد

لذا يختلف الحاجة لتطلب الاحتكاك وفقا لتنوع الرياضات كما تمثل احدى الاشتراطات البيئية

مثال :
التنس الارضى : تختلف اسطح الملامسة

صلبة	*العشب*	الحمرة (الطفلة)
احتكاك اكبر بين الكرة والسطح مما يبطئ الكرة عند ارتدادها	والعشب القصير بالسطح (ويمبلدون) (ساميراس)	الفليه الخشنة (رولان جاروس) اسطح ذات بطء مفرط تنقص من فاعلية الارسال

انواع الاحتكاك

ثابت	انزلاقى	الدحرجة
يحدث بين سطحين تكون في حالة سكون وتكون قوة المقاومة المضادة للحركة في اعلى قيمه لها فمع زيادة مقدار الدفع ضد الجسم تصل قوى الاحتكاط الى مستوى حرج تسمى باقصى قوة احتكاك ثابت وقد يسمى باحتكاك البداية وقيمته اعلى من الاحتكاك الانزلاقى وهو احتكاك يقاوم بدء الحركة	يحدث من تفوق القوى الدافعة عند اقصى قوة احتكاك ثابت فيبدأ الجسم في الانزلاق ويعرف الاحتكاك هنابالاحتكاك الحركى وتكون قيمته اقل من اقصى قوة احتكاك ثابت . يعتبر اسهل في الاحتفاظ بحركة الجسم عندبدء حركته . احتكاك يقاوم استمرار الحركةويتطلب قوة اقل لستقرار انزلاق الجسم	يحدث عندما يدور الجسم فوق سطح الاتصال وتكون قوى المقاومة المتولدةفى هذه الحالة اقل عن احتكاك الانزلاق ويتأثر احتكاك الدحرجة بما يلى :-تنوع طبيعة اسطح الاتصال والضغط الحاجز الذى يدفع الجسمين معا - قطر او سماكة الجسم الدائر ، لذا نجد ان القواعد الرياضيةتتجه نحو حدودية الاقطاروالكتل واسطح الكور والعجلات مثال : كرة الجولف حيث التنوع العددى لقالب النقر على سطحها يعمل على مقاومة استمرار الحركة

احتكاك البداية احتكاك الانزلاق احتكاك التدحرج

و يلزم لكل من المدرب واللاعب معرفة كيفية الاستعانة القصوى من كل حالات الاحتكاك التى تحدث في مجال الرياضة وما هى التقنية الخططية للاستخدام عند تغير الشروط الخاصة بحالات الاحتكاك كذلك ما هى المعارف الخاصة بتقنية استخدام خامات خاصة من ثم فان التعرف على خصائص الاحتكاك مهمة لانتاج اداء مثالى .

مثال : يمكن تقيل مقدار الاحتكاك الناتج بين الاسطح بتغيير معامل الاحتكاك سواء كانت باستخدام مواد كميائية كالمانيزيا (رفع اثقال / جمباز) او استخدام واقى اليد (الجمباز والجولف) استخدام راقصات البالية لمادة (التلفونية).

اهم العوامل المؤثرة في قوة الاحتكاك

1- نوع السطح وطبيعة المواد المتصلة

2- درجة خشونة الاسطح (كلما زادت زادت القوة) وطبيعة اتصال جزئيات سطحى الجسمين

3- مقدار الضغط الحادث بين الاسطح المتلامسة (رد الفعل العمودى) + معامل الاحتكاك.

4- منطقة الاتصال الحقيقية بين سطحى الاتصال.

5- الحركة النسبية بين السطحية .

س: هل هناك علاقة بين الاحتكاك النهائى ورد الفعل

ج : نعم ويحقق العلاقة ما يعرف بمعامل الاحتكاك ويستخدم لوصف تأثير المواد المختلفة وخشونة اسطح الاتصال

وقيمة هذا المعامل دائما كسر او قل من "1" صحيح

فوائد الاحتكاك :

1- استخدام الفرملة (الايقاف)
2- نقل الحركة
3- حدوث الاتزان الديناميكى بين الاجسام
4- حركة الادوات (القطارات – العجلات – احذية انزلاق)

اضرار الاحتكاك

1- تآكل الاجزاء
2- اعاقة الحركة
3- ارتفاع درحة حرارة الاجزاء المتحاكاة

ويمثل الاحتكاك في وسط مائي احدى قوى المقاومة التى تتعرض لها الاجسام في الوسط المائى وتسمى " مقاومة السطح " وتحدث دائما ضد اتجاة الحركة وتنتج عن انسياب الماء للخلف عند حركة الجسم للامام فأذا كان الاحتكاك كما اشير من قبل تعنى وجودجسمين متمسكين ينزلق احدهما على الاخر فهنا في الوسط المانع فان احد الجسمين هو الماء الذى يتغير شكلة باستمرار نتيجة انزلاق الجسم فيه ومع زيادة كثافة الوسط يزداد مقدار مقاومة الاحتكاك والذى يطلق علية " مقاومة الكثافة " ويمكن ان نلاحظ تأثير الشعر – المايوة – الملابس التى تزيد من خشونة السطح وايضا يمكننا ملاحظة دهان جسم سباح المسافات الطويلة بالزيوت لتسهيل الانسياب .

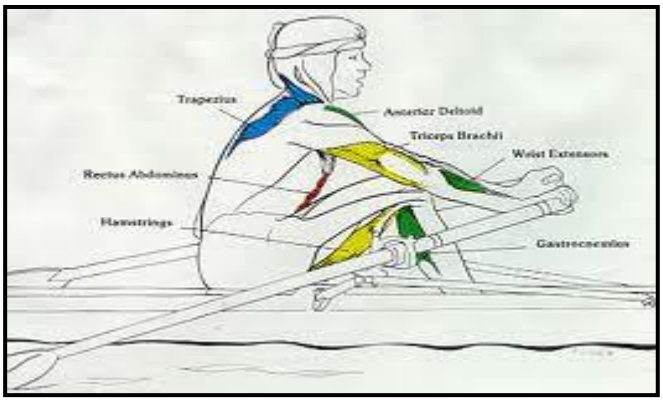
وكلما قلت مساحة السطح المعرض للوسط المائع اثناء الانزلاق كلما نقصت مقاومة السطح وهنا يظهر تأثير الشكل الانسيابى للجسم وحركتة اثناء الاداء وفقا لنوع السباحة او التجديف او الانزلاق وكذلك استبدال السطح الخشنة باسطح ناعمة

وتتمثل اهم العوامل المؤثرة في مقاومة السطح الاحتكاكي في رياضة التجديف :

1- طبقة الحدود والتى تتغير بتغير المساحة المبللة (المعرضة للماء) من القارب ويعتبر عرض القارب المؤثر الاكبر في هذه المقاومة فالمقاومة في القوارب الثمانية والرباعية كبيرة نوعا ما نظرا لاتساع هذه القوارب بينما قد لا تكون مؤثرة في القوارب الاقل اتساعا مثل القارب الفردي وان اظهرت تلك مشكلة ان جعلت القارب اقل اتزانا ثم صعوبة الاستخدام

2- التأثر بدرجة حرارة الماء نظرا لان المقاومة تتوقف على لزوجة الماء والتى تقل بارتفاع درجة الحرارة .

3- خشونة السطح وهى تؤدى الى زيادة سمك طبقة الحدود.



تطبيقات للاحتكاك

- **الاحتفاظ بالتوازن اثناء الشد او الدفع :-**

عند محاولة تحريك اجسام ثقيلة على احد الاسطح فانة يمكن تقليل القوى المقاومة للحركة عن طريق الاحتكاك بدحرجة الجسم او تحميلة على عجلات او بتغيير اتجاة القوى المستخدمة في الشد او الدفع كمؤثر يحدد بشكل كبير مقدار مقاومة الاحتكاك والتى تمثل مصدر صعوبة لتحريك الجسم .

إنه عن طريق تحليل اى قوة الى مركباتها الرأسية والافقية والتى تزيد او تقل احداهما عن المركبة الاخرى (في حدود قيمة القوة الاصلية) بجانب تناسب قوى الاحتكاك طرديا مع قوة الضغط بين الجسم وسطح الارض فان الاحتكاك يقاوم المركبه الافقيه من الشد او الدفع والذى تزيد او تقل قيمته (مقدارة) تبعا قيمة هذه المركبة .

مثال :-

يوضح تأثير اتجاة الدفع او الشد في اتزان الجسم والقدرة على تحريك الاشياء . عند محاولة تحريك (دفع) جسم للامام لاسفل فأنة رد فعل الارض لقوى الدفع سوف يؤدى الى تناقص قوة الاحتكاك او فقدها بين القدمين وسطح الارض مما يؤدى الى صعوبة تحريك الجسم في نفس الوقت يزيد اتجاة الدفع في زيادة قوى الضغط للجسم الآخر على سطح مما يزيد من قوة احتكاك الجسم بسطح الارض وفى هذه الحالة يزيد ثبات الجسم المراد تحريكة مع سهولة انزلاق القدمين.

اما عند محاولة تحريك (شد) جسم هنا يؤدى رد الفعل ضد الجسم لاسفل الى زيادة مقدار احتكاك القدمين بالسطح ، ومع ذلك مقدار مركبة الشد العمودية (الرأسية) يزيد مقدار احتكاك القدمين بينما يقل مقدار احتكاك الجسم المراد تحريكة (شدة)

الدفع

يسمى ناتج القوة في زمن تأثيرها بالدفع ، ويقودنا التغير في كمية حركة الجسم ومقدار القوة المطلوبة لتحقيقة للعودة للقانون الثانى لنيوتن (العجلة)

$$F=m.a$$
$$a =(v2-v1)/t$$
$$F=m(v2-v1)/t$$

اى تساوى معدل التغير في السرعة الذى يعنى معدل التغير في كمية الحركة مضروبا في الكتلة ، ومن هنا نلاحظ ان التغير في كمية حركة جسم حدث نتيجة تأثير القوة وعلى ذلك يمكن صياغة القانون على النحو التالى $Ft=m(v2-v1)$

وتسمى بمعادلة الدفع أو كمية الحركة

قانون الدفع :

دفع اى قوة لجسم ما خلال فترة زمنيه = التغير الناشئ في كمية حركة الجسم خلال تلك الفترة .

إن المعدل السريع في تغير كمية حركة الجسم يقودنا الى مفهوم جديد يعرف بالدفع ، حيث الدفع ماهو إلاَ قوة كبيرة لزمن محدود تؤثر في تغيير كمية حركة الجسم تغييرا كبيرا . فالتغير في كمية حركة الجسم تحت تأثير قوة كبيرة لزمن محدود يعني الفرق بين كميتي الحركة قبل وبعد حدوث تأثير القوة وهذا يعني ان زمن التأثير هنا يلعب دورا جوهريا ، فقوة قليلة تؤثر لفترة

زمنية طويلة قد تؤدي الى نفس النتيجة في حالة اذا كانت القوة كبيرة وتؤثر لفترة زمنية قليلة .

لذا فانه يمكن صياغة قانون التعجيل لنيوتن بالشكل الذي يوضح التغيير في كمية حركة الجسم على النحو التالي :

$$F(t)=m2-m1=\Delta m$$

حيث (F) هي القوة ، (t)هو زمن تأثيرها ، (m2)هي كمية الحركة النهائية ، (m1) هي كمية الحركة الابتدائية ، (Δ) هي معدل التغير.

من الشكل النهائى للقانون يتضح ان القوة المطلوبة لاحداث تغير معلوم في السرعة في زمن محدد تتناسب مع كتلة الجسم وكلما زاد معدل التغير في السرعة لجسم معلوم الكتلة فذلك يعنى زيادة الدفع طرديا واذا زاد اى من الزمن او القوة فسوف يؤدى ذلك لزيادة معدل التغير في السرعة وزيادة هذين المتغيرين للضعف يعنى تضاعف معدل التغير في السرعة .

وايضا يمكننا القول ان قوة صغيرة تؤثر لزمن طويل تنتج نفس مقدار قوة اكبر في زمن اقل .

ونظرا لان عملية توليد مقدار اكبر من الدفع لها دورا رئيسيا في العديد من الاداءات الرياضية فلاعب الرمح يزيد مدى حركة الذراع الرامى ليضع الرمح تحت تأثير القوة لزمن اطول ويقسم الدفع في النشاط الرياضى الى :

- دفع اللاعب لجسمة عمودى .
- مائل (خط عمل القوة يمر او لا يمر بمركز الثقل)
- دفع اللاعب للاجسام الخارجية

- مباشر (قرص ، رمح ، جلة ، كرة ..)
- باداة مساعدة (مضرب)

• المطاطية والارتداد:

ترتد الاجسام باتصالها ببعضها بطبيعة خاصة تحدد درجة مطاطية هذه الاجسام وكتلتها وسرعة اتصالها ببعضها والاحتكاك بين اسطحها وزاويه اتصالها ببعضها.

وعندما تتصل الاجسام ببعضها يحدث تغير لحظى في الشكل حيث ان هذا التغير بشكل او باخر يعتمد مبدئيا علىمطاطية اسطح الاتصال والمطاطية هى القدرة على مقاومة التغيير في الشكل او الاعوجاج او التشوة والعودة الى الحالة الاصليه بعد زوال تأثير الاتصال وتسمى القوة المؤثرة في الجسم والتى تعمل على تغير مشكلة الجهد اما ما يحدث من تغير فيسمى بالاجهاد ويتناسب مع الجهد ، وقد يتخذ الجهد شكل الشد او التوتر ، كما هو الحال في شد العضلة ، او الانضغاط كما هو الحال في اندماج كرة التنس .او القبض كما هو الحال في قبض العضلات او اللف كما هو الحال في لف اليای او السستة،وفى جميع هذه الحالات ، يعود الجسم الى حالتة الاصلية بعد زوال المؤثر .
واذا ما كان الجهد كبيرا مما يفوق حد المطاطيه فسوف يؤدى ذلك الى اعوجاج او تشوة الجسم.

- معامل المرونة :

تختلف الاجسام والمواد في قدرتها على مقاومة التغير في الشكل وفى قدرتها على العودة لحالتها الاصلية بعد زوال الاجهادات التى تؤثر فيها وينظر الى بعض المواد على انها عالية المطاطية ومنها على سبيل المثال الكاوتشوك ولكن حقيقة الامر ان المواد التى يصعب تغيير شكلها تحت تأثير الاجهادات المختلفة والقادرة على العودة الى حالتها الاصلية هى مواد اكثر مطاطية ، اى ان مفهوم المطاطية في اذهان البعض معكوسا من امثلة ذلك الغازات والسوائل ، وعند المقارنه بين المواد المختلفة من حيث مطاطيتها يستخدم ما يسمى بمعامل المطاطية فهذا المعامل والذى يطلق علية الاسترجاع يعرف بأنة ناتج الجهد على الاجهاد .

ويستخدم هذا المعامل في المجال الرياضى عادة في مناقشة القوى التى تؤثر في تغيير شكل الكرات فأذا ما اسقطت كرة على سطح متماسك كسطح الارض مثلا فأن معامل الاسترجاع يمكن حسابة عن طريق مقارنة كلا من ارتفاع السقوط مع ارتفاع الارتداد بالمعادلة التالية :

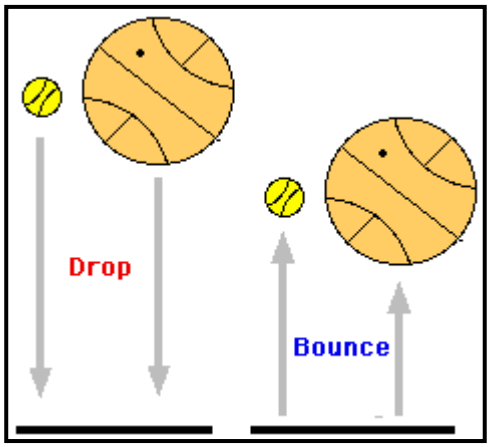
$$e = \sqrt{\frac{\text{ارتفاع الارتداد}}{\text{ارتفاع السقوط}}}$$

حيث (e) هى معامل المرونه او الاسترجاع او الارتداد وكلما اقترب هذا المعامل من الواحد الصحيح فأن ذلك يعنى مرونة عالية،و قد استخدمت هذه الظاهرة في اختيار انواع الكرات المناسبة لاستخدامها في المسابقات المختلفة ومنها على سبيل المثال لا تعتبر كرة السلة صالحة للمباريات الا اذا ارتدت لارتفاع (124.5 سم- 137.5 سم) عند اسقاطها من ارتفاع (183سم) وهذا يعنى ان معامل ارتدادها هو (.866) في حين ان الكرة

الطائرة ترتد الى (129.5 سم) اذا ما اسقطت من نفس ا لارتفاع ويكون معمل ارتدادها (.86) وان كرة التنس لها معامل ارتداد (.73) ويمكن حساب معامل الارتداد او الاسترجاع بطريقة اخرى تعتمد على قانون بقاء كمية الحركة الذى ينص على ان كمية الحركة للدفع بين جسمين تبقى كما هى قبل وبعد التصادم ورغم ان كمية حركة اى من الجسمين قد تقل فأن كمية حركة الجسم الاخر تزيد بنفس النسبة وبالتالى:

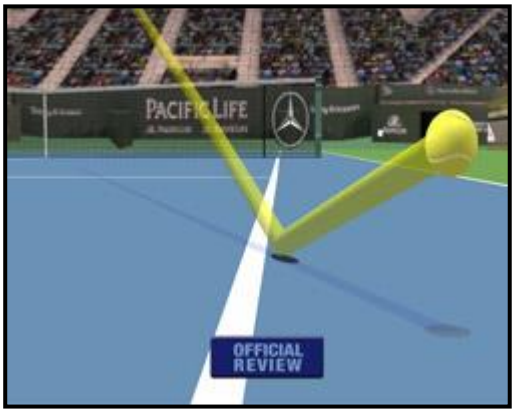
$$e = \frac{V_2 - V_1}{U_1 - U_2}$$

حيث (V2، V1) هى سرعة الجسمين قبل التصادم(U2، U1) هى السرعة بعد التصادم



- زاوية الارتداد:

عند اسقاط جسم مرن من ارتفاع عمودى لاسفل فسوف يؤثر السطح على هذا الجسم بشكل منتظم فيؤدى لارتدادة عموديا لاعلى اما اذا تم اسقاط الجسم بميل فسيرتد بميل وتعتمد زاويته على مرونة الاجسام عند اتصالها والاحتكاك بين اسطحها فالاجسام عالية المرونة ترتد بزاوية اقرب ما يكون لزاوية السقوط .



وعلى سبيل المثال ترتد كرة السلة او الطائرة بزاوية قريبة من السطح عند سقوطها اذا كانت غير ممتلئة بالهواء بشكل كاف حيث يؤثر الاحتكاك على المركبة الافقية ويقللها اى ان تناقص المركبة الافقية يرتبط بمعامل المرونة .

- تأثير اللولبة في الارتداد :

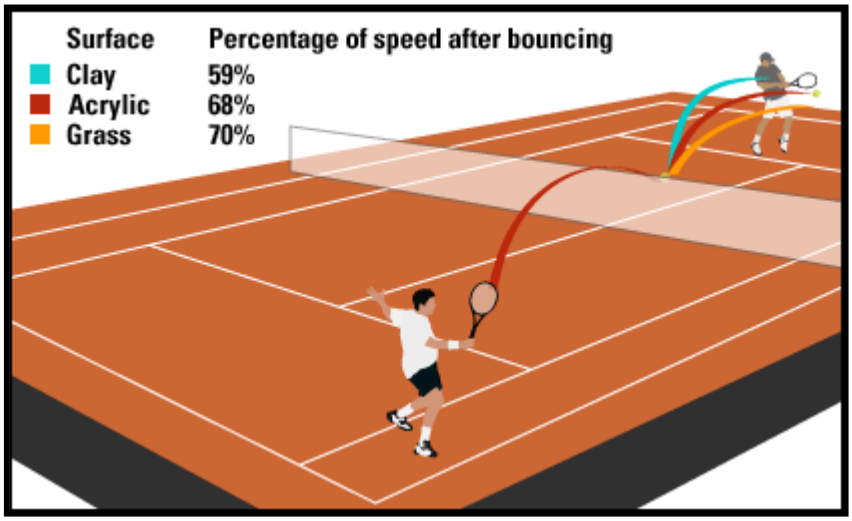
تتأثر زاوية الارتداد لاى كرة بما يسمى باللولبة (الدوران السريع للكرة حول مركزها) فالكرات المقذوفة بأعلى درجة من اللولبة تكون سرعتها الافقيه عند الارتداد اعلى منها عند القذف كما انها تميل للدحرجه اكثر منه للاراتداد وهو ما يحتاجه الامر في العديد من الرياضات منها التنس والجولف .

فالكرات التى تقابل السطح وهى في حاله لولبه خلفيه يكون ارتدادها اعلى وتكون بطيئه لحدما كما انها تتدحرج لمسافات اقصر عنه في حاله الكرات المقذوفه بلولبه اماميه او حتى الكرات العاديه .

ونظرا لانضغاط الكره ودور الاحتكاك بين سطحها وسطح الارض فان الكرات المقذوفة بشكل عادى تصطدم بسطح الارض بزاويه تساعد على توليد لولبه امامية خلال الارتداد اما الكرات المقذوفه بلولبة امامية فانها سوف تزيد من لولبتها الامامية اثناء الارتداد، امافي حالة اللولبة الخلفية فقد تتوقف تماما عند اصتدام الكرة بالارض وقد تتحول الي العكس في الارتداد

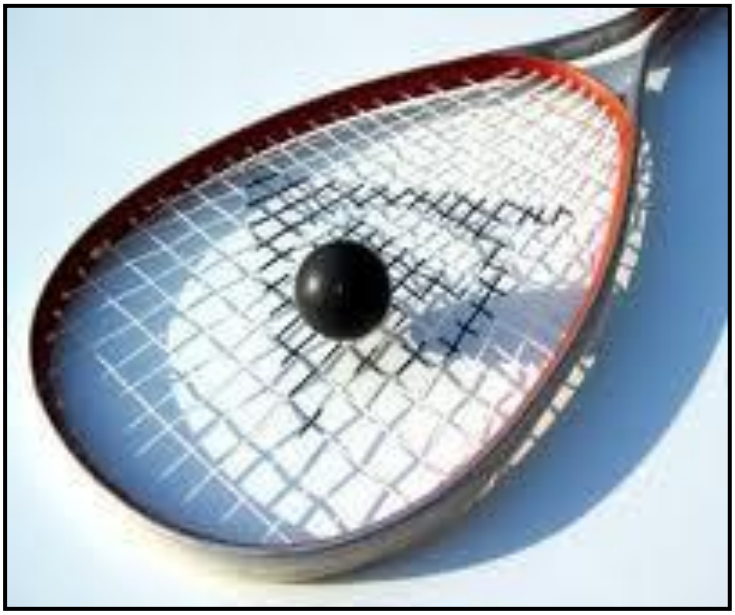
والكرات المقذوفة بلولبة جانبية سوف ترتد في اتجاة اللولبة فالكرة التي تتحرك تجاة اليمين عن طريق اللولبة سوف تستمر في حركتها جهة اليمين بعد الارتداد والعكس ، وعندما تقابل الكرات اللولبية اسطح رأسية كما هو الحال في لوحة الهدف في كرة السلة او حائط الاسكواش فإنها سوف تستجيب في ارتدادها لنفس الاسلوب في حالة الاسطح الافقية فعندما تقذف الكرة من اسفل لاعلي فالكرة التي لا تتحرك بلولبة او بلولبة امامية سوف تذيد من لولبتها في نفس الاتجاة عند الارتداد وبالتالي فإن زاوية الارتداد سوف تكون اكبر من زاوية السقوط اما الكرات المقذوفة بلولبة خلفية فسوف تتوقف هذة اللولبة او تتحول الي العكس فتكون زاوية الارتداد اقل من زاوية السقوط

وعلي نفس النمط فالكرات المقذوفة من اعلي في اتجاة سطح رأسي وبلولبة امامية هي في الحقيقة تلف الي الخلف بالنسبة لسطح الارتداد.



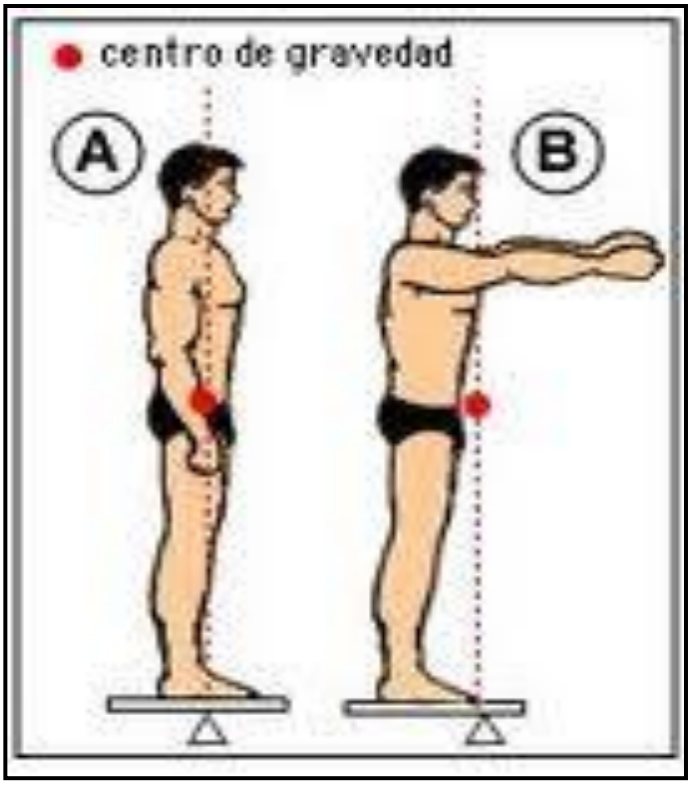
وعندما تقابل الكرة وهي في حالة لولبة سطح يتحرك للامام كما هو الحال في التنس او تنس الطاولة فسوف ترتد الكرة في اتجاة تحددة اتجاهات القوى لحظة التصادم فعلي سبيل المثال عندما تقابل كرة في حالة لولبة امامية سطح ثابت في مستوى فراغي رأسى فسوف ترتد لاعلي وعندما تصطدم بفس الكرة بسطح رأسي متحرك كمضرب التنس سوف ترتد لاعلي ولكن ليس بنفس القدر وذلك لان الارتداد النهائى يحتوى على مركبة افقية نتيجة لحركة المضرب للامام مما قد يؤدى الى خروج الكرة خارج حدود الملعب ولكى يتم التغلب على ارتداد الكرة لاعلى فانه يتم وضع المضرب في حاله ميل لاسفل حيث يؤدى ذلك الى اضافة قوة تتجه لاسفل كمايغير من لولبة الكرة.

وتؤثر العديد من العوامل في تحديد محصلة ارتداد اى كرة فعند محاولة توقع اتجاة الارتداد فإنة يجب الاخذ في الاعتبار كل من كمية حركة الكرة والاداة المستخدمة في ضربها ومدى لولبة الكرة وكذا زاوية التصادم وكافة هذة المتغيرات لها دور اساسي في العديد من الاداءات الرياضية ومنها علي سبيل المثال (كرة اليد – الاسكواش – وباقي العاب المضرب كتنس الطاولة والتنس والريشة الطائرة).



مركز الثقل

لمركز ثقل الجسم اهمية بالغة في الدراسات الرياضية فهو نقطة تخيلية تتمركز فيها وزن الجسم وتقع احيانا خارج الجسم كما في قفزة فوسبوري عندما يكون الجسم فوق العارضة مباشرة وتبدو اهمية هذه النقطة من خلال تحليل حركات الجسم ككتلة واحدة (الجسم) او ككتل متنوعة (اطراف) فيضع الباحث هذه النقطة (كمصدرثابت) في الهواء للقياس في مختلف اوضاع الجسم لان هذه النقطة تتبع منحنى لا تحيد عنه مهما تغيرت مواضع الجسم الأخرى حالما يصبح الجسم في الهواء إلا اذا سلطت قوة خارجية على ذلك الجسم وهو في الهواء فيحدث تغيير في المسار المنحني للجسم سواء كان اداة للرمي او الجسم البشري.



مفهوم مركز الثقل:

تجذب الأرض جسيمات الجسم الصغيرة جدا إلى مركزها بقوة تسمى قوة الجاذبية الأرضية ويعبر وزن الجسم عن مجموع قوى جذب هذه الجسيمات الصغيرة التى يتكون منها الجسم ، بينما يعبر عن نقطة تأثير محصلة هذه القوة بمركز ثقل الجسم .

فمركز ثقل الجسم هو نقطة تأثير محصلة قوى الجاذبية على اجزاء الجسم ، ويكون عندها مجموع العزوم مساوياً للصفر فى حالة ثبات الجسم .

تؤثر قوة جذب الأرض للجسم أى قوة الثقل على كل جزء من جزئيات الجسم. وقوة جذب الأرض بالنسبة لجميع الجزيئات تؤثر فى اتجاه مركز الكرة الأرضية . ونتيجة لذلك فإن هذه المجموعة من القوى تتلاقى فى نقطة واحدة ، ولكن زاوية ميل هذه القوى على بعضها صغيرة جدا. ولما كانت مقاييس الأجسام التى تدرسها فى الميكانيكا صغيرة بالنسبة إلى نصف قطر الكرة الأرضية ، فإن قوى الجذب بالنسبة لجزئيات الجسم تعتبر متوازية فيما بينها .

فلو تخيلنا أننا نجمع قوى الثقل المؤثرة على جميع جزيئات الجسم لحصلنا على محصلة ما وهى محصلة جميع قوى الثقل المؤثرة على جميع جزيئات الجسم وتسمى بوزن الجسم ونقطة تأثير هذه المحصلة تسمى بمركز ثقل الجسم.

مما سبق نرى أن مركز الثقل عبارة عن مركز للقوى المتوازية وأن هذه النقطة لا تتغير بتغير اتجاه القوى بشرط احتفاظ مجموعة القوى بتوازنها فيما بينها . ومن هذا يمكن أن نستنتج أن مركز الثقل لا يتغير بتغير وضع الجسم بالنسبة للأرض (إلا إذا كان الجسم يغير من شكله كما فى جسم الإنسان).

ويستخدم مركز الثقل عند دراسة حركة الجسم ككل ، حيث يصعب تتبع جميع حركات أجزاءه ، فمثلاً عند دراسة حركة المشى نجد أن بعض أجزاء الجسم تتحرك حركات دورانية زاوية بينما الجسم ككل يتحرك حركة انتقالية يعبر عنها حركة مركز ثقل الجسم .

تعريف : مركز ثقل الجسم المتماسك :

هو نقطة تأثير محصلة الأثقال للنقط المادية التى يتكون منها الجسم وهى نقطة ثابتة لا تتغير بتغير وضع الجسم بالنسبة للأرض.

هذا ويوجد قاعدتان هامتان :

أولاً : إذا علق جسم ما من نقطة بحيث كانت نقطة تعليقه تسمح له بالحركة . عندما يتزن الجسم فإن الخط الرأسى العمودى على الأرض والمار بنقطة التعلق يمر بنقطة مركز الثقل .

ثانياً : إذا ارتكز جسم ما على نقطة فيه وكان الجسم متزنا فإن الخط الرأسى العمودى على الأرض والمار بنقطة الارتكاز يمر بنقطة مركز الثقل .

وسوف نتعلم كيف نحدد مركز ثقل جسم الانسان باستخدام الطريقة التحليلية (طريقة العزوم) .....

أهمية مركز ثقل الجسم لدراسة الحركة الرياضية :

عند دراسة الحركات الرياضية يتعرض الباحث لصعوبة دراسة جسم اللاعب ككل. لذلك يجب أن يختار نقطة مادية بحيث تمثل الجسم تمثيلاً صادقا وذلك لتسهيل تحديد خط سير الحركة أو سرعة الجسم أو عجلته. كما تسهل دراسة تأثير القوى عليها . وأنسب نقاط الجسم فى هذه الحالة هى نقطة مركز الثقل .

علينا دراسة الحركات الرياضية أو تقنينها من خلال طرق دقيقة لإيجاد مركز

ثقل جسم الإنسان الذى يغير من شكله وبالتالى يتغير موضع مركز ثقله بالنسبة للجسم فى كل وضع يتبناه الجسم فى الفراغ.

حيث يتطلب تعيين مركز ثقل جسم الانسان التعرف على مجموعة من الاجراءات ، و اتباع مجموعة من الخطوات ....

- <u>الأوزان النسبية لأجزاء جسم الإنسان</u>

يتكون جسم الإنسان من مجموعة من الوصلات (الأجزاء) التى تكون هذا الجسم ، ولقد أجرى العديد من العلماء العديد من الدراسات للتعرف على الأوزان النسبية لهذه الأجزاء وكذلك مركز ثقل كل جزء من هذه الأجزاء ، وتم التوصل إلى الأوزان النسبية التالية لأجزاء الجسم .

الأوزان النسبية لأجزاء جسم الإنسان

م	الجزء	الوزن التقريبى	بيرن شتاين	فشر	كلاوسير
1	الرأس	٪7	٪6.72	٪7.06	٪7.2
2	الجزع	٪43	٪46.3	٪42.7	٪50.7
3	اليد اليمنى	٪1	٪0.7	٪0.84	٪0.7
4	اليد اليسرى	٪1	٪0.7	٪0.84	٪0.7
5	الساعد الايمن	٪2	٪1.82	٪2.28	٪1.6
6	الساعد الايسر	٪2	٪1.82	٪2.28	٪1.6
7	العضد الايمن	٪3	٪2.65	٪3.36	٪2.6
8	العضد الايسر	٪3	٪2.65	٪3.36	٪2.6
9	الفخذ الايمن	٪12	٪12.21	٪11.58	٪10.3
10	الفخذ الايسر	٪12	٪12.21	٪11.58	٪10.3
11	الساق اليمنى	٪5	٪4.65	٪5.27	٪4.3
12	الساق اليسرى	٪5	٪4.65	٪5.27	٪4.3
13	القدم اليمنى	٪2	٪1.46	٪1.79	٪1.5
14	القدم اليسرى	٪2	٪1.46	٪1.79	٪1.5

ويتم استخدام الاوزان النسبية لاجزاء الجسم للتعرف على الاوزان الحقيقية لهذه الاجزاء من خلال معرفة وزن الجسم.

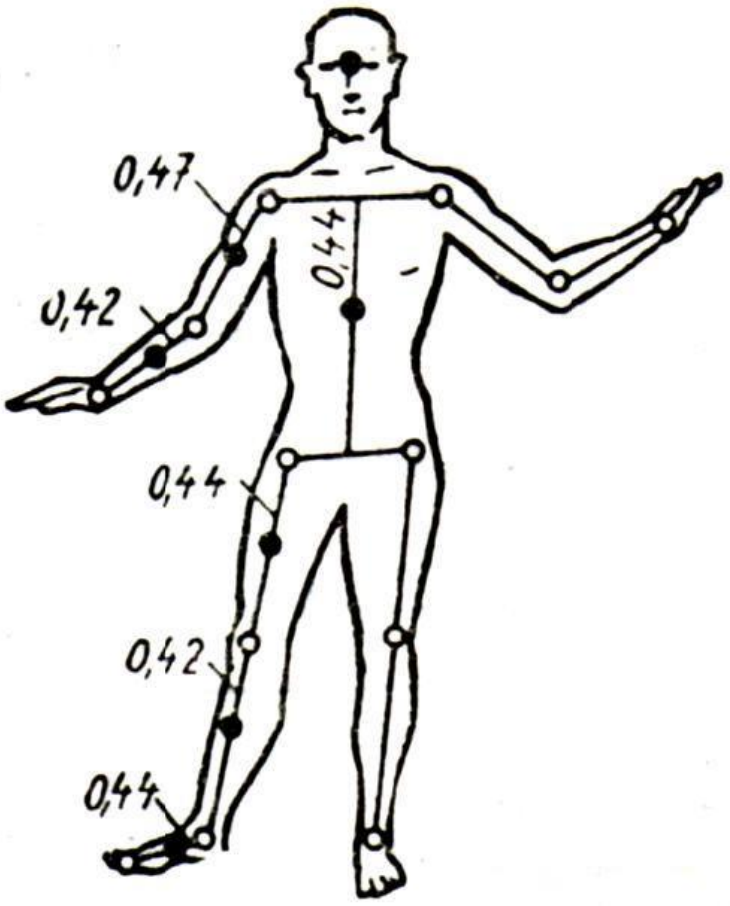
فمثلاً ً عندما يكون وزن جسم اللاعب 80 كجم فتكون أوزان أجزاءه كما يلى

م	الجزء	الوزن التقريبى ٪	الوزن الفعلى كجم
1	الرأس	٪7	5.6
2	الجزع	٪43	34.4
3	اليد اليمنى	٪1	0.8
4	اليد اليسرى	٪1	0.8
5	الساعد الايمن	٪2	1.6
6	الساعد الايسر	٪2	1.6
7	العضد الايمن	٪3	2.4
8	العضد الايسر	٪3	2.4
9	الفخذ الايمن	٪12	9.6
10	الفخذ الايسر	٪12	9.6
11	الساق اليمنى	٪5	4
12	الساق اليسرى	٪5	4
13	القدم اليمنى	٪2	1.6
14	القدم اليسرى	٪2	1.6

من المثال السابق أتضح لنا كيف يتم تعيين الوزن الحقيقى لوصلات الجسم باستخدام الأوزان النسبية .

حيث أن الوزن الحقيقى للجزء = (الوزن النسبى × وزن الجسم) ÷ 100

مراكز ثقل أجزاء جسم الإنسان



لكل جزء من أجزاء الجسم مركز الثقل الخاص به ، وهو نقطة تمثل مجموع عزوم قوى جزيئات هذا الجزء ، ولقد حدد العلماء مراكز ثقل أجزاء الجسم كما يلى :-

م	الجزء	موقع مركز الثقل
1	الرأس	توجد النقطة الممثلة لمركز ثقل الرأس فوق الحافة العليا الوحشية للفتحة السمعية
2	الجزع	تبعد النقطة الممثلة لمركز ثقل الجذع 44٪ من الجهة القريبة للرأس (عظمة القص)
3	اليد	توجد النقطة الممثلة لمركز ثقل اليد فى نقطة التقاء السلامية الثالثة مع عظام اليد
5	الساعد	تبعد النقطة الممثلة لمركز ثقل الساعد 42٪ عن الجهة القريبة للجسم من الساعد (مفصل المرفق)
8	العضد	تبعد النقطة الممثلة لمركز ثقل العضد 47٪ عن النقطة القريبة للجسم (مفصل الكتف)
10	الفخذ	تبعد النقطة الممثلة لمركز ثقل الفخذ 44٪ عن النقطة القريبة للجسم (مفصل الفخذ)
12	الساق	تبعد النقطة الممثلة لمركز ثقل الساق 42٪ عن النقطة القريبة للجسم (مفصل الركبة)
14	القدم	تبعد النقطة الممثلة لمركز ثقل القدم 44٪ عن النقطة القريبة للجسم (مفصل العقب)

ومن خلال تعيين مركز ثقل كل جزء من أجزاء الجسم وكذلك الوزن الحقيقى له يمكن تعيين مركز ثقل الجسم باستخدام القانون التالى :-

عزم الجسم = مجموع عزوم أجزاء الجسم

وزن الجسم × بعد الجسم عن المحور س = مجموع عزوم أجزاء الجسم حول المحور س

وزن الجسم × بعد الجسم عن المحور ص = مجموع عزوم أجزاء الجسم حول المحور ص

ويمكن من خلال القانون السابق تعيين مركز ثقل الجسم فى أى وضع من أوضاع الجسم المختلفة باستخدام الاوزان النسبية لاجزاء الجسم ومراكز ثقل هذه الاجزاء ، وبنفس الطريقة يمكن تعيين مركز ثقل أى وصلة من وصلات الجسم من خلال الاوزان النسبية ومراكز ثقل أجزاء هذه الوصلة .

مثال :-

إذا كان وزن اليد 10 نيوتن ووزن الساعد 20 نيوتن ووزن العضد 30 نيوتن و يبتعد مركز ثقل اليد عن المحور (س) بمسافة 10سم و مركز ثقل الساعد بمسافة 15سم و مركز ثقل العضد بمسافة 20سم ، ويبتعد مركز ثقل اليد عن المحور (ص) 20سم و مركز ثقل الساعد 10سم و مركز ثقل العضد 5 سم ، فما هو بعد مركز ثقل الذراع عن المحور (س) و عن المحور (ص) .

الإجابة

بما أن العزوم حول الذراع = مجموع عزوم اجزاء الذراع

الجزء	الوزن	البعد عن (س)	العزم حول (س)	البعد عن (ص)	العزم حول (ص)
اليد	10	10	100	20	200
الساعد	20	15	300	10	200
العضد	30	20	600	5	150
الذراع	60		1000		550

مجموع العزوم حول المحور (س) = 1000

بعد مركز ثقل الذراع عن المحور (س) = 1000÷ 60

بعد مركز ثقل الذراع عن المحور (س) = 16.67

مجموع العزوم حول المحور (ص) = 550

بعد مركز ثقل الذراع عن المحور (ص) = 550÷ 60

بعد مركز ثقل الذراع عن المحور (ص) = 9.17

مركز الثقل يقع عند تلاقى النقطتين 16.67 على المحور س ، 9.17 على المحور ص .

التصوير باستخدام الفيديو

استخدم التصوير السينمائى منذ فترة كبيرة فى تحليل الاداء الحركى للاعبين للتعرف على خصائص هذا الاداء ، ومع تطور اجهزة التصوير بالفيديو أصبح التصوير بالفيدو من أسهل الطرق لتحليل أداء اللاعبين والتعرف على خصائص هذا الاداء ومع تطور التقنية أصبح التحليل باستخدام الكمبيوتر وأجهزة التحليل الحركى من أهم الطرق لتحليل الحركات الرياضية والتعرف على خصائص هذه الحركات من حيث الشكل ومسببات الحركة ولكن رغم كل هذه التطورات ظلت شروط التصوير فى كل الحالات ثابته تقريباً ، لذا أصبح من الضرورى التعرف على خطوات تصوير الحركات الرياضية بغرض تحليلها ميكانيكيا باستخدام الفيديو .

خطوات عملية التصوير :-

أولاً : تنظيم عملية التصوير .

أ –الأجهزة والمعدات:

1- كامير تصوير فيديو بسرعة لاتقل عن 24 كادر / الثانية
2- حامل ثلاثى ثقيل لكاميرة التصوير
3- شريط فيديو خام
4- علامات ارشادية ضابطة تحدد خلفية الصورة
5- عارضة قياس مستقيمة ومقسمة بدقة لتحدد مقياس الرسم عند اجراء التحليل للصورة
6- شريط قياس صلب لتحديد أبعاد التصوير

7- خيط فى نهايته مسمار يثبت أسفل حامل الكاميرا

8- ميزان مائى

9- خيط ومسحوق طباشير لتخطيط الارض

10-مثلث كبير لرسم الخطوط المتعامدة

11-شريط من اللاسق الطبى لتعليم مراكز مفاصل الجسم

12-مقص

13-ساعة إلكترونية كبيرة 1000/1 من الثانية ولاتقل عن 100/1 من الثانية

14-الادوات والاجهزة الخاصة بالمسابقة الرياضية المراد تصويرها .

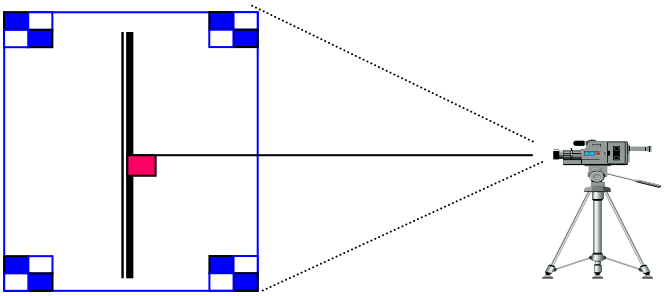
ب- التخطيط لعملية التصوير:-

يتطلب التخطيط لعملية التصوير طرح الأسئلة التالية والإجابة عليها :-

- ماهى طبيعة الحركة موضع الدراسة ؟
- ما هو نوع وطريقة التصوير التى سيجرى استخدامها؟
- ما هو الترتيب الذى يمكن أن يتبع لتصوير حركة اللاعبين المختبرين ؟
- كم مرة ينبغى تصوير كل حركة ؟
- اين ومتى سيتم التصوير ؟

ج – وضع أجهزة التصوير :-

يتطلب تصوير الحركة أن تتم فى مجال عمل عدسات الكاميرا ولذلك يجب أن تبتعد الكاميرا لمسافة تعادل مسافة الغرض المرصود.



ينبغى بناء على ما تقدم تخطيط الارض عند التصوير بخط مستقيم بطول مجال الحركة ثم يرسم عند منتصفة خط أخر يتعامد عليه يوضع عليه حامل الكاميرا .

ينبغى أن يوضع على خط حركة الغرض المرصود وعلى ارتفاع مركز حركته عارضة قياس يتراوح طولها من 1 : 2 متر مقسمة إلى مربعات صغيرة تطلى باللونين الابيض والاسود على التوالى و تتكون أما 5×5 سم أو 10×10 سم أو 20×20 سم .

نموذج لعارضة القياس

د – تجهيز اللاعب للتصوير :-

ينبغى أن تكون الملابس الرياضية المستخدمة ملتصقة بجسم اللاعب تماماً ويجب أن يكون هناك اختلاف بين لون ملابس اللاعب والخلفية أى تكون احداهما سوداء والاخرى بيضاء وكذلك يجب توفير نوع من الاختلاف بين ألوان الادوات المستخدمة فى بعض المهارات الحركية ولون الخلفية وملابس اللاعب .

هـ- وضع

- تو ة ال
- مركز مقصل الكتف تمثله نقطه على النتوء الاخرومى لعظم اللوح .
- مسقط مركز مفصل المرفق تمثله نقطة فوق العقدة الوحشية لعظم العضد .
- مسقط مركز مفصل رسغ اليد تمثله نقطة على النتوء لعظم الكعبرة .
- مسقط مركز مفصل رسغ اليد تمثله نقطة على المفصل بين عظمى ومشط وسلاميات الاصبع الثالث . الاوسط .
- مسقط مفصل الفخذ تمثلة نقطة على المدور الكبير لرأس عظم الفخذ .
- مسقط مركز مفصل الركبة تمثله نقطة أعلى العقدة الوحشية لنهاية عظم الفخذ من اسفل
- مسقط مركز مفصل رسغ القدم تمثله نقطة على الكعب الوحشى لعظم الشظية .

وعند استخدام أدوات يتم وضع أشرطة على الأدوات تحدد مركز ثقل هذه الأدوات

الموضوع :

دراسة حركة وصلات الجسم ومركز الثقل لمهارة رياضية .

الاجراءات :

يتم تحليل مهارة الوقوف على الرأس من خلال التصوير بالفيديو وذلك باتباع خلال الخطوات التالية :-

- **أولاً : تنظيم عملية التصوير .**
- **ثانياً : اعداد النموذج التخطيطى القياسى للحركة باستخدام شريط الفيديو المصور .**
- **ثالثاً : تعيين مركز ثقل جسم اللاعب حسابياً على الصورة المأخوذة عن النموذج التخطيطى القياسى للحركة باستخدام الطريقة التحليلية .**
- **رابعاً: تعين سرعة الجسم ووصلاته البيوكينماتيكية فى خط مستقيم باستخدام النموذج التخطيطى القياسى للحركة .**

أولاً : تنظيم عملية التصوير .

أ –الاجهزة والمعدات:

1. **جهاز كمبيوتر مزود بكارت فيديو كامير تصوير فيديو بسرعة لاتقل عن 24 كادر / الثانية**
2. **حامل ثلاثى ثقيل لكاميرة التصوير**
3. **شريط فيديو خام**
4. **علامات ارشادية ضابطة تحدد خلفية الصورة**
5. **عارضة قياس مستقيمة ومقسمة بدقة لتحدد مقياس الرسم عند اجراء التحليل للصورة**
6. **شريط قياس صلب لتحديد أبعاد التصوير**
7. **خيط فى نهايته مسمار يثبت أسفل حامل الكاميرا**

8- ميزان مائى

9- خيط ومسحوق طباشير لتخطيط الارض

10-مثلث كبير لرسم الخطوط المتعامدة

11-شريط من اللاسق الطبى لتعليم مراكز مفاصل الجسم

12-مقص

13-ساعة إلكترونية كبيرة 1000/1 من الثانية ولاتقل عن 100/1 من الثانية

14-الادوات والاجهزة الخاصة بالمسابقة الرياضية المراد تصويرها .

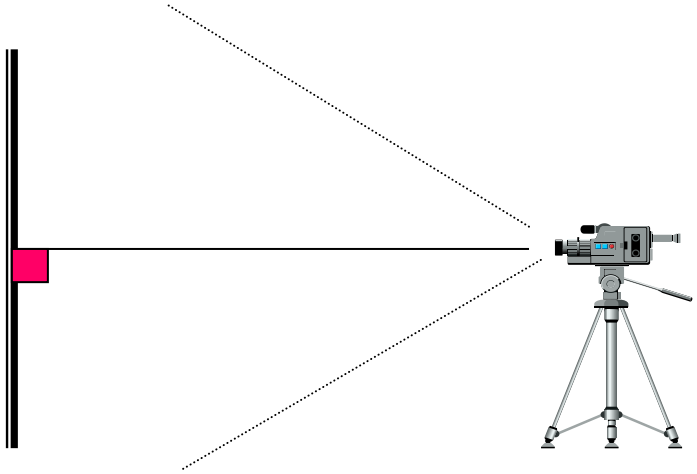
ب- التخطيط لعملية التصوير السينمائى

يتطلب التخطيط لعملية التصوير السينمائى طرح الاسئلة التالية والاجابة عليها

- **ماهى طبيعة الحركة موضع الدراسة ؟**
- **ما هو نوع وطريقة التصوير التى سيجرى استخدامها؟**
- **ما هو الترتيب الذى يمكن أن يتبع لتصوير حركة اللاعبين المختبرين؟**
- **كم مرة ينبغى تصوير كل حركة ؟**
- **اين ومتى سيتم التصوير ؟**

ج – وضع اجهزة التصوير

يتطلب تصوير الحركة أن تتم فى مجال عمل عدسات الكاميرا ولذلك يجب أن تبتعد الكاميرا لمسافة تعادل مسافة الغرض المرصود.



ينبغى بناء على ما تقدم تخطيط الارض عند التصوير بخط مستقيم بطول مجال الحركة ثم يرسم عند منتصفة خط أخر يتعامد عليه يوضع عليه حامل الكاميرا .

ينبغى أن يوضع على خط حركة الغرض المرصود وعلى ارتفاع مركز حركته عارضة قياس يتراوح طولها من 1 : 2 متر مقسمة إلى مربعات صغيرة تطلى باللونين الابيض والاسود على التوالى وتتكون أما 5×5 سم أو 10×10 سم أو 20×20 سم .

نموذج لعارضة القياس

د – تجهيز اللاعب للتصوير :

ينبغى أن تكون الملابس الرياضية المستخدمة ملتصقة بجسم اللاعب تماماً ويجب أن يكون هناك اختلاف بين لون ملابس اللاعب والخلفية أى تكون احداهما

سوداء والاخرى بيضاء وكذلك يجب توفير نوع من الاختلاف بين ألوان الادوات المستخدمة فى بعض المهارات الحركية ولون الخلفية وملابس اللاعب .

هـ- وضع العلامات على مراكز ثقل وصلات جسم اللاعب .

- توجد النقطة الممثلة لمركز ثقل الرأس فوق الحافة العليا الوحشية للفتحة السمعية .
- مركز مفصل الكتف تمثله نقطة على النتوء الاخرومى لعظم اللوح .
- مسقط مركز مفصل المرفق تمثله نقطة فوق العقدة الوحشية لعظم العضد .
- مسقط مركز مفصل رسغ اليد تمثله نقطة على النتوء لعظم الكعبرة .
- مسقط مركز مفصل رسغ اليد تمثله نقطة على المفصل بين عظمى ومشط وسلاميات الاصبع الثالث . الاوسط .
- مسقط مفصل الفخذ تمثلة نقطة على المدور الكبير لرأس عظم الفخذ .
- مسقط مركز مفصل الركبة تمثله نقطة أعلى العقدة الوحشية لنهاية عظم الفخذ من اسفل
- مسقط مركز مفصل رسغ القدم تمثله نقطة على الكعب الوحشى لعظم الشظية .

: تعيين مركز ثقل جسم اللاعب حسابياً على الصورة المأخوذة عن النموذج التخطيطى القياسى للحركة باستخدام الطريقة التحليلية .

يتطلب تعيين مركز ثقل الجسم حسابياً معرفة مقادير قوى الجاذبية الارضية الخاصة بوصلات الجسم (أى اوزان الاجزاء المختلفة للجسم) ويتم ذلك من خلال الجدول التالى :

1- تحديد طول الوصلة

2- تحديد بعد مركز ثقل الوصلة عن النقطة التشريحية القريبة من الجسم

3- تحديد الوزن النسبى للوصلة

4- تحديد الوزن الحقيقى للوصلة من خلال وزن الجسم والوزن النسبى لها

5- تحديد الاحداثى السينى لمركز ثقل الوصلة

6- تحديد الاحداثى الصادى لمركز ثقل الوصلة

7- ضرب الاحاثى السينى لمركز ثقل الوصلة فى وزن الوصلة

8- ضرب الاحداثى الصادى لمركز ثقل الوصلة فى وزن الوصلة .

9- جمع حاصل ضرب وزن الوصلة فى الاحداثى السينى لجميع وصلات الجسم معاً

10-جمع حاصل ضرب وزن الوصلة فى الاحداثى الصادى لجميع وصلات الجسم معاً

11-قسمة المجموع السابق للاحداثى السينى على وزن الجسم لاستخراج الاحداثى السينى لوزون الجسم .

12-قسمة المجموع السابق للاحداثى الصادى على وزن الجسم لاستخراج الاحداثى الصادى لوزن الجسم .

وقد تم استخدام استمارة بيانات للاعب قبل التصوير كما يلى :-

تعيين مركز ثقل الجسم
الاسم
السن
اللعبة
الوزن

الطول								
التاريخ								
التوقيت								
المكان								
بيانات التحليل رقم الكادر								
الوصلة	الوزن النسبى	الوزن الحقيقى	الطول	بعد مركز الثقل عن الناحية القريبة	بعد مركز الثقل عن المحور X	العزوم حول X	بعد مركز الثقل عن المحور Y	العزوم حولY
الرأس	7							
الجزع	43							
العضد الايمن	3							
العضد الايسر	3							
الساعد الايمن	2							
الساعد الايسر	2							
اليد اليمنى	1							
اليد اليسرى	1							
الفخذ الايمن	12							
الفخذ الايسر	12							
الساق اليمنى	5							
الساق اليسرى	5							
القدم اليمنى	2							
القدم اليسرى	2							
وزن الجسم								
					مجموع العزوم حول **X** بعد مركز الثقل عن المحور**X**		مجموع العزوم حول **Y** بعد مركز الثقل عن المحور**Y**	
الفرقة الدراسية المقرر الفصل الدراسى		ثالثة تدريب علم حركة الاول						
المشرف على التجربة								

ويتم تعيين نقطة مركز ثقل الجسم من خلال حساب عزوم الأجزاء حول المحور (س) و العزوم حول المحور (ص) ثم حساب بعد مركز الثقل عن المحور (س) وبعد مركز ثقل عن المحور (ص) وذلك بعد التعرف على وزن اللاعب ووضع العلامات الإرشادية على الجسم .

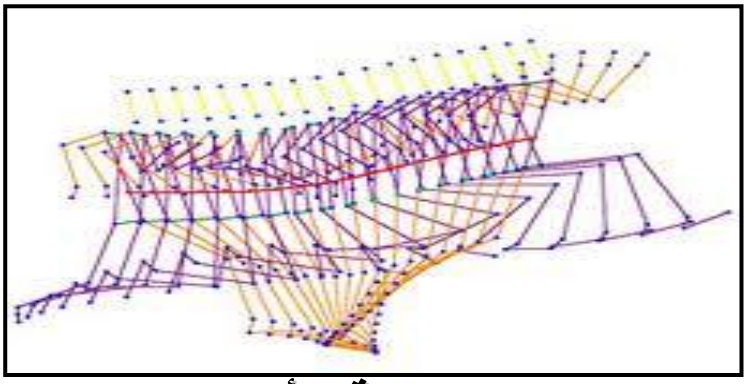
الفصل الثامن
تطبيقات بحثية في البيوميكانيك الرياضي

الهدف العام :

عزيزي الطالب بعد قرائتك لهذا الفصل يجب أن تكون قادرا علي أن تستنتج أهمية تطبيق القوانين الميكانيكية في تحسين الأداء الرياضي في كافة الأنشطة الرياضية من خلال :

الأهداف الفرعية التالية :

15- **تناقش استخدام البيوميكانيك الرياضي في وضع الأساس التدريبي للتدريبات والأداءات الحركية المهارية.**
16- **تستنتج مدي مناسبة بعض تدريبات المقاومات مع بعض الأداءات الحركية في كرة القدم من وجهة النظر البيوميكانيكية.**
17- **تصف التحليل الكينماتيكي لأحد الأداءات المهارية في كرة القدم.**
18- **تطبق القوانين البيوميكانيكية في اختيار الملاعب المناسبة في كرة القدم.**
19- **تتذكر المصطلحات والمعادلات الميكانيكية المستخدمة في هذا الكتاب.**



الدراسة الأولي

التحليل الكيفي–الكمي لبعض تدريبات أجهزة المقومات وملاءمتها البيوميكانيكية لأداءات مختارة في كرة القدم

دكتور/ حسام حسين عبد الحكيم

مقدمة ومشكلة البحث:

إن التدريب المثمر في كرة القدم يتطلب المعرفة التامة من جانب المدرب بتفاصيل الأداء المهاري المنفذ ومساره الحركي وقدرات اللاعبين ، ولا تقتصر المعرفة هنا على التخمين فقط بل بالقياس الدقيق لإمكان عقد المقارنات وصولاً للمسار الأمثل والاستغلال الجيد للقدرات ، وذلك مع توفر تلك المعلومات بسرعة واستمرار ليتثنى للمدرب التعديل الفوري ، والسبيل إلى توفر ذلك هو التحليل الحركي كأداة للقياس والتقويم للمعلومات الناتجة من التحليل عن الأسس الميكانيكية التي تحكم الأداء وعليه فإن التطور الذي لحق بكرة القدم حديثا ناتج عن الاهتمام باللياقة البدنية للاعبين ولاشك أن القوة العضلية واحدة من العوامل الديناميكية للأداء الحركي،وتعتبر سبب التقدم في ترقية وإتقان الاداءات الحركية المختلفة الخاصة بها ،وتعد تدريبات المقاومات –أجهزة الأثقال– من أهم الوسائل التدريبية الموضوعية لتنمية وتحسين الأنواع المختلفة للقوة العضلية التي يحتاجها لاعب كرة القدم والتي تلعب دورا أساسيا في رفع فاعلية الأداءات الحركية المهارية الخاصة بها،وإن تحسين وترقية القوة العضلية يتطلب من المدرب التعرف علي نوع القوة العضلية التي يرغب في تطويرها وطبيعة الحمل الذي يجب أن يتبعه في برنامجه التدريبي ومبدأ خصوصية التدريب .

ويرى الباحث أن استخدام طرق البحث البيوميكانيكية تساهم في تحسين التدريبات (الفنية . البدنية) بطرق عديدة بإجراء تحليل كيفي . كمي للأداء

الحقيقي ومن ثم تعطى نظرة تقويمية للتمارين البدنية على أساس مدى تحقيقها لأهدافها أن التعرف علي خصائص الأداء الحركي أثناء التدريب وتعديله وفقا لهدف الأداء الحركي المهاري من المهام الضرورية لنجاح برامج التدريب المصممة للرياضيين وفقا لمبدأ الخصوصية،وعليه فكلما ازداد التشابه بين التمرين والأداء الحركي الفعلي اتصف هذا التمرين بالخصوصية وازدادت فعاليته لتحسين الأداء الحركي المهارى ،وأن اختيار وسيلة التدريب يتوقف علي تشخيص وتوصيف الأداء الحركي المهاري توصيفا دقيقا يحدد دور القوة العضلية كمتغير بدني أساسي في هذا الأداء حيث ينطلق أسلوب تدريب القوة الخاصة بالأداء من خصائص الأداء الحركي المهاري كقاعدة أساسية في اختيار وسيلة التدريب وبناء التمرينات المستخدمة في التدريب التخصصي لكرة القدم.

وانطلاقا مما سبق ومن خلال القراءات النظرية والخبرة الميدانية لفت نظر الباحث مجموعة من الملاحظات شكلت في النهاية محور اهتمامه لهذه الدراسة ويمكن إجمالها في النقاط التالية:

- على الرغم من وجود اختلاف في طبيعة الأداءات الحركية لكل نشاط رياضي على حدة إلا أن لاعبي عدد كبير من الأنشطة الرياضية يستخدمون تكنيكات متشابهة لتدريبات أجهزة المقاومات ، وخاصة لاعبي كرة القدم الذين يحتاجون لتدريبات ذات طبيعة تخصصية تناسب وتلاءم الأمدية الحركية بما يتمشى مع طبيعة الأداءات الحركية بها .

- من خلال دراسة استطلاعية قام بها الباحث ومن خلال المقابلات الشخصية مع عدد كبير من مدربي كرة القدم بدوري الدرجة الأولى وبسؤالهم عن الأسس العلمية (البيوميكانيكية) لتدريبات أجهزة المقاومات وعلى أي أساس يتم اختيار

التدريبات المختلفة فلم تكن إجاباتهم تنم عن معرفة هذه الأسس العلمية وعلى أي أساس يتم اختيار هذه التدريبات وهل تناسب وتلاءم الأداءات الحركية المهارية في كرة القدم أم لا .

- كما لاحظ الباحث تزايد انتشار ظاهرة الإصابات الرياضية للمجموعات العضلية المختلفة كما وكيفا بين لاعبي كرة القدم بدوري الدرجة الأولى المصري وبصورة تثير الاهتمام مما دعا الباحث إلى إجراء مقابلات شخصية ببعض اللاعبين المصابين وبسؤالهم عن دخولهم صالات التدريب الخاصة بتدريب أجهزة المقاومات فكانت إجاباتهم أنهم يستخدمون تدريبات أجهزة المقاومات بكثرة وأصبحت جزءا هاما لا يمكن الاستغناء عنه ، وعليه افترض الباحث أن يكون تدريبهم باستخدام هذه الأجهزة سببا في حدوث الإصابات المختلفة في حالة عدم مناسبة وملائمة هذه التدريبات لطبيعة الأداءات الحركية في كرة القدم حيث ترجع أسباب حدوث الإصابات إلى عوامل كثيرة أهمها مدى كفاءة المدرب في استخدام طرق وأساليب ووسائل (المساعدات) التدريب المناسبة ومدى صلاحيتها ومناسبتها للاعب كرة القدم.

- وفى حدود علم الباحث ومن خلال المسح المرجعي للبحوث والدراسات السابقة لم يجد دراسات تناولت التوصيف الكيفي . الكمي لتدريبات أجهزة المقاومات وملاءمتها لطبيعة الأداءات الحركية بكرة القدم هذا ما دعا الباحث إلى دراسة التحليل الكيفي . الكمي لبعض تدريبات أجهزة المقاومات وملاءمتها البيوميكانيكية لأداءات مختارة في كرة القدم أملا في الوصول إلى وضع أسس علمية . بيوميكانيكية . يمكن الاسترشاد بها في التدريب بأجهزة المقاومات مع التوصية بمناسبة أو عدم مناسبة هذه التدريبات لطبيعة الأداءات الحركية في كرة القدم اعتمادا على أفضل طرق التقويم الموضوعية التحليل البيوميكانيكى (الكمي . الكيفي) .

هدف البحث :

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على التحليل الكيفي والكمي لبعض تدريبات أجهزة المقاومات وملاءمتها البيوميكانيكية لأداءات مختارة في كرة القدم من خلال الإجابة على التساؤلات الآتية :

تساؤلات البحث:

- ما التوصيف الكيفي والكمي لبعض تدريبات أجهزة المقاومات (تدريب جلوس عالي علي الجهاز مد الركبتين بالثقل، تدريب انبطاح عالي علي الجهاز ثني الركبتين بالثقل، رقود عالي علي الجهاز ضغط الصدر بالثقل) ؟

- ما التوصيف الكيفي والكمي لبعض الأداءات الحركية المهارية في كرة القدم (أداء الركل بوجه القدم الأمامي، أداء الركل بباطن القدم، أداء رمية التماس)؟

- ما الملاءمة البيوميكانيكية لبعض تدريبات أجهزة المقاومات وأداءات حركية مهارية مختارة في كرة القدم ؟

طرق وإجراءات البحث :

منهج البحث:

استخدام الباحث أسلوب دراسة الحالة كأحد أساليب المنهج الوصفي نظرا لملاءمته لطبيعة الدراسة .

عينة البحث:

اشتملت عينة البحث علي 18 محاولة(9 محاولات لتدريبات أجهزة المقاومات المختارة بواقع 3 محاولات لكل تدريب، 9 محاولة للأداءات الحركية المختارة بواقع 3 محاولات لكل أداء مهاري مختار) قام بأدائها لاعب واحد من لاعبي كرة القدم في دوري أندية القسم الأول والمسجل بسجلات الاتحاد المصري لكرة القدم عن الموسم الرياضي2008 : 2009م.

أسلوب اختيار العينة:

نظرا لطبيعة البحث وللإجابة علي تساؤلاته والمنهج المستخدم اختار الباحث عينة البحث بالطريقة العمدية لإجراء التحليل الكيفي والكمي وفقا للشروط التالية:

- **أن يكون اللاعب مقيدا بالدرجة الأولى بسجلات الاتحاد المصري لكرة القدم خمسة مواسم على الأقل.**
- **أن يكون اللاعب أيمن وذلك لتلافى صعوبة نقل كاميرات التصوير عند كل محاولة، مما يضمن دقة التصوير لثبات وضع الكاميرات وثبات زوايا التصوير.**
- **أن يكون اللاعب متميزا في الأداءات الحركية المهارية المختارة قيد البحث ، التصويب بوجه القدم الأمامي،التمرير بباطن القدم،رمية التماس.**
- **أن يكون لاعبا بأحد المنتخبات المصرية لكرة القدم.**
- **أن يكون لديه عمر تدريبي في ممارسة تدريبات أجهزة المقاومات.**

أدوات ووسائل جمع البيانات:

أجهزة وأدوات قياس القياسات الجسمية:

- **جهاز الرستاميتر لقياس ارتفاع القامة .**
- **عدد(1) ميزان رقمي معاير لقياس وزن اللاعب .**
- **شريط قياس بالسنتيمتر لقياس أطوال الوصلات المختارة.**

أجهزة وأدوات تدريبات أجهزة المقاومات:

- **جهاز الملتي جيم متعدد الأغراض.**

أجهزة وأدوات التصوير بالفيديو:

- **عدد(1) كاميرا فيديو فائقة السرعة ،سرعة التردد 250كادر/الثانية من نوع Fistic image.**
- **عدد (1) حامل ثلاثي.**
- **عدد (1) مربع من المعدن 50cmx50cm مطلية باللونين الأبيض والأسود مقسمة إلى مربعات 25 cm x 25 cm .**
- **عدد (2) علامات إرشادية ضابطة تحدد خلفية المصورة .**
- **شريط قياس صلب لتحديد أبعاد التصوير.**
- **علامات بلاستيك مزودة بالمسامير لتثبتها في الأرض لتحديد مكان وضع الكرة ومكان اللاعب.**
- **العلامات الضابطة الفسفورية لتحديد نطاق مفاصل الجسم المختارة وهى مربعة الشكل 3 cm x 3 وبوسطها مربع أسود 1cm .**
- **حبل (5) خمسة بوصة لتقسيم المرمى إلى (6) ستة مربعات متساوية ثلاثة في الثلث العلوي وثلاثة في الثلث السفلى .**

أجهزة وأدوات التحليل الحركي:

- **جهاز حاسب آلي .**

- **جهاز طابعة Printer .**
- **برنامج التحليل الحركي Simi motion .**

التخطيط التنفيذي للدراسة:

الدراسة الاستطلاعية الأولى: **استهدفت التعرف علي أكثر تدريبات أجهزة المقاومات–تدريبات الأثقال– استخداما وشيوعا لدي لاعبي دوري القسم الأول لكرة القدم،وكانت أهم نتائجها اختيار تدريبات أجهزة المقاومات التالية تدريب جلوس علي الجهاز مد الركبتين بالثقل،وتدريب انبطاح علي الجهاز ثني الركبتين بالثقل بالنسبة للطرف السفلي، وتدريب رقود علي الجهاز ضغط الصدر بالثقل بالنسبة للطرف العلوي.**

الدراسة الاستطلاعية الثانية: **استهدفت اختيار المساعدين وتعريفهم بهدف البحث ومراحل وطرق تنفيذه والأدوات والأجهزة المستخدمة ودور كل فرد ومكانه أثناء العمل، وكانت أهم نتائجها اختيار مجموعة من المساعدين من طلبة الفرقة الرابعة ومن معاوني أعضاء هيئة التدريس بالكلية ممن يسهل الاتصال بهم وتتوافر لديهم الكفاءة والرغبة في العمل ، وتم التأكد من قدرة وكفاءة المساعدين ومدى تفهمهم لطبيعة الدراسة .**

الدراسة الاستطلاعية الثالثة: **استهدفت تنظيم إجراءات التصوير بالفيديو وكل ما يرتبط بها بالنسبة للأداءات الحركية المهارية المختارة، وكانت أهم نتائجها التعرف علي المكان والمسافة المناسبة لوضع الكاميرا وزاوية التصوير، التدريب على كيفية تثبيت العلامات الإرشادية على جسم اللاعب حديد أنسب وقت يصلح للتصوير وفقا لدرجة الإضاءة المطلوبة ،المكان والمسافة المناسبة**

لوضع مربع المعايرة ،المكان والمسافة المناسبة لوضع العلامات الإرشادية ،الارتفاع المناسب للكاميرات .

الدراسة الاستطلاعية الرابعة: **استهدفت تنظيم إجراءات التصوير بالفيديو وكل ما يرتبط بها بالنسبة لتدريبات أجهزة المقاومات المختارة، وكانت أهم نتائجها التعرف علي المكان والمسافة المناسبة لوضع الكاميرا وزاوية التصوير، التدريب على كيفية تثبيت العلامات الإرشادية على جسم اللاعب حديد أنسب وقت يصلح للتصوير وفقا لدرجة الإضاءة المطلوبة ،المكان والمسافة المناسبة لوضع مربع المعايرة ،المكان والمسافة المناسبة لوضع العلامات الإرشادية ،الارتفاع المناسب للكاميرات، تحديد الوزن المناسب لإجراء عملية التصوير والتحليل.**

الدراسة الأساسية:

الإجراءات الخاصة بالتحليل الكمي: تم إجراء الدراسة الأساسية في ملعب كرة القدم، وصالة اللياقة البدنية بملعب كلية التربية الرياضية للبنين جامعة الزقازيق،أيام السبت والأحد والاثنين 2009/2/21 ، 2/22/ 2009 ،2009/2/23 م الساعة الثانية عشرة ظهرا، اشتمل اليوم الأول **علي إجراء القياسات الأنثروبومترية والتدريب علي وضع العلامات الإرشادية علي مراكز مفاصل الوصلات البيوكينماتيكية والتأكد من جاهزية كل من الملعب،وصالة الياقة البدنية لإجراء عملية التصوير،**اليوم الثاني **اشتمل علي إعداد مكان التصوير الخاص بالأداءات الحركية المهارية المختارة، إعداد آلة التصوير، إعداد اللاعب للتصوير، المعايرة، التصوير، خطوات إدخال وتحليل البيانات،** اليوم الثالث **اشتمل علي إعداد مكان التصوير الخاص بتدريبات أجهزة المقاومات**

المختارة، إعداد آلة التصوير، إعداد اللاعب للتصوير، المعايرة، التصوير، خطوات إدخال وتحليل البيانات.

<u>الإجراءات الخاصة بالتحليل الكيفي</u>: من الفيلم المصور لكل من الأداءات الحركية المهارية وتدريبات أجهزة المقاومات المختارة قيد البحث تم إدخال هذه البيانات إلي الكمبيوتر وباستخدام برنامج Acdsee تم تقسيم كل أداء حركي مهاري، وتدريب إلي الكادرات المكونة لمراحل الأداء في كل منهم ومن خلال الملاحظة المنظمة للأداء المسجل علي الكمبيوتر وباستخدام خطوات التحليل الكيفي الحركي التشريحي محمد جابر بريقع وخيرية السكري (2002م)(64)، **ووضع الباحث استمارة للتحليل الكيفي التشريحي لتفريغ نتائج التحليل.**

<u>المعالجة الإحصائية:</u>

استخدم الباحث الأسلوب الاحصائى اللابارمترى لمناسبته لطبيعة البحث بتطبيق المعالجات الإحصائية التالية :المتوسط الحسابي،والفروق بين القيم، ومان ويتني للتعرف علي دلالة الفروق.

<u>الاستخلاصات</u> :

في حدود عينة البحث وطبقا للإجراءات المستخدمة في البحث، و استناداً إلى ما أظهرته نتائج البحث وفي ضوء هدف وتساؤلات البحث توصل الباحث على <u>الاستخلاصات</u> التالية:

- **تم التوصل إلي العضلات العاملة ونوع العمل العضلي والمقادير الكمية لبعض المتغيرات البيوميكانيكية لوصلات الطرفين السفلي والعلوي لتدريبات أجهزة المقاومات و الأداءات الحركية المختارة قيد البحث.**

- وجود اختلاف في نوع الحركة والمجموعات العضلية النشطة و نوع العمل العضلي بين وصلات الطرفين السفلي و العلوي بين تدريبات أجهزة المقاومات و الأداءات الحركية المختارة قيد البحث.
- وجود فروق دالة بين المتغيرات البيوميكانيكية لوصلات الطرفين العلوي والسفلي بين تدريبات أجهزة المقاومات و الأداءات الحركية المختارة قيد البحث.
- قد يكون استخدام تدريبات أجهزة المقاومات قيد البحث سببا في حدوث بعض الإصابات لدي لاعبي كرة القدم لعدم ملاءمتها البيوميكانيكية لأداء الركل بوجه القدم الأمامي وبباطن القدم ورمية التماس.

التوصيات:

في ضوء ما أظهرته نتائج البحث الاستخلاصات التي تم التوصل إليها يوصي الباحث بالآتي:

- مراعاة اختيار تدريبات أجهزة المقاومات والتي تتشابه وتتلاءم بيوميكانيكيا مع شكل الأداء الفعلي من خلال التدريب بأسلوب يتشابه بدرجة كبيرة مع أسلوب المنافسة.
- وضع مرجعية تحليلية بيوميكانيكية للاداءات الحركية كأساس لوضع تدريبات أجهزة المقاومات للاعبي كرة القدم بصفة خاصة وللأنشطة الرياضية بصفة عامة.
- الاسترشاد بنتائج التحليل الكيفي والكمي للأداءات الحركية المختارة قيد البحث التي توصلت إليها الدراسة في وضع واختيار تدريبات أجهزة المقاومات الخاصة بلاعبي كرة القدم.

- **مراعاة استخدام تدريبات أجهزة المقاومات قيد البحث في تحسين القوة العضلية بشكل عام وليس كتدريبات غرضية خاصة للاعبي كرة القدم.**
- **وضع برنامج تدريبي استنادا إلي النتائج التي توصلت لها الدراسة في المجموعات العضلية العاملة ونوع العمل العضلي وبعض المتغيرات البيوميكانيكية لوصلات الطرف العلوي والسفلي لتحسين أداء الركل بوجه القدم الأمامي وبباطن القدم ورمية التماس.**
- **بناء ووضع محتوي البرامج التدريبية طبقا للمبادئ والقوانين الميكانيكية التي تحكم الأداءات الحركية كما وكيفا.**

الدراسة الثانية

التحليل الكينماتيكي للتصويب في كرة القدم

من الركلات الحرة المباشرة حول منطقة الجزاء

د/ حسام حسين عبد الحكيم

مهارة الركل في كرة القدم تهدف الى إكساب الكرة كجسم مقذوف أكبر مقدار من السرعة الخطية لذا فإن الطرف المسئول عن الركل يجب أن يتحرك بأعلى سرعة دورانية لحظة تحرر الجسم المقذوف (الكرة) . فعندما تتحرك الأطراف كسلسلة مفتوحة سوف نلاحظ أن اى حركة في أى جزء من أجزاء السلسلة سوف يؤثر بشكل أو بأخر في الجزء البعيد عنها ، ولتحقيق فاعلية ودقة عالية أثناء الركل فإن اللاعب يختار تركيبة من عدة أطراف أو أجزاء للمشاركة في الأداء بحيث يتحرك كل من هذه الأطراف حركته الخاصة حول محوره الخاص وفي المستوى المحدد له.

وتعد حركة الركل في كرة القدم من الحركات ذات السلاسل الحركية المفتوحة والتى تنتمى الى الحركات الدائرية وتهدف الى انتاج سرعة زاوية عالية للرجل الضاربة من خلال الشكل الكينماتيكي لوصلات الجسم المختلفة المشاركة في الأداء ، والمسار الميكانيكب يعتبر حركة الركل في كرة القدم بغرض التصويب وبأى أسلوب يخضع للإطار العام لقانون المقذوفات وأحد الاستراتيجيات المستخدمة أثناء أداء الركلة الحرة في كرة القدم هى تصويب الكرات المنحنية لتتخطى الحائط الدفاعى لاحراز هدف مباشر وتصويب الركلة الحرة المنحنية في كرة القدم ينقسم الى خمس مراحل هى :

مرحلة الاقتراب :

تهدف مرحلة الاقتراب أثناء تصويب الركلة الحرة المنحنية الى إضافة كمية حركة أفقية لحركة مرجحة الرجل الضاربة ، وللحصول على كمية حركة أفقية كبيرة يجب أن تتميز مرحلة الاقتراب بالسرعة ولذلك لابد وأن تكون الخطوة الأخيرة من الإقتراب واسعة لتيسير مدى حركى كبير للرجل الضاربة ، ودحرجة إنحناء الكرة تعتمد على كيفية استطاعة اللاعب تجميع تدوير للكرة أثناء الاصطدام بها وهذا يتوقف على التطبيق الصحيح لكمية الحركة أثناء حركة المرجحة والذى يتيح دوران سريع للكرة لتتخطى الحائط الدفاعى بسهولة لتصل الى المكان المراد توجيه الكرة إليه ، تصويب الركلة الحرة المنحنية التى تتميز بالفاعلية والدقة يتطلب من اللاعب أن يجعل مركز ثقله لأسفل للحصول على التوازن الجيد ، وأن يكون إتجاه الاقتراب نحو الكرة أقل من(45 درجة) تبعا للهدف المقصود ، وعلى الرغم من فقد بعض من السرعة الأفقية لحظة وضع قدم الارتكاز على الأرض نتيجة تحرك مركز ثقل الجسم للاعب الى اسفل وببطئ الى أن ذلك يسمح للرجل الضاربة بحركة المرجحة الكاملة.

مرحلة وضع قدم الارتكاز :

أثناء هذه المرحلة يجب أن تشير قدم الارتكاز تجاه المكان المراد توجيه الكرة إليه ، وأن تكون مرتكزة بقوة وثبات لحظة اصطدام القدم الضاربة بالكرة ، وخلال هذه المرحلة تكون الرجل الضاربة متروكة خلف الجسم وللوراء عن طريق حركة المد الزائد لمفصل الفخذ وحركة القبض الأقصي لمفصل الركبة ، والجذع أثناء الاداء يكون الى الوراء وللجانب حتى يسمح ذلك بزيادة زمن المرجحة الخلفية للرجل الضاربة ثم يتحرك للأمام بشكل دائري لإضافة كمية

حركة زاوية الى الرجل الضاربة لحظة الاصطدام بالكرة ، ويجب على اللاعب وضع قدم الارتكاز على جانب الكرة وعلى مسافة تتراوح من(4 : 10 بوصات) الا ان ذلك يعتمد على طول اللاعب فكلما كان اللاعب طويلا يجب عليه أن يضع قدم ارتكازه أبعد من اللاعب القصير وأثناء هذه المرحلة تكون رجل الارتكاز بها انقباض خفيف في الركبة والفخذ ويكون مفصل القدم في حالة امتداد وانقباض داخلى وهذا التركيب التشريحي يتيح لرجل الارتكاز الاستقرار والإتزان .

مرحلة المرجحة :

إن الهدف من هذه المرجحة إضافة كمية حركة زاوية كبيرة لحركة الركل والعامل الأساسي هو نقطة الاتصال بالكرة حيث يتيح ذلك تجميع دوران كبير للكرة خلال مرحلة الاتصال ولبدء هذه المرحلة تكون بالقدم القائمة بالركل حركة تبعيد للفخذ و بسط زائد لمفصل الفخذ ثم يبدء الفخذ الأيمن في الانقباض في مفصل الفخذ يتبعه بسط في الركبة وهذه الحركات المتتابعة النموذجية تنتج محصلة القوى والسرعة الزاوية القريبية من القصوى للقدم لحظة التصادم مع الكرة وعادة ما تكون الذراعين ممتدة على جانبي الجسم أثناء الحركة الأمامية للركل حتى تساعد في الحفاظ على مركز ثقل الجسم فوق قدم الارتكاز .

مرحلة الاصطدام :

يهدف تصويب الكرات المنحنية من الركلة الحرة الى تخطى الكرة الحائط الدفاعى لتصل الى المكان المقصود من المرمى وهذا يعتمد على كمية الحركة الزاوية للرجل الضاربة وعلى نقطة تطبيقها واصطدامها بالكرة حيث يسبب ذلك اتجاه قصف الكرة ويعنى ذلك أن اتجاه وسرعة الكرة المقذوفة يتباين كثيرا اعتمادا على المكان المؤكد لتطبيق واصطدام الرجل الضاربة للكرة ، وميكانيكية

تصويب الكرة المنحنية يحتوى على دوران خارجى للكرة حيث يتسبب ذلك في وجود ضغط هواء مختلف بين الجانبين وسرعة الهواء البطيئة على أحد جانبي الكرة يتسبب في وجود ضغط مرتفع من الهواء والعكس بالعكس وذلك يسمح للكرة بأن تتحرك من منقطة الضغط المرتفع الى منطقة الضغط المنخفض لتتبع المنحنى لتصل الى المنطقة المقصود من المرمى وكمية الهواء المحبوسة بجوار الكرة المدارة يعتمد هلى سطح الكرة وسرعة دورانها وحيث أن سطح كرة القدم ثابت ومحدد فكلما استطاع اللاعب تجميع دوران سريع سوف تكون لديه فرصة أفضل لتصويب كرة منحنية رائعة .

مرحلة المتابعة :

تحتاج مرحلة المتابعة أثناء تصويب الكرة المنحنية فقط الى دوران ولفة خفيفة ومعتدلة للحصول على كمية حركة مناسبة ومثالية للركل لتتخطى الكرة الحائط الدفاعى ، وذلك ليس من الضرورى إضافة كمية حركة كبيرلاة خلال هذه المرحلة لان الاتزان الجيد بعد حركة الركل يكون نطلوبا ، وعموما فانه لتحقيق درجة عالية من دقة التصويب يتطلب ذلك تقديرا مناسبا للنواحى الزمنية والمكانية ، وكذلك النواحى الديناميكية (المسار الزمنى لتطبيق القوة) لمرحلة الحركة الحاسمة والتى يتوقف عليها الدقة المكانية بصورة كبيرة .

الدراسة الثالثة

مفهوم الجودة لنجيل كرة القدم من وجهة نظر البيوميكانيك

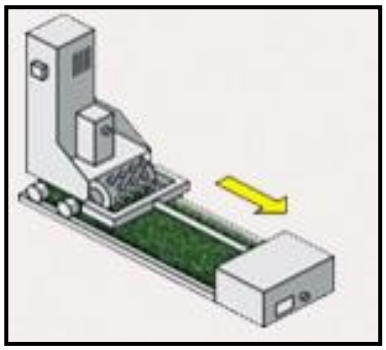
اختبار الملاعب الاصطناعية:

من خلال البحث وملاحظات اللاعبين من أجل فهم إمكانية اللعب وشروط السلامة وأداء ملعب مثالي من العشب الطبيعي. و نتيجة لذلك، تم تطوير "مفهوم الجودة الخاص بالفيفا لتحديد أفضل ملعب كرة قدم صناعي. و في الحقيقة أصبح العشب الصناعي الآن مسموح به في "قواعد الفيفا للعبة". و يمكن لنظام عشب صناعي أن يحوز على شهادة توصية من الفيفا" من خلال رخصة "مفهوم الجودة لنجيل كرة القدم "لدى الفيفا عن طريق إثبات أن أداؤه مثل العشب الطبيعي من خلال اختبار معملي و ميداني شامل.

أولا : اختبار المتانة

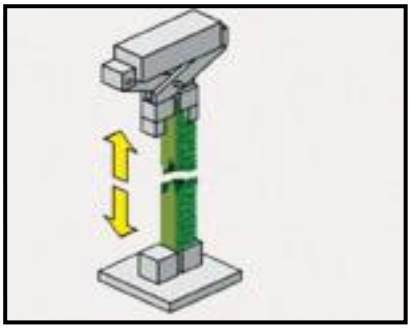
1- مقياس مقاومة الانزلاق والتباطؤ:

يقيس قدرة خيول السباق على الانزلاق خلال السطح دون أن يتسبب في سقوط اللاعب. مقاومة الانزلاق والتباطؤ يقيس التباطؤ الذي يختبره حذاء اللاعب أثناء اتصاله بالسطح. إذا كان التباطؤ مرتفعا للغاية قد يلحق الضرر بالمفاصل والأربطة



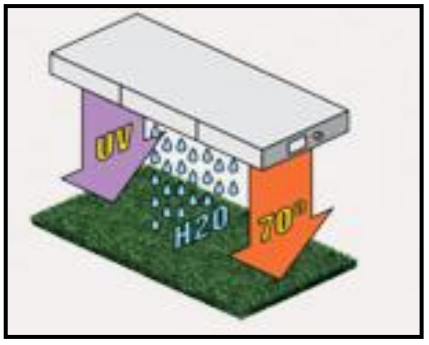
2- قوة الوصلات:

تقيس أقصى قوة مسجلة لتدمير الوصلات من مكان حياكاتها أو لصقها بمادة لاصقة.



3- مقاومة المناخ :

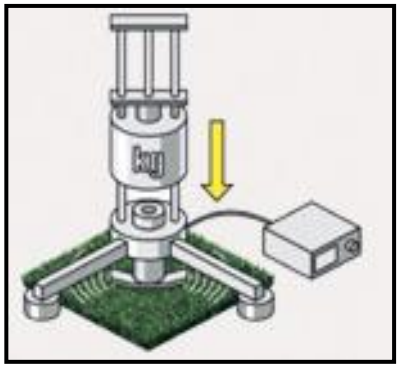
الاشعة فوق البنفسجية\ الماء \ الحرارة تقيس تغيرات اللون، مقاومة التآكل تفاعل اللاعب مع السطح وقوة الوصلات.



<u>ثانيا : اختبار تفاعل اللاعب مع السطح</u>

4- امتصاص الصدمة و التشوه الرأسي:

يقيس امتصاص التصادم الذي يوفره العشب الصناعي للاعب يجري أو يسقط بالإضافة إلى ثبات القدم على السطح اثناء جري لاعب عبره.



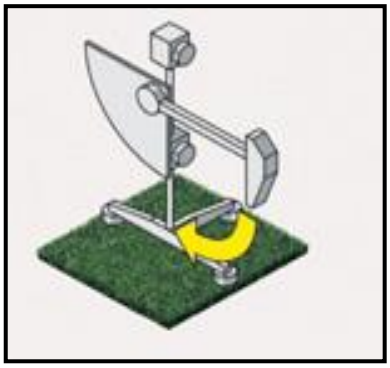
5-مقاومة الدوران:

يقيس التفاعل بين نعل الحذاء و سطح العشب الصناعي المتعلق بقدرة اللاعب على تغيير الاتجاه.

6- مقياس مقاومة الانزلاق والتباطؤ:

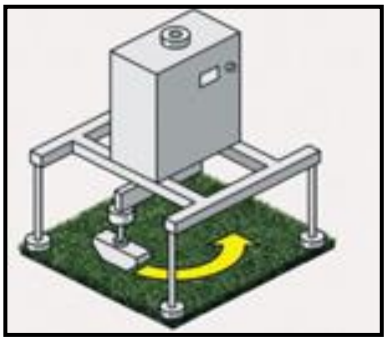
يقيس قدرة خيول السباق على الانزلاق خلال السطح دون أن يتسبب في سقوط اللاعب. مقاومة الانزلاق والتباطؤ يقيس التباطؤ الذي يختبره حذاء اللاعب

أثناء اتصاله بالسطح. إذا كان التباطؤ مرتفعا للغاية قد يلحق الضرر بالمفاصل والأربطة



7- خدش أو حك الجلد:

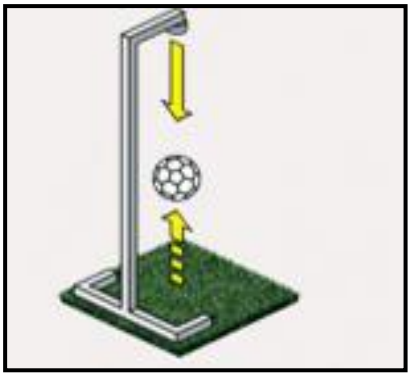
يقييس خدش أو احتكاك العشب الصناعي لجلد اللاعب عندما ينزلق .تفاعل الكرة / السطح



<u>ثالثا :اختبار الكرة/التفاعل السطحي</u>

8- ارتداد الكرة الرأسي :

يقيس مدى ارتفاع ارتداد الكرة عندما تسقط عموديا على ملعب من النجيل الصناعي.

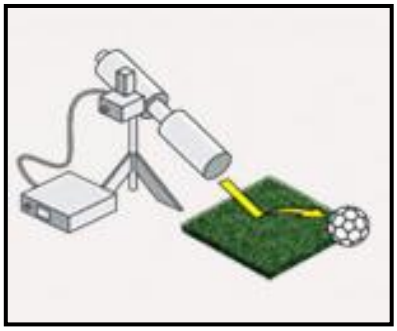


9- دحرجة الكرة :

يقيس مدى دحرجة الكرة على العشب الصناعي مقارنة بالنجيل الطبيعي.

10- السلوك الزاوي للكرة :

يقيس كيفية ارتداد الكرة من سطح عشب صناعي عند ضربها على زاوية ضحلة في ظل ظروف ج



قاموس المصطلحات والمعادلات

الميكانيكا Mechanics : هو العلم الذي يبحث في الحركة النسبية والسكون النسبي للأجسام .

الديناميكا Dynamics : هو العلم الذي يبحث في الحركة النسبية للأجسام .

الكينيماتيكا Kinematics : هو علم وصف الحركة وصفا مجردا دون التعرض للقوى المسببة لها ومظاهر وصف الحركة هي (الزمن ، المسافة ، السرعة ، العجلة) .

الكيناتيكا Kinetics : هو العلم الذي يدرس الحركة وعلاقتها بالقوى المسببة لها .

الاستاتيكا Static : هو العلم الذي يبحث في سكون وإتزان الأجسام تحت تأثير القوى أي علم السكون .

ميكانيكا المرونةElasticity Mechanics : هي القدرة على إعادة الشكل والحجم لأي جسم بعد زوال الحمل أو المؤثر .

ميكانيكا اللدونة Plasticity Mechanics : هو الجسم الذي يتغير في الشكل والجسم إذا أثرت عليه قوة خارجية ولا يزول بزوال المؤثر أو الحمل .

ميكانيكا الموائع Fluid Mechanics : هو العلم الذي يتناول دراسة الموائع تحت تأثير جميع العوامل المختلفة سواء في حالة السكون أو الحركة .

الهيدروليك : هو فرع من ميكانيكا الموائع الذي يبحث في القواعد والنظريات والتطبيقات الخاصة بحركة السوائل وهو ينقسم إلى :
الهيدروستاتيك هو الذي يبحث في اتزان السوائل وهي في حالة سكون .
الهيدروديناميك هو الذي يبحث في السوائل وهي في حالة حركة مثل انسياب الماء .

الديناميكا الهوائية : هو العلم الذي يتناول الحركة الهوائية والغازات وهو علم أساسي في علوم الطيران ودراسة الأجسام في الهواء .
الأرجونومكس Ergonomics : هو تطبيق المعلومات الخاصة بتصميم مكان وبيئة العمل والأدوات والمتطلبات الوظيفة أو العمل لتناسب قدرات وإمكانيات العمل بهدف تأمين صحة وسلامة العامل وزيادة إنتاجه عن طريق تقليل الإجهاد النفسي والوظيفي والإنفعالي الواقع عليه .

تعريف هوخموث Hochmuth لبيوميكانيك بأنه : (علم تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية معينة) والمقصود بالشروط البيولوجية هي (تشريحية ، وظيفية ، بدنية ، نفسية)
تعريف مليز ونيلسون Miller &nelson للبيوميكانيك بأنه : (العلم الذي يبحث تأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام الحية) .

البيوميكانيك : هو العلم الذي يهتم بدراسة وتحليل حركات الإنسان تحليلا كميا ونوعيا بغرض زيادة كفاءة الحركة الإنسانية .

الكميات القياسية Scalar Quantity :هي الكميات التي تكفي قيمتها (الكم) للدلالة عليها مثل (الوزن ، المساحة ، الحجم ، الكثافة) .

الكميات المتجهة Vector Quantities : هي الكميات التي توصف بكمية وإتجاه معين وللمتجهات أهمية كبرى في البيوميكاميك من أمثلتها (السرعة التجهة ، العجلة ، القوة) .

يعرف جنسن وشولز Guenon & Schulis : الحركة الرياضية بأنها : (انتقال أو دوران الجسم أو أحد أجزائه بالنسبة لما يحيط به من علامات ثابتة خلال زمن محدد بهدف معين واضح) .

حركة منتظمة Uniform Motion : حيث يقطع الجسم وحدات مسافة مساوية في الوحدات زمنية متساوية ويحدث هذا النوع عندما تتلاشى المقاومات ونادرا حدوثه في النشاط الرياضي .

حركة غير منتظمة Non- Uniform Motion : يقطع فيها الجسم وحدات مسافة غير متساوية في وحدات زمنية متساوية .

الحركة الغير منتظمة بعجلة منتظمة ثابتة : حيث تتغير السرعة بمعدل ثابت في الوحدات الزمنية المتساوية إما بالزيادة أو النفصان .

الحركة الغير منتظمة بعجلة متغيرة : حيث تتغير سرعة الحركة بمعدل غير ثابت في الوحدات الزمنية المتساوية ويكون بالزيادة أو النقصان .

حركات دائرية Rotaryأو زاوية Angular: ترسم أي لقطة من الجسم دائرة أو قوس من دائرة حول محور دوران داخل الجسم .

حركات انتقالية translators : وفيه تقطع نقط الجسم خطوط متوزاية .

حركات انتقالية خطية Limear Translators motion : يرسم قيه الجسم خط مستقيم .

الحركات الإنتقالية المنحنية Curvilinear Translators Motion: هي الحركة التي تتم في خط منحنى أثناء إنتقال الجسم .

الحركة الدائرية rotary: هي حركة أي نقطة على نصف قطر الدوران .

الحركة الدورانية : هي حركة نصف القطر نفسه بالكامل .

الحركة التبادلية Recprocatimy Motion : هي الحركات الإنتقالية المتكررة مثل (تنطيط الكرة) .

الحركة البندولية Oscillation : هي الحركة الزاوية المتكررة وهي تحدث في شكل قوس .

الحركة العامة General Motion : هي حركة تتكون من حركات إنتقالية ودورانية في وقت واحد .

قدرة:ability المستوى الراهن للمعرفة، أو المهارة، وما يمكن التحقق منه بأداء أو الاختبار.

زمن التكيف: adaptation time الزمن منذ بداية حدوث المنبه لحواس (أو أحد حواس) الجسم إلى اللحظة التي ينتهي فيها حدوث أي تغير فت استجابة الحواس.
مركز الثقل: center of gravity النقطة التي تتعادل عندها تأثير القوة المؤثرة على جميع جزئيات الجسم وتكون محصلتها مساوية للصفر.

مهارات مغلقة: closed skills مهارات تؤدى في بيئة ثابتة غير متغيرة، والشخص الذي يؤديها يحدد متى يبدأ الأداء مثال: الوقوف على الرأس، الرمي على هدف، الوثب من المكان (مهارات مفتوحةopen skills) .

تحمل عضلي ديناميكي: dynamic muscular endurance مقدرة العضلة على التكرار الانقباضي والاسترخاء خلال فترة زمنية محددة وتقاس بعدد مرات التكرار التي يستطيع الطفل أدائها في هذه الفترة.

قوة عضلية ديناميكية: dynamic strength قدرة العضلة أو المجموعات العضلية التغلب على أقصى مقاومة خلال المدى الكامل للحركة.

حركة دقيقة: fine motor حركات تؤدى بأجزاء محددة من الجسم لأداء حركات دقيقة.

مهارة حركية دقيقة: fine motor skill نمط من المهارة يؤدى بالعضلات الصغيرة خاصة باستخدام اليدين والأصابع.

مرونة: flexibility مدى الحركة في المفصل أو مجموعة المفاصل التي تمكن الطفل من أداء الحركة في مداها المطلوب.

قوة: force تغير أو محاولة تغيير من حالة السكون أو الحركة للمادة، فالقوة تقوم بتغير حركة الجسم والعضلات، فعند انقباضها وانبساطها تنتج عنها القوة.

القدرة الرياضية العامة: general athletic ability (GAA) القدرة الراهنة لدى الطفل لأداء مسابقات أو رياضات متنوعة، تتحدد بواسطة مزيج من الصفات الأساسية مثل السرعة، التوافق، القدرة، التحمل، المرونة، القوة، الرشاقة.

تحمل عام: general endurance مقدرة الطفل على الاستمرار في أداء أنشطة متنوعة لفترات طويلة نسبيا دون الشعور بالتعب مبكرا.

مهارة: skill مهمة حركية متعلمة أو مؤشر نوعي (كيفي) للأداء الذي ينفذ بكفاءة ودقة. أو القدرة على القيام بعمل ما بشكل يتسم بالدقة والسهولة والسيطرة والاقتصاد فيما يبذله الفرد من جهد.

تحليل مهارة: skill analysis تقسيم أداء المهارة إلى أجزاء، وتقييم كل مرحلة للأداء.

سرعة: speed القدرة على أداء حركات متتابعة من نوع واحد في أقصر مدة، أو سرعة انقباض عضلة أو مجموعة عضلية معينة عند أداء الحركات الوحيدة.

اختبار القوة: strength test اختبار صمم لقياس القوة العضلية، غالبا يضمن مجموعة من الاختبارات تعبر عن قياس لقوة العامة للجسم أكثر من التعبير عن القوة لعضلات محددة.

مستويات الحركة: transverse plane هي المستويات الفراغية الثلاثة المتعاهدة (مستوى أمامي - جانبي – أفقي) .

وتنقسم إلى:

أ) <u>المستوى الجانبي :</u> هو الذي يقسم الجسم إلى نصفين متساويين في الوزن إحداهما جهة اليمين والآخر جهة اليسار وهو مستوى عمودي على الأرض.

المستوى الأمامي: هو المستوى الذي يخترق الجسم من جانب إلى جانب آخر بحيث يقسم الجسم إلى نصفين متساوين أحدهما أمامي والآخر خلفي ويكون المستوى عمودي على الأرض وموازي للجبهة.

المستوى الأفقي : هو المستوى الذي ينقسم الجسم إلى نصفين متساويين من جهة الوزن إلى نصف علوي ونصف سفلي ونو مستوى واحد موازي الأرض.

محاور الحركة : وتوجد ثلاث محاور للحركة تحدث حولها الحركات الدائرية الكاملة. والمحاور ثلاثة أنواع وهي:

محور حقيقي وهو: نقطة اتصال الجسم بالمحيط الخارجي مثل (جهاز العارضة في الجمباز)

محور وهمي وهو: الخط الوهمي الذي يحدث حوله الحركات.

ج) محور وقتي وهو : المحور الذي تتم حوله الحركة لوقت معين وهو يعتبر من المحاور الحقيقية.

المحور الرأسي vertical axis : وهو المحور الذي يمر من الرأس مخترقا المستوى الأفقي وعموديا عليه وهو محور وهمي دائما.

المحور السهمي sagittalaxis : هو المحور الذي يخترق الجسم من الأمام للخلف، مخترقا المستوى الأمامي وعمودي عليه ويكون موازيا للأرض ويكون المحور فيه وهمي أو حقيقي على الأرض.

المحور العرضي:transverse axis:هو المحور الذي يمر من جانب إلى آخر مخترقا المستوى الجانبي و عمودي عليه و هو موازي لسطح الأرض و يكون المحور فيه حقيقي وقتي و محور وهمي .

التكنيك الرياضي sport tecnic:هو نظام ديناميكي معقد للأفعال الحركية القائمة على الاستخدام الأمثل المرشد للإمكانيات و القدرات الحركية للاعب و الموجهة لحل واجب محدد بالنسبة لنشاط رياضي معين او لبلوغ مستويات عالية .

التحليل البيوميكانيكيmechanical analyze:هي إحدى الطرق المنهجية لفهم و إدراك الحركة الرياضية لمعرفة المعلومات المتعلقة بقواعد و أسس الأداء من خلال معرفة العلاقات الترابطية بين هذه الخصائص و الذي يتحقق من خلال الوحدة الكلية المتكاملة لهذه الحركة الرياضية.

التحليل analyses:ويقصد به الوسيلة المنطقية التي يجري بمقتضاها تناول الظاهرة موضوع الدراسة كما لو كانت مقسمة إلى الأجزاء أو العناصر الأساسية .
-والتحليل إما يكون(تشريحي-فسيولوجي –بيوميكانيك-سيكولوجي-بيوكيميائي)

كينوجرام الحركة motion kinograms: عبارة عن سلسلة من الكادرات المتتابعة المختارة من فلم سينمائي مصور للحركة المعينة والتي ترسم أو تطبع على كارت واحد مع احتفاظ كل من هذه الصور بالرقم الدال على ترتيبها في الفيلم.

التمرين البدئي من وجهة النظر البيرميكانيكية physical exercise: هو نظام ديناميكي معقد أو متعدد التركيب للأفعال والعناصر الحركية المرتبطة بعضها مع البعض والموجهة لتحقق الهدف الأساسي للأداء الحركي.

التركيب الزمني : دراسة علاقة الخصائص الزمنية في التركيب الكينماتيكي البدئي مما يساعد حل الكثير من القضايا النظرية في الميكانيكية الحيوية.

الكرونجرام الخطي : رسم شريحة مستقيمة ، تتناسب في طولها مع عدد كادرات الفيلم المصور لهذا القدرة من الحركة موضوع الدراسة.

الكرونجرام الدائري: شريحة دائرية تقاس بطول القوس على محيط الدائرة الذي يتناسب مع عدد الكادرات المقابلة لهذه الفترة الزمنية من الحركة موضوع الدراسة.

الكرونوجرام المركب :هو عبارة عن اكثر من كرونوجرام منفصل يمثل كل منها حركة أحد وصلات الجسم حتى يعطي تفاصيل اكثر عن طبيعة العلاقات الزمنية

بين المفاصل المختلفة للحركة الواحدة المراد عليها مع تحديد ألوان مختلفة لكل وصلة

النموذج التخطيطي القياس للحركة:هي مجموعة الرسوم التخطيطية لحركة اللاعب المسجلة من الفيلم السينمائي و التي يجري رسمها متابع على لوحة ورقية واحدة وفقا لمقياس رسم محدد و علامات إشارية محددة.

المسار الهندسي :هو تتبع حركة لنقطة محددة لمراكز مفاصل الجسم المختلفة على اللوحة الورقية بمسار يعرف بالمسار الهندسي لتلك النقطة و في هذه الحالة من الأفضل تميز النقاط الخاصة بمسار كل مفصل بلون معين.

السرعة المتجهة :هي معدل تغير الإزاحة بالنسبة للزمن في اتجاه معين.

السرعة القياسية :هي معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن وهي تحدد بمقدار فقط.

السرعة المتوسطة:هي معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن بين فترتين زمنيتين.

السرعة اللحظية:هي سرعة العداء عند زمن معين او لحظة معينة من لحظات السباق وهي تحدد بمقدار و اتجاه.

العجلة المتوسطة :هي معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن خلال فترة من الزمن .

العجلة اللحظية :هي معدل تغير سرعة العداء في زمن معين و لحظة زمنية محددة او هي المعامل التفاضلي الأول لدالة السرعة بالنسبة للزمن غي لحظة معينة لهل مقدار واتجاه.

السرعة المحيطة:هي معدل تغير المسافة على محيط الدائرة بالنسبة للزمن يمكن حسابها بمعلومية السرعة الزاوية و نصف القطر .

السرعة الزاوية(w) :هي معدل تغير الزاوية بالنسبة لزمن.

العجلة الزاوية:هي معدل تغير السرعة الزاوية بالنسبة للزمن.

القوة (force):هي المؤثر الخارجي الذي يغير من حالة الجسم .

الكتلة (mass):هي مقدار ما يحويه الجسم من مادة.

الدفع(impels):هو حاصل ضرب متوسط القوة في الزمن ،و هذا يعني انه يساوي المساحة الكلية التي تقع تحت منحنى القوة أو الزمن.

كمية الحركة الزاوية(angular momentum):هو حاصل ضرب عزم القصور الذاتي كما في السرعة الزاوية.

كمية الحركة الخطية(momentum):هو حاصل ضرب الكتلة في السرعة.

معادلات وقوانين رياضية

١

Equation	Quantity	
in (θ Radians = θ /57.3° degrees)	Radian	تحويل زاوية من التقدير الستيني إلي التقدير الدائري
$C = \sqrt{a^2 + b^2}$	Pythagorean theorem	نظرية فيثاغورث
P = F/A	Pressure	الضغط = القوة ÷ المساحة
$F_c = mv^2 / r$	Centripetal and centrifugal force	قوة الجذب والطارد المركزية
$e = \sqrt{\frac{heightofrebound}{heighofdrop}}$	Coefficient of elasticity	معامل المرونة
W = Fd	Work	الشغل = القوة× مسافة بذل القوة
V = d/t	Linear velocity (speed)	السرعة الخطية
$a = (v_2 - v_1)/t$	Linear acceleration	العجلة الخطية
a = F/m	Newton's second law of motion for linear motion	القانون الثاني للحركة العجلة = القوة / الكتلة
v×P = F	Power	القدرة = القوة× السرعة
d/t×P = F		القدرة = الشغل ÷ الزمن
$KE = ½ mv^2$	Kinetic energy	طاقة الحركة=2/1 الكتلة× مربع السرعة
PE = Wh	Potential energy	طاقة الوضع = الوزن × الارتفاع الذي رفع إليه الوزن
T = F (d⊥)	Torque	العزم = القوة × ذراع العزم
MA = resistive force/	Mechanical	الميزة الميكانيكية = قوة

المقاومة/ القوة المحركة	advantage of a muscle lever system	motive force
الميزة الميكانيكية = ذراع القوة المحركة / ذراع قوة المقاومة	Mechanical advantage of a muscle lever system	MA = motive force arm / resistive force arm
الميزة الميكانيكية = نصف قطر العجلة / نصف قطر المحور	Mechanical advantage of a wheel-axle system	MA = radius of wheel / radius of axle
الميزة الميكانيكية = القوة علي المحور/ القوة علي العجلة	Mechanical advantage of a wheel-axle system	MA = force of axle/ force of wheel
كمية الحركة الخطية	Linear momentum	$M = mv$
الدفع الخطي = التغير في كمية الحركة	Linear impulse	$F(t) = M_2 - M_1$
العجلة الزاوية	Angular velocity (speed)	$\omega = \theta/t$
طول القوس = نصف القطر×الزاوية	Linear distance of a rotating point	$d = r\,\theta$ (θ in radians)
السرعة المحيطية = نصف القطر× السرعة الزاوية	Linear velocity of a rotating piont	$V = r\,\omega$ (ω in radian/sec)
العجلة الزاوية	Angular acceleration	$\alpha = (\omega_2 - \omega_1)/t$
العجلة الزاوية = عزم القوة/عزم الدوران	Newton's second law of motion for	$\alpha = T/I$

angular motion		
$r^2 m I =$	Rotational inertia of a body with concentrated mass	**عزم الدوران = الكتلة×مربع البعد عن محور الدوران**
$L = I \omega$	Angular momentum	**كمية الحركة الزاوية = عزم الدوران× السرعة الزاوية**
$T(t) = \Delta L = I \omega_2 - I\omega_1$	Angular impulse	**الدفع الزاوي= معدل تغير كمية الحركة الزاوية**
$D_{vert} = v^2_{vert}/2g$ or $D_{vert} = (v \sin\theta)^2/2g$	Vertical distance of projectile with no air resistance	**المسافة العمودية للمقذوف**
t or× $D_{horiz} = v_{horiz}$ $D_{horiz} = (v^2 \sin 2\theta)/g$	Horizontal distance of projectile with equal projection and landing heights and no air resistance	**المسافة الأفقية للمقذوف**
$SF \times V = SL$	Swimming velocity = distance per stroke ×stroke frequancy	**سرعة السباحة = التردد × طول الضربة**
$X = v_o t \cos\theta$	x& y are the horizontal and vertical location of the	**الاحداثي الأفقي للمقذوف لأي نقطة علي مساره**

الإحداثي الرأسي للمقذوف لأي نقطة علي مساره	$Y = v_o t \sin\theta - \frac{1}{2} gt^2$	projectile v_o initial velocity θ is the projection angle
	$D_{horiz} = \frac{v2\sin\theta\cos\theta + \cos\theta\sqrt{(v\sin\theta)^2 + 2gh}}{g}$	Horizontal distance of a projectile with unequal projection and heights and no resistance

الرموز والمصطلحات

المسمى العربي	المسمى باللغة الأجنبية	الرمز
المساحة	Area	A
العجلة الخطية	Linear acceleration	a
مركز الثقل	Center of gravity	CG
مسافة المقذوف	Distance of projectile (horizontal or vertical)	D
الازاحة الخطية (مسافة العجلة)	Linear displacement (or distance movement)	d
القوة	force	F
قوة السحب	Force of drage	F_D
قوة الدفع	Force of lift	F_L
قوة الاحتكاك	Frication Force	F_{fr}
قوة الجذب والطارد المركزية	Centripetal&centirifugal	F_c
عجلة الجاذبية	Acceleration due to the force of gravity	a
الارتفاع	Height	h

I	**Rotational inertia**	**عزم الدوران**
K	**Kinetic Energy**	**طاقة الحركة**
KE	**Angular Momentum**	**كمية الحركة الزاوية**
L	**Linear Momentum**	**كمية الحركة الخطية**
M	**mass**	**الكتلة**
p	**power**	**القدرة**
P	**pressure**	**الضغط**
PE	**Potential energy**	**طاقة الوضع**
r	**Radius**	**نصف القطر**
RF	**Reaction Force**	**قوة رد الفعل**
ROM	**Range of motion**	**المدى الحركى**
T	**Torque**	**العزم**
t	**Time**	**الزمن**
V	**Volume**	**الحجم**
v	**Velocity**	**السرعة المتجهه**
W	**Weight**	**الوزن**
w	**Work**	**الشغل**
α	**Angular acceleration**	**العجلة الزاوية**
θ	**Angular displacement**	**الازاحة الزاوية**
Π	**Ratio of the circumference of a circle to its diameter (3.141)**	**ط**
Σ	**Sum**	**مجموع**
ω	**Angular velocity**	**السرعة الزاوية**

المراجـع

1- إيهاب حامد البراوي , حسام حسين عبد الحكيم : مبادئ الميكانيكا الحيوية , كلية التربية الرياضية , جامعة المنصورة .

2- حسام حسين عبد الحكيم: **علاقة عزوم القصور الذاتي لوصلات الجسم بفاعلية تصويب الركلة الحرة في كرة القدم،رسالة ماجستير غير منشورة،كلية التربية الرياضية،جامعة طنطا،2003م.**

3- حسام حسين عبد الحكيم: **التحليل الكيفي-الكمي لبعض تدريبات أجهزة المقاومات وملاءمتها البيوميكانيكية لاداءات مختارة في كرة القدم ، رسالة دكتوراه غير منشورة،كلية التربية الرياضية،جامعة طنطا،2009م.**

4- جمال محمد علاء الدين : **دراسات معملية فى بيوميكانيكا الحركات الرياضية ، دار المعارف ، الإسكندرية ، 1994م.**

5- جمال محمد علاء الدين ، ناهد أنور الصباغ : **علم الحركة ، الجزء الثانى ، الطبعة الخامسة ، دار الكتب ، 1995م.**

6- حامد أحمد عبد الخالق : **مذكرة علم الحركة ، كلية التربية الرياضية للبنين بالهرم ، جامعة حلوان .**

7- طلحة حسين حسام الدين : **الميكانيكا الحيوية " الأسس النظرية والتطبيقية " ، دار الفكر العربى ، القاهرة ، م.1993**

8- طلحة حسين حسام الدين: **مبادئ التشخيص العلمى للحركة ، دار الفكر العربى ، القاهرة 1994م.**

9- طلحة حسين حسام الدين : **قراءات متقدمة فى الميكانيكا الحيوية ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، 1997م.**

10- طلحة حسين حسام الدين، وآخرون: **علم الحركة التطبيقى، الجزء الأول، القاهرة، مركز الكتاب للنشر، 1998م.**

11-عادل عبد البصير على: **التحليل البيوميكانيكى لحركات جسم الإنسان " أسسة وتطبيقاتة " ، المطبعة المتحدة ، بورسعيد ، 2000م.**

12-سوسن عبد المنعم وآخرون: **البيوميكانيك فى المجال الرياضى، الجزء الاول ، القاهرة، دار المعارف، 1977م.**

13-ناهد أنور الصباغ، جمال علاء الدين: **علم الحركة،(ط7) كلية التربية الرياضية بالإسكندرية،1999م.**

14-محمد عبد السلام راغب: **تكنولوجيا القياس البيوميكانيكية فى السباحة ، كتاب علمى دورى يصدر من معهد البحرين الرياضى العدد الثانى 1991م**

15- محمد يوسف الشيخ : الميكانيكا الحيوية وتطبيقاتها: دار المعارف ،الاسكندرية ،1986م.

Eleftherios Kellis & : and Athanasios Katis Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer **kick Journal of Sports Science and Medicine (2007) 6, 154-165**

John, W.,Northips Gene A. Logan, Wagne,C.Mckinney Analysis of sport motion and Biomechanic perspectives, 3rd. ed., W. M., C.Brown Co. publishers, all, 1983.

Burnett,A : **The Biomechanics of Jumping, article/51 www.coachsinfo.com(2004)**

Carr,c :**Mechanics of Sport practitioners Guides, Human Kinetics p 143(1997)**

Thomas R. Baechle, Roger W. Earle : **Essentials of Strength Training and Conditioning ,The national strength and Conditioning**

Association (2000)

Hamad Abdel-Aziz Hosam Abdel-Hakim — **The effectiveness of strength functional training on some of the physical and biomechanical variables which affecting instep kick for the junior in soccer,2010**

Told Allinger — **, How to do video analysis , sport science medicine and education resource center , the Orthopedic specialty , Hospital . Salt lake city , Utah , VSA . www.sports ci.org(1998)**

Wilf Paish — **: The Complete Manual of Sports Science, A&C Black Publishers LTD, London(1998)**