صدقة جارية

2017

التحليل الحركى

تكنولوجيًا وفنيًا

دكتور

وديع محمد المرسى

صدقة جارية على روح ابى

التحليل الحركى

تكنولوجيًا وفنيًا

إعداد دكتور

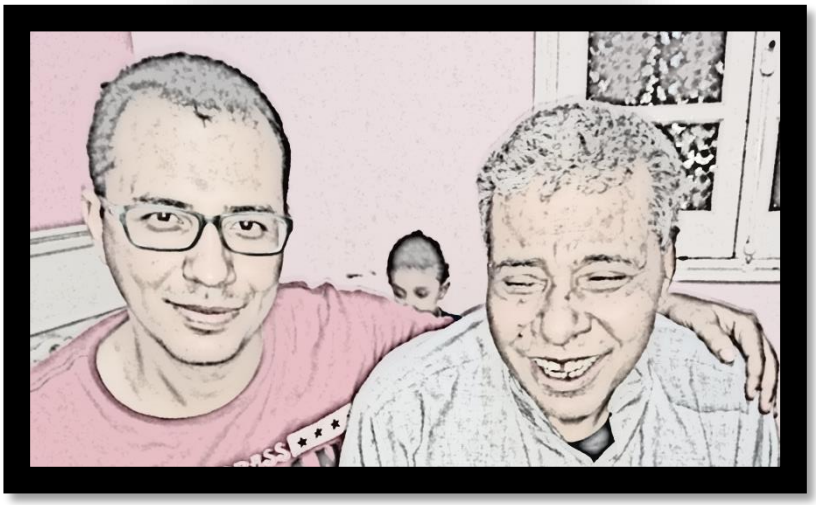
وديع محمد المرسى

مدرس بقسم علوم الحركة الرياضية
كلية التربية الرياضية
جامعة المنصورة

١٤٣٨هجرى-٢٠١٧ميلادى

حقوق النشر والتوزيع محفوظة للمؤلف

اهدى هذا العمل كصدقة جارية على روح والدى محمد المرسى عطية المتوفى في ١٠ يناير ٢٠١٧



ادعوا له بالرحمة والمغفرة

اهداء

الى الروح الطاهرة

العالم الجليل الذى نفعنا بعلمه في

الميكانيكا الحيوية والتحليل

الحركى الاستاذ الدكتور جمال

علاء الدين رحمه اللّه

مقدمة الكتاب:

ان اكتساب مهارات التحليل الحركى تعتبر ميزة نوعية مضافة لخبرات الفرد والتى يمكن ان تميزه عن غيره من العاملين في المجال رياضى كما انها اصبحت مهمة مستقلة تحت مسمى أخصائي التحليل الحركى لا يستطيع ان يعمل بها الا من لديه مهارات التحليل النظرية والتطبيقية.

فبرامج الحاسوب وتطبيقاته في التحليل الحركى او تحليل المباريات اصبحت في تطور مادى وبرمجى مستمر واصبح لزاما علينا مواكبة هذا التطور بل والتعامل معه لان هذه البرامج والادوات والاجهزة والنظم تتميز بقدر عالى من الموضوعية والثبات في تحليل الحركات بيوميكانيكيا او احصائيا.

لقد تم وضع محتويات هذا الكتاب وفق منهجية معينة وهى ان تواكب موضوعاته سوق العمل وقدرات طلاب التربية الرياضية والتجهيزات والامكانات المتاحة حتى نتمكن من تحقيق ما هو مستهدف لدينا وهو اخراج منتج تعليمى يكسب طالب التربية الرياضية مهارات وخبرات تضعه على بداية طريق سوق العمل سواء كان في مجال التخصص او خارجه.

وبناء على ذلك راعينا قبل وضع محتويات الكتاب ان نقوم بعمل مسح لمحتويات كتب مماثلة في تخصصات اخرى وتخصصات مماثلة باللغتين العربية والاجنبية حتى وصلنا في النهاية الى محتويات الفصل الاول وهو يتكلم عن مفهوم التحليل الحركى وفى الفصل الثانى تحدثنا عن التحليل الكمى والثالث التحليل الزمنى اما الفصل الرابع التحليل الكينماتيكى والخامس الكيناتيكى والفصل السادس عن نظم وبرامج التحليل والسابع عن اسس وفنيات تحليل المباريات.

والله الموفق

موضوعات الكتاب

محتويات الكتاب

الباب الاول _____ ١١

الفصل الدول_نظرة عامة على التحليل الحركى _____ ١١

مفهوم التحليل الحركى _____ ١٣
تعريف التحليل الحركى _____ ١٩
تصنيفات التحليل الحركى _____ ٢٠
مستويات التحليل الحركى _____ ٢٤
مجالات التحليل الحركى _____ ٢٨
اهداف التحليل الحركى _____ ٢٩
أخصائى التحليل الحركى _____ ٣٠
أهمية التحليل الحركي _____ ٣١

الباب الثانى _____ ٣٣

الفصل الثانى_رصد حركة الجسم _____ ٣٣

التحليل الكمي: _____ ٣٥
الكم والكيف في تحليل حركات الجسم _____ ٣٦
التحليل الكمى البيوميكانيكى _____ ٤١
الخطوات العامة للتحليل الكمى البيوميكانيكى _____ ٤٢
رصد وتتبع حركة جسم الانسان: _____ ٤٣
الشروط الواجب مراعاتها قبل عملية رصد حركة جسم الانسان _____ ٤٦
رصد الحركات الخطية والدورانية _____ ٤٧
وحدات قياس الزمن والمسافة _____ ٤٩

الفصل الثالث_التحليل الزمنى _____ ٥١

التحليل الزمني Temporal analysis _____ ٥٣
مجالات استخدام التحليل الزمنى في المجال الرياضى _____ ٥٥
التمثيل البيانى للتحليل الزمنى: _____ ٦٢

الفصل الرابع_التحليل الكينماتيكى _____ ٦٨

التحليل الكينماتيكى _____ ٧٠
متغيرات التحليل الكينماتيكى:kinematical analysis Variable _____ ٧٤
كينماتيكيا الحركات الخطية kinematic of Linear motion _____ ٧٦
كينماتيكيا الحركات الزاوية kinematic of Angular motion _____ ٨١
نماذج تطبيقية _____ ٨٥

الفصل الخامس_التحليل الكيناتيكى ٩٨
التحليل الكيناتيكى ١٠١
تحليل القوة: ١٠٤
حساب محصلة القوى ١٠٧
القياس الكيناتيكى ١٠٨
طرق القياس الكيناتيكية ١٠٨
الطريقة المباشرة ١٠٩
السنسور Sensors ١١١
الطريقة الغير مباشرة ١١٤
متغيرات التحليل الكيناتيكى ١١٥
مركز ثقل الجسم ١١٩
تطبيقات مركز ثقل الجسم في الاستقرار والاتزان ١٢٥
تحليل حركة الروافع في جسم الانسان ١٣٤
تحليل حركة المقذوف ١٣٥

الباب الثالث ١٣٥

الفصل السادس_انظمة تسجيل الحركة ١٣٥
نظم التحليل الحركى motion analysis systems ١٣٧
التطور التاريخى لنظم التحليل الحركىHistory of motion analysis systems ١٣٩
نظم التحليل الحركى ١٤٤
ما هو نظام التحليل الحركى؟ ١٤٥
أنواع نظم التحليل الحركى ١٤٧
مصطلحات نظم التحليل الحركى ١٥٤
مكونات نظم التحليل الحركى ١٦١

الباب الثالث ١٦٨

الفصل السابع_تحليل المباريات ١٦٨
تحليل المباريات ١٧٠

قائمة المصادر ٢٠٩

أولاً: المصادر العربية: ٢٠٩
ثانيًا: المصادر الأجنبية: ٢١٠
ثالثًا: الشبكة العالمية للمعلومات: ٢١٠

1.1

الباب الاول

التحليل الحركى

الفصل الاول

نظرة عامة على التحليل الحركى

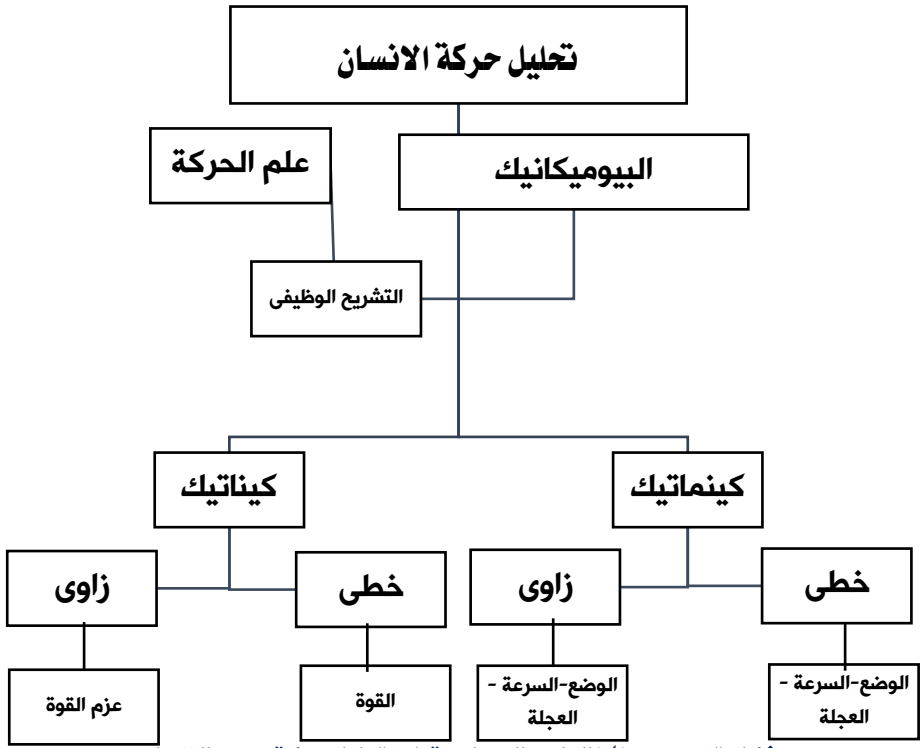
اهداف الفصل

بعد نهاية هذا الفصل ينبغي ان تكون على دراية بـ :

- مفهوم التحليل الحركى في المجال الرياضى
- تصنيفات ومستويات ومجالات التحليل الحركى
- مهام أخصائي التحليل الحركى

قبل التطرق الى مفهوم التحليل الحركي لابد من معرفة ان هذا العلم يعتمد بالأساس على استخدام القوانين والاسس المستخدمة في علم البيوميكانيك لغرض دراسة الحركة وتحليلها تشريحيا وميكانيكيا. وتمثل كلمة تحليل **Analysis** مفتاحاً لتعريف سلوك حركة الانسان او مساره، أي عملية تجزئة الكل الى اجزاء لكي يتم دراسة طبيعة تلك الاجزاء والعلاقة بينهما من خلال معرفة دقائق مسار الحركة، ومدى العلاقة بين المتغيرات التي تؤثر في ذلك المسار أي تحويل الظاهرة المدروسة الى ارقام ودرجات.

مفهوم التحليل الحركى :



شكل توضيحي ١/١ العلوم المساهمة في تحليل حركة جسم الانسان

يقصد بها أيضا الوسيلة المنطقية التي يجري بمقتضاها تناول الظاهرة موضوع الدراسة كما لو كانت مقسمة إلى أجزاء أو عناصر أساسية.

وانطلاقا من هذا المفهوم لمدلول كلمة التحليل يمكن عند دراسة حركة الإنسان ان يكون التحليل تشريحيا، كيميائيا، نفسيا، تربويا، او ميكانيكيا.

يتضح من شكل (١/١) انه عند دراسة حركة الإنسان فانه يلزم الربط بين علم الحركة والبيوميكانيك حيث ان علم البيوميكانيك يقوم بتفسير حركة جسم الانسان عن طريق تطبيق الأسس والقوانين الميكانيكية وحيث ان هذا يطبق على الانسان لزم التطرق لعلم الحركة والربط بالتشريح الوظيفى لجسم الانسان.

وينبغي ان يوضع في الاعتبار ان تجزئة الظاهرة ليس هدفاً بحد ذاته وانما وسيلة للوصول الى الادراك الشمولي للظاهرة ككل، لاسيما إذا كانت الظاهرة تمثل حركة الكائن الحي الذي لا يمكن تحقيقها الا من خلال تجميع الاجزاء والعناصر في وحدة متكاملة.

إن التحليل الحركي هو أحد المرتكزات الأساسية لتقويم مستوى الأداء والتي من خلالها يمكننا مساعدة المدرس أو المدرب في معرفة مدى نجاح مناهجهم في تحقيق المستوى المطلوب، إضافة إلى تحديد نقاط الضعف في الأداء والعمل

على تصحيحها لرفع مستوى اللاعبين، لهذا فان التحليل الحركي يعد أكثر الموازين صدقاً في التقويم والتوجيه.

ويعد التحليل في المجال الرياضي من العلوم المهمة التي تعتمد على علوم اخرى كالتشريح والميكانيكا الحيوية والفيزياء والرياضيات والعلوم الاخرى المرتبطة بالحركة، لذا لا يمكن اجراء تحليل للحركات الرياضية دون ان تكتمل جميع العناصر المؤثرة في ذلك الاداء.

كما ان التحليل اداة اساسية في جميع الفعاليات والانشطة الرياضية، اذ يبحث في الاداء ويسعى الى دراسة اجزاء الحركة ومكوناتها للوصول الى دقائقها، سعيا وراء تكتيك أفضل، فهو احدى وسائل المعرفة الدقيقة للمسار بهدف التحسين والتطوير. ويؤكد (وجيه محجوب) ان التحليل الرياضي يستخدم في حل المشكلات المتعلقة بالتعلم والتدريب حيث يقوم بتشخيص الحركات ومقارنة اجزائها واوقاتها وقوتها، والمقارنة بين الحركة الجيدة والحركة الرديئة ويساعد على تطور الحركة ومعرفة تكنيكها وبذلك يقرب للمدرب صورة لحركة النموذجية ليتمكن من اختيار وسائل وطرائق التدريب الخاصة لإيصالها الى المتعلم من اجل تجنب الاخطاء الحركية، اعتمادا على القياس الدقيق للجوانب المختلفة المتعلقة بالظاهرة.

ولهذا يلجأ العاملون في المجال الرياضي الى دراسة الحركة وتحليل مكوناتها سعيا وراء تحسين التكنيك، وان تحليل الحركة او المهارة ليس غاية في حد ذاتها بل هو وسيلة لمعرفة طرائق الاداء الصحيحة للفرد عند قيامه بالحركات المختلفة، وتساعد على اكتشاف الخطأ في الاداء والعمل على اصلاحه.

ولأجل تقويم الاداء الفني والوصول الى نتائج تتعلق بالإنجازات الرياضية يتم بالاستناد على وصف الحركة وتحليل جميع العوامل (البدنية، والميكانيكية، والتشريحية) التي تخص الاداء الحركي بشكل يضمن استخدامها في حل المشكلات التي تتعلق بالأداء وتقويمه من خلال مقارنة الحقائق التحليلية بمعايير معينة تسهل على المدربين اختيار التمرينات المناسبة لقيام رياضييهم بالأداء الحركي الصحيح وخلق ظروف تدريبية خاصة لتحقيق ذلك الهدف وتوجيه العملية التدريبية(علميا وتطبيقيا) لتمهيد الطريق لرفع وتحسين المستوى الرياضي من خلال استخدام الاسلوب العلمي المستند على التحليل الحركي البيوميكانيكي، وهذا يعني تقويم العملية التدريبية بقياسها موضوعيا من خلال استخدام الاجهزة العلمية. لذا فان التطوير الحاصل في طرائق التحليل والبحث العلمي في المجال الرياضي بالاعتماد على أحدث الاساليب التدريبية والاجهزة التقنية في تتبع المسار الحركي لأداء المهارة لاسيما في الالعاب التي يحتل الاداء الفني جانبا مهما من

جوانب التدريب فيها مما ساعد المدربين على معرفة مدى نجاح مناهجهم التدريبية وتحديد مكامن الضعف في الاداء والعمل على تجاوزها. وبناءً على ذلك يشير (عصام عبد الخالق) الى ان أهمية استخدام تكنولوجيا التعليم والتدريب يرجع الى تحقيق الاقتصاد في الوقت والجهد لكل من المدرب والرياضي، فضلا عن انه وسيلة لإظهار الاخطاء الشائعة في الاداء وكيفية تلافيها .وعليه فان الوصول الى مثالية الاداء لا يتم مالم تكن هناك حلول ميكانيكية تتم عن طريق التحليل الحركي للأداء. الذي يعني استخدام القوانين والاسس التي تساعد على توضيح الشكل الرياضي الافضل للأداء الحركي للمهارات وكذلك توضيح الاسباب الميكانيكية للنجاح والفشل في اداء الحركة.

ويشير عادل عبد البصير الى ان العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية يلجؤون الى استخدام طرائق ووسائل التقويم المناسبة لدراسة الحركات الميكانيكية التي يؤديها الانسان مع مراعاة خصائص تلك الحركات وامكانية تحديد الاسباب الميكانيكية والخصائص الديناميكية الحيوية للمهارات الرياضية، التي تتم عن طريق التحليل الحركي، ويذكر ان التحليل الميكانيكي يعتمد على نوعين من طرائق التحليل الحركي هما التحليل الكمى والكيفى.

ويشير وجيه محجوب إلى إن" التحليل من خلال التجريب يعمل ويقودنا للوصول إلى نتائج دقيقة وصحيحة في الكشف عما يصاحب التغيير في الحركة للوصول إلى نتائج تتعلق بالإنجاز، حيث يتم الاستناد على وصف الحركة وتحليل جميع العوامل (البدنية، الميكانيكية، التشريحية) التي تحقق الأداء الحركي بشكل يضمن استخدامها في حل المشاكل التي تتعلق بالأداء وتقويمه من خلال موازنة هذه الحقائق التحليلية بمعايير معينة تسهل على المدربين اختيار التمرينات المناسبة لقيام رياضيهم بالأداء الحركي الصحيح وخلق ظروف تدريبية خاصة لتحقيق ذلك الهدف.

كما يذهب قاسم حسن حسين وإيمان شاكر إلى إن "التحليل الحركي علم يبحث في الأداء ويسعى إلى دراسة أجزاء الحركة ومكوناتها للوصول إلى دقائقها، سعياً وراء تكنيك أفضل، فهو احد وسائل المعرفة الدقيقة للمسار بهدف التحسين والتطوير أي أن التحليل الحركي ما هو إلا وسيلة توصلنا إلى المعرفة وتساعد العاملين في المجال الرياضي على اكتشاف دقائق الأخطاء والعمل بعد قياسها على تقويمها في ضوء الاعتبارات المحددة لمواصفات الأداء.

تعريف التحليل الحركى :

ويُعرف التحليل الحركي بأنه : " دراسة الحركة ومعرفة تأثير المتغيرات الوصفية والمسببة للارتقاء بمستوى أداء الحركة الذي يحقق الهدف منها، وان دراسة الخصائص الكينماتيكية والكيناتيكية تسمح بالتعليل والحكم على مستوى إتقان الأداء ".

كما يُعرف على انه:

" أحد المرتكزات الأساسية لتقويم مستوى الأداء والتي من خلاله يمكننا مساعدة المدربين في معرفة مدى نجاح منهجهم التدريبي في تحقيق المستوى المطلوب، إضافة الى تحديد مكامن الضعف في الأداء والعمل على تجاوزها لرفع مستوى اللاعبين."

تصنيفات التحليل الحركى:

بعد ان وضحنا مفهوم التحليل الحركي نعود هنا لنبين انواع وتصنيفات التحليل الحركي حسب اراء المختصين.

فقد ظهرت عدة تصنيفات وتقسيمات لأنواع التحليل الحركي وكان لكل فرقة من الباحثين والمختصين نظرة خاصة ورؤية لم تختلف كثيرا فيما بينهم لان جميع هذه التصنيفات وان اختلفت فيما بينها في بعض النقاط الا انها تصب وتجتمع في مسار واحد لا يختلف عليه اثنان.

وقبل ان نذكر ما اتفق عليه الجميع في تصنيف التحليل الحركي سنتطرق الى بعض التصنيفات المذكورة من قبل الباحثين والمختصين وكما يأتي:

١-**التصنيف الاول:** لقد صنف التحليل الحركي هنا حسب نوعه لجسم الانسان وهي على نوعين:

أ-التحليل الخارجي: والمقصود به هو تحليل حركات اجزاء الجسم الاجمالية بشكل عام وتأثير القوى الخارجية الاخرى عليها.

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

٢-**التصنيف الثاني**: جاء هذا التصنيف وفق استخدام الة التصوير إذ تم تصنيف التحليل الى ثلاث أنواع وهي:

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

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

ج-التحليل الحركي باستخدام التصوير المركب (التصوير للمهارة لأكثر من محور) ثنائى وثلاثى الابعاد **3D & 2D.**

٣-**التصنيف الثالث:** وقد جاء متوافقا مع نوع البحث العلمي وطريقته حيث صنف التحليل الى نوعين وهما:

أ-الاستدلالي :ويقصد به التحليل عن طريق المقارنة بين اداء لاعب ونموذج (وصفي).

ب-الاستقرائي :ويقصد به التحليل عن طريق تحديد الخطاء واعطائه تمارين لمعاجة الخطاء (تجريبي)

٤-**التصنيف الرابع:** لقد جاء هذا التصنيف تبعا لنوع العينة وطبيعتها وعليه تم التصنيف هنا الى أربعة انواع هي:

أ-تحليل المقارنة: تعتمد على نوعين من العينة الاولى تعد نموذج والثانية هي المراد بها المقارنة.

ب-تحليل خصائص التكنيك: يجب ان تكون العينة هنا من المستويات العليا.

ج-تحليل تشخيصي: العينة هنا خاصة ومن نوع واحد ويراد الكشف عن أخطاء الأداء لديهم وتشخيصها.

د-تحليل للابتكار: وهنا تتكون العينة من نماذج مصنعة غير بشرية يتم عليها الدراسة من أجل ابتكار حركات جديدة من حيث الاداء كما في الجمباز.

نعود ونذكر ان كل التصنيفات الموجودة لأنواع التحليل الحركي وان اختلفت فيما بينها في بعض النقاط الا انها تصب وتجتمع في مسار واحد لا يختلف عليه اثنان لأنها بالأساس تعود الى تصنيف رئيسي وأساسي يقسم التحليل الحركي إلى نوعين هما التحليل الكيفي والتحليل الكمي:

١-التحليل الكيفي:

وهو تحليل ذاتي منتظم يتطلب المعرفة المسبقة بكل جوانب المهارة لجسم الرياضي من اجل تهيئة معظم مفردات النجاح لتحسين الاداء.

وبصوره أخرى نستطيع توضيح معنى التحليل النوعي بأنه القدرة على تحليل المهارة والتشخيص من خلال الملاحظة واعطاء القيم للمتغيرات المراد قياسها للأداء بشكل أقرب الى الدقة للقياس الحقيقي بالاعتماد على ما يمتلكه من معلومات مسبقة في الدماغ، ولهذا يعتمد التحليل النوعي على العرض المباشر للمهارة أو غير المباشر من خلال الاعتماد على وسائل أخرى (تسجيل مرئي، صور متسلسلة) في توفير فرصة أدق للملاحظة والتحليل وبالتالي اعطاء نتيجة أقرب الى الحقيقة والدقة.

٢-التحليل الكمي:

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

وعليه فأن التحليل الكمي أدق من التحليل النوعي في اعطاء القياس والنتيجة كون التحليل النوعي يعتمد على الخبرات الذاتية التي يتمتع بها المقوم في اعطاء القيم. أما التحليل الكمي فالأجهزة المستخدمة في التحليل هي الأساس في اعطاء القيم. وسيتم تناول التحليل الكمي بشكل أكثر تفصيلا ونتناول إجراءات عملية التحليل كاملةً.

ويعتمد هذا النوع من التحليل على أجهزة ووسائل تقنية متقدمة لجمع المعلومات مثل آلات التصوير السريعة والعقول الإلكترونية وغيرها، وعادة يكون هذا الأسلوب غير اقتصادي إلا انه الاستعانة بهذا النوع من التحليل يساعد على تكوين صورة عامة عن القيم والمقادير المحتملة.

مستويات التحليل الحركى:

المستوى الأول:

التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة.

ويعتبر هذا النوع من أسهل أنواع التحليل حيث تتم دراسة المسارات الحركية للمهارة من حيث مجموعة الخصائص الميكانيكية التي تميزها كأن تتم دراسة المسارات الحركية بقوانين الحركة الخطية أو الدورانية لحساب قيم المتغيرات المميزة للمسارات وتحديد أهم الخصائص.

المستوى الثاني:

التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء.

ويعتمد هذا المستوى على المعرفة المسبقة لأهم الخصائص التكنيكية المميزة للمهارة المدروسة وقيم هذه الخصائص على أساس أن التحليل يتم بمقارنة قيم المتغيرات في كلتا الحالتين للتعرف على أوجه القصور.

المستوى الثالث:

التحليل بغرض مقارنة الأداء بالمنحنيات النظرية.

وتتمثل صعوبة هذا النوع من التحليل في استنتاج المنحنيات النظرية للخصائص المراد مقرنة أداء الأطفال بها ومدى ما يمكن اقتراحه من تطوير في أسلوب الأداء بهدف محاولة الوصول بقيم المتغيرات المدروسة إلى الحدود القصوى التي تشير إليها المنحنيات النظرية.

المستوى الرابع:

التحليل بغرض الدراسة النظرية لحركات النماذج.

وهو أصعب أنواع التحليل وأكثر تقدمها حيث تتم دراسة مسارات بعض المهارات الرياضية على النماذج المصنعة بهدف دراسة إمكانية ظهور احتمالات حركية جديدة على هذه النماذج من ناحية وإمكانية تطبيقها على الجسم البشر من ناحية أخرى.

ومن هنا تظهر أهمية البحوث في تعديل وتطوير طرق الأداء للعديد من المهارات الرياضية كما أن لهذا النوع من التحليل أهمية الكبيرة فيما ظهر حديثا من مهارات مبتكرة لم يسبق التعرف عليها من قبل كما هو الحال في رياضة الجمباز.

وإن مبادئ تحليل المهارات لتطويرها هي عملية مستمرة من تكوين المعرفة اللازمة كأساس نظري للتحليل وهذا ما يسمى "الأداء" وهناك بعض العلماء قد أطلقوا عليها "مرحلة ما قبل التخطيط" (فيليب ويلكرسون ١٩٩٠ م)، أو "مرحلة الملاحظة القبلية" (آدريند وهيجنز ١٩٧٦م، ماكفرسون ١٩٩٠م).

ولتطوير الأداء يتم ذكر ضرورة أن المعلمين أو المدربين عليهم أن يتابعوا بحوث التحليل الحركي والاتجاهات الحديثة في مجال العلوم الرياضية والتربوية وسوف يتم تناول المجالات الهامة من المعرفة الضرورية التي يجب على المتخصصين المهتمين بالحركة البشرية الإلمام بها في أثناء الإعداد للتحليل الكيفي الفعال.

هذا، ويتضمن الإعداد الجيد لتقديم الأدلة المستمدة من النظريات والعلوم المرتبطة بعلم الحركة، والمعرفة المرتبطة بالتعليم الفعال، والمعرفة المؤدية إلى إعداد استراتيجية منظمة للملاحظة والتطوير (التربية-الميكانيكا الحيوية-علم نفس النمو-التعلم الحركي).

المعرفة لدينا ومستويات الممارسة المهنية ينبغي أن تكون ديناميكية. ويجب أن يدرك المتخصصون أن مهنتهم هي عبارة عن بحث لا نهاية له عن أحدث المعلومات في المجال، للاقتراب من الحقيقة على أفضل وجه ممكن.

ومن أجل أن يكون التحليل فعالا إلى أقصى درجه، يحتاج القائم بالتحليل إلى أن يكون لديه قاعدة من المعلومات الحديثة والمتطورة، وعلى سبيل المثال، فإن المدرب الذي لا يكون مدركا للتغيرات السريعة في المعدات الرياضية قد يقوم بتعليم لاعبيه أساليب غير ملائمة.

ومن هنا برزت بعض الأسئلة والتي بالإجابة عليها قد نتفهم ونعى أهمية وجود النظرية المقترحة.

هل تستطيع تحديد النقاط الفنية ذات الصلة بتحقيق الهدف الميكانيكي من الأداء؟

هل تحدد نقاط الأداء بصورة مرتبة مقصودة وفقا لأهميتها؟

هل النقاط الفنية للأداء على درجة أهمية واحده؟

هل تعرف الفرق بين النقاط الفنية وما يضيفه اللاعب كأسلوب مميز له؟

مجالات التحليل الحركى:

١. المجال الرياضى:

- تحليل الحركات الرياضية
- التحليل الخططى للمباريات
- التغذية الراجعة
- تحليل الوثب
- تحليل الجرى
- الوقاية من الإصابة الرياضية والتأهيل الحركى
- القياس البيوميكانيكى
- تحليل تطور حركات الطفل

٢. المجال الطبي:

- حركات الانسان عموما
- تحليل طريقة المشى
- تحليل الجرى
- تحليل حركة العمود الفقرى
- الوقاية من الإصابة والتأهيل الحركى
- تحليل حركة الحيوانات

٣. المجال الصناعى:

- صناعة المعدات والأجهزة
- الارجونوميكس في العمل
- صناعة السيارات
- صناعة الأطراف الصناعية
- أنظمة التسجيل بكاميرا الفيديو ذات التردد العالى

٤. مجال الرسوم المتحركة:

- العاب الفيديو

- الأفلام

اهداف التحليل الحركى :

تحليل حركات جسم الانسان وتحديد المتغيرات المؤثرة والتنبؤ بها من خلال :

١. الفهم والتفسير

فهم وتفسير حركات جسم الانسان في أوساط مختلفة وعلى أسس بيوميكانيكية وفسيولوجية وتشريحية ونفسية.

٢. الضبط والتحكم

الضبط والتحكم في المتغيرات المؤثرة في الأداء الحركى.

٣. التنبؤ

التنبؤ بناتج الأداء الحركى بدلالة تحليل المتغيرات المؤثرة فيه.

أخصائى التحليل الحركى

هو الشخص القادر على القيام بتحليل حركة جسم الانسان في أوساط مختلفة تحليلا كميا او كيفيا.

وهو الشخص الخبير فى تكنيك الأداء والقادر على ملاحظة عيوب الأداء من خلال الملاحظة المباشرة أو من خلال استخدام إجراءات تكنولوجية إضافية، ويمكن أن يضاف إلى مهامه إعطاء رأيه فى تطوير الأداء من خلال التدريبات المناسبة.

Reprinted from Knudson and Morrison 1997: 15.

ويمكن القول بأنه الفرد القادر على تحليل الأداء الحركى كميا وكيفيا، وإعطاء رأيه فيه.

وفى الواقع أن هذه المهمة ليست جديدة فيمارسها حكام الجمباز بتقييمهم الأداء فى حركات الجمباز من خلال الملاحظة المباشرة، ولكن بتطور التكنولوجيا وعلوم الحركة أصبحت هذه المهمة تستحق الدراسة.

فنجد الآن أن المنتخبات الرياضية أصبح من ضمن جهازها الفنى خبيرا فى التحليل الحركى، وفى حالة عدم توفره ينبغى أن يلعب المدرب الرياضى هذا الدور من خلال الاستزادة بمراجع علم الحركة والبيوميكانيك والتعلم الحركى والتحليل الحركى.

أهمية التحليل الحركي :

يهدف التحليل الحركى الميكانيكي الى تقييم مستوى أداء الحركات والمهارات الرياضية في مختلف الرياضات بغرض تحديد نقاط القوة والضعف في مستوى الأداء الفني وتقويمه بصورة موضوعية وعلى أساس علمي.

وتكمن أهمية التحليل الحركي فيما يأتي :

١-تعليل الحركات الرياضية وتوضيحها .

٢-بحث القوانين وشروط الحركات الرياضية وتطويرها .

٣-تحسين الحركات والتكنيك الرياضي.

٤-تفسير الانجاز الرياضي العالي للمستويات العالية .

٥-التحليل الحركي يستخدم لحل المشكلات التي تتعلق بالتعلم الحركي والانجاز الرياضي العالي.

٦-يقوم بتشخيص الحركات وأجزائها ومقارنة هذه الأجزاء المحللة بإنجاز حركي آخر.

٧-التحليل الحركي يجيب على الكثير من الأسئلة التي تتعلق بالإنجاز الرياضي والخاصة بكيفية تحقيق الهدف المرسوم او إتمام الحركة .

٨-التحليل الحركي يساعد المدرب في تصور الحركة أولا ثم إيصالها الى المتعلم بعد ذلكً.

٩-يساعد على توجيه النصائح العلمية الدقيقة مما يساعد على سرعة التعلم والوصول إلى التكنيكات الصحيحة.

١٠-التحليل الحركي يساعد المدرب واللاعب على استغلال التغذية الراجعة بصورة تنعكس على تصحيح الأداء أو الارتقاء به.

2.2

الباب الثانى

التحليل الكمى

الفصل الثانى

رصد حركة الجسم

اهداف الفصل

بعد نهاية هذا الفصل ينبغي ان تكون على دراية بـ :

- مفهوم التحليل الكمى
- التحليل الكمى والكيفى
- رصد وتتبع حركة الجسم الخطية والدورانية

التحليل الكمي:

هو اصدار حكم كمى على ميكانيكية وفسيولوجية حركة جسم الانسان في أوســـــاط مختلفة، حيث ان تعيين المقادير الكمية وتحديدها لمتغيرات الحركة تمثل المعلومات الموضـوعية عن الخصـائص الواقعية لحركة الرياضـي، وعن توافقها وعن تعاقب تغيير أوضـــاع الجســـم، وتتمثل المحددات الكمية في متغيرات الإزاحة والزوايا والسرعة والعجلة والقوة.

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

وعليه فأن التحليل الكمي أدق من التحليل النوعي في اعطاء القياس والنتيجة كون التحليل النوعي يعتمد على الخبرات الذاتية التي يتمتع بها المقوم في اعطاء القيم. أما التحليل الكمي فالأجهزة المستخدمة في التحليل هي الأساس في اعطاء القيم. وسيتم تناول التحليل الكمي بشكل أكثر تفصيلا ونتناول إجراءات عملية التحليل كاملةً.

ويعتمد هذا النوع من التحليل على أجهزة ووسائل تقنية متقدمة لجمع المعلومات مثل آلات التصوير السريعة والعقول الإلكترونية وغيرها، وعادة يكون هذا الأسلوب غير اقتصادي إلا ان الاستعانة بهذا النوع من التحليل يساعد على تكوين صورة عامة عن القيم والمقادير المحتملة.

" ومن واجبات البيوميكانيك ان يضع اختبارات موضوعية وكمية لقياس وتقييم الحركات الرياضية، "ويستخدم التحليل الحركي في تقويم المهارات الحركية ، إذ يعد من الطرق والأساليب التقويمية للمهارات الرياضية فالتحليل بالفيديو هو أسلوب يعتمد على الملاحظة الجادة والمتأنية".

الكم والكيف في تحليل حركات الجسم:

يتم تحليل الحركات والأداءات المختلفة للجسم البشري وأجزاؤه باستخدام أدوات القياس التي تعطي نتائج دائماً في شكل رقمي او كيفى ونتائج هذه الاختبارات والمقاييس تقدر بالمقدار (جيد ، ضعيف ...الخ) أو العدد مثل (١٠ متر ، ٦ لاعبين ، ٣ دقائق ، ٩٠ ° .. الخ).

فيمكن وصف لاعب بانه سريع واخر بطئ ولكن اذا علمنا الزمن الذى حققه كلا اللاعبين خلال مسافة معينة فانه يمكننا التحديد الدقيق للسرعة .

ويمكن وصف الظاهرة بالطريقتين الكيفية والكمية فإن التوصيف هو أولى خطوات القياس والتقدير الكمي، والتحليل الكيفي عبارة عن حكم ذاتي بطبيعته، والتحليل الكمى حكم موضوعى.

ويوضح ذلك عدد البحوث والدراسات التي استهدفت تحديد الكيفية في أداء المهارات أو النواحي الفنية كما يحدث في التحليل الوصفي الكيفي لإنجاز المهارات الحركية في مجموعات الجمباز، حيث تستحدث مهارات جديدة مبتكرة على أجهزة الجمباز بشكل مستمر، وتتصنف هذه المهارات في جداول للصعوبة أ، ب، جـ، د، د المتميزة.

كما تتصنف هذه المهارات في مجموعات مهارية للبناء والتركيب يلاحظ فيها تقسيم هذه المهارات علي حسب الاشتراك في النواحي الفنية مثل مجموعة مهارات (الدورات الهوائية واللفات، التي تتفق جميعها في شكل الأداء المهاري وكذلك مجموعة مهارات القوة والثبات) ... الخ.

وفي هذه المهارات يمكن الوصف الكيفي بتحليل المهارة إلى أجزاء لتحديد وصف شكل الجسم في جوانب الأداء، ومنه يمكن تحديد النقاط الفنية للمهارات الجديدة بوصف وتحليل حركات أجزاء الجسم في التزامن والتتابع والنقل الحركي والامتصاص للحركة والتوقيت والإيقاع والانسياب وما إلى

ذلك من خصائص الحركات الرياضية لإنجاز الواجب الحركي للأداء المهاري في مستوى أداء معين ومستويات ومحاور الحركة.

وجدير بالذكر أن مرحلة التحليل الوصفي، تعتبر أول خطوات التحليل للتقدير الكمي للظواهر أو المهارات الحركية، كأن يتحدد شكل عمل الذراعين في مهارة الدورة الهوائية الأمامية والشقلبة الأمامية، .. الخ، ثم يتعين تقدير سرعة حركات أجزاء الذراعين في المهارة، واتجاه السرعة، والعجلة، ومدى الاستفادة من هذه السرعات في نقل كمية الحركة (ك **X** ع) إلى جزء آخر من الجسم (الجذع) لإنجاز الواجب الحركي المراد تحقيقه.

ويتناول علم الحركة الميكانيكي حل المشكلات الحركية بتحليل الأداء تحليلاً كميًا، ثم يرجع إلى التحليل الوصفي الكيفي للحفاظ على الشكل الفني المطلوب للمهارة.

ويرى *المؤلف* ان العلاقة بين التحليل الكيفى والكمى هي علاقة تكامل وتتابع فيمكن ان يسبق التحليل الكيفى التحليل الكمى في إجراءات تحليل حركة جسم الانسان فعندما نلاحظ الخطأ في الحركة يعتبر هذا تحليلا كيفيا ثم عندما نريد معرفة قيمة هذا الخطأ في شكل رقمى فيكون هذا التحليل كميا ، ويمكن ان يكون التحليل الكمى أولا ولكن عندما يريد القائم بعملية

التحليل توصيل معلومات كيفية عن الحركة فانه يحتاج الى التحليل الكيفى لتوصيل ما يريده من معلومات وحقائق ولكن بشكل كيفى مبسط ،وقد يكون هذا في شكل نقاط فنية في الأداء او في شكل تدريبات نوعية لتحسين الأخطاء في الأداء .

وبناء على ما سبق فيمكن ان يأخذ تحليل حركة جسم الانسان الاشكال التالية:

١ . تحليل كيفى

٢ . تحليل كمى

٣ . تحليل كيفى ثم كمى

٤ . تحليل كيفى ثم كمى ثم كيفى

٥ . تحليل كمى ثم كيفى

جدول (١/٥) مقارنة بين التحليل الكمى والكيفى لحركة جسم الانسان

وجه المقارنة	التحليل الكمى	التحليل الكيفى
التعريف	وصف كمى لحركة جسم الانسان	وصف اسمى لحركة جسم الانسان
مثال	عندما نقول هذا اللاعب سرعته ١٠ متر/ث	عندما نقول هذا اللاعب سريع
الحكم على الاداء	-حكم موضوعى -تقييم الحركة يعتمد على الدقة والموضوعية	-حكم ذاتى -تقييم الحركة يعتمد على الخبرة والذاتية
الأدوات المستخدمة	-المعادلات الميكانيكية -أجهزة رصد المسافة والزمن -برامج التحليل الحركى -أجهزة قياس القوة والعجلة والزوايا	-الملاحظة -استمارات تحليل -نماذج التحليل الكيفى
تطبيق عملى	قمت بتحليل الوثب الطويل باستخدام كاميرا فيديو وبرنامج تحليل حركى فوجدت ان سرعة الاقتراب ٩ م/ث وزاية الارتقاء ٣٠ درجة ومحصلة سرعة الارتقاء ٨م/ث ومسافة الارتقاء ٦ متر	استخدمت استمارة تحليل كيفى مقننة واعطيت لكل جزء من مراحل الوثب الطويل درجة من عشرة بناء على ملاحظتك ثم قمت بتجميع هذه الدرجات لتحصل على درجة كلية
العلاقة بينهما	-تحويل الأخطاء التي تم تشخيصها باستمارة تحليل كيفى الى نتائج رقمية وتفصيلية للأداء	-مفسر للأرقام التي تخرج من التحليل الكمى بشكل مبسط يفهمه المدرب -يساعد في إيجاد حلول عملية لنتائج التحليل الكمى
المميزات	-إمكانية تحليل الأداء الحركى -سرعة فائقة في الحصول على البيانات إذا توافرت أنظمة التحليل -دقة في النتائج -يستخدم كوسيلة قياس لمعرفة مدى تحسن الأداء	-إمكانية تحليل الاداء الحركى -سرعة في الحصول على البيانات -تكلفة مادية بسيطة -سهل الاستخدام للمدرب -يستخدم كوسيلة قياس لمعرفة مدى تحسن الأداء
العيوب	-صعوبة في الاستخدام لأنه يحتاج الى إجراءات دقيقة -تكلفة مادية عالية	-نتائج ذاتية

التحليل الكمى البيوميكانيكى :

يمكن تقسيم متغيرات التحليل الكمى البيوميكانيكى الى ٣ مستويات او أنواع من التحليل يمكن حسابها يدويا بتطبيق المعادلات البيوميكانيكية او باستخدام أجهزة ونظم التحليل الحركى والتي يمكن التعرف عليها في فصل لاحق.

أنواع ومستويات التحليل الكمى البيوميكانيكى :

١ . التحليل الزمنى

٢ . التحليل الكينماتيكى

٣ . التحليل الكيناتيكى

وسوف يتم شرح هذه الأنواع في فصول منفردة نظرا لأهميتها التطبيقية في مجال التدريب الرياضى وفى تطبيقات البحوث.

رسم توضيحي ١/٥
مستويات التحليل الكمى البيوميكانيكى

الخطوات العامة للتحليل الكمى البيوميكانيكى

١ . **البيانات الأساسية** لعملية التحليل وهى عبارة عن :

- كتابة اسم الحركة الرياضية
- مراحلها او لحظاتها الزمنية
- نوع الحركة خطية ام زاوية
- المستويات والمحاور التي تتم فيها الحركة

٢ . **الهدف:** وضع هدف لعملية التحليل البيوميكانيكى

٣ . **المتغيرات:** تتحدد المتغيرات بناء على نوع التحليل مثل :

- التحليل الزمنى
- التحليل الكينماتيكى
- التحليل الكيناتيكى

٤. **الأدوات:** اختيار طرق وأجهزة البحث اللازمة لإتمام عملية التحليل

٥ . **الدراسة الاستطلاعية:** اجراء دراسة استطلاعية لتجنب الاخطاء

٦ . **الدراسة الأساسية:** اجراء الدراسة الأساسية وتطبيق التحليل

٧ . **النتائج الاولية :** الحصول على نتائج الدراسة الاساسية

٨ . **التحليل الإحصائي:** اجراء تحليل إحصـــــائي لبيانات التحليل البيوميكانيكى

٩ . **النتائج النهائية:** الوصول لنتائج نهائية

١٠ . **التعميمات:** صياغة النتائج في شكل بيانات كيفية يمكن ان يستفيد منها المدرب او الباحث.

رصد وتتبع حركة جسم الانسان :

ان الاساس العلمى الذى يقوم عليه فكرة التحليل الحركى البيوميكانيكى هي عملية الرصد والتتبع لحركة جسم الانسان وتبنى على عاملين أساسيين هما :

١ . **المسافة.**

٢ . **الزمن.**

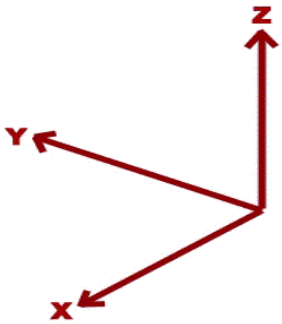
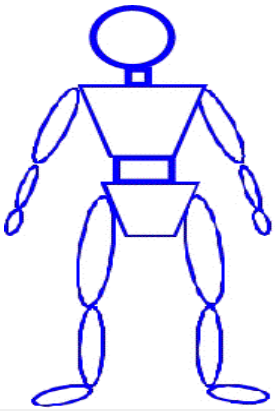
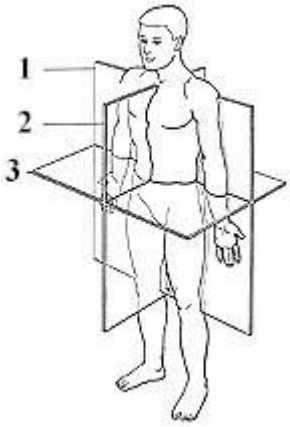
ويعنى التتبع عملية تحديد مكان أو تعقب جسم متحرك لمسافة معينة فى زمن محدد، فحركة جسم الانسان يمكن ان يرصد فيها الجسم ككل او كأجزاء من خلال عملية تتبع للمسافة التي يتحركها الجسم ككل او كأجزاء خلال فترة زمنية محددة.

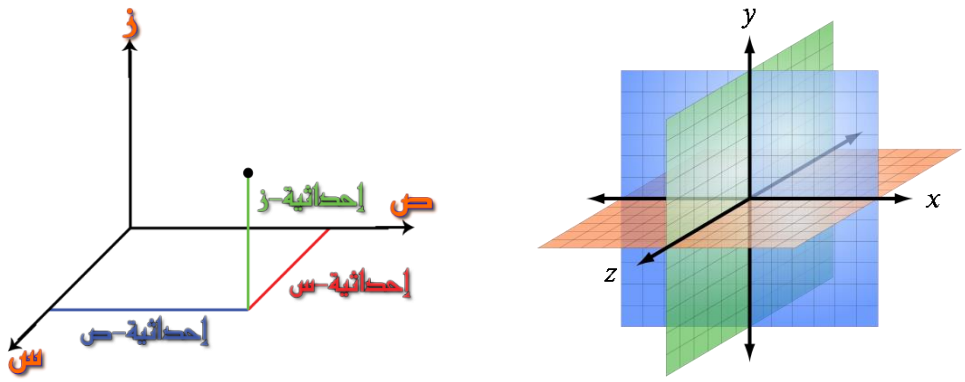
وبما ان جسم الانسان عبارة عن مجموعة من الوصلات (الأجزاء) المتصلة مع بعضها فى المفاصل والتي يمكن تغيير شكل تمفصلها عن طريق قبض وبسط العضلات وبالتالي فان الشكل الخارجي لجسم الانسان غير ثابت على خلاف الاجسام الصلبة ذات الشكل الثابت وبالتالي سيختلف طريقة التحليل وطريقة تطبيق المعادلات

البيوميكانيكية، وبذلك لجأ العلماء الى تحليل حركة جسم الانسان بناء على :

- ❖المحاور الكارتيزية
- ❖وصلات ميكانيكية (أجزاء الجسم)
- ❖مستويات فراغية (أمامى وجانبى وأفقى)

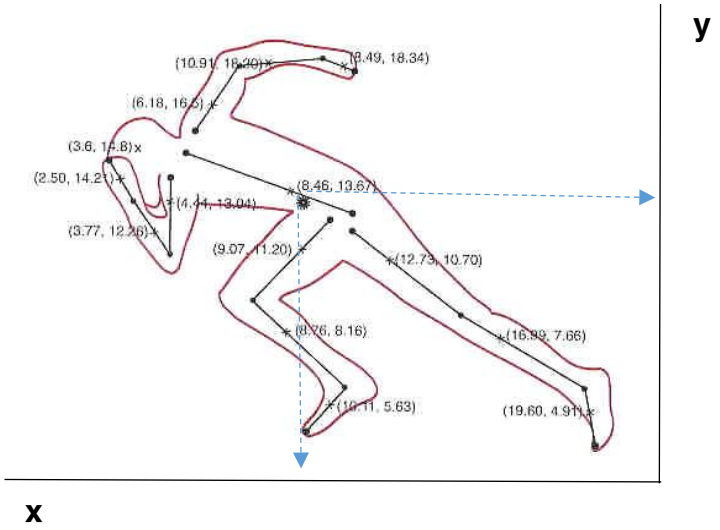
وذلك للتمكن من رصد وتتبع حركة جسم الانسان على نقاط مرجعية هي المحاور الكارتيزية لحركة الجسم في بعدين او ثلاث ابعاد س، ص، ز (**X ,Y,Z**) وبناء على ذلك يوجد عدة شروط يتوجب على الراصد مراعاتها قبل عملية الرصد كما بالرسومات التالية.

محاور الرصد الكارتيزية	وصلات الجسم	مستويات ومحاور الحركة
		
X المحور الافقى Y المحور الراسى Z المحور المتعامد على X,Y	جسم الانسان مقسم الى ١٧ وصلة ميكانيكية	(١) المستوى الامامى (٢) المستوى الجانبى (٣) المستوى الافقى



رسم توضيحي ٢/٥

محاور رصد المسافة في اكثر من بعد



رسم توضيحي ٣/٥

رصد الاحداثى الافقى والراسى لنقط مراكز المفاصل ومراكز ثقل الوصلات ومركز ثقل الجسم

الشروط الواجب مراعاتها قبل عملية رصد حركة جسم الانسان :

١ - تحديد نوع الحركة المراد رصـــــدها -هل هي حركة خطية ام دورانية اى تتحرك في كم مستوى فراغى؟

٢ - تحديد عدد محاور الرصد الكارتيزية **X,Y** ام **X,Y,Z**

٣ - تحديد النقاط المرصودة على وصلات الجسم -نقاط على مراكز المفاصل /نقاط على مراكز ثقل الوصلات. [١]

٤ - تحديد الفترة الزمنية التى يتم رصد الحركة خلالها.

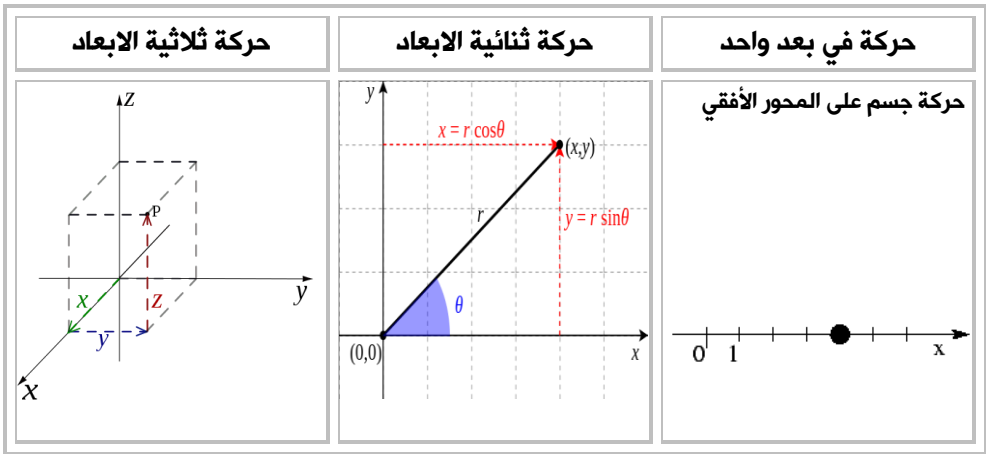
---

[١] **مركز ثقل جسم الانسان** body CG هو النقطة التي تتمركز عندها القوة المؤثرة على الجسم والتي يتزن عندها الجسم، وبذلك فهى تعبر عن الجسم ومن خلالها يمكن تتبع ورصد حركة جسم الانسان المكانية والزمانية. وتحسب على محاور الرصد من خلال مراكز ثقل أجزاء الجسم.

رصد الحركات الخطية والدورانية :

ان عملية الرصد الزمنى لهما واحدة فتتم بحساب الفارق الزمنى بين نقطتين ، ولكن الاختلاف هنا في عملية الرصد المكانى ويرجع الى نوعية الحركة.

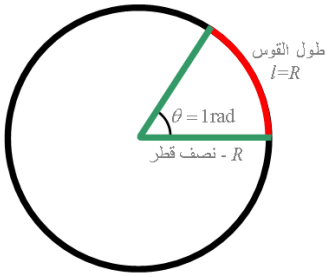
١. **الحركة الخطية :** هي حركة جسم الانسان في خط مستقيم اما في بعد واحد او بعدين او ثلاث ابعاد



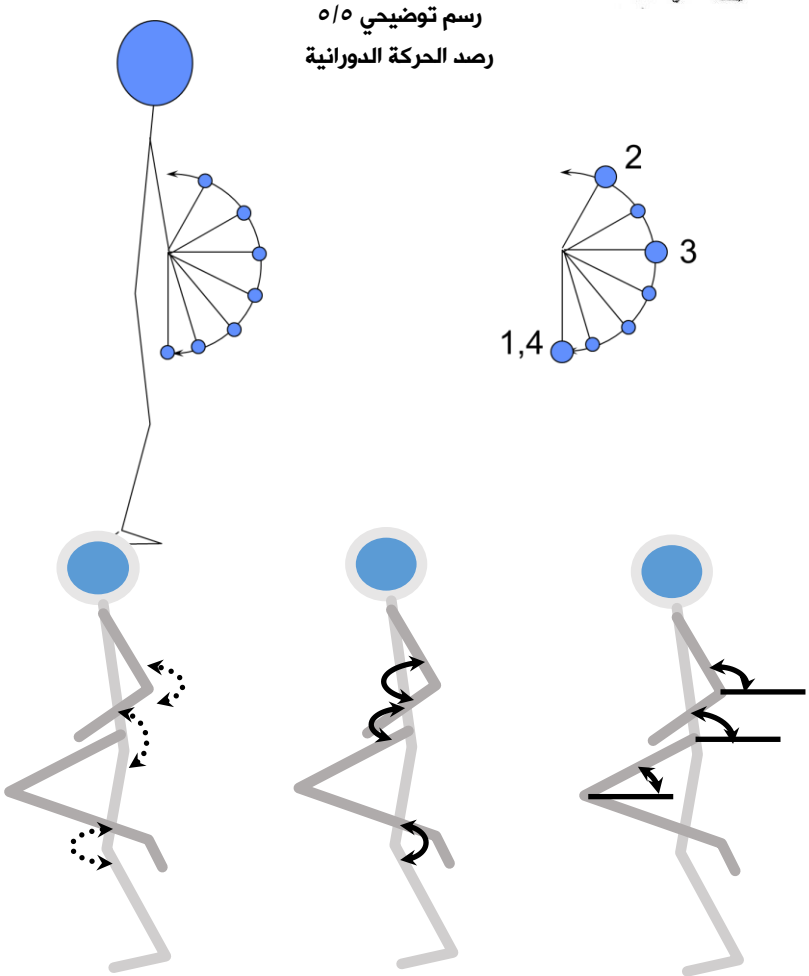
رسم توضيحي ٤/٥

رصد الحركة الخطية فى ابعاد محتلفة

٢. **الحركة الدورانية:** تسـمى الحركة الزاوية وهى حركة الجسـم او جزء منه حول محور ثابت، ولرصـد الحركة الدورانية يلزم معرفة زاوية الدوران θ ونصف قطر محور الدوران **r** .



رسم توضيحي ٥/٥
رصد الحركة الدورانية



وحدات قياس الزمن والمسافة :

وحدات قياس الزمن :

- ميلي ثانية
- ثانية ١ ثانية = ١٠٠٠ ملي ثانية
- دقيقة ١ دقيقة = ٦٠ ثانية
- ساعة ١ ساعة = ٦٠ دقيقة = ٣٦٠٠ ثانية

وحدات قياس المسافة[٢]:

الازاحة [٣]

- ميلي متر
- سنتيمتر ١ سنتيمتر = ١٠ ميلي متر
- متر ١ متر = ١٠٠ سنتيمتر
- كيلومتر ١كيلومتر = ١٠٠٠ متر

الازاحة الزاوية[٤]:

- الدرجة الستينية
- الراديان [٥]

جدول (٢/٥) قائمة بأكثر الزوايا شيوعًا وقيمها بالدرجات وبالراديان

جزء الدائرة	0	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1
الزاوية بالدرجات	$0°$	$30°$	$45°$	$60°$	$90°$	$180°$	$270°$	$360°$
الزاوية بالراديان	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π

---

٢ **المسافة** هي البعد بين نقطتين

٣ **الازاحة** اقل مسافة خطية بين نقطتين

٤ **الازاحة الزاوية** هي المسافة بين نقطتين على محيط دائرة $l = \theta \cdot R$

٥ **الراديان** هي وحدة قياس للزوايا المستوية وهي الوحدة الرسمية المعتمدة ضمن النظام الدولي للوحدات المستخدمة في الرياضيات والفيزياء وتعرف بأنها الزاوية المركزية المتموضعة على مركز الدائرة والتي تحدد قوساً طوله مساوي لنصف قطر الدائرة. يعادل الراديان الواحد $\frac{180}{\pi}$ درجات، أي بالتقريب°57.29578 .

2.3

الباب الثانى

التحليل الكمى

الفصل الثالث

التحليل الزمنى

اهداف الفصل

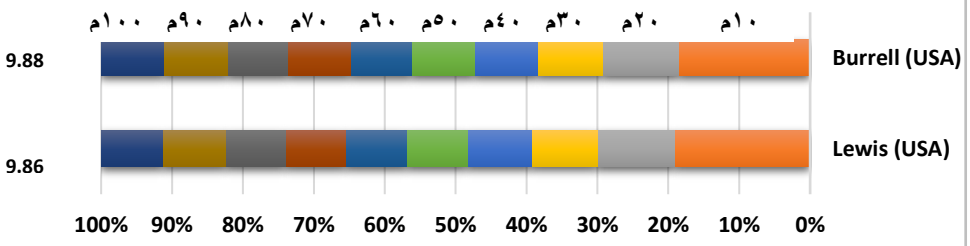
بعد نهاية هذا الفصل ينبغي ان تكون على دراية بـ :

- **كيفية التحليل الزمنى والادوات المستخدمة**
- **التمثيل البيانى للتحليل الزمنى**

التحليل الزمني Temporal analysis

التحليل الزمنى [٦] هو اول مستويات التحليل الكمى البيوميكانيكي وهو *عبارة عن تقسيم اجزاء المهارة الحركية او المباراة الرياضية او سباقات المسافات الى فترات زمنية بناء على هدف التحليل.*

فمثلا يمكن تقسيم مسافة عدو ١٠٠متر الى ١٠مسافات كل مسافة ١٠ متر وتحديد الزمن الذى يجريه العداء في كل ١٠ متر كما في الجدول التالى والذى يقارن بين ازمنة كارل لويس**Lewis** وبيورل **Burrell** في سباق ١٠٠متر عدو في نهائيات بطولة العالم عام ١٩٩١.



متر	Lewis (USA)	Burrell (USA)
0	0	0
10	1.88	1.83
20	1.08	1.06
30	0.92	0.91
40	0.89	0.88
50	0.84	0.87
60	0.85	0.86
70	0.84	0.87
80	0.83	0.84
90	0.87	0.89
100	0.86	0.87

رسم توضيحى١/٦ التحليل الزمنى لسباق ١٠٠متر عدو

[٦] يعتبر **الزمن** احد المتغيرات البيوميكانيكية الأساسية لأنه يقاس مباشرة ،**الزمن** بعد فيزيائي رابع للمكان حسب النظرية النسبية لأينشتاين، لكنه لا يعدو كونه وسيلة لتحديد ترتيب الأحداث بالنسبة لمعظم الناس، تعريف **أرسطو** للزمن "*الزمن هو حساب الحركة*"

نلاحظ من الرسم التوضيحى والجدول السابق أهمية التحليل الزمنى والمعلومات التي نحصل عليها من تحليل ازمنة العدائين فالبرغم من ان الفارق الزمنى بينهما ٠,٠٢ ثانية الا ان هناك اختلافات بينية بينهما في مسافات السباق العشرة فنجد ان **Burrell** تفوق على **Lewis** في ٥٠ متر الأولى الا ان **Lewis** فاز بالسباق ، وباستقراء الرسم نجد ان أطول زمن كان في الـ١٠ متر الأولى ويمثل ٢٠٪ تقريبا من الزمن الكلى للسباق ،واقل زمن كان في الـ١٠ متر الثامنة ويمثل ٨,٧٪ تقريبا من الزمن الكلى للسباق ،وبناء على ذلك فان التحليل الزمنى يعطينا دلالات جوهرية عن الاداء.

وتعتبر الخطوة الأولي في خطوات بحث القواعد الميكانيكية للمهارات الحركية هي إدراك توالي زمن مكونات الحركة ، فمثلاً في الجري ، التحليل الزمني يشتمل علي تحديد زمن الارتكاز وزمن الطيران ، وفي القفز في الجمباز يشتمل علي فترة استمرار الطيران الأول والاتصال بالحصان والطيران الثاني والهبوط ، وفي السباحة يشتمل علي الزمن اللازم لدخول وخروج الذراع من الماء في المراحل الرئيسية للضربة ، وعادة جميع المهارات يمكن تقسيمها إلي نفس المكونات وهي ذات فعالية عملياً عند ربطها بالأداء ؛ ويمكن تحليل هذه الحركات باستخدام التصوير بكاميرا فيديو عالية السرعة تتناسب سرعتها مع سرعة الحركة المؤداة وذلك لإدراك تفاصيل زمنية اكثر دقة.

مجالات استخدام التحليل الزمنى في المجال الرياضى:

١ . تحليل ازمنة سباقات العدو والجرى

٢ . تحليل زمن مراحل الأداء في الحركات الوحيدة والمتكررة والجمل الحركية

٣ . تحليل زمن المباريات وربط الزمن بفاعلية الاداء

اهداف التحليل الزمنى في المجال الرياضى:

١ . تحليل استراتيجيات الجرى في سباقات العدو والجرى

٢ . المقارنة بين زمن الأداء اللاعبين في مسابقات مختلفة

٣ . معرفة العلاقة بين ازمنة مراحل الحركات الوحيدة او المتكررة او الجمل الحركية

٤ . اكتشاف اخطاء الأداء

٥ . تقسيم المباريات الى ازمنة وربط هذه الأزمنة بفاعلية الأداء والتي تتمثل في احراز الأهداف او احتساب النقاط او انجاز واجب حركى.

إجراءات التحليل الزمنى:

للوصول الى النتيجة المرجوة من التحليل ينبغي تحديد:

١ . الهدف من التحليل الزمنى

٢ . بداية ونهاية الفترة الزمنية للأداء الحركى

٣ . الطول الزمنى للأداء الحركى

٤ . التركيب الزمنى للأداء الحركى

يعبر الزمن عن ترتيب حدوث الحركة ولكل حركة خصائصها الزمنية التى تميزها عن غيرها، ولذلك يمكن ان نحصل على الخصائص الزمنية لحركة جسم الانسان بشرح الإجراءات التالية.

الهدف من التحليل الزمنى:

قبل ان نقوم بعملية التحليل لابد وان نحدد الهدف من التحليل لضمان الوصول للنتائج الصحيحة والدقيقة.

فالهدف من التحليل الزمنى يمكن ان يكون :

- تجزئة الحركة الى أجزاء زمنية
- تبسيط المهارة الى مراحل
- مقارنة بين زمن اللاعب في أكثر من موقف او مقارنته بلاعب اخر
- علاقة زمن الأداء بفاعلية الحركة
- ناتج أداء اختبار معين او مسابقة هدفها تحقيق زمن.

بداية ونهاية الفترة الزمنية:

نقوم بتحديد بداية ونهاية الفترة الزمنية بناء على هدف التحليل ، فاذا اردنا تحليل مهارة حركية وحيدة مثل الوثب الطويل فاننا نقسم المهارة الى مراحلها الثلاثة وهى التمهيدية –الرئيسية –الختامية وهذا بناء على ما تم دراسته في مقرر علم الحركة بعد ان نكون حددنا المراحل نستطيع تحديد زمن كل مرحلة

،ويمكن ان قسم المرحلة الواحدة الى أجزاء زمنية كما في الارتقاء عندما نقسمه الى مرحلة دفع الإيقاف وتتم في عكس اتجاه الحركة ومرحلة دفع العجلة وهى في اتجاه الحركة.

ويمكن استغلال هذه الخاصية الزمنية اللحظة الزمنية في إجراء بحوث تجريبية إذا تم قياس هذه اللحظة بصورة صحيحه عند القيام بالحركات التي تتميز بالدفع اللحظي ،مثال ذلك : يمكن استخدام منصة قياس القوة لقياس اللحظة الزمنية عند القيام بقياس هذه اللحظة للاعب الوثب الطويل لحظة القيام بالارتقاء او لاعب القفز العالي او الزانه او لاعب الوثبة الثلاثية، او قياس هذه اللحظة للاعب كرة اليد عند القيام بالتهديف البعيد او لاعب كرة القدم عند أداءه التهديف بالرأس من القفز او لاعب كرة السلة ، او لاعب الجمباز لحظة ارتقاء للقيام بحركات أخرى للقفز الى الحصان مثلا او القفز لاداء حركات الهواء على بساط الجمباز كل هذه الحركات يمكن ان يتم قياس اللحظة الزمنية لها من خلال منصة قياس القوة ،او من خلال التصوير بالة تصوير ذات تردد لايقل عن خمسين صورة/ثانية، وبذلك يمكن تقييم هذه اللحظة من خلال هذا القياس واعطاء الحلول التدريبية لها.

واحد هذه الحلول التدريبية هي إمكانية ربط هذه اللحظة الزمنية بعد قياسها بتغير كمية حركة الجسم في نفس اللحظة، والذي له علاقة مباشرة بدفع القوة الذي تحدده هذه اللحظة الزمنية ووفق القانون التالي:

دفع القوة = التغير في كمية الحركة=القوة × زمنها

حيث إن تغير كمية الحركة إذا كان كبيرا أي ناتج ضرب كتله اللاعب في سرعته الأولى لحظة لمس الأرض تكون أكبر بكثير من ناتج ضرب نفس الكتلة في السرعة الثانية لحظة ترك الأرض .وذلك مؤشر على ضعف اللحظة الزمنية التي يؤدي اللاعب بها الدفع في أثناء الارتقاء، مما يحتم ذلك على المدرب أن يطور دفع القوة بأقل زمن ممكن أي بأقل لحظة زمنية من أن اجل أن يكون فرق كمية الحركة بأقل قيمه ممكنة ، إذا حدث ذلك فان مؤشر دفع القوة يكون بأفضل ما يمكن . هذه هي الجوانب التجريبية لهذه الكمية الميكانيكية المهمة في البحوث التجريبية، وبهذا يمكن أن يستخدم المدرب مختلف تدريبات القفز وباستخدام وسائل تدريب متقدمة لتطوير دفع القوة هذا.

إن ما تقدم ذكره في أعلاه يعطي فكرة واسعة عن التطبيقات العملية لهذه اللحظة الزمنية في مختلف الحركات الخطية، إلا انه في الحركات الزاوية لا يمكن أن نقول دفع القوة يساوي التغير في كمية الحركه، بل يجب أن يكون

التغير في كمية الحركة الزاوية يساوي عزم دفع القوة. حيث إن التغير في كمية الحركة الزاوية لحركة الذراع مثلا عند رمي الرمح أو عند التهديف بالذراع في كرة اليد ، أو أداء ضربة الإرسال أو الضربة الساحقة بالكرة الطائرة، أو الإرسال بالتنس ، يتأثر مباشرة بنتائج عزم القوة في اللحظة الزمنية التي تتم بها الحركة، وبهذا فأن اللحظة الزمنية هنا ترتبط بعزم دفع القوة الذي يعمل على حركة اجزء الجسم (الذراع أو الرجل أو الجذع) حركة دورانية سريعة تسبب في اكتساب كمية حركه زاويه لهذا الجزء وهذا الزخم يرتبط بكتلة الذراع وطولها ، ويمكن تطوير هذه الحركات الدورانية من خلال استخدام مبدأ العزوم في تطوير القوة العضلية وفق برامج تدريبية خاصة تعتمد على استخدام المقاومات.

الطول الزمني للأداء الحركى:

هي الفترة الزمنية المحسوبة بين بداية ونهاية الحركة ويحتاج ذلك الى دراية كاملة لشكل الجسم اثناء الأداء الحركى حتى يتمكن القائم بالتحليل بالتحديد الدقيق لبداية الزمن بناء على شكل الجسم، ويظهر ذلك في الحركات المتكررة ثنائية المراحل مثل الجرى حين نجد صعوبة في تحديد بداية ونهاية الحركة في المرحلة المندمجة وهى الفصل بين الهبوط وارتكاز والدفع او عندما نريد التفرقة بين زمن خطوة الجرى المنفردة والمزدوجة.

والمشكلة الأخرى في الطول الزمنى هي تناسب سرعة الحركة مع الأداة المستخدمة في التحليل الزمنى، ويعنى ذلك اننا عندما نريد تحليل زمن الارتقاء فإننا نحتاج الى كاميرا تصوير ذات سرعة تردد عالية وذلك لقدرتها المتميزة في التقاط اكبر قدر ممكن من الصور في اثناء الارتقاء، ونحتاج كاميرا ذات سرعة اعلى لتحليل زمن طيران الكرة في الهواء.

التركيب الزمنى للأداء الحركى:

هو تحديد زمن أجزاء المهارة والزمن الكلى لها وتحديد نسبة زمن الجزء بالنسبة للكل وبالتالي نستطيع وضع مستويات ومعايير للخصائص الزمنية للمهارة.

من خلال معرفة التركيب الزمنى للمهارة يمكننا معرفة إيقاع الحركة، مثل إيقاع خطوة الجرى في سباق ١٠٠متر تختلف عن ايقاعها في ٨٠٠متر، وبالتالي ظهرت هناك وسائل الكترونية لضبط إيقاع الخطوة بناء على الخصائص الزمنية للمسابقة واللاعب.

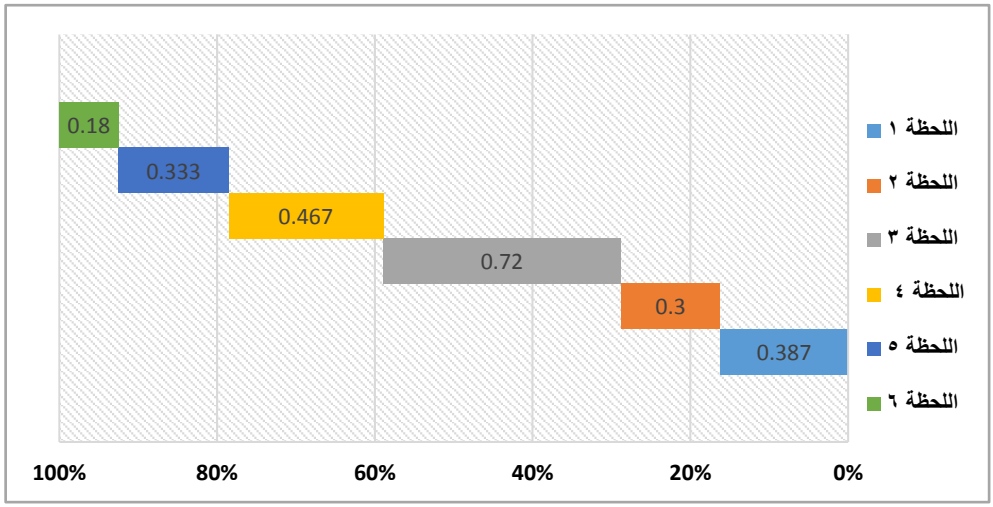
ونستفيد أيضا من التركيب الزمنى معرفة زمن الربط الحركى بين المهارات الحركية في جملة الجمباز فكلما قل زمن الربط دل ذلك على جمال وانسيابية الأداء.

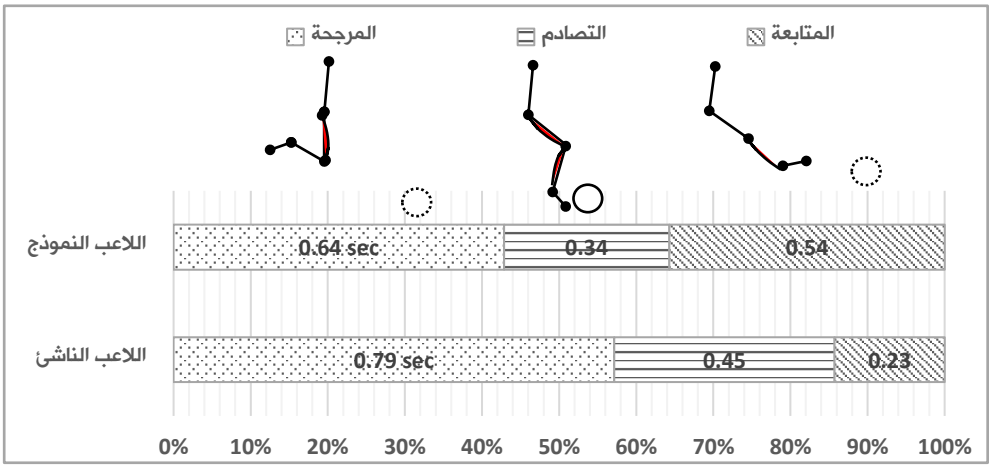
كما ان زمن التوقع الحركى وهو عبارة عن العلاقة بين زمن الدفاع والهجوم فكلما قل زمن الهجوم احتاج ذلك من المدافع سرعة وزمن اقل في توقع الهجوم كما في رياضات المنازلات.

وفى المباريات نجد ان زمن الاستحواذ على الكرة ضرورى عند المقارنة بين أداء فريقين وتزداد هذه الأهمية عند ربط ذلك بفاعلية الأداء والتهديف ...الخ

التمثيل البيانى للتحليل الزمنى:

ان ترجمة الزمن الى رسم بيانى تعتبر اجراء لتسهيل عملية التحليل والفهم او المقارنة بين زمن لاعبين عند أداء مهارة معينة ويمثل الزمن في شكل أعمدة او دوائر مقسمة الى أجزاء تعبر عن الزمن.





نموذج تطبيقي لحساب التركيب الزمنى لمراحل القفز على الحصان في الجمباز:

رسم توضيحى ٤/٦ مراحل القفز على الحصان في الجمباز

خطوات العمل:

١. **فحص الفيديو المصـور لمراحل القفز على الحصـان في الجمباز في أولمبياد لندن ٢٠١٢ ومن ثم تعيين بداية ونهاية المراحل**

٢. **تقسيم مراحل القفز على الحصان الي فترات زمنية تبعا لمراحلها**

٣. **اعداد جدول حسـاب من خمس اعمدة (رقم المرحلة -اسـم المرحلة -ارقام الكادرات لبداية ونهاية المرحلة – عدد الفترات الزمنية بين الكادرات لكل مرحلة – الطول الزمني لهذه المرحلة)**

٤. **يتم فحص وعد كل كادرات الحركة خلال برنامج التحليل مع كتابة ارقام كادرات بداية ونهاية كل مرحلة في العمود الثالث.**

٥. **تحسب عدد الفترات الزمنية بين الكادرات وفق كل فترة من فترات الحركة**

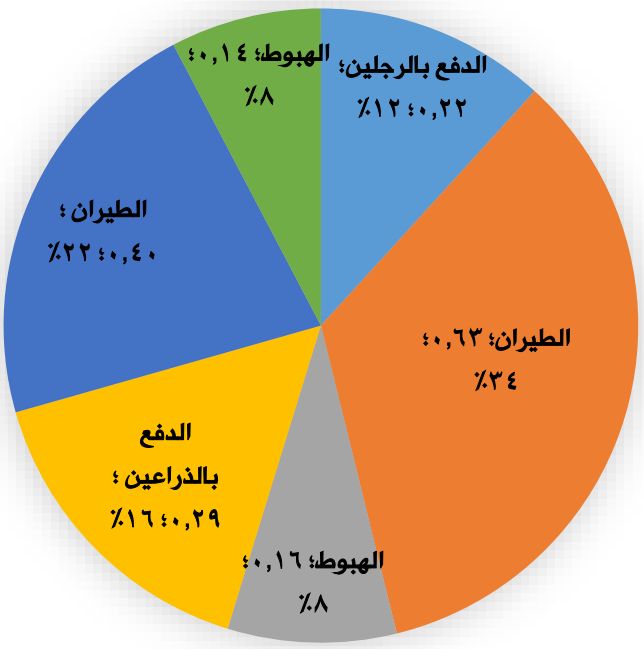
٦. **حساب الزمن المستغرق لكل مرحلة وفق سرعة تردد الكاميرا** *

* **سرعة تردد الكاميرا** هو عدد الكادرات التي تلتقطها كاميرا الفيديو في الثانية الواحدة للجسم المتحرك frames per second (FPS) ويكون التردد في الكاميرات العادية ٢٤ الى ٣٠ كادر/ثانية وفى الكاميرات ذات السرعة العالية ١٢٠و٢٤٠ و٤٨٠و ١٠٠٠ وتزيد عن ذلك في مجالات أخرى ويحسب زمن الكادر بقسمة ١على تردد الكاميرا

٧. بمعطيات العامود ٥ من الجدول يمكن عمل رســـم بياني للتركيب الزمني لمراحل القفز على الحصان.

جدول (١/٦) التركيب الزمنى لمهارة القفز على الحصان

رقم المرحلة	اسم المرحلة	رقم الكادرات	عدد الكادرات	الزمن بالثانية
٢	الدفع بالرجلين	٨٥-١١٠	٢٦	٢٦÷١٢٠=٠,٢٢
٣	الطيران	١١١-١٨٦	٧٦	٧٦÷١٢٠=٠,٦٣
٤	الهبوط	١٨٧-٢٠٥	١٩	١٩÷١٢٠=٠,١٦
٥	الدفع بالذراعين	٢٠٦-٢٤٠	٣٥	٣٥÷١٢٠=٠,٢٩
٦	الطيران	٢٤١-٢٨٨	٤٨	٤٨÷١٢٠=٠,٤٠
٧	الهبوط	٢٨٩-٣٠٥	١٧	١٧÷١٢٠=٠,١٤
	المجموع	٨٥-٣٠٥	٢٢١	٢٢١÷١٢٠=١,٨٤



في ضوء العرض السابق لدراسة التركيب الزمني لتفصيلات الحركة داخل النظام الكلي للأداء المهاري يمكن اظهار الاهمية التي تكتسبها الخصائص الزمنية للحركة عند بحث التكنيك الرياضي من خلال :

١ . التعرف علي التركيب الزمني كمؤشر وصفى لعمل لبناء تمرين بدني نوعى

٢ . الربط بين مختلف العناصر الحركية المستقلة في النظام الكلي من الاداء المهاري

٣ . امكانية تحديد النتائج الرياضية النهائية للأداء خاصا عند المقارنة بين مستويات الاداء المختلفة.

٤ . امكانية حل الكثير من القضايا المتعلقة بوضع الاسس الخاصة بطرق تعليم وثقل التكنيك الرياضي في نشاط بدني معين.

2.4

الباب الثانى

التحليل الكمى

الفصل الرابع

التحليل الكينماتيكى

اهداف الفصل

بعد نهاية هذا الفصل ينبغي ان تكون على دراية بـ :

- متغيرات التحليل الكينماتيكى
- كينماتيكا الحركة الخطية والدورانية
- تطبيق التحليل الكينماتيكى على الحركات الرياضية

التحليل الكينماتيكى kinematic analysis

التحليل الكينماتيكى [٧] هو ثانى مستويات التحليل الكمى البيوميكانيكي وهو *عبارة عن وصف ظاهرى لحركة جسم الانسان الخطية او الزاوية في الفراغ وفى أكثر من بعد.*

تناولنا في الفصلين السابقين كيفية رصد وتتبع حركة جسم الانسان في الفراغ عن طريق تحديد المسافة والزمن التي يتحرك فيهما الجسم فمثلا عندما نريد وصف حركة المشى فإننا لابد ان نحدد بداية ونهاية المسافة التي يتحركها الشخص وكذلك بداية الزمن ونهايتها تمهيدا وتكملة للوصف فاذا كان هدف التحليل معرفة سرعة المشى قسمنا المسافة التي تحركها الجسم ولتكن ٢٠ متر فى زمن وليكن ١٠ ثوانى حتى نقول ان هذا الشخص يمشى بسرعة ٢ متر فى الثانية، واذا اردنا معرفة معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن قسمنا السرعة على الزمن فتكون ٠.٢ متر على الثانية٢.

اما إذا أردنا وصف زوايا الجسم اثناء المشى فإننا نحدد زوايا مفاصل الجسم المؤثرة في المشى كمفصل الركبة ونقيس الفرق بين اقصى واقل زاوية للركبة اثناء الارتكاز على الأرض ونقسم هذا الفرق الزاوى على الزمن فتكون

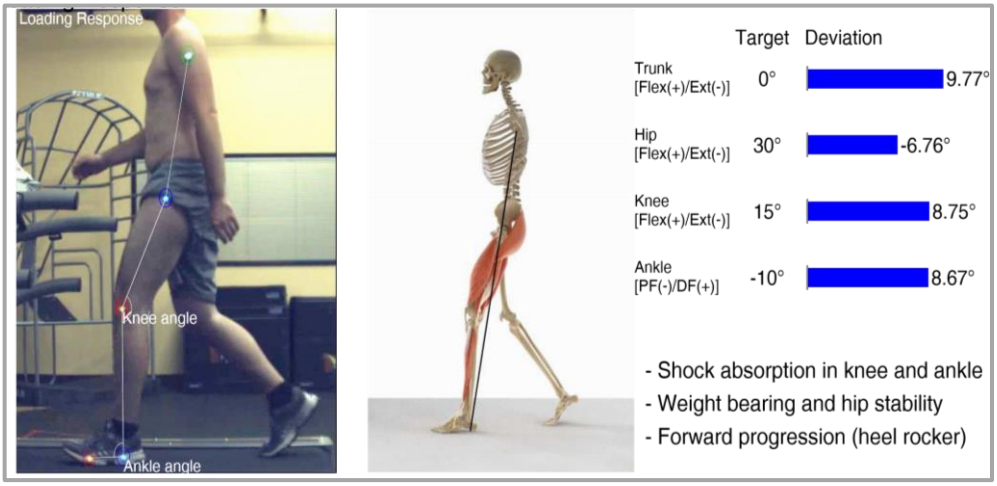
[٧] الكينماتيك هو أحد فروع الميكانيكا الكلاسيكية والتي تصف حركة الاجسام في الفراغ دون التعرض لمسببات الحركة.

السرعة هنا سرعة زاوية وإذا أردنا معرفة معدل التغير الزاوى لمفصل الركبة فإننا نقسم السرعة الزاوية على الزمن لتعطينا العجلة الزاوية.

وعندما نريد وصف حركة المشى بشكل أكثر تفصيلا نجد هنا شيء من الصعوبة في التحليل حيث ان العين يصعب عليها ملاحظة كل تفاصيل المشى، فكلنا نمشى ولكن توجد اختلافات ظاهرية بيننا في المشى وتؤثر علينا عوامل مثل الطول والسن ونوعية الأرض والحذاء ...الخ، وايضا فمنا من يمشى في خط مستقيم ومنا من يمشى في خط معوج، ان بعض هذه التفاصيل تجذبنا لمعرفة المشية السليمة وذلك يكون من خلال التحليل الكينماتيكى للمشى **كما في رسم توضيحى (١/٧)**.

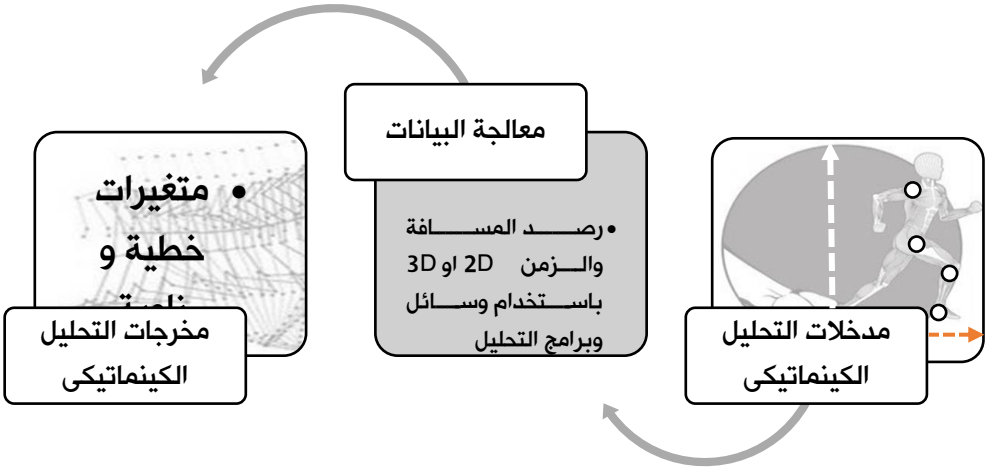
في الرسم التوضيحى السابق (٢/٧) صورة من تقرير٨ خاص بالتحليل الكينماتيكى للمشى على السير المتحرك ويوضح انحرافات زوايا الجذع والرجلين عن الزوايا النموذجية طبقا للنموذج المسجل على برنامج التحليل الحركى.

يتضح من الرسم التوضيحى ٥ الخاص بالتحليل الكينماتيكى للمشى انه عند تحليل المشى يلزم تحديد علامات ارشادية على مفاصل الجسم لتعبر عن زاوية كل مفصل اثناء الحركة وبالتالي تعبر عن السرعة والعجلة الزاوية للمفاصل، كما ان عملية التحليل قائمة على استخدام كاميرا فيديو متعامدة



على المستوى الجانبى تقوم هذه الكاميرا بالتقاط حركة المشى وتسجيلها على جهاز الكمبيوتر حتى يتم تحليلها كينماتيكيا على برنامج التحليل الحركى الذى يحدد عليه المتغيرات التي يخرجها البرنامج.

٨ مصدر التقرير موقع برنامج التحليل الحركى Simi motion www.simi.com/Gait Analysis Report



رسم توضيحي ٣/٧ مدخلات ومخرجات التحليل الكينماتيكى

متغيرات التحليل الكينماتيكى : *kinematical analysis Variable*

المتغير **Variable** بالمعنى البحثي والإحصائي هو الخاصية أو الصفة عند مجموعة أو عينة الأفراد أو الظاهرة الخاضعة للبحث.

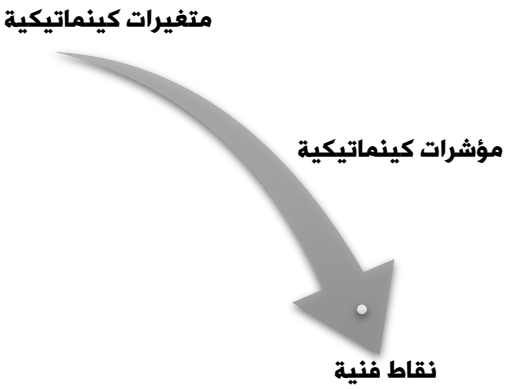
و المعنى اللغوى لكلمة مُتَغَيِّر هى-مُتَبَدّل، مُتَحَوّل، مُتَغَيّر، مُتَغَيّر، مُتَغَيّرَة، مُتَقَلّب، وتعنى رَمْز رِيَاضِيّ لَهُ قِيمَة مُتَغِيِّرَة.

وفي الفيزياء والهندسة، يكون معنى المتغير متحول، حيث أن المتحول هو كمية تكون قيمتها متغيرة على طول التجربة، على اختلاف العينات، أو أثناء تشغيل النظام.

فالمتغيرات الكينماتيكية هي مجموعة من خصائص الأداء الحركى والتي يمكن التعبير عنها بالسرعة والعجلة، مثال على ذلك ان الرمى يتأثر بسرعة النقل الحركى من أجزاء الجسم الى الذراع الرمى ويؤثر في ذلك متغيرات كثيرة منها سرعة القدم والركبة والجذع ...الخ

اما المؤشرات الكينماتيكية **indicators** فهى المتغيرات الأكثر تأثيرا في الأداء الحركى والتي تم التعرف عليها بواسطة الدلالات الإحصائية في الأبحاث العلمية فمثلا في مسابقات الرمى يعتبر اهم مؤشر فيها هو زاوية الرمى.

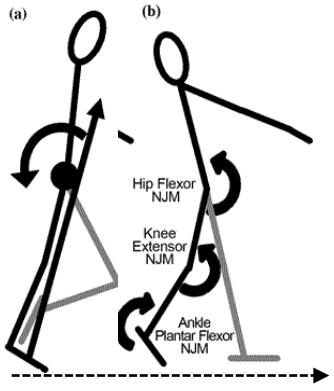
وينتهى دور التحليل حتى يصل الى وضع نقاط فنية للأداء الحركى يستطيع المدرب التركيز عليها اثناء التعليم او التدريب.



وتنقسم متغيرات التحليل الكينماتيكى الى:

١. **متغيرات الحركات الخطية** ***Linear motion***
٢. **متغيرات الحركات الزاوية** ***angular motion***

كما يتضح من الشكل التالى نجد ان التحليل الكينماتيكى ينقسم الى جزئين على حسب نوع الحركة وبالتالي تختلف المتغيرات وطريقة الحساب، فاى جسم بشرى عندما يتحرك فان حركته تكون خطية وزاوية معا –خطية لأنه ينتقل من نقطة الى أخرى وزاوية لان مفاصله حركتها عبارة عن زوايا.



كينماتيكيا الحركات الخطية *kinematic of Linear motion*

السرعة الخطية *Linear velocity*

السرعة بشكل عام هي معدل تغير الازاحة بالنسبة للزمن وتقاس بالمتر/ث

أنواع السرعة:

السرعة المتوسطة المتجهة *Average velocity*

نعلم أن حركة جسم ما من موضع عند زمن ابتدائي **ti** إلى موضع آخر عند زمن نهائي **tf** تستغرق فترة زمنية Δt. تعرّف السرعة المتوسطة المتجهة بأنها نسبة الإزاحة إلى الزمن واتجاهها هو اتجاه الإزاحة وتعطى بالعلاقة :

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

السرعة اللحظية *Instantaneous velocity*

تعرف على أنها معدل تغير متجه الموضع بالنسبة للزمن وهي تعبر عن سرعة الجسم عند لحظة معينة وتعطى حسب العلاقة :

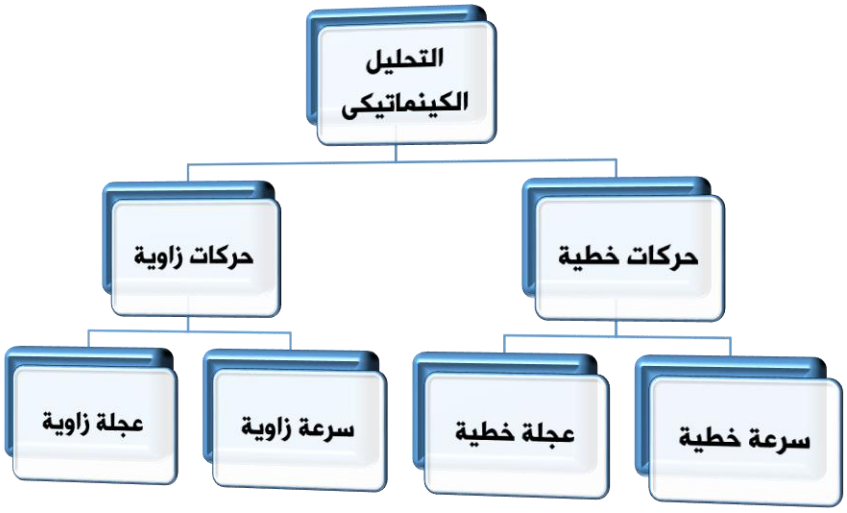
$$v = \frac{dx}{dt}$$

السرعة المتوسطة *Average speed*

نعرف متوسط السرعة القياسية لجسم ما بأنها نسبة المسافة الكلية التي يقطعها الجسم للزمن الكلي، وإذا رمزنا للسرعة القياسية بالرمز **s** إن:

$$s = \frac{d}{t}$$

حيث d المسافة الكلية المقطوعة خلال زمن مقداره t.



جدول (٧/ ١) امثلة السرعة الخطية

النشاط الحركى	السرعة الخطية متر/ثانية
سرعة راس عصا الجولف لحظة التصادم	43
سرعة مرحلة الاقتراب فى الوثب العالى	8-7
السرعة الافقية والراسية لحظة الارتقاء في الوثب العالى	4.2-4
سرعة مرحلة الاقتراب فى الوثب الطويل	10-9.5
اقصى سرعة لكرة البيسبول في مرحلة التخلص	35.1
السرعة الراسية اثناء الارتقاء من وضع القرفصاء	3.8-3.43
السرعة الراسية للخطو الطائر	1.52
سرعة المشى للأمام	3-0.7
سباق المشى	4
الجرى والعدو	10-4
دفع كرسى متحرك	2.22-1.11

جدول (٧/ ٢) مقارنة بين المتغيرات الكينماتيكية لخطوة المشى و الجرى

المتغيرات	المشى	الجرى	العدو
السرعة (متر/ث)	1.32-0.67	4.00-1.65	9.00-8.00
طول الخطوة (متر)	1.35-1.03	3.00-1.51	4.60-4.50
إيقاع الخطوة (خطوة/دقيقة)		118.00-79.00	200.00-132.00
تردد الخطوة (هيرتز)	0.98-0.65	1.38-1.10	2.00-1.75
زمن الخطوة (ث)	1.55-1.02	0.91-0.73	0.57-0.50
نسبة زمن الطيران من الخطوة (٪)	66.00-60.00	59.00-30.00	25.00-20.00
نسبة زمن الارتكاز من الخطوة (٪)	34.00-40.00	41.00-70.00	75.00-80.00

العجلة الخطية *Linear acceleration*

العجلة او التسارع بشكل عام هي معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن وتقاس بالمتر/ث^{٢} وقد يكون هذا التغير موجبا أو سالبا وقد يساوي صفرا كما فى الحالات التالية :

١ . **موجبا** : أي يكون اتجاه التسارع في اتجاه الحركة ، فالسرعة هنا تزداد مع الزمن أي إذا كانت السرعة ٥ متر/ثانية والتسارع ٥ متر /ثانية^{2}. فالسرعة ستصبح بعد مرور ١ ثانية مساوية ١٠متر/الثانية وبعد ثانيتين تصبح ١٥ متر/الثانية.

٢ . **سالبا** : انخفاض السرعة مع الزمن (مثلا عند كبح السيارة) . يلاحظ هذا التسارع العكسي عند كبح السيارة ، مثل القيام بالضغط على دواسة المكابح في السيارة فتتباطئ سرعة السيارة بمعدل ثابت حتى تتوقف.

٣ . **التسارع يساوي صفر (معدوم)** : أي أن السرعة منتظمة لا تتغير مع مرور الزمن.

أنواع العجلة:

التسارع المتوسط ***Average acceleration***

عندما يتحرك جسم ما بسرعة معينة على خط مستقيم و تزداد سرعته نقول بأنه يتسارع وإذا تناقصت سرعته فنقول أن تسارعه سالب أي أنه يتباطأ وبشكل عام نعرف متوسط التسارع (العجلة المتوسطة) **a** بأنه نسبة تغير السرعة اللحظية للزمن.

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

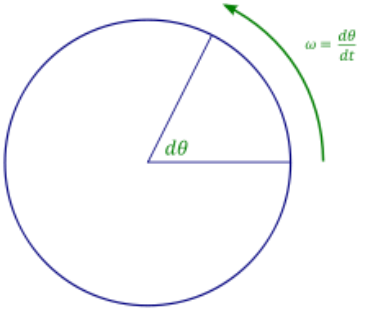
التسارع اللحظي ***Instantaneous acceleration***

يعرف على أنه معدل تغير السـرعة اللحظية بالنسـبة للزمن وتعطى حسب العلاقة :

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

كينماتيكيا الحركات الزاوية *kinematic of Angular motion*

السرعة الزاوية *angular velocity*



تعرّف السرعة الزاوية بالرمز ω بالمعادلة التالية $\omega = \Delta\theta / \Delta t$

وعندما تكون **Δt** صغيرة جدا فإن قيمة ω تصبح السرعة الزاوية اللحظية للنقطة المتحركة حول المركز **O** ووحدتها زاوية نصف قطرية لكل ثانية **(rad/sec)**.

السرعة المحيطية *Tangential Velocity*

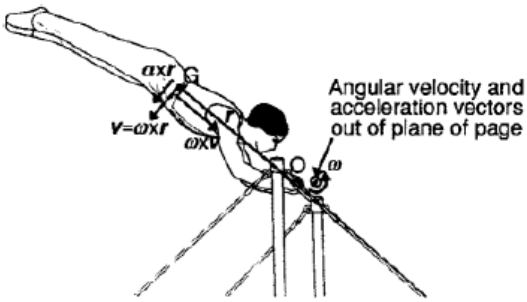
هي السرعة الخطية لنقطة متحركة على مسار دائري عند أي موضع ويكون اتجاهها باتجاه المماس ويرمز لها بالرمز **v** ووحدتها هي **m/s**.

العلاقة التي تربط بين السرعتين الزاوية والمحيطية هي :

$$v = r.\omega$$

حيث **r** هو نصف قطر الدوران.

العجلة الزاوية *angular acceleration*



هي معدل تغير السـرعة الزاوية بالنسـبة للزمن

وحدة قياسها **درجة/ثانية**^{2} **او راديان/ثانية**^{2}

جدول ٣/٧ المتغيرات الكينماتيكية للحركة الخطية والزاوية

كينماتيكيا الحركات الخطية *Linear motion*	كينماتيكيا الحركات الزاوية *Angular motion*
السرعة *velocity* هي معدل تغير الازاحة بالنسبة للزمن وحدة قياسها : متر/ثانية $\text{السرعة} = \frac{\text{الازاحة}}{\text{الزمن}}$ وعندما تكون حركة الجسم في بعدين تكون معادلة محصلة السرعة في بعدين $\text{السرعةالافقية} = \frac{\text{الازاحةالافقية}}{\text{الزمن}}$ $\text{السرعةالرأسية} = \frac{\text{الازاحةالرأسية}}{\text{الزمن}}$ $\text{محصلةالسرعة} = \sqrt{\text{السرعةالافقية}^2 + \text{السرعةالراسية}^2}$	**السرعة الزاوية** *angular velocity* هي معدل تغير الازاحة الزاوية بالنسبة للزمن وحدة قياسها : درجة/ثانية او راديان/ثانية $\text{السرعة} = \frac{\text{الازاحةالزاوية}}{\text{الزمن}}$
العجلة *acceleration* هي معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن وحدة قياسها : متر/ثانية^2 $\text{العجلة} = \frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$ وعندما تكون حركة الجسم في بعدين تكون معادلة محصلة العجلة في بعدين $\text{العجلةالافقية} = \frac{\text{السرعةالافقية}}{\text{الزمن}}$ $\text{السرعةالرأسية} = \frac{\text{السرعةالرأسية}}{\text{الزمن}}$ $\text{محصلةالعجلة} = \sqrt{\text{العجلةالافقية}^2 + \text{العجلةالراسية}^2}$	**العجلة الزاوية** *angular acceleration* هي معدل تغير السرعة الزاوية بالنسبة للزمن وحدة قياسها : درجة/ثانية^2 او راديان/ثانية^2 $\text{العجلةالزاوية} = \frac{\text{السرعةالزاوية}}{\text{الزمن}}$

جدول ٤/٧ معادلات التحليل الكينماتيكى

متغيرات *Variables*	الكينماتيكا الخطية *linear kinematics*	الكينماتيكا الزاوية *angular kinematics*
المسافة *position*	$r\ (x, y, z)$	θ
الازاحة *displacement*	$s = \Delta r$	$\Delta\theta$
السرعة *velocity*	$v = dr\ /dt$	$\omega = d\theta\ /dt$
العجلة *acceleration*	$a = dv\ /dt$	$\alpha = d\omega\ /dt$

نماذج تطبيقية:

تطبيق - ١

حساب السرعة المتوسطة :

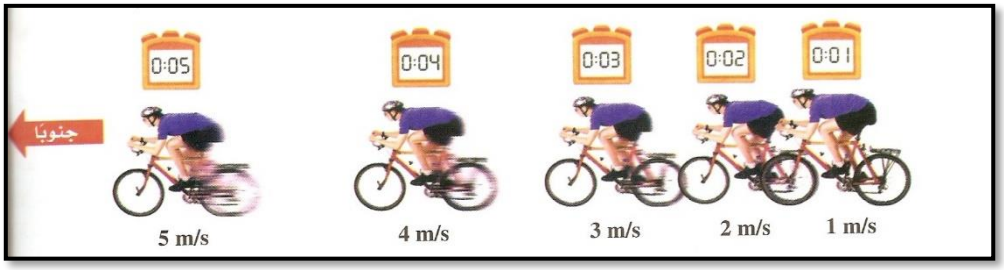
قطع سباح مسافة ٥٠ متر بين طرفي مسبح في زمن يبلغ ٢٥ثانية ماهي السرعة المتوسطة للسباح؟

$$\text{السرعةالمتوسطة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{السرعةالمتوسطة} = \frac{50}{25} = 2\text{متر/ثانية}$$

تطبيق - ٢

حساب العجلة المتوسطة:



يلاحظ من الرسم انه في كل ثانية تزداد سرعة الدراجة ١متر/ثانية جنوبا -تحسب العجلة المتوسطة كالتالي :

$$\text{العجلةالمتوسطة} = \frac{\text{السرعةالنهائية} - \text{السرعةالابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

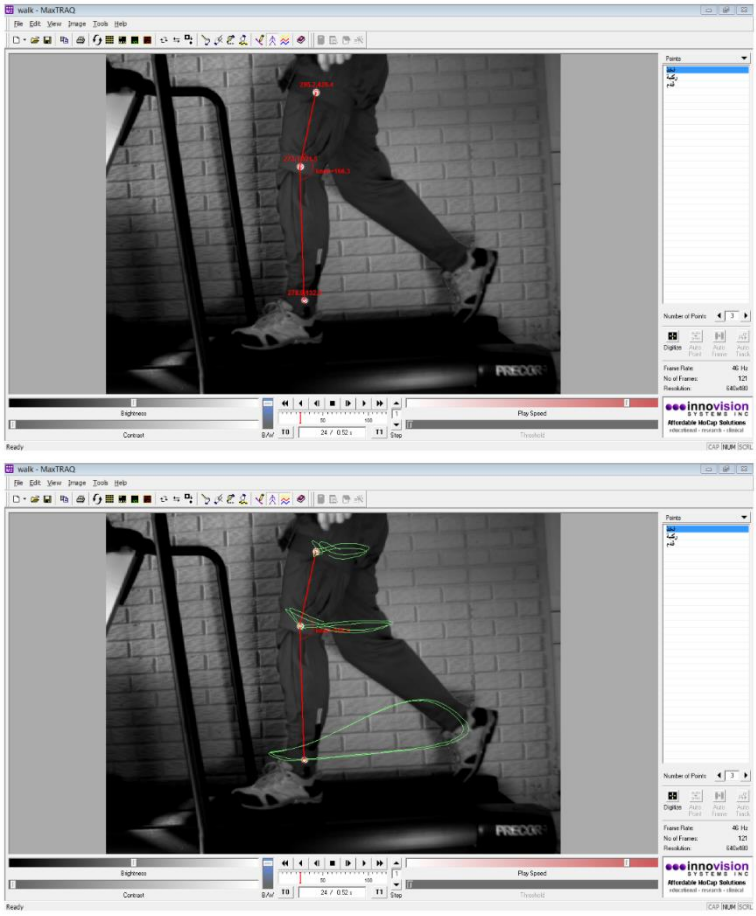
$$\text{العجلةالمتوسطة} = \frac{1-5}{1-5} = 1$$

الدراجة تسير بعجلة منتظمة ١**متر/ثانية**٢

تطبيق - ٣

تحليل كينماتيكي يدوى للمشى :

امامك صورة ملتقطة من برنامج تحليل حركى لفيديو المشى على السير المتحرك وهى عبارة عن خطوتين مشى للرجل اليسرى تم تصويرهم من المستوى الجانبى بكاميرا عالية السرعة(*).



امامك نتائج التحليل الحركى(*) للمشى على السير المتحرك وهى عبارة عن نتائج الاحداثى **x,y** لمفاصل الفخذ والركبة والقدم اثناء المشى على السير المتحرك وهذه الأرقام بالسنتيمتر.

* مصدر الفيديو http://www.innovision-systems.com/Downloads/Videos

* هذا النموذج قام بإعداده ***المؤلف*** من خلال تحليل فيديو للمشى باستخدام برنامج التحليل الحركى Maxtraq وتم الحصول على نتائج الاحداثيات x,y والزوايا باستخدام برنامج MaxMate المتوافق مع برنامج Microsoft excel

جدول ١ الاحداثى x,y لمفاصل الفخذ والركبة والقدم اثناء المشى

Frame	Time	فخذ.X	فخذ.Y	ركبة.X	ركبة.Y	قدم.X	قدم.Y	زاوية الركبة
1	0.000	329	429	306	328	443	216	116
2	0.217	301	439	260	343	284	156	149
3	0.435	296	421	275	318	252	133	175
4	0.652	314	433	307	324	337	138	167
5	0.870	355	437	377	329	433	147	174
6	1.087	366	427	397	323	509	171	160
7	1.304	315	426	297	325	440	218	117
8	1.522	289	440	254	342	289	157	149
9	1.739	294	420	274	317	254	136	175
10	1.957	306	426	299	320	327	138	168
11	2.174	345	431	368	326	421	148	176
12	2.391	363	424	395	321	499	169	163

من الجدول السابق نقوم بعمل جدول فروق مسافة وزمن وزاوية بان نقوم بطرح الرقم الذى بالصف الاسفل ناقص الصف الذى أعلاه مثال (نطرح الصف الثانى ناقص الصف الأول وهكذا).

جدول ٢ حساب الفروق

Frame	ΔTime	فخذ.ΔX	فخذ.ΔY	ركبة.ΔX	ركبة.ΔY	قدم.ΔX	قدم.ΔY	Δθ
1	0.000	0	0	0	0	0	0	0
2	0.217	-28	10	-46	15	-159	-61	33
3	0.217	-5	-18	15	-25	-33	-23	26
4	0.217	18	12	32	7	85	5	-8
5	0.217	41	4	70	5	97	9	7
6	0.217	11	-10	20	-6	75	24	-14
7	0.217	-50	-1	-100	2	-68	47	-44
8	0.217	-26	14	-43	17	-151	-60	33
9	0.217	5	-20	20	-25	-35	-22	26
10	0.217	11	6	25	3	73	2	-7
11	0.217	39	5	69	6	94	10	8
12	0.217	19	-8	26	-5	78	21	-14

جدول ٣ السرعات الافقية والراسية والزاوية

ω	قدم.VY	قدم.VX	ركبة.VY	ركبة.VX	فخذ.VY	فخذ.VX	Time	Frame
0	0	0	0	0	0	0	0.000	1
153	-279	-730	69	-212	44	-131	0.217	2
120	-105	-150	-114	69	-83	-22	0.217	3
-38	24	391	31	148	55	83	0.217	4
33	43	445	21	321	17	187	0.217	5
-65	109	347	-30	92	-44	50	0.217	6
-201	215	-315	11	-459	-4	-232	0.217	7
150	-278	-695	79	-198	66	-118	0.217	8
121	-99	-162	-116	94	-94	21	0.217	9
-34	11	334	13	115	30	53	0.217	10
39	44	433	28	319	21	180	0.217	11
-63	98	360	-24	122	-35	86	0.217	12

هذه السرعات في الجدول السابق بالسنتيمتر نقوم بتحويلها للمتر بالقسم على ١٠٠كما نحول السرعة الزاوية من الدرجة الستينية الى الدرجة النصف قطرية (راديان) بالضرب في ٠.٠١٧٤٥ في الجدول التالى.

جدول ٤ تحويل السرعات الافقية والراسية والزاوية

ω radian	قدم.VY	قدم.VX	ركبة.VY	ركبة.VX	فخذ.VY	فخذ.VX	Time	Frame
0	0	0	0	0	0	0	0.000	1
2.7	-2.8	-7.3	0.7	-2.1	0.4	-1.3	0.217	2
2.1	-1.0	-1.5	-1.1	0.7	-0.8	-0.2	0.217	3
-0.7	0.2	3.9	0.3	1.5	0.6	0.8	0.217	4
0.6	0.4	4.4	0.2	3.2	0.2	1.9	0.217	5
-1.1	1.1	3.5	-0.3	0.9	-0.4	0.5	0.217	6
-3.5	2.2	-3.1	0.1	-4.6	0.0	-2.3	0.217	7
2.6	-2.8	-7.0	0.8	-2.0	0.7	-1.2	0.217	8
2.1	-1.0	-1.6	-1.2	0.9	-0.9	0.2	0.217	9
-0.6	0.1	3.3	0.1	1.1	0.3	0.5	0.217	10
0.7	0.4	4.3	0.3	3.2	0.2	1.8	0.217	11
-1.1	1.0	3.6	-0.2	1.2	-0.3	0.9	0.217	12

في هذا الجدول تم تحويل السرعة الافقية والراسية والزاوية الى ارقام اسهل في الفهم وتتناسب مع الظاهرة المقاسة.

جدول ٥ العجلات الافقية والراسية والزاوية

α radian	ay.قدم	ax.قدم	ay.ركبة	ax.ركبة	ay.فخذ	ax.فخذ	Time	Frame
0	0	0	0	0	0	0	0.000	1
12.3	-12.9	-33.6	3.2	-9.8	2.0	-6.0	0.217	2
9.6	-4.8	-6.9	-5.2	3.2	-3.8	-1.0	0.217	3
-3.0	1.1	18.0	1.4	6.8	2.5	3.8	0.217	4
2.6	2.0	20.5	1.0	14.8	0.8	8.6	0.217	5
-5.2	5.0	16.0	-1.4	4.2	-2.0	2.3	0.217	6
-16.1	9.9	-14.5	0.5	-21.2	-0.2	-10.7	0.217	7
12.1	-12.8	-32.0	3.6	-9.1	3.0	-5.5	0.217	8
9.7	-4.6	-7.5	-5.3	4.3	-4.3	1.0	0.217	9
-2.8	0.5	15.4	0.6	5.3	1.4	2.4	0.217	10
3.1	2.0	20.0	1.3	14.7	1.0	8.3	0.217	11
-5.1	4.5	16.6	-1.1	5.6	-1.6	4.0	0.217	12

جدول ٦ محصلة السرعات الافقية والراسية والزاوية

حساب المحصلة:

محصلة السرعة =

الجذر التربيعي لمربع السرعة الافقية +الراسية

ω radian	vxy.قدم	vxy.ركبة	vxy.فخذ	Time	Frame
0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	1
2.7	7.8	2.2	1.4	0.217	2
2.1	1.8	1.3	0.9	0.217	3
-0.7	3.9	1.5	1.0	0.217	4
0.6	4.5	3.2	1.9	0.217	5
-1.1	3.6	1.0	0.7	0.217	6
-3.5	3.8	4.6	2.3	0.217	7
2.6	7.5	2.1	1.4	0.217	8
2.1	1.9	1.5	1.0	0.217	9
-0.6	3.3	1.2	0.6	0.217	10
0.7	4.4	3.2	1.8	0.217	11
-1.1	3.7	1.2	0.9	0.217	12

جدول ٧ محصلة العجلات الافقية والراسية والزاوية

α radian	axy.قدم	axy.ركبة	axy.فخذ	Time	Frame
0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	1
12.3	36.0	10.3	6.4	0.217	2
9.6	8.4	6.1	3.9	0.217	3
-3.0	18.0	7.0	4.6	0.217	4
2.6	20.6	14.8	8.6	0.217	5
-5.2	16.8	4.5	3.1	0.217	6
-16.1	17.6	21.2	10.7	0.217	7
12.1	34.5	9.8	6.2	0.217	8
9.7	8.8	6.9	4.4	0.217	9
-2.8	15.4	5.3	2.8	0.217	10
3.1	20.1	14.8	8.4	0.217	11
-5.1	17.2	5.7	4.3	0.217	12

تطبيق - ٤

رسم بيانى:

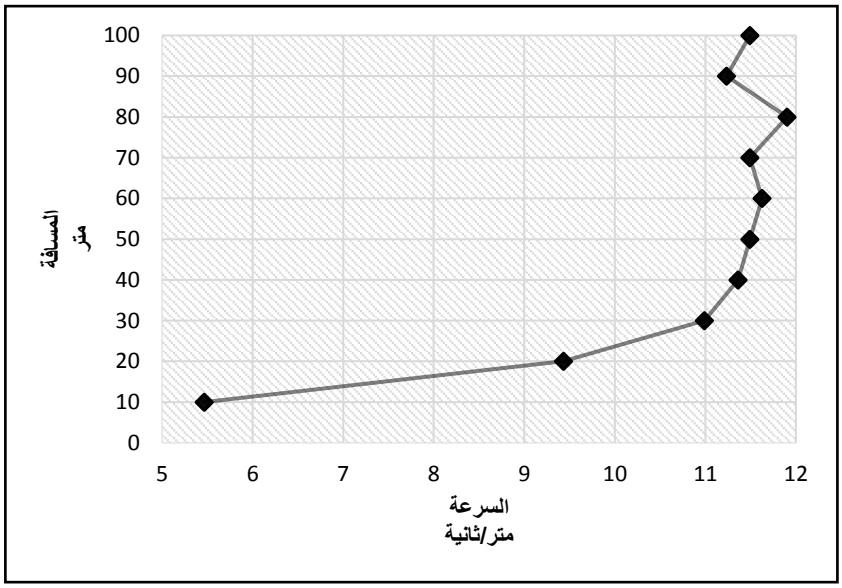
مسافة	زمن
10	1.83
20	1.06
30	0.91
40	0.88
50	0.87
60	0.86
70	0.87
80	0.84
90	0.89
100	0.87

امامك ازمنة بطل العالم لسباق ١٠٠متر عدو في كل ١٠ متر قطعها – المطلوب عمل رسم بيانى للسرعة مع المسافة.

الحل

ايجاد السرعة لكل ١٠ متر على حدة بقسمة ١٠متر على زمن المسافة .

التمثيل البيانى –عمل محورين س، ص وتمثيل البيانات عليهما



يتضح من الرسم البيانى ان اقصى سرعة وصل اليها العداء هي الـ٨٠متر الثامنة وقطعها بسرعة ١١.٩٠متر/ثانية واقلها هى الـ١٠متر الاولى وقطعها

بسرعة ٥,٤٦ متر/ثانية ومتوسط السرعة التي جرى بها السباق ١٠,١٤ متر/ثانية.

تطبيق – ٥

مسافة التعجيل:

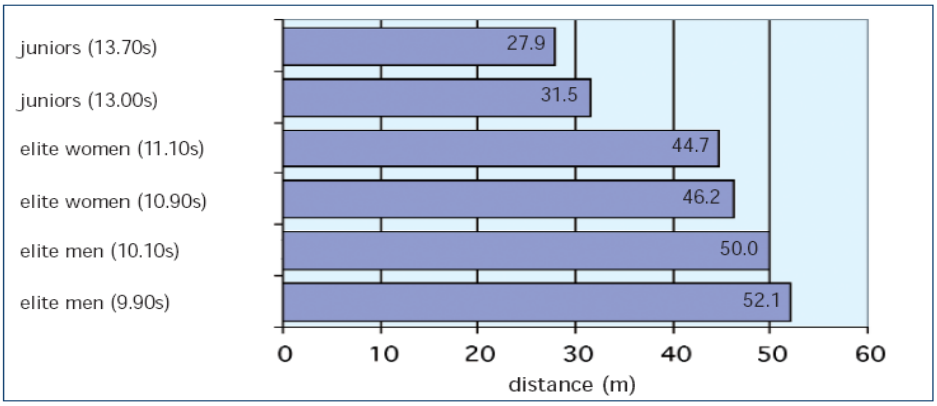


Figure 6: Length of the phase of positive acceleration for selected groups of performers

مسافة تزايد السرعة في سباق ١٠٠متر عدو1رسم توضيحي

يوضح الشكل السابق مسافة العجلة التزايدية لمستويات مختلفة في سباق ١٠٠متر عدو كالتالى:

- مستوى الناشئين الذى مستواهم الزمنى ١٣,٧٠ثانية مسافة التعجيل لديهم ٢٧,٩متر
- مستوى الناشئين الذى مستواهم الزمنى ١٣,٠٠ثانية مسافة التعجيل لديهم ٣١,٥متر
- مستوى السيدات الذى مستواهم الزمنى ١١,١٠ثانية مسافة التعجيل لديهم ٤٤,٧متر
- مستوى السيدات الذى مستواهم الزمنى ١٠,٩٠ثانية مسافة التعجيل لديهم ٤٦,٢متر
- مستوى الرجال الذى مستواهم الزمنى ١٠,١٠ثانية مسافة التعجيل لديهم ٥٠,٠متر
- مستوى الرجال الذى مستواهم الزمنى ٩,٩٠ثانية مسافة التعجيل لديهم ٥٢,١متر

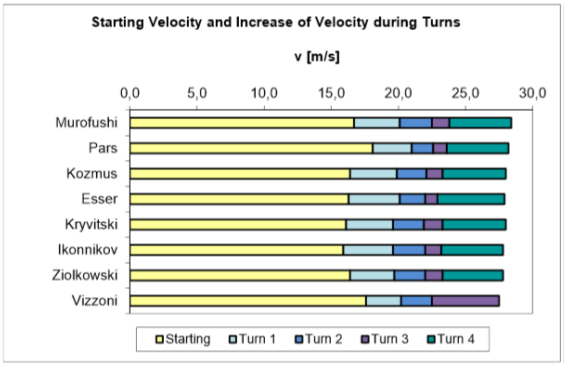
من البيانات السابقة نستطيع تدريب عدائينا على حسب المستوى الزمنى الذى يحققه وهو ان نحدد لكل عداء مسافة تزايد السرعة التي تناسبه لان الاطالة او التقصير فيها

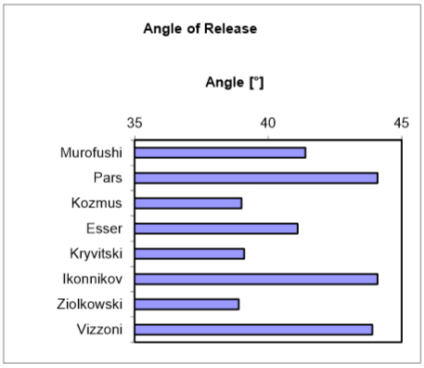
يؤدى الى التاثير على المجهود المبذول وبالتالي المستوى الرقمى وبهذه التدريبات يكون لكل عداء حس في تزايد السرعة ويتم ذللك بتقسيم المسافات وربط ذلك بالسرعة حتى يصل الى السرعة المستهدفة .

تطبيـق - ٦

جدول ١ نتائج التحليل الكينماتيكى لأبطال اطاحة المطرقة السيدات في نهائيات بطولة العالم ٢٠١١*

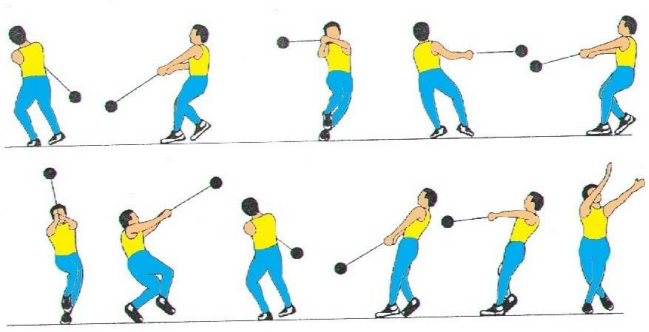
اسم اللاعب	عدد المحاولات	المسافة [m]	بداية السرعة [m/s]	تزايد السرعة				سرعة التخلص [m/s]	زاوية التخلص [°]
				دوران 1 [m/s]	دوران 2 [m/s]	دوران 3 [m/s]	دوران 4 [m/s]		
Lysenko	3	77,13	16,4	4,5	2,3	0,8	3,8	27,8	43 , 1
Heidler	5	76,06	18,4	2,6	1,7	1,0	3,9	27,6	40 , 1
Zhang	1	75,03	17,9	3,1	1,9	1,1	3,4	27,4	42 , 6
Moreno	3	74,48	14,4	4,0	2,9	1,6	4,4	27,3	41 , 1
Wlodarczyk	1	73,56	15,5	3,7	2,6	1,3	4,4	27,4	36 , 6
Perie	6	72,04	16,2	2,9	2,4	0,9	4,4	26,8	40 , 3
Klaas	4	71,89	17,5	2,8	1,8	0,8	3,9	26,7	41 , 9
Marghieva	5	70,27	13,6	5,2	2,5	1,1	4,0	26,4	43 , 1





© Olympiastützpunkt Hessen 2012
http://www.osp-hessen.de

* مصدر النتائج موقع الاتحاد الدولى www.iaaf.org تقرير بعنوان *Biomechanical Analysis of the Hammer Throw*
13 th IAAF World Championships in Athletics - Daegu - 29th August/4th September 2011



تطبيق - ٦

الاحتمالات الكينماتيكية لزيادة سرعة الجرى :

سرعة العداء **V** = طول الخطوة **L** × تردد الخطوة **F**

طول الخطوة = المسافة الكلية ÷ عدد الخطوات

تردد الخطوة = عدد الخطوات ÷ الزمن الكلى

الاحتمالات الكينماتيكية :

1. $V + \Delta V = L.(F + \Delta F)$
2. $V + \Delta V = (L + \Delta L).F$
3. $V + \Delta V = (L + \Delta L).(F + \Delta F)$
4. $V + \Delta V = (L + \Delta L).(F - \Delta F)$
5. $V + \Delta V = (L - \Delta L).(F + \Delta F)$

} بشرط أن يكون الناتج اكبر من قيمة $V = L.F$

احتمالات زيادة سرعة عداء ١٠٠متر

الاحتمالات	الزمن (ث)	عدد الخطوات	معدل السرعة (م/ث)	طول الخطوة (متر)	تردد الخطوة خطوة/ثانية	زيادة طول الخطوة	زيادة التردد	معدل السرعة الجديد	الزمن الجديد	الزمن القديم
1	10	44	10	2.27	4.40	2.30	4.40	10.12	9.881	10

10.5	10.24	9.768	4.4	2.22	4.286	2.22	9.52	45	10.5	2
9.88	9.662	10.35	4.6	2.25	4.453	2.27	10.12	44	9.88	3
11.04	10.95	9.131	4.348	2.1	4.348	2.08	9.058	48	11.04	4
12	12.2	8.2	4	2.05	4.167	2.00	8.333	50	12	5

تحسن الزمن في الاحتمالات الأربعة الأولى ولكن في الاحتمال الخامس لم يتغير الزمن بالرغم من تغير طول الخطوة وترددها.

يمكن من خلال تحليل زمن الـ (١٠٠متر) وبمعرفة مجموع الخطوات التي يقطع بها العداء هذه المسافة، التعرف على قيم كل من طول الخطوة وترددها وتحديد الضعف في هذه العوامل الذي يؤدي الى ضعف في معدل السرعة والانجاز الكلي والذي يعطي فكرة عن الصفات البدنية التي تؤثر بشكل مباشر على هذه المتغيرات، وبالتالي المساعدة في بناء برنامج تدريبي لتطويرها، ويمكن توضيح ذلك من المثال التالي:

عندما يكون لدينا عداءين اثنين يمتلكان الأزمان التالية في ١٠٠ متر:

الأول يحقق زمن ٩,٩٢ ث (زمن إنجاز العداء الأول) ويعمل ٤٤ خطوة على طول مسافة السباق عل سبيل المثال.

الثاني يحقق زمن ١٠,٥٠ث (زمن إنجاز العداء الثاني) ويعمل ٤٨ خطوة على طول مسافة السباق أيضا على سبيل المثال.

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

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

يكون معدل سرعة العداء الأول ١٠,٠٨ م/ث وللثاني ٩,٥٢ م/ث

ثانيا-نستخرج طول خطوة الجرى لكل عداء (كمعدل) بقسمة المسافة الكلية على عدد الخطوات لكل عداء

فيكون معدل طول خطوة العداء الأول ٢,٢٧ متر وللثاني ٢,٠٨ متر، أذن الفرق بين طول الخطوتين هي٠,١٨ سم أي انه في كل خطوة يكون الفرق ثابت وهو (٠,١٨ سم وهذا الفرق يكون لصالح العداء ذو الزمن الأقل ويكون ٠,١٨ × ٤٤ خطوة =٧,٩٢ متر) أي يصل العداء ذو الزمن الأقل قبل الآخر بمسافة (٧,٩٢ متر) ، وإذا أريد زيادة كفاءة العداء الثاني ، فيجب أن نعمل إما على زيادة طول خطوته أو زيادة تردد خطواته، فلو فرضنا أننا نعمل على زيادة طول خطوته من ٢,٠٨ متر إلى ٢,١٢ متر أي بزيادة ٤ سم وهذه الزيادة ممكنة جدا لأنها لا تؤثر على زوايا جسم الرياضي

أثناء الجرى ولأنها من الممكن تحقيقها بسهولة أما بالتأكيد على تطوير تكنيك الخطوة أو بأجراء تدريبات الوثب المختلفة لتطوير القوة السريعة ، وبذا نرجع إلى المعادلات السابقة لنرى مدى الفائدة من هذه زيادة معدل طول الخطوة فنقول :

أولا-إن معدل السرعة = طول الخطوة × ترددها

في هذه الحالة يكون تردد الخطوة بالنسبة للعداء الثاني هو :

٩,٥٢ \ ٢,٠٨ =٤,٥٧ خ/ث

(ملاحظة يمكن ان نستخرج تردد الخطوات بقسمة عدد الخطوات على الزمن، وفي هذه الحالة يكون ناتج ٤٨ خ / ١٠,٥٠ث = ٤,٥٧ خ/ث وهو نفس الناتج اعلاه)

ثانيا-الان لو فرضنا إن هذا التردد يمكن تحقيقه مع الزيادة في طول الخطوة (٤ سم) فيكون معدل السرعة هنا = ٢,١٢م ×٤,٥٧ خ/ث

وهو يساوي = ٩,٧٠ م/ث

ثالثا -فلو رجعنا إلى معادلة السرعة (س= م/ن) وطبقناها لاستخراج الزمن الجديد بعد تطوير طول الخطوة، فنقول

بما أن السرعة هي ٩,٧٠م /ث= ال مسافة ١٠٠م \ الزمن مجهول

آذن الزمن = ١٠,٣٠ ثانية أي بنقصان ٠,٢٠ ثانية عن الوقت الأصلي

وهذا يمكن تحقيقه فقط بالتركيز على تكنيك الخطوات وتدريباتها (رفع الركبة أثناء الجرى والمرجحة الصحيحة وتطبيقات عزوم قصور الرجلين الذاتية الصحيحة وكذلك تناسق عزوم قصور الذراعين والجذع بما يتناسب وتحقيق التناسق بالشكل الصحيح والامثل والذي يعطي امكانية لتحقيق المسافة المناسبة لمرحلة الطيران)، فضلا عن ذلك يمكن تنفيذ تدريبات القوة المميزة بالسرعة بالصورة الصحيحة وتمارين البليومترك الخاصة، والتي تطور من زمني الارتكاز والطيران لخطوات ركض العداء وهذا يعني إن زمن الدفع اللحظي يكون جدا قصير ويعطي ردود أفعال عالية أثناء الدفع لتطبيق حركات الارتكاز والطيران عند العدو.

هذه واحدة من المشاكل العلمية التي تخص الأداء الفني لاحد الفعاليات ذات الأداء المميز بالسرعة القصوى والتي يجب الانتباه لها إذا كان لدينا عداء يمتلك مواصفات بدنية وفسيولوجية وجسمانية جيدة والذي من الممكن إن يكون لديه مؤهلات عداء سرعة.وماتم تطبيقه من تطوير في سرعة عداء ١٠٠ متر، يمكن إن نطبقه على تدريبات السرعة لمختلف الألعاب بالاعتماد على هذه القيم الرقمية. وكذلك في تدريبات السباح.

2.5

الباب الثانى

التحليل الكمى

الفصل الخامس

التحليل الكيناتيكى

اهداف الفصل

بعد نهاية هذا الفصل ينبغي ان تكون على دراية بـ :

- متغيرات التحليل الكيناتيكى
- كيناتيكا الحركة الخطية والدورانية
- تطبيق التحليل الكيناتيكى على الحركات الرياضية

التحليل الكيناتيكى kinetic analysis

التحليل الكيناتيكى[٩] هو ثالث مستويات التحليل الكمى البيوميكانيكي وهو *عبارة عن وصف لتأثير القوة الداخلية والخارجية كمسببات لحركة جسم الانسان الخطية او الزاوية في الفراغ وفى أكثر من بعد.*

وتعتبر القوة الميكانيكية هي الأساس في التحليل الكيناتيكى فعند إضافة متغير الزمن معها تصبح دفع قوة وعند إضافة المسافة معها تصبح شغل وعندما تكون القوة دورانية تصبح عزم قوة، ونظرا لهذه الأهمية للقوة في تطبيق التحليل الكينماتيكى سوف نفسر القوة من حيث المفهوم والانواع وتحليل والتطبيق.

تعرف القوة في الفيزياء على أنها *مؤثر يؤثر على الأجسام فيسبب تغييراً في حالته أو اتجاهه أو موضعه أو حركته*. القوى هي كميات متجهة (لها مقدار واتجاه)، وتسبب في تعجيل الجسم بمقدار معين.

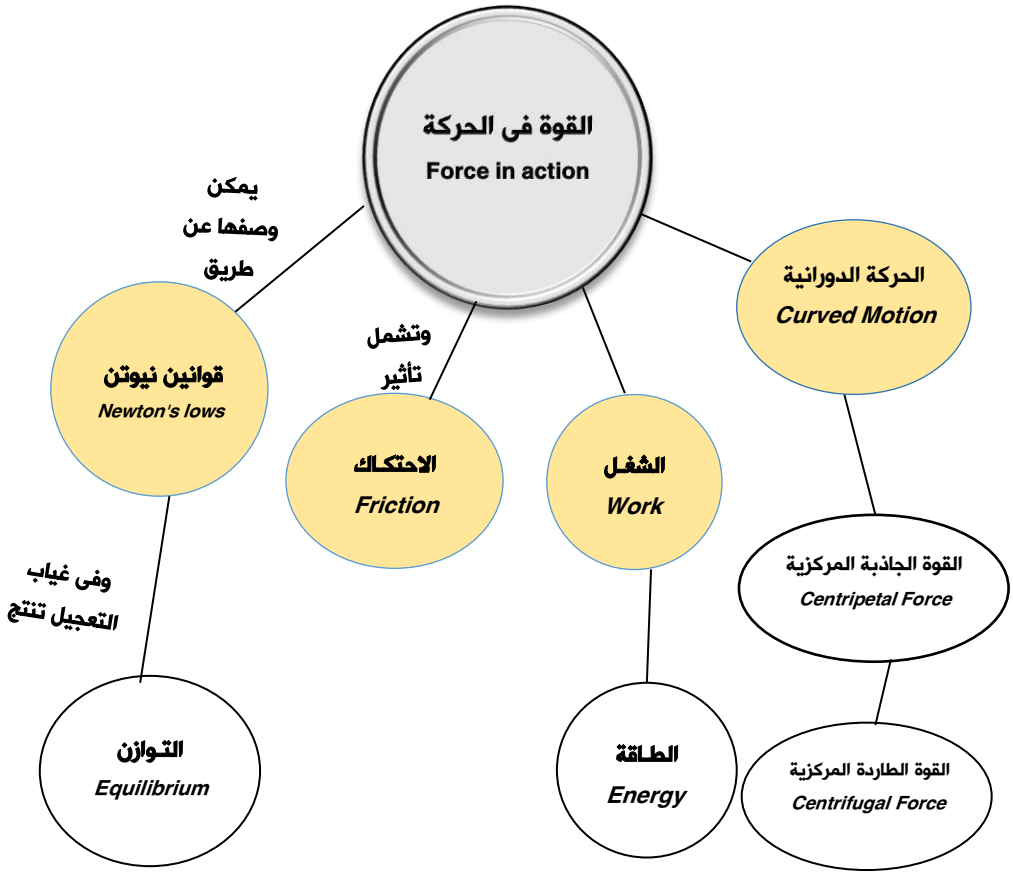
تعرف محصلة القوى في علم الميكانيك بأنه مجموع القوى المؤثرة على جسم حيث يتم إضافة كل قوة بشكل مستقل إلى الآخر. فعلى سبيل المثال، إذا أثرت قوتين متعاكستين بالاتجاه ومتساويتين بالشدة على جسم فإن محصلة

[٩] الكيناتيك هو أحد فروع الميكانيكا الكلاسيكية والتي تصف القوة كمسبب لحركة الاجسام في الفراغ .

هاتين القوتين هي الصفر. أما إذا كانت القوتين متساويتين بالشدة وفي نفس الاتجاه فإن محصلة هاتين القوتين هما مجموع القوتين.

القوة هي مسبب الحركـة في الانسان وهي التي تسبب انتقاله بشكل بطئ او سريع وفقا للهدف من هذه الحركة.

ويمكن وصف القوة في الحركة بشكل عام كما بالشكل التوضيحى [1] والذى يوصف التأثير القوة من خلال تفسيرات قوانين نيوتن للحركة والتوصيف الاخر من حيث الطاقة و أيضا عندما تكون الحركة دورانية.

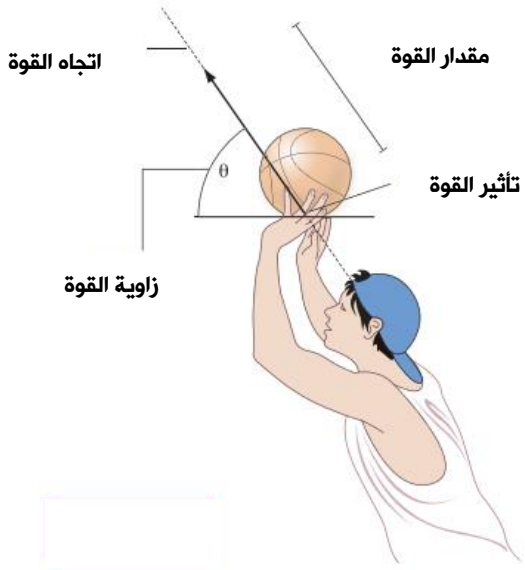


رسم توضيحي ١/٨ وصف تأثير القوة في الحركة

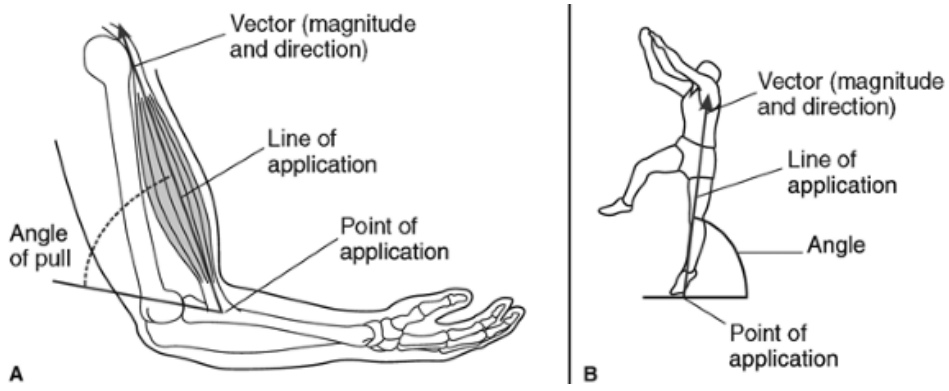
تحليل القوة:

لتحليل القوة ينبغي معرفة أربع خصائصها وهي :

١. **نقطة التأثير**
٢. **زاوية**
٣. **الاتجاه**
٤. **المقدار**



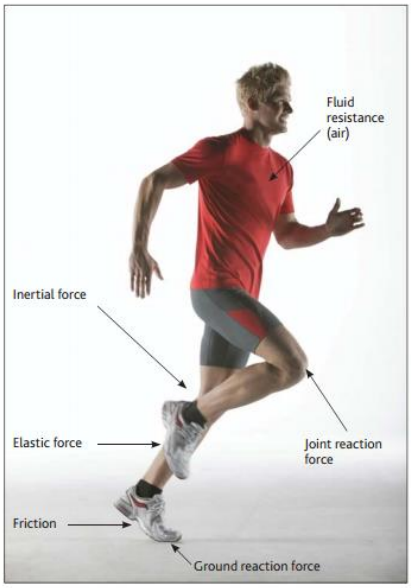
والهدف من ذلك انه عندما نريد اجراء تحليل كيناتيكى فإننا لكى نقوم بتحليل القوة بشكل صحيح فانه يجب معرفة هذه العناصر الاربعة كما بالشكل.



شكل توضيحى ٢/٨ تحليل القوة الداخلية والخارجية

يتضح من الشكل السابق **A** كيفيفة تحليل القوة الداخلية للعضلات والشكل **B** تحليل القوة المتولدة من رد فعل الأرض لقدم ارتقاء لاعب الوثب العالى.

وبتحليل القوى المؤثرة على حركة الجرى نجد انها ستة أنواع :



١. **قوى مقاومة الهواء**
٢. **قوة المفاصل**
٣. **قوة الاحتكاك**
٤. **قوة رد فعل الأرض GRF**
٥. **قوة ارتدادية**
٦. **قوة القصور الذاتى**

جدول (١/٨) مقادير القوى في الأنشطة الحركية بالنسبة لوزن جسم الانسان[١٠]

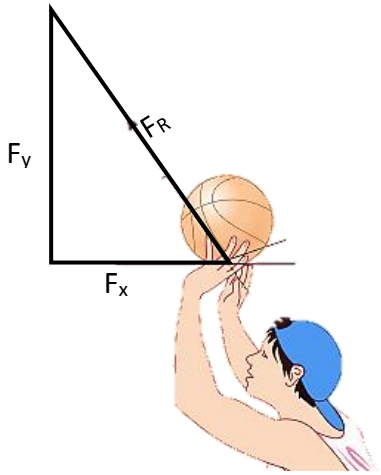
النشاط الحركى	القوة النسبية نيوتن/وزن الجسم
اقصى وثب عمودى	8.3-1.4
	2.2
الهبوط من قفزة القرفصاء	5.4-1.5
الهبوط على ارض صلبة من ارتفاع ٠,٤٥متر	7-5
هبوط من التعلق على قضبان افقية	11.6-8.2
الهبوط على قدم واحدة من الشقلبة الخلفية المزدوجة	10.6-9.3
هبط ارتدادى في كرة السلة	1.3-6.0
الوثب العمودى على ارض صلبة	3>
الوثب العمودى على ارض لينة	2
القوى الراسية في الوثب الثلاثى	
الحجلة	10-7
الخطوة	12-8
الوثبة	12.2-7.1
القوى الامامية والخلفية في الوثب الثلاثى	
الحجلة	3.3-2.1
الخطوة	3.2-1.7
الوثبة	3.9-1.7
التصويب من القفز بنقطتين في كرة السلة	
الراسى	2.6
الافقى	0.5
المشى (الراسى)	1.5-1
القوة الضاغطة على مفصل القدم	5.5-3
قوى رد فعل فى مفصل القدم	5.2-3.9
قوى رد فعل في المفصل تحت مفصل القدم	2.8-2.4
الجرى (الراسى)	3.5-2
قوة العظم على العظم في مفصل القدم	13
قوة الوتر الرضفى	6.9-4.7
قوة رضفة الفخذ	11.1-7.0
قوة اللفافة الأخمصية في القدم	2.9-1.3
قوة وتر اكيليس	
المشى	3.9
الجرى	7.7
اقصى قوى على الفخذ	
المشى	4.8-2.8
الجرى البطئ	5.5
الجرى على ارض غير مستوية	7.2

[٩] المصدر مترجم من كتاب انجليزى بعنوان اساس بيوميكانيكى لحركة الانسان
2009 (Author)Joseph Hamill , Kathleen M. Knutzen Biomechanical Basis of Human Movement, 3rd Edition

حساب محصلة القوى

هنالك طريقتين لحساب محصلة القوى عندما يكون هناك مركبتين افقية وراسية للقوة :

١. باستخدام نظرية فيثاغورث



لحساب محصلة القوة الافقية **Fx** والراسية **FY** ومحصلة القوة **FR** يتم تمثيلهم على مثلث فيثاغورث القائم الزاوية وذلك لحساب المحصلة كما بالقانون التالى :

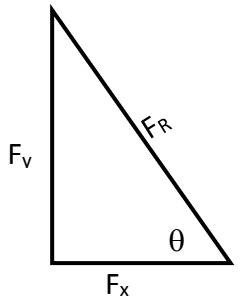
$$FR^2 = FX^2 + FY^2$$

OR $$FR = \sqrt{FX^2 + FY^2}$$

ويعنى ذلك ان محصلة القوة =الجذر التربيعى للقوة الافقية +الراسية

٢. باستخدام علم المثلثات[١١]

بمعلومية الزاوية المنحصرة بين القوة الافقية ومحصلة القوة يمكن الحصول على اى مقدار ناقص من المعادلات التالية اما بتطبيق المعادلة او بضرب الوسطين في الطرفين.



$$\sin\theta = \frac{FY}{FR}$$

$$\cos\theta = \frac{FX}{FR}$$

$$\tan\theta = \frac{FY}{FX}$$

[١١] **علم المثلثات** أو **حساب المثلثات** (باللاتينية: Trigonometria) هو فرع من الرياضيات يدرس الزوايا والمثلثات والتوابع المثلثية كالجيب والجيب التمام.

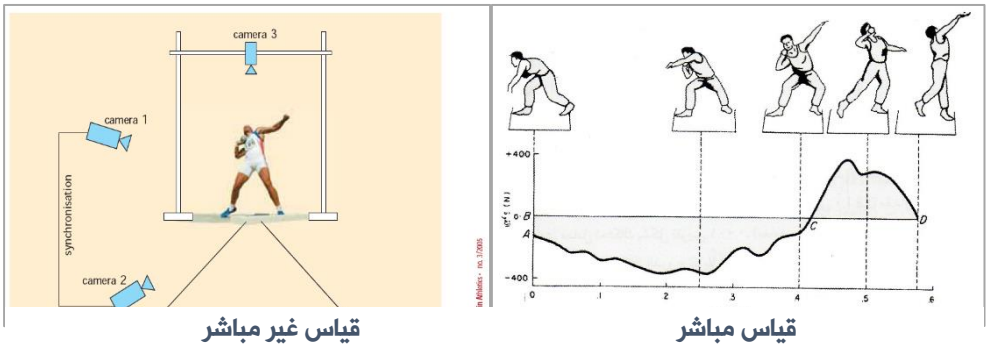
القياس الكيناتيكى:

عندما يتحرك الجسم فانه يحدث قوة ويكون تحت تأثير قوة طبقا لما فسرته قوانين الحركة الثلاثة، وعندما نريد ان نعرف قيمة القوة التي أحدثها جسم الانسان للتغلب على القوة المعيقة كما في دفع الجلة مثلا عندما يريد الرامى دفع الجلة لأبعد مسافة ممكنة فانه يحتاج الى توليد قوة من جسمه -والسؤال هنا كيف نقدر قيمة هذه القوة؟ للإجابة على هذا السؤال يجب ان نعلم ماهى طرق قياس الكيناتيكية؟

طرق القياس الكيناتيكية:

١ . **طريقة مباشرة:** وفيها يتم تقدير القوة باستخدام أجهزة القياس مثل منصات القوة والسنسور

٢ . **طريقة غير مباشرة:** وفيها يتم تقدير القوة بناء على التحليل الكينماتيكى للحركة



قياس غير مباشر قياس مباشر

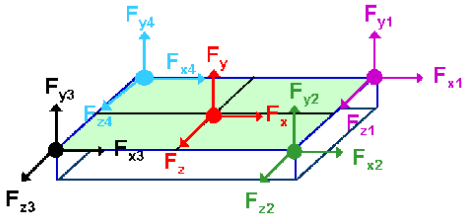
رسم توضيحي ٣/٨ طرق القياس الكيناتيكية

الطريقة المباشرة

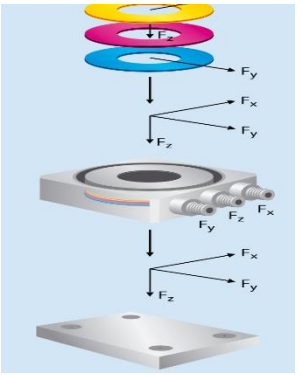
منصة قياس القوة force plate form

هي عبارة عن ميزان الكترونى حساس له القابلية على قياس القوة الافقية **Fx** والعمودية **Fy** والعميقة **Fz** ومحصلة القوة **FR** وتستجيب المنصة لمقدار التغير في تعجيل الجسم طبقا لقانون نيوتن الثالث وتستند فكرة عمل المنصة على قانون نيوتن الثانى الذى ينص على ان القوة تساوى الكتلة × التعجيل وتظهر النتائج في شكل رسم بيانى لمحورين أحدهما عمودى يمثل القوة والأخر افقى يمثل الزمن.

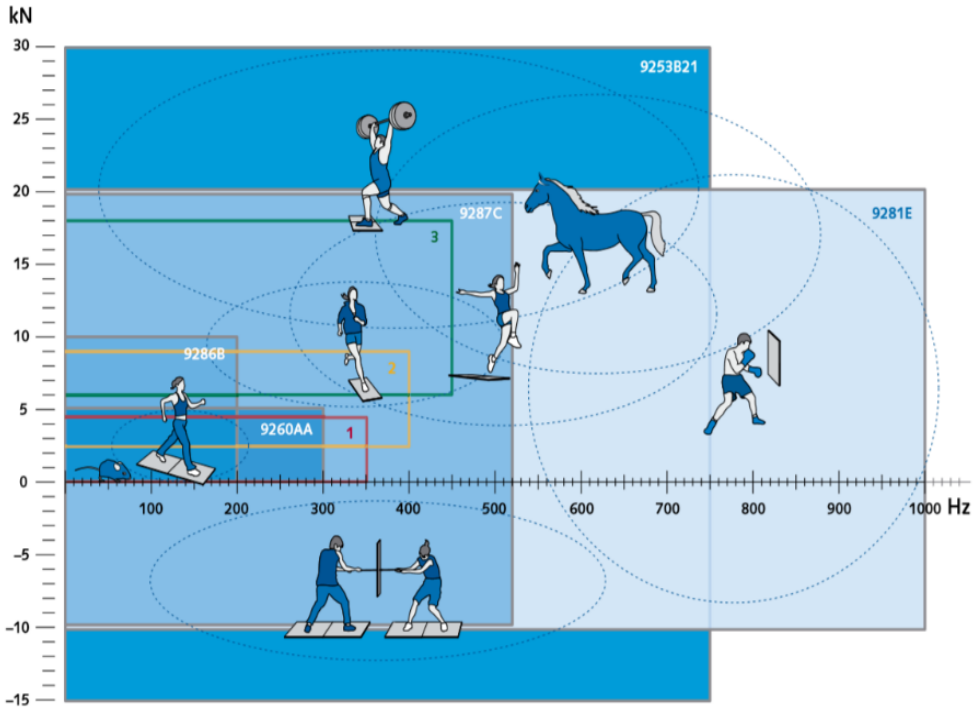
رسم توضيحي ٤/٨ منصة قياس قوة رباعية الأركان



رسم توضيحي ٥/٨ فكرة عمل منصة كيسلر



رسم توضيحي ٦/٨تطبيقات منصة كيسلر kistler لقياس القوة*



جدول ٢/٨ مكونات منصة قياس القوى

لاب توب مزود ببرنامج BioWare®	محول USB للبيانات	كابل	منصة قوى

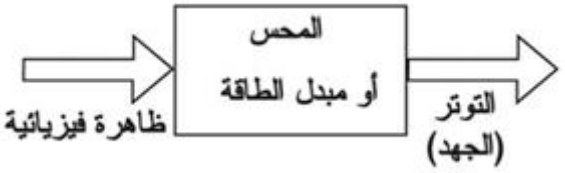
* المصدر موقع www.kistler.com

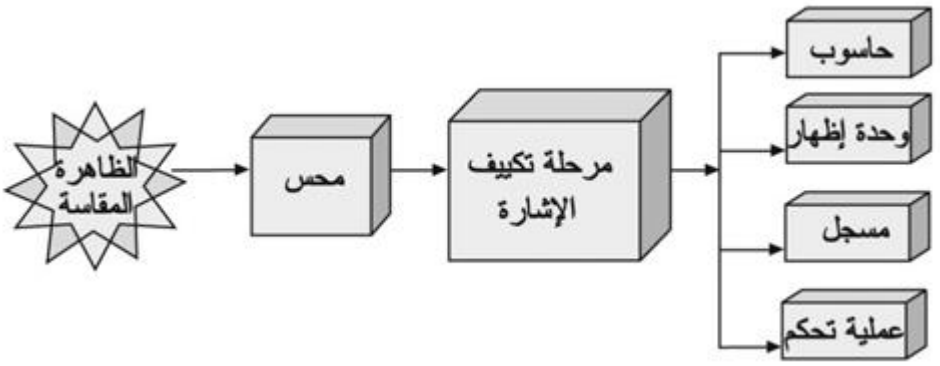
السنسور Sensors

الحساس أو المِكشاف أو المُستشعِر أو المحس أو أداة الاستشعار هو آلة او جهاز يعمل لكشف الحالة المحيطية الفيزيائية.

فكرة عمل السنسور:

تقوم بتحويل الإشارات الواردة من هذا الوسط إلى شكل يستطيع الإنسان فهمه والاستفادة منه وغالبا ما يتم ربط هذه الأجهزة مع اجهزة الحاسوب بهدف الحصول على نتائج دقيقة وللحساسات أنواع كثيرة بحسب الاستخدام.





تقوم السنسور **sensors** أو مبدلات الطاقة **transducers** بتحويل المقدار المقاس (الظاهرة المقاسة) إلى إشارة كهربائية (إشارة جهد أو تيار)

يمكن التعامل معها بسهولة من حيث قياسها أو التحكم بها أو نقلها، يمثل الشكل مخططاً لمبدأ عمل المحس.

يتألف نظام القياس أو نظام التحكم من ثلاثة أجزاء أساسية هي :

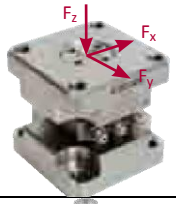
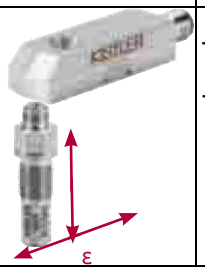
- مرحلة الدخل : وتتمثّل بالمحس المستخدم في عملية القياس.
- مرحلة تكييف الإشارة : وتمثل دارة القياس.
- مرحلة الخرج : وتمثل مرحلة إظهار نتيجة القياس أو القيام بعملية تحكم.

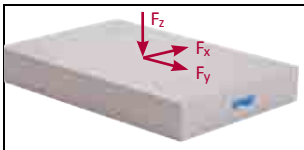
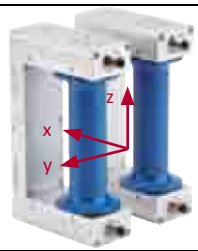
أنواع السنسور

نظرا لوجود عدد كبير من السنسور، وانطلاقاً من الظاهرة المقاسة يمكن ترتيب أنواع هذه السنسور ضمن المجموعات الآتية، حيث يتوافر لكل مجموعة صفة مشتركة بين السنسور الموجودة ضمنها، وذلك لسهولة البحث عن سنسور معين وفقاً للظاهرة المقاسة : السنسور الميكانيكية، الحرارية، الكهربائية، المغنطيسية والضوئية والإشعاعية، والفوق صوتية، والكيميائية.

والنوع الذى يناسب التحليل الكيناتيكى هو السنسورات الميكانيكية **mechanical sensors** وتستخدم أنواع عدة من السنسور لقياس المقادير الميكانيكية، مثل الضغط والإزاحة والموضع والسرعة والتسارع والعزم والقوة.

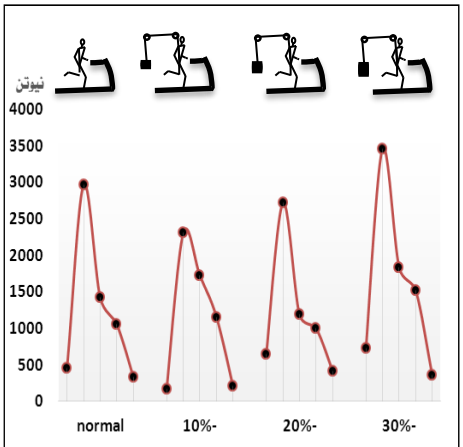
جدول ٣/٨ توصيف لأنواع سنسورات القوى

التوصيف	المدى	المنتج
سنسورات القوة **أربع سنسورات من نوع كيسلر يمكن استخدامها في القياس المباشر والغير مباشر في اتجاه واحد او اكثر من اتجاه**	1 mN ... 20 MN	
سنسورات للقوى الضئيلة جدا **تصميم خاص من هذه السنسور يوفر حساسية أعلى ٣٠ مرة من السنسورات الاخرى**	0 ,5 ... 500 N	
سنسورات التحميل **كيسلر سنسورات التحميل قوية وبها تنوعا غير عادي في التطبيق.**	2,5 ... 1 200 kN	
سنسورات التحميل **قياس مكونات القوة المتعامدة الثلاثة بشكل مستقل.**	2 ... 60 kN	
أجهزة سنسور مصغرة **حجم صغير للغاية، والتردد الطبيعي عالية ومتكاملة كابل ربط تمكين الاستخدام في ظل ظروف حرجة في تصاعد مستمر.**	0 ,5 ... 2,5 kN	
سنسورات الضغط (طولية / عرضية) **هذا النوع من أجهزة السنسور يقيس الضغط من الهيكل الذي يتم تركيبه ويوفر القياس غير المباشر من القوى العالية جدا.**	–600 ... 600 με, –1 500 ... 1 500 με	

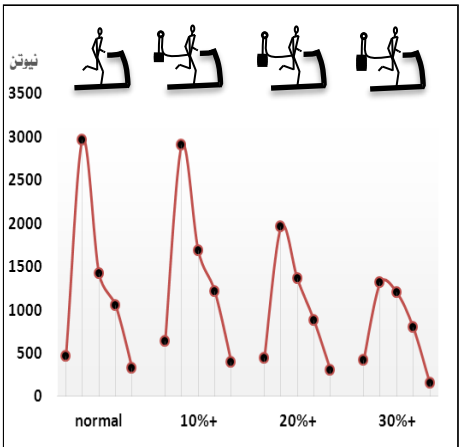
لوحة القوة المتعددة المكونات **يستخدم هذا اللوحة ٤ اركان حمل متعدد المكونات لتمكين قياس القوى المتعامدة، لحظات تطبيق القوة**	**–10 ... 30 kN**	
سنسور قياس الضغط **تكنولوجيا كيسلر لقياس الضغط اثناء السكون والحركة تتميز دقة وموثوقية ومرونة.**	**0,1 ... 10 000 bar**	
نظام قياس قوة اليد **يستخدم في الارجونوميكس، والميكانيكا الحيوية والصحة والسلامة المهنية.**	**–1 ... 1 kN**	

الطريقة الغير مباشرة

تعتمد هذه الطريقة على حساب المعادلات الكيناتيكية من متغيرات التحليل الكينماتيكى وتعتبر هذه الطريقة أسهل من الطريقة المباشرة التي تحتاج الى أجهزة ومعدات ، وعندما لا تتوفر مثل هذه الأجهزة فيلجأ الباحثين



مقارنة منحنى القوة لخطوة الجرى على السير المتحرك بالوزن الطبيعى وتقليل الوزن بنسب ١٠-٢٠-٣٠٪



مقارنة منحنى القوة لخطوة الجرى على السير المتحرك بالوزن الطبيعى وزيادة الوزن بنسب ١٠-٢٠-٣٠٪

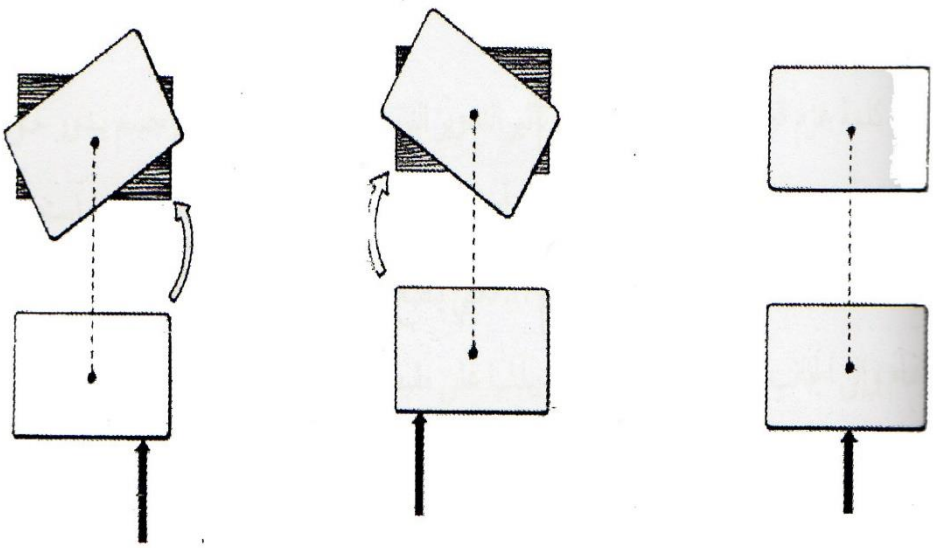
الى حساب القوة باستخدام المعادلات الميكانيكية ويطبق هذا بتتبع حركة مركز ثقل الجسم او أحد وصلاته.

يتضح من الشكل السابق اختلاف في مقادير محصلة القوة الميكانيكية لخطوة الجرى على السير المتحرك فزادت القوة عند تقليل وزن الجسم بنسبة ٣٠٪ بمساعدة الجهاز وقلت القوة عندما قام اللاعب بشد وزن زائد.

وفى هذا الشكل قد تم الحصول على محصلة القوة عن طريق متغيرين كينماتيك هما كتلة اللاعب ومحصلة العجلة التي تم الحصول عليها عن طريق محصلة السرعة على الزمن.

متغيرات التحليل الكيناتيكى *kinetic analysis variables*

ذكرنا في السابق ان القوة هي المتغير الأساسي في التحليل الكيناتيكى فاذا اثرت هذه القوة على جسم ودفعته او جذبته من مركز ثقله يكون نوع الحركة هنا حركة خطية نتيجة لتأثير قوة مركزية على الجسم، اما إذا ابتعد تأثير هذه القوة عن مركز الثقل كانت القوة لامركزية (عزم قوة) والحركة دورانية.



يتضح من الشكل السابق انه إذا اثرت قوة على جسم عموديا على مركز ثقله فان الجسم يتحرك حركة خطية كما في (أ) وإذا اثرت هذه القوة على الجسم بعيدا عن مركز ثقله فان الجسم يتحرك حركة دورانية في اتجاه عقارب الساعة كما في الشكل (ب) وعكس اتجاه عقارب الساعة كما في الشكل (ج).

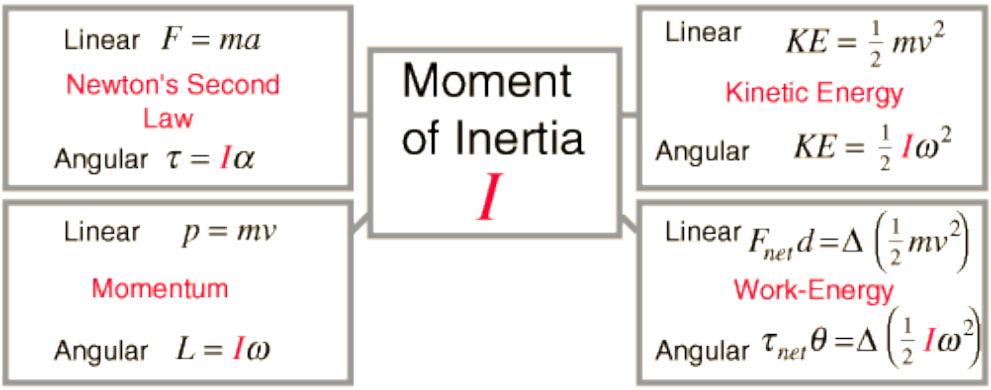
ومما سبق فان القوة يختلف حسابها باختلاف نوع الحركة وفى الحركة الخطية تسمى قوة والحركة الدورانية تسمى عزم قوة.

جدول ٤/٨ المتغيرات الكيناتيكية للحركة الخطية والزاوية

كيناتيكا الحركات الخطية *Linear Motion*	كيناتيكا الحركات الزاوية *Angular Motion*
القوة *Force* وحدة قياسها : نيوتن القوة = الكتلة×العجلة وعندما تكون حركة الجسم في بعدين تكون معادلة محصلة القوة في بعدين القوةالافقية = الكتلة×العجلةالافقية القوةالراسية = الكتلة×العجلةالراسية $\text{محصلةالقوة} = \sqrt{\text{القوةالافقية}^2 + \text{القوةالراسية}^2}$	**عزم القوة** *Torque or Moment* وحدة قياسها: نيوتن.متر عزم القوة = القوة×طول ذراعها وعندما يكون هناك زاوية عزم القوة = القوة×طول ذراعها ×جا الزاوية **عزم القصور الذاتي** *Moment of inertia* وحدة قياسها : كجم.متر٢ عزم القصور الذاتي = الكتله × نق ^{٢}
كمية الحركة *Momentum* وحدة قياسها : نيوتن.ثانية او كيلوجرام.متر/ثانية كمية الحركة = الكتلة×السرعة	**كمية الحركة الزاوية** *angular Momentum* وحدة قياسها : كجم.درجة/ثانية^{٢} او كجم.راديان/ثانية^{٢} كمية الحركةالزاوية = الكتلة×السرعةالزاوية
الطاقة الحركية *kinetic enargy* وحدة قياسها : جول ط ح = ٠,٥ الكتلة × مربع السرعة الخطية	**الطاقة الحركية الزاوية** *angular kinetic enargy* وحدة قياسها : جول ط ح ز = ٠,٥ الكتلة × مربع السرعة الزاوية
دفع القوة *impulse* وحدة قياسها : نيوتن.ثانية دفع القوة = القوة × زمن التأثير	**دفع القوة الزاوى** *angular impulse* وحدة قياسها : نيوتن.ثانية الدفع الزاوي = عزم دفع القوة × زمن التأثير
الشغل *work* وحدة قياسها : نيوتن.متر الشغل = القوة × المسافة	**الشغل الزاوى** *work* وحدة قياسها : نيوتن.راديان الشغل = القوة × الزاوية
القدرة *power* وحدة قياسها : نيوتن.متر/ث القدرة = القوة × السرعة	**القدرة الزاوية** *power* وحدة قياسها : نيوتن.راديان/ث القدرة = القوة × السرعة الزاوية

معادلات التحليل الكينماتيكى والكيناتيكى *kinematic & kinetic equations* [١٢]

Linear Motion		Rotational Motion	
Position	x	θ	Angular position
Velocity	v	ω	Angular velocity
Acceleration	a	α	Angular acceleration
Motion equations	$x = \bar{v}\,t$	$\theta = \bar{\omega} t$	Motion equations
	$v = v_0 + at$	$\omega = \omega_0 + \alpha t$	
	$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$	
	$v^2 = v_0^2 + 2ax$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$	
Mass (linear inertia)	m	I	Moment of inertia
Newton's second law	$F = ma$	$\tau = I\,\alpha$	Newton's second law
Momentum	$p = mv$	$L = I\,\omega$	Angular momentum
Work	Fd	$\tau\theta$	Work
Kinetic energy	$\frac{1}{2} mv^2$	$\frac{1}{2} I\omega^2$	Kinetic energy
Power	Fv	$\tau\omega$	Power



[١٢] المصدر موقع *http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu*

مركز ثقل الجسم center of gravity

لكل جسم مركز ثقل وهو عبارة عن نقطة على الجسم تتحرك بالطريقة نفسها التي يتحرك بها الجسم ، كما ان تتبع مسار مثل هذه النقطة يعتبر وسيلة للتحليل الحركى فعندما نتتبع مسار مركز ثقل الجسم في حركة الوثب او الجرى يمكننا التعرف على المقادير الميكانيكية لتحرك الجسم مثل المسافة والزمن والسرعة والعجلة والقوة ..الخ. ولمركز الثقل او الكتلة خصائص يجب معرفتها حتى يمكن استخدامه في التحليل الحركى.

خصائص مركز ثقل الجسم:

١ . يتغير موضع مركز الثقل لبعض الاجسام المتغيرة الشكل مثل الانسان.

٢ . هو عبارة عن نقطة تقاطع خطوط ترسم عند تدلي الجسم بتأثير الجاذبية الارضية

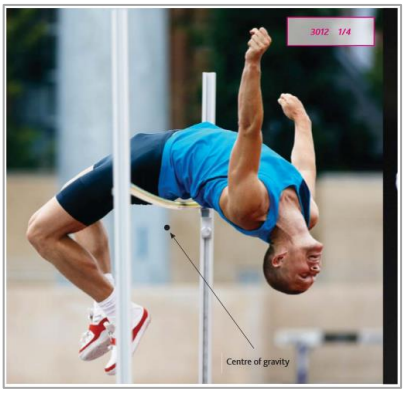
٣ . ان أي جسم يتحرك حركة دورانية حرة إنما يدور حول محور يمر خلال مركز ثقله

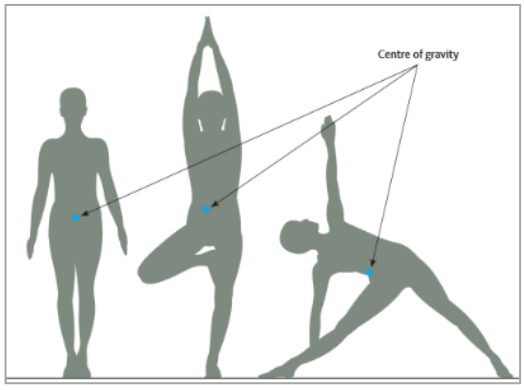
٤ . هو النقطة الوهمية التي يكون عندها مجموع عزوم القوى المؤثرة على الجسم تساوى صفر في حالة الاتزان.

٥ . هو النقطة التي يتزن عندها الجسم عند حمله

٦ . لكل وصلة من وصلات جسم الانسان مركز ثقل يختلف باختلاف طول الوصلة وشكلها.

٧ . مركز ثقل الجسم العام هو عبارة عن مجموع عزوم مراكز ثقل وصلات الجسم مقسومة على وزن الجسم ويمكن حسابه بالطريقة التحليلية او باستخدام برامج التحليل الحركى





يتضح من الشكل السابق تغير موضع مركز ثقل الجسم بتغير أوضاع الجسم ويمكن الحصول على نقطة مركز ثقل الجسم باستخدام أكثر من طريقة.

طرق تحديد مركز ثقل الجسم:

١ . **الطريقة التحليلية المباشرة (وضع علامات ارشادية على مراكز ثقل وصلات الجسم)**

٢ . **الطريقة التحليلية غير المباشرة (وضع علامات ارشادية على مراكز مفاصل الجسم)**

٣ . **نماذج برامج التحليل الحركى**

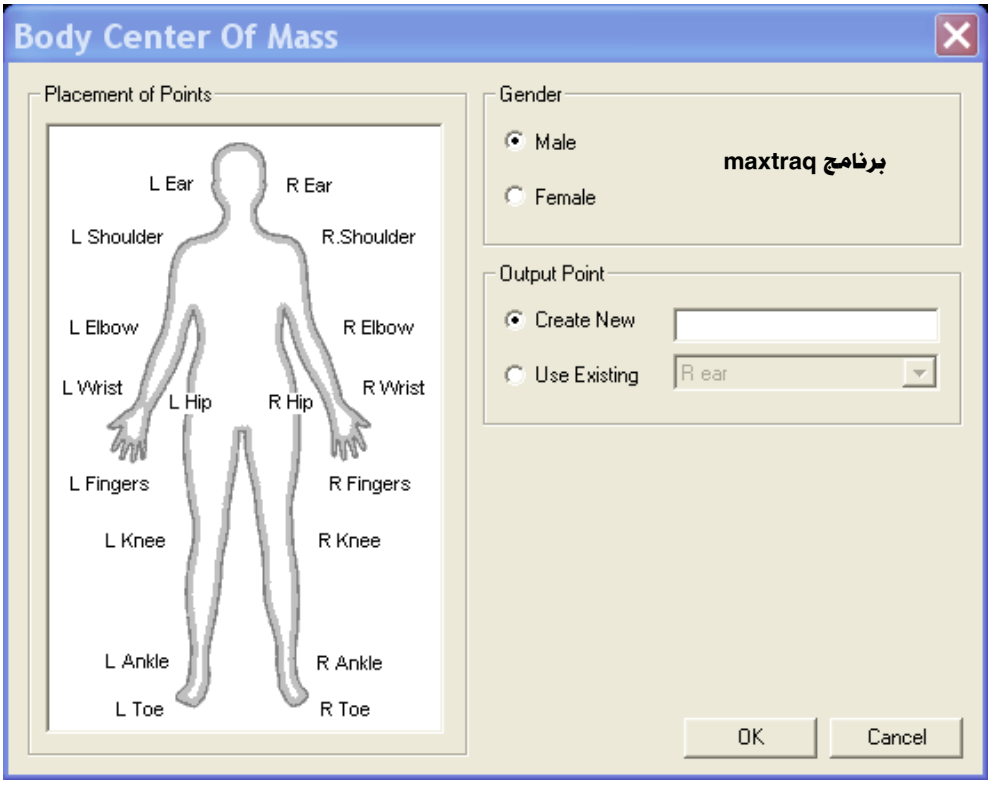
٤ . **طريقة الشابلونة**

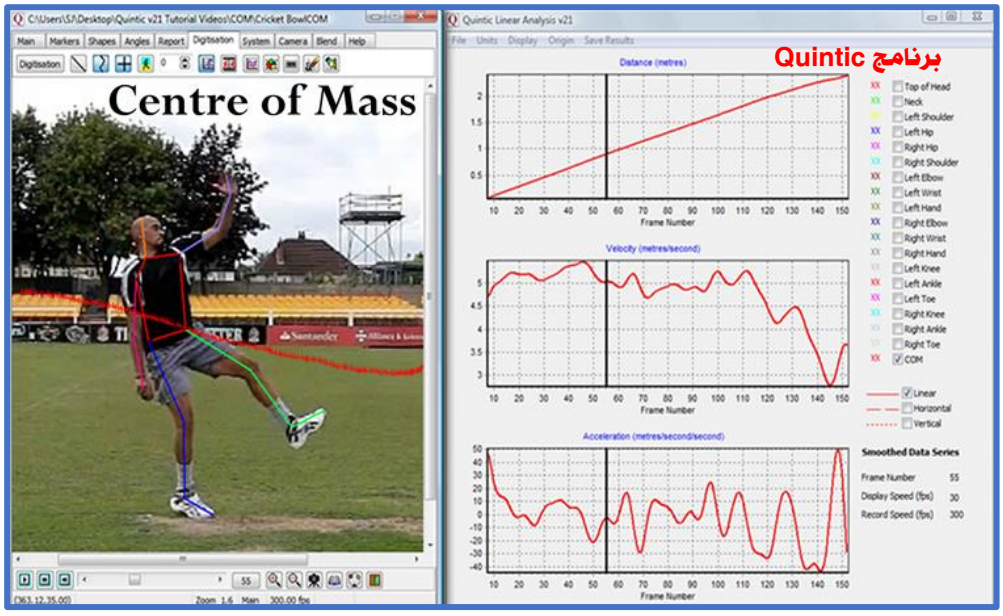
الطريقة التحليلية المباشرة (طريقة العزوم) عن طريق جمع عزوم مراكز ثقل وصلات الجسم على المحورين الافقى والرأسى ثم القسمة على وزن الجسم.

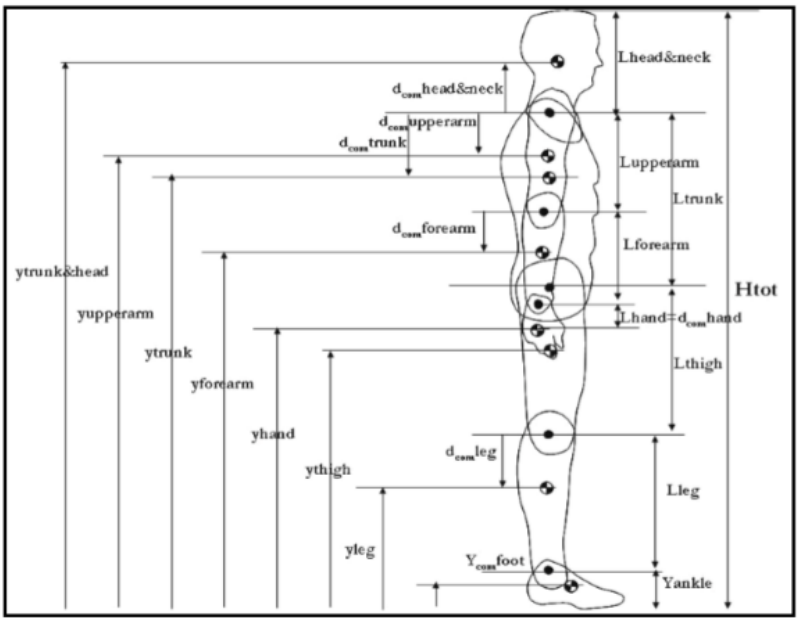
اما في الطريقة التحليلية غير المباشرة فنحصل على مركز ثقل الوصلة من خلال تحديد طول الوصلة بالمسافة الواقعة بين مركزى المفصلين اللذين في طرفى الوصلة ثم الاستعانة بجدول تحديد مركز ثقل الوصلة.

اما في برامج التحليل الحركى على الكمبيوتر فان هذه البرامج مخزن عليها أكثر من نموذج تحليلى لتحديد مركز ثقل الجسم وكل نموذج له إجراءات تختلف عن الاخر.

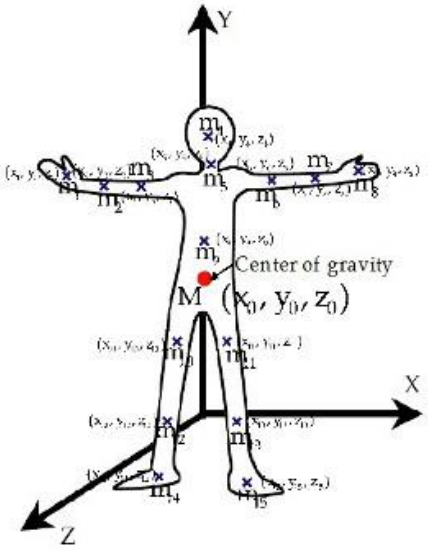
ففي برنامج **Quintic – maxtraq** يلزم لتحديد مركز ثقل الجسم وضع ١٨ نقطة على مفاصل الجسم طبقا لنموذج زاتسيوريسكى ١٩٨٣ **Zatsiorsky**


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
برنامج maxtraq
Output Point
Create New
Use Existing
R ear
OK
Cancel

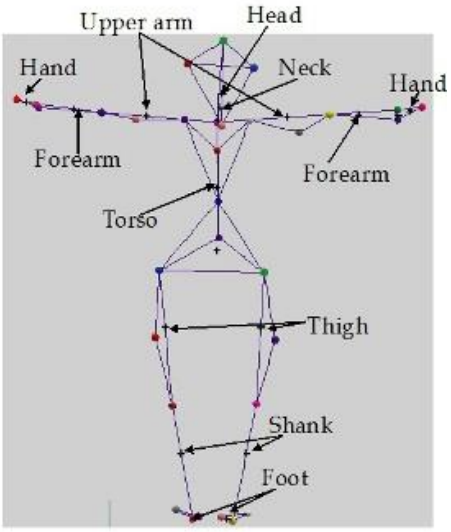

Centre of Mass
برنامج Quintic



شكل يوضح طريقة تحديد مركز ثقل ال جسم من المستوى الجانبى على المحورين x,y



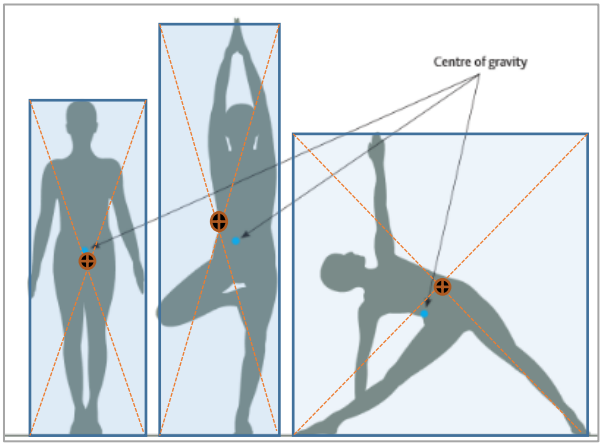
(a)



(b)

يتضح من الشكل السابق كيفية تحديد مركز ثقل الجسم بالطريقة غير المباشرة وهى تحديد مكان مركز ثقل الوصلة بناء على طول الوصلة طبقا لجدول **Matsui 1958** ماتسى.

شابلونة تحديد مركز الثقل:



طريقة غير علمية ولكنها سهلة وبسيطة لتحديد مركز ثقل الجسم هي طريقة الشابلونة ولكن نتائجها تختلف قليلا عن الطرق الأخرى.

تطبيقات مركز ثقل الجسم في الاستقرار والاتزان:

ان دراسة مركز ثقل الجسم تعتبر تطبيق مهم في التعرف على ثبات واتزان الجسم عند القيام بحركات مختلفة كما في رياضات النزال والجمباز.

العوامل التي يعتمد عليها استقرار:

١ . بُعد مركز الثقل عن الارض

٢ . مساحة أو عرض السطح الملامس للأرض

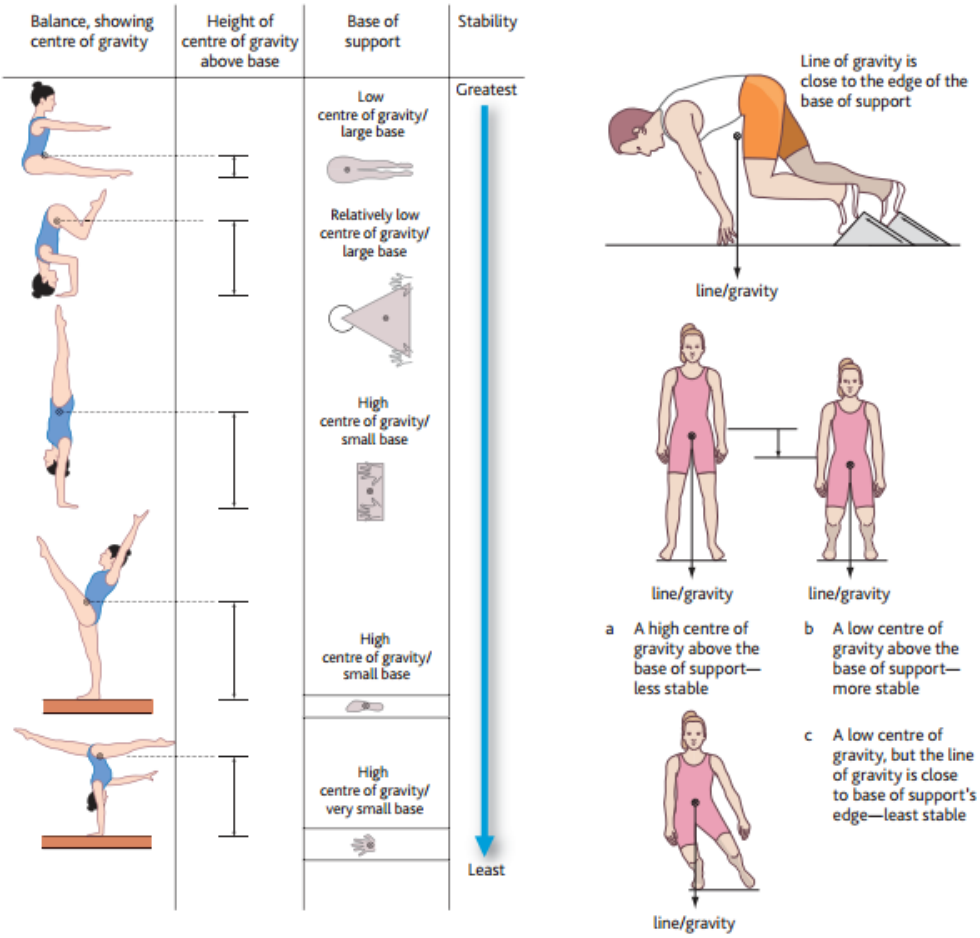
٣ . وقوع خط عمل الجاذبية في منتصف قاعدة الارتكاز

كلما ابتعد مركز ثقل اللاعب عن الأرض كلما قل اتزانه والعكس فنجد الرياضات التي تحتاج اتزان نجد لاعبيها قصيرى القامة، ويلجا اللاعبين لزيادة اتزانهم بتوسيع المسافة بين الرجلين اثناء التحرك والنزال في رياضتي المصارعة والجودو كما يجب ان يقع مركز ثقل الجسم عمودى وفى منتصف المسافة بين الرجلين.

لذلك فان أحد المتغيرات الهامة عند التحليل الحركى لرياضات النزال هو معرفة اتساع القدمين وارتفاع مركز ثقل الجسم عن الأرض.

ويتضح ذلك في الشكل التالى في الجانب الايسر حركات الجسم الأكثر اتزانا ويأتي بعدها الأقل فالأقل في رياضة الجمباز يتضح ذلك في مدى ارتفاع مركز ثقل الجسم عن قاعدة الارتكاز.

اما الرسم في الجانب الأيمن يحلل خط عمل الجاذبية المار بمركز ثقل الجسم ومدى ابتعاده عن قاعدة الارتكاز.



شكل توضيحى ٨/٨ علاقة مركز ثقل الجسم باستقرار واتزان الجسم

تطبيق – ١

حساب مركز ثقل الرجل بطريقة العزوم غير المباشرة[١٣]

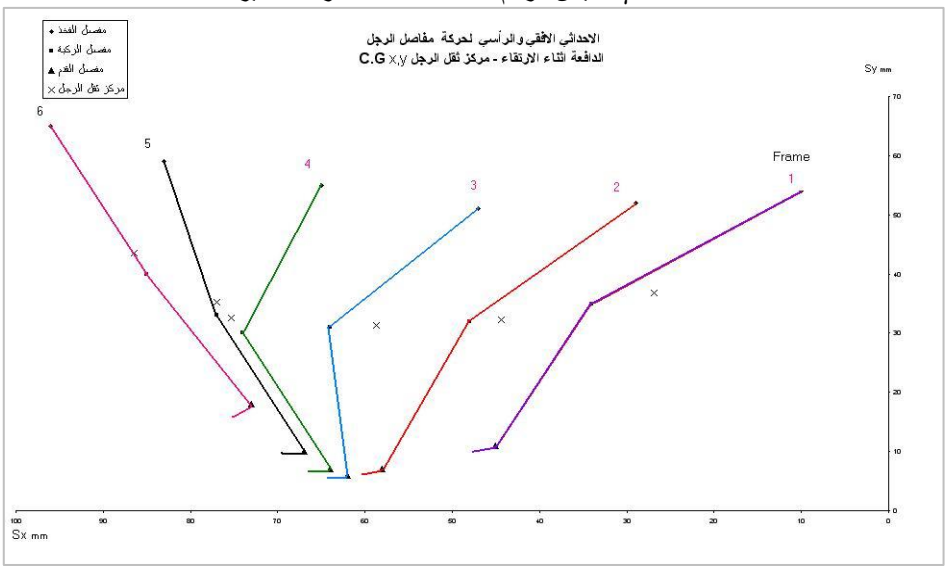
امامك الاحداثي الأفقي والرأسي لمفصل الفخذ والركبة والقدم للرجل الدافعة لحظة الارتقاء – قم بتعيين مركز ثقل الرجل بطريقة العزوم ثم احسب محصلة القوى واتجاهها- مع العلم ان مقياس الرسم ١ : ١٠ وتردد الكاميرا ٣٦ كادر في الثانية ووزن اللاعب ٧٠ كجم.

جدول الاحداثي الأفقي والرأسي لمفصل الفخذ والركبة والقدم

	مفصل الفخذ		مفصل الركبة		مفصل القدم	
βi	Sx mm	Sy mm	Sx mm	Sy mm	Sx mm	Sy mm
1	10	54	34	35	45	11
2	29	52	48	32	58	7
3	47	51	64	31	62	6
4	65	55	74	30	64	7
5	83	59	77	33	67	10
6	96	65	85	40	73	18

[١٣] تم الاستعانة في هذا التطبيق بكتاب دراسات معملية في بيوميكانيكا الحركات الرياضية للدكتور جمال علاء الدين ومذكرات غير منشورة مرحلة الماجستير للدكتورة أميمة العجمى

γ: 36 مقياس الرسم α: 1:10 تردد الكاميرا



الاحداثي الأفقي والرأسي لمركز ثقل الرجل في الكادرات ١ - ٦ (باستخدام طريقة العزوم)

مركز ثقل الرجل عند كادر رقم "١"

اسم الوصلة	الوزن النسبي للوصلة	الوزن المطلق للوصلة Pi	طول الوصلة على الرسم mm	البعد النسبي لمركز ثقل الوصلة	البعد المطلق لـ C.G على الرسم mm	بعد C.G عن محور X (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_X$	بعد C.G عن محور Y (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_Y$
~~الفخذ~~	~~12%~~	~~8.4~~	~~33~~	~~0.44~~	~~14.52~~	~~19~~	~~159.6~~	~~46~~	~~386.4~~
الساق	5%	3.5	28	0.42	11.76	38	133	25	87.5
القدم	2%	1.4	0	0.44	*	47	65.8	11	15.4

ΣPixi = 358.4 ΣPiyi = PI =13.3

489.3

بعد CGx للرجل= 26.9

بعد CGy للرجل= 36.8

W = 70 Kg

مركز ثقل الرجل عند كادر رقم "٢"

اسم الوصلة	الوزن النسبي للوصلة	الوزن المطلق للوصلة Pi	طول الوصلة على الرسم mm	البعد النسبي لمركز ثقل الوصلة	البعد المطلق لـ C.G على الرسم mm	بعد C.G عن محور X (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_X$	بعد C.G عن محور Y (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_Y$
الفخذ	12%	8.4	33	0.44	14.52	39	327.6	41	344.4
الساق	5%	3.5	28	0.42	11.76	51	178.5	22	77
القدم	2%	1.4	0	0.44	*	60	84	6	8.4

$\Sigma Pi = 13.3$ $\Sigma Pixi = 590.1$ $\Sigma Piyi = 429.8$

بعد CGx للرجل= 44.4

بعد CGy للرجل= 32.3

W = 70 N

مركز ثقل الرجل عند كادر رقم "٣"

اسم الوصلة	الوزن النسبي للوصلة	الوزن المطلق للوصلة Pi	طول الوصلة على الرسم mm	البعد النسبي لمركز ثقل الوصلة	البعد المطلق لـ C.G على الرسم mm	بعد C.G عن محور X (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_X$	بعد C.G عن محور Y (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_Y$
الفخذ	12%	8.4	33	0.44	14.52	56	470.4	40	336
الساق	5%	3.5	28	0.42	11.76	63	220.5	21	73.5
القدم	2%	1.4	0	0.44	*	64	89.6	5	7

$\Sigma PI = 13.3$ $\Sigma Pixi = 780.5$ $\Sigma Piyi = 416.5$

بعد CGx للرجل=58.7

بعد CGy للرجل=31.3

W = 70 N

مركز ثقل الرجل عند كادر رقم "٤"

اسم الوصلة	الوزن النسبي للوصلة	الوزن المطلق للوصلة Pi	طول الوصلة على الرسم mm	البعد النسبي لمركز ثقل الوصلة	البعد المطلق لـ C.G على الرسم mm	بعد C.G عن محور X (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_X$	بعد C.G عن محور Y (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_Y$
الفخذ	12%	8.4	33	0.44	14.52	79	663.6	42	352.8
الساق	5%	3.5	28	0.42	11.76	70	245	20	70
القدم	2%	1.4	0	0.44	*	66	92.4	7	9.8

$\Sigma PI = 13.3$ $\Sigma Pixi = 1001$ 432.6

$\Sigma Piyi =$

بعد CGx للرجل =75.3

بعد CGy للرجل=32.5

W = 70 N

مركز ثقل الرجل عند كادر رقم "٥"

اسم الوصلة	الوزن النسبي للوصلة	الوزن المطلق للوصلة Pi	طول الوصلة على الرسم mm	البعد النسبي لمركز ثقل الوصلة	البعد المطلق لـ C.G على الرسم mm	بعد C.G عن محور X (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_X$	بعد C.G عن محور Y (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_Y$
الفخذ	12%	8.4	33	0.44	14.52	80	672	46	386.4
الساق	5%	3.5	28	0.42	11.76	73	255.5	23	80.5
القدم	2%	1.4	0	0.44	*	69	96.6	1	1.4

$\Sigma Pi=13.3$ $\Sigma Pixi = 1024.1$ $\Sigma Piyi = 468.3$

بعد CGx للرجل=77.0

بعد CGy للرجل=35.2

W = 70 N

مركز ثقل الرجل عند كادر رقم "٦"

اسم الوصلة	الوزن النسبي للوصلة	الوزن المطلق للوصلة Pi	طول الوصلة على الرسم mm	البعد النسبي لمركز ثقل الوصلة	البعد المطلق لـ C.G على الرسم mm	بعد C.G عن محور X (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_X$	بعد C.G عن محور Y (mm)	العزوم حول المحور $Pi.CG_Y$
الفخذ	12%	8.4	33	0.44	14.52	91	764.4	53	445.2
الساق	5%	3.5	28	0.42	11.76	80	280	31	108.5
القدم	2%	1.4	0	0.44	*	76	106.4	18	25.2

$\Sigma PI = 13.3$ $\Sigma Pixi = 1150.8$ $\Sigma Piyi = 578.9$

بعد CGx للرجل=86.5

بعد CGy للرجل=43.5

W = 70 N

حساب السرعات والعجلات الأفقية والرأسية لمركز ثقل الرجل

βi	SCGx *mm*	ΔSx	Vx=ΔSx.Kv	ΔVx	ax	SCGy *mm*	ΔSy	Vy=ΔSy.Kv	ΔVy	ay
1	26.9	0	0	0	0	36.8	0	0	0	0
2	44.4	31.8	572.4	0	0	32.3	-5.5	-99	0	0
3	58.7	30.9	556.2	-243	-4374	31.3	0.2	3.6	169.2	3045.6
4	75.3	18.3	329.4	-354.6	-6382.8	32.5	3.9	70.2	194.4	3499.2
5	77	11.2	201.6	0	0	35.2	11	198	0	0
6	86.5	0	0	0	0	43.5	0	0	0	0

Kv = 18 Ka = 18 W = 70 m =7.14

F = m.a γ: 36 α: 1:10

حساب القوة الأفقية والرأسية لمركز ثقل الرجل - حساب محصلة القوة واتجاهها

θ	FR	FR x,y	Fy	ay	Fx	ax	βi
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	2
86.8	1045.7	1093441	6940.08	972	385.56	54	3
86.8	1394.2	1943894	9253.44	1296	514.08	72	4
0	0	0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0	0	6

$$FR^2 = Fy^2 + Fx^2 \qquad \tan\partial = \frac{Fy}{Fx} \qquad FR = \sqrt{Fy^2 + fx^2}$$

تطبيق – ٢

احسب الطاقة المبذولة لتحريك لاعب وزنه ١٠٠ نيوتن مسافة ٢ متر مرة لزمن ٥ ثوانى ومرة لزمن قدره ١,٥ ثانية.

معطيات المسألة :

وزن اللاعب **m** = ١٠٠ نيوتن

المسافة التي تحركها = ٢ متر

معادلة القدرة = الشغل / الزمن

معادلة الشغل= القوة × المسافة

القوة = كتلة اللاعب × عجلة الجاذبية الأرضية

الوزن = كتلة اللاعب × عجلة الجاذبية الأرضية

القوة = الوزن

الشغل = الوزن × المسافة

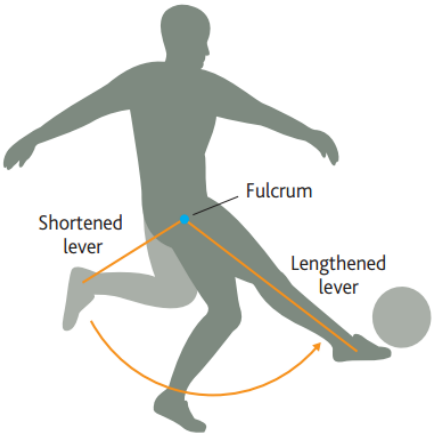
الشغل = ١٠٠نيوتن × ٢ متر=٢٠٠جول

القدرة = ٢٠٠جول × ٥ ثانية =١٠٠٠وات

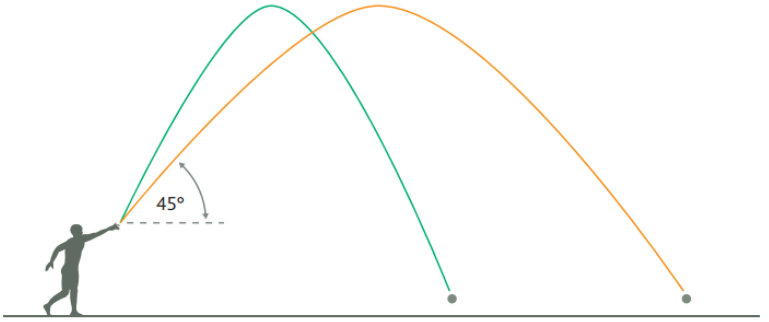
القدرة = ٢٠٠جول × ١,٥ ثانية =٣٠٠وات

يتضح من ذلك ان الزمن عامل مؤثر في بذل الطاقة الميكانيكية، فالشغل لا يأخذ في الحسبان الزمن المستغرق في الاداء لذا فان القدرة تعالج هذا الخلل لان جميع الانشطة الرياضية يلعب فيها الزمن دورا مؤثرا في السرعة.

تحليل حركة الروافع في جسم الانسان:



تحليل حركة المقذوف:



3.6

الباب الثالث

نظم التحليل

الفصل السادس

انظمة تسجيل الحركة

اهداف الفصل

بعد نهاية هذا الفصل ينبغي ان تكون على دراية بـ :

- نظم تحليل وتسجيل الحركة
- تطور نظم التحليل الحركى
- مصطلحات نظم التحليل الحركى

نظم التحليل الحركى motion analysis systems

نظم جمع لكلمة نظام **والنظام** هو اي شيء يتكون من عناصر بينها علاقات متبادلة وتشكل وحدة واحدة. النظام يتكون من مجموعة من المدخلات تتم معالجتها وتفاعلها ضمن مجموعة من العمليات تؤدي في النهاية الى مجموعة من المخرجات.

ويرادف معنى نظام التحليل الحركى في التربية الرياضية وحدة التحليل الحركى الا ان كلمة نظام أكبر وأعم من وحدة فالوحدة يمكن ان تكون جزء من نظام، فمثلا وحدة التصوير ووحدة النشاط الكهربى للعضلات يمكنها ان تكون نظام لتحليل الحركة.

وعندما ذكرنا كلمة نظم في العنوان فإنها ذكرت بسبب تعدد وتنوع الأنظمة ومدخلاتها ووحداتها لتحليل الحركة ويأتي هذا التنوع في النظم بسبب التطور التكنولوجى في نظم التحليل فمنها من يستخدم كاميرا الفيديو ومنها من يستخدم السنسور ..الخ، وفى داخل كل تقنية من هذه التقنيات الحديثة تفصيلات كثيرة يمكن تطويعها في خدمة تحليل حركة الانسان بدقة وموضوعية.

فالعلم لا يقف عند حد معين بل أصبحنا اليوم في تسارع علمى ومعرفى أدى ذلك الى حدوث تطور سريع في نظم رصد الحركة والذى أدى بدوره الى

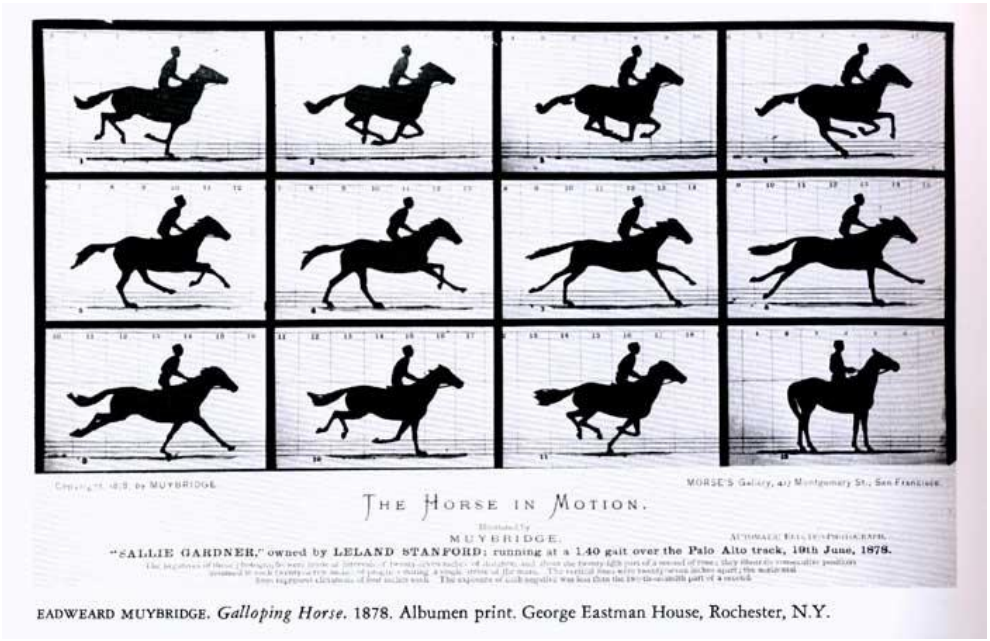
تطور في بحوث البيوميكانيك الرياضى، ان هذه الأنظمة تطورت بتطور المعدات المستخدمة في التحليل من جهة ومن جهة أخرى بتطور برمجيات التحليل والذى اعطى لنا في النهاية التي لا تتوقف سرعة في معالجة بيانات التحليل الحركى.

وبناء على ذلك سنحاول سرد التطور التاريخى للمحاولات البشرية في رصد وتتبع حركة الانسان ايمانا منا بان التطور العلمى الذى احدثه الليزر والاشعة تحت الحمراء والموجات اللاسلكية لم يكن يعرف الى بمعرفة اصوله وبداياته فلم تعرف فكرة الطيران الا بمحاولات ابن فرناس للطيران والتي توالى بعدها المحاولات.

□

التطور التاريخى لنظم التحليل الحركى History of motion analysis systems

يمكن تتبع الدراسات الحديثة لحركة الانسان من خلال منشورات رائدة في نهاية القرن الـ١٩ من قبل **Fisher(1895), Braune Muybridge (1887),** **Marey (1873) (Cappozzo, 1975; Ladin, 1995)**. ربما الأكثر شهرة على نطاق واسع هو التصوير المتعاقبة باستخدام كاميرا التصوير الفوتوغرافية على يد **Muybridge's** في عام (١٨٧٨) لدراسة تحرك الحصان باستخدام١٢ كاميرا تصوير فوتوغرافية ، عملت بشكل آلى ووضعت على مسافات ٢١ بوصة وشغلت بفترات زمنية ٠,٥ ثانية .

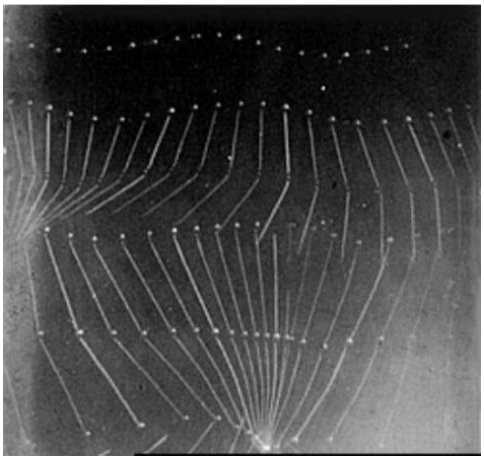


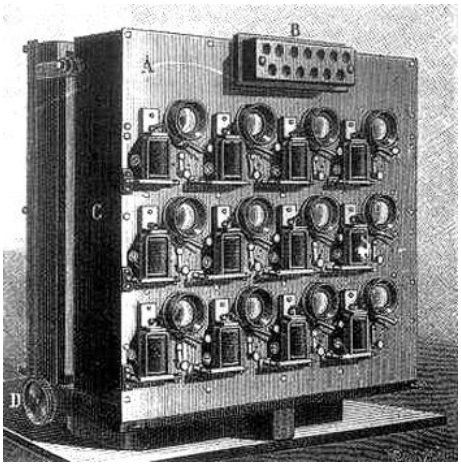
EADWEARD MUYBRIDGE. *Galloping Horse.* 1878. Albumen print. George Eastman House, Rochester, N.Y.

شكل توضيحى (١/٩) تصوير تحرك الحصان باستخدام ١٢ كاميرا فوتوغرافيا في عام ١٨٧٨م

اختراع الكرونوجراف بسرعة ١٢ صورة في الثانية على يد مارى-**Etienne Jules Marey**وهو فيزيائى فرنسي، مخترع، ومصور، وأستاذ تاريخ الطبيعة والمتخصص في علم وظائف الأعضاء البشرية والحيوانية. وقام بدراسة الحركة عندما تحدث مع إيدوارد في عام ١٨٨٠ عن تصويره لتحرك الحصان. عندما اكتشف مارى أن إيدوارد لم يكن لديه أي نجاح مع تصوير الطيور في الطيران، وقال انه قرر معالجة المشكلة بنفسه ولحل هذه المشكلة، واخترع بندقية التصوير الفوتوغرافي. وقام بدراسة التغيرات التي طرأت على شكل أجنحة الطيور أثناء الطيران فيما يتعلق بمقاومة الهواء وساهم هذا في زيادة المعرفة بالديناميكا الهوائية.

اخترع أيضا كرونوجراف **choronophotograph** التي كانت تعرض على لوحات متعددة كوب واحد من خلال كاميرا من تصميمه. أجرى العديد من





رسم توضيحي ٢/٩ كرونوجراف يتكون من ١٢ عدسة

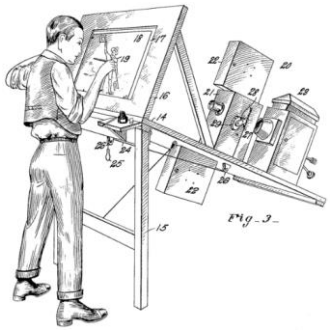
الدراسات على حركة الإنسان وهو يرتدي بدلة سوداء. وكان للكرونوجراف تأثير على كل من العلوم والفنون وساعد في وضع الأساس للصور المتحركة.

الستروسكوب اخترعه هارولد إجيرتون **Harold Edgerton** عالم معروف بدوره في تطوير تكنولوجيا الستروسكوب **stroboscope** الإلكتروني والفلاش الإلكتروني بغرض إضاءة التصوير الفوتوغرافي. طور الستروسكوب في عام ١٩٣١ لفائقة السرعة واقتراح وقف التصوير. في عام ١٩٣٢، بدأ يلتقط صورا عالية السرعة من الأنشطة المألوفة التي تتحرك

رسم توضيحي ٣/٩ تصوير فائق السرعة بالستروسكوب

بسرعات تتجاوز قدرة العين البشرية. مثل صورة قطرة من الحليب. وقد أحدثت صوره ثورة في عالم التصوير لأنها التقطت تفاصيل بين الألف والمليون تصل إلى واحد من الثانية، وكشفت أكثر بكثير مما يمكن أن تراه العين.

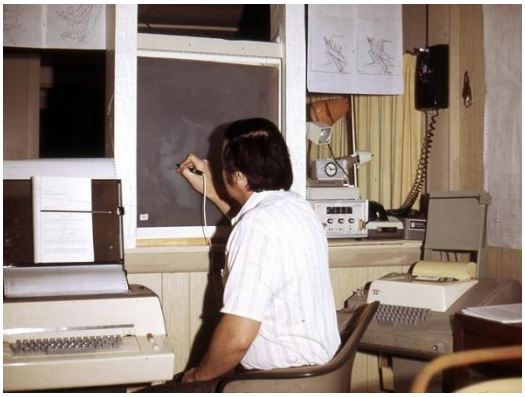
في عام ١٩١٥ اخترع الروتوسكوب **Rotoscope** على يد ماكس فليشر **Max Fleischer** بناء على فكرة مايبريدج **Muybridge** وهو جهاز تم استخدامه في الأفلام الكارتونية برسم حركة الانسان مباشرة ويسجل الحركة في بعدين، وفى ١٩٣٠ قام **Fenn & Morrison** بتحليل حركة تم تصويرها بسرعة ١٠٠ صورة في الثانية ووضع علامات سوداء على الجسم ، وفيما بعد استخدمه والت ديزنى في ١٩٣٧ للحصول على صورة طبيعية لحركة الانسان في كارتون سنو وايت.



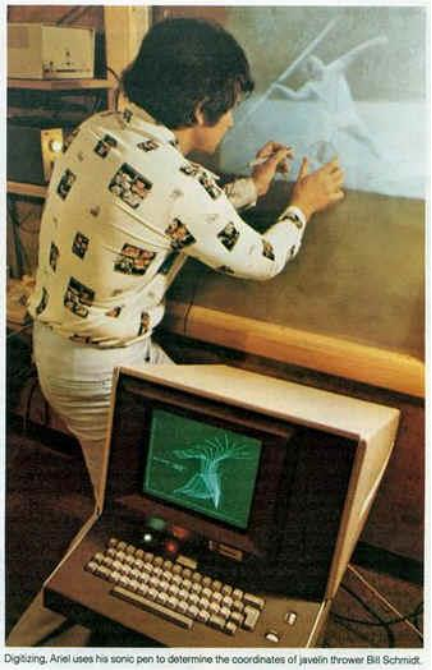
رسم توضيحي ٤/٩ الروتوسكوب

وفى عام ١٩٥٣ قام **Zeller** باستخدام علامات مضيئة في تتبع حركة الرياضى، وفى عام ١٩٦٠ استخدم**Bill Polhemus** بجامعة هارفارد التتبع المغناطيسى.

في عام ١٩٦٥ استخدم **Garnov & Dubovic** أكثر من كاميرا تصوير



اول نظام تحليل يدوى عام ١٩٧١ بواسطة Dr. Gideon Ariel



Digitizing, Ariel uses his sonic pen to determine the coordinates of javelin thrower Bill Schmidt.

شكل توضيحى ٥/٩ التتبع اليدوى في نظام APAS عام١٩٧٧

سينمائى للتحليل الحركى، وفى ١٩٦٨ قام **Noble** بوضع ٣ كاميرات على محاور كتكنيك للتحليل الحركى ثلاثى **الابعاد 3D.**

في عام ١٩٧٥ قام **Selcom** بعمل نظام **SELSPOT** يستخدم العلامات النشطة في تتبع الحركة.

استخدم تسجيل الحركة لعقود لأغراض عسكرية وطبية، واستخدم لأول مرة في نهاية السبعينات وبداية ١٩٨٠ في بحث كمبيوتر جرافيك في المدارس حيث بدأ استخدامه فعليا في منتصف ١٩٨٠. واول تسجيل لحركة الروبوت كان في ١٩٨٥ حيث تم تسجيل الحركة للرسوم المتحركة ثلاثية الابعاد **3D.**

وتم تسجيل حركة راقص بأكثر من منظر بوضع ١٨ علامة على مفاصل الراقص. وفي عام ١٩٨٨ تم ادخال جهاز ذات ثمانية درجات من الحرية لتسجيل الحركة. انهم كانوا قادرين على تسجيل الحركة في الوقت الحقيقي بالتنسيق مع الدمى الحقيقية. تم تغذية الكمبيوتر بكاميرا فيديو مسلطة على الدمى بحيث يتمكن الجميع من الأداء معا. أيضا في عام ١٩٨٨ تم التسجيل رباعى الابعاد **4D** .في عام ١٩٨٩ استخدم تسجيل الحركة التسجيل الرقمى في الموسيقى والفيديو.

نظم التحليل الحركى

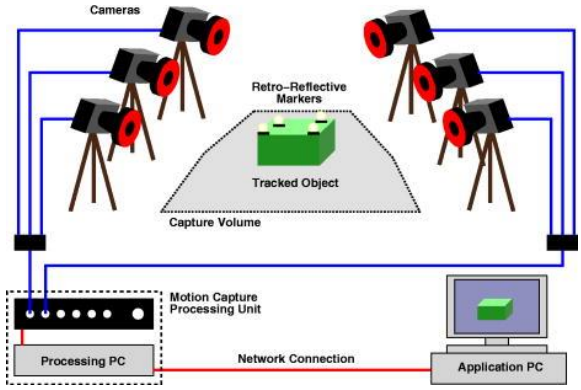
يمكن ان نقول عليها نظم قياس الأداء او نظم تسجيل الحركة او نظم الرصد والتتبع ، ان الهدف من دراسة هذه النظم هو التعرف على أنواعها ومميزاتها وعيوبها حتى يكون لدينا المعلومات الكافية لاختيار انسبها في تحليل حركة الانسان، وإعطاء فرصة أكبر للباحثين لتطويرها لتناسب المجتمع المصرى وهذا ما حدث بان قام أحد الباحثين بكلية التربية الرياضية وبقسم علوم الحركة الرياضية بالمنصورة وبمساعدة طلاب قسم نظم التحكم بكلية الهندسة عام ٢٠١٣ بعمل نظام تحليل حركى جديد.

ما هو نظام التحليل الحركى؟

هو نظام يتكون من مجموعة أجهزة وبرامج إلكترونية تقوم برصد وتتبع الحركة التي يقوم بها الانسان في أكثر من مستوى فراغى وحول أكثر من محور وفي أماكن مختلفة بهدف تحليل الحركة ووصفها كميا.

ما يهدف له اى نظام تحليل حركى هو **الدقة والسرعة** في الحصول على بيانات التحليل، الشيء الاخر الذى يهم مستخدم نظام التحليل **التكلفة المادية** للنظام.

ولقد أدى التطور التكنولوجى في برمجة الكمبيوتر وصناعة أجهزة التحليل الى تنوع في نظم التحليل الحركى فأصبح هناك منافسة عالية بين الشركات التجارية في تطوير النظم واستغلال التقدم العلمى في المنافسة بينها.



رسم توضيحي ٦/٩ نظام بصرى متزامن

رسم توضيحي ٧/٩ نظام كهرومغناطيسى (سنسور)

وهذه مكونات نظام تحليل حركى (١٤) متكامل ومتزامن ومتداخل لحركة المشى في معمل تحليل حركى ويدعم ذلك النظام فكرة التحليل التكاملى

رسم توضيحي ٨/٩ نموذج لنظام تحليل متكامل

1 كاميرا فيديو اشعة تحت الحمراء	3 أرضية مركب بها سنسور	6 نظام تسجيل فيديو
2 سنسور قصورى ذاتى	4 رسام كهربى للعضلات لاسلكى	7 شاشة تليفزيون
	5 وحدة معالجة	8 مكتب التحكم

لحركة الانسان بربط تحليل الحركة البيوميكانيكى بالمتغيرات النشاط الكهربى العضلات للعضلات العاملة في الحركة.اما **التزامن** **Synchronization** فيعنى ان الكاميرات الثمانية في نفس الوقت ترصد وتتبع **Track** الحركة من

١٤ نظام .BTS SPORTLABمن الشركة الايطاليةBTS Bioengineering Corp

أكثر من بعد لتكون الحركة ثلاثية الابعاد، **والتكامل** يعنى ان مع هذا التزامن يتداخل أجهزة أخرى في التحليل مثل السنسور (٢) الذى يقيس المتغيرات الكينماتيكية في الأداء والسنسور (٢) لقياس الضغوط اسفل القدم **والفورية** تعنى ان النظام قادر على اخراج معلومات فورية عن الأداء وإمكانية مقارنة الأداء بالبيانات المخزنة على برنامجه.

أنواع نظم التحليل الحركى:

تتنوع نظم التحليل الحركى وتختلف في طريقة رصد وتتبع حركة الانسان تبعا للتقنية الفيزيائية التي طوعتها في عملية التحليل سواء في المجال الرياضى او مجال الألعاب او مجال الأفلام السنيمائية ونتيجة للتطور التكنولوجى الهائل منذ بداية الثمانينات الى الآن طورت أنظمة التحليل في اتجاهين هما :

١. **برامج التحليل الحركى**
٢. **أدوات وأجهزة التحليل الحركى**

فنجد ان البرامج والأجهزة تكون معا نظاما للتحليل الحركى وتطورهما يعود بالفائدة على تحليل الحركات الرياضية وبالرغم هذا التطور السريع الى انه مازال هناك بعض من الاختلافات في مميزات وعيوب الأنظمة وذلك يحتاج الى مزيد من البحث والدراسة.

شكل توضيحي ١٠/٩ **أنواع نظم التحليل الحركى**

كهروميكانيكى	كهروميغناطيسى	بصرى
• بدلة كهروميكانيكية • نظام محمول • تحليل الحركة فى اى مكان • يؤثر فى حرية فى الحركة • يستخدم الان نادرا	• بدلة تعمل بسنسور • يمكن حمله • يعمل فى الداخل والخارج • يؤثر قليلا فى حرية الحركة • يستخدم الان مثل xsens	• يعمل بالبدلة وبدونها • لايمكن حمله • يعمل فى الداخل والخارج • لا يؤثر فى حرية الحركة • الاكثر استخداما مثل vicon

هناك نظم أكثر من ذلك منها النظم التجارية ومنها نظم تعمل في معامل ومنها نظم تعمل في جامعات ونرى ان ما أدى الى تطور هذه النظم هو الحاجة اليها في صناعة الألعاب والسينما والتي تحقق مكاسب مادية حيث التحول الى أفلام **3D** مثل فيلم افاتار **AVATAR** الذى تم انتاجه في ديسمبر ٢٠٠٩.

١-الأنظمة الميكانيكية

(Mechanical Systems):

تعتبر هذه الأنظمة الأكثر بدائية ومحدودية لدرجة أنه لا يتم ذكرها في معظم المراجع الحديثة وذلك بسبب المساوئ والمحدوديات الكثيرة مقارنة بميزات الأنظمة الأخرى. الأمر الذي أدى فيما بعد الى توقف انتاجها بشكل تجاري.

تعتمد هذه الأنظمة على حساسات مرنة توضع على مفاصل اللاعب والتي تكون مرتبطة بجهاز معالجة بواسطة كابلات لنقل معلومات الحركة والذي بدوره يكون مرتبط بجهاز كمبيوتر للتخزين والمعالجة النهائية للحركات الملتقطة .

كما تلاحظ فإن وجود الأسلاك التي تربط اللاعب بوحدة المعالجة يعتبر من أهم المساوئ لهذا النظام لأنه يعيق وبشكل كبير حركة اللاعب أثناء تأديته للحركات المطلوبة منه والتي في الكثير من الحالات تؤدي الى فشل اللاعب في تأدية الحركة وخاصة في حال الحركات البهلوانية أو القتالية التي يكون اللاعب فيها بحاجة الى الكثير من الحرية لتأديتها بشكل فعال .

جرت فيما بعد الكثير من التحسينات والتطويرات على هذا النظام أهمها التخلص من الاسلاك التي تعيق اللاعب واستبدالها بوحدة ارسال لاسلكية تتجمع فيها الاسلاك الخارجة من الحساسات الموجودة على أطراف اللاعب لتعلق على جسمه، ووحدة استقبال مرتبطة بجهاز المعالجة. إن هذه التحسينات ساهمت قليلاً في اطالة فترة استثمار هذا النظام قبل أن ينقرض تماماً أمام الأنظمة الأخرى .

٢-الأنظمة المغناطيسية:*(Magnetic Systems)*

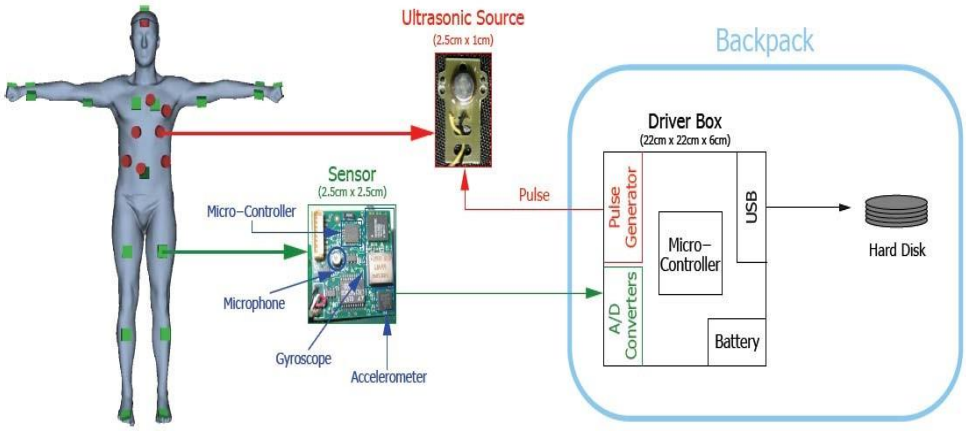
تتألف هذه الأنظمة من وحدة معالجة ومولد حقول مغناطيسية ومجموعة من الحساسات التي تعلق على جسم اللاعب. يتم تحديد مواقع هذه الحساسات بشكل فوري ضمن حقل مغناطيسي قوي يتم توليده بواسطة وحدة توليد خاصة. حيث يتم نقل المعلومات الى وحدة المعالجة وتخزينها على الكمبيوتر بشكل فوري أثناء تنفيذ اللاعب لحركاته .

امكانية الالتقاط والمعالجة الفورية من أهم ميزات هذا النظام اضافة بالطبع الى حرية اللاعب في تأدية حركاته بسبب عدم وجود أي أسلاك لنقل المعلومات من الحساسات .

ان اعتماد هذا النظام على حقول مغناطيسية لتحديد مواقع الحساسات يسبب مجموعة لا يستهان به من المشاكل أهمها التشويش وغياب الإشارة من الحساسات لأي سبب فيزيائي مثل وجود نوع معين من المعادن أو حقول مغناطيسية أخرى. الأمر الذي يجعل هذه الأنظمة غير فعالة لالتقاط الحركة لمسافة تزيد عن ٥ أمتار فقط أو في الأماكن مفتوحة أو غير معزولة من الاشارات التي تسبب التشويش .

لذلك هي غير مناسبة لحركات بحاجة لمسافات كبيرة لتأديتها مثل الركض أو القفز أو التقاط حركات لحيوانات ذات أحجام كبيرة نسبياً كالخيول .

على كل يبقى هذا النظام فعال واقتصادي في الكثير من الحالات التي لا تكون فيها بحاجة لأكثر من ممثل بشري يقوم بتأدية حركات ضمن مسافات ضيقة.



٣-**الأنظمة البصرية**:*(Optical Systems)*

وهي أحدث الحلول المطروحة في مجال الـ **(Mocap)** حيث تتغلب هذه التقنية على معظم مشاكل الأنظمة السابقة ماعدا مشكلة الأسعار المرتفعة التي تصل أحياناً الى أربعة أضعاف تكاليف الأنظمة المغناطيسية المكافئة .

ولكنك بالمقابل تحصل على حرية كاملة في التقاط الحركة كما تشاء وبشكل فوري **Real-Time** دون التقييد بمسافة معينة أو مكان معين كما في الأنظمة المغناطيسية لدرجة أنه يمكنك التقاط حركات اللاعب ضمن الماء لا أعرف مدى فائدة ذلك ولكنها موجودة على كل حال ضمن الحلول التي تطرحها شركة **Vicon** .

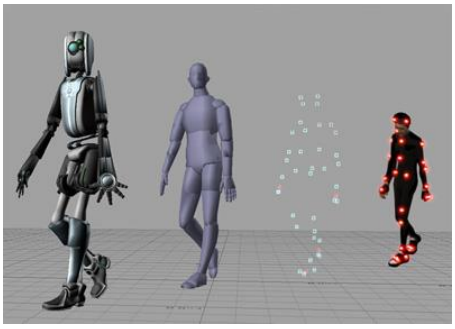
تتألف هذه الأنظمة من مجموعة كبيرة من الحساسات الضوئية التي توضع على جسد اللاعب ومجموعة أكبر من اللواقط الضوئية الموصولة بوحدة معالجة مربوطة بدورها بجهاز كمبيوتر.

تلعب دور اللواقط الضوئية دور الكاميرات لتسجيل مواقع الحساسات الضوئية من عدة جهات لمطابقها واستنتاج المواقع النهائية لهذه الحساسات في الفراغ.

يتألف كل لاقط ضوئي من مجموعة هائلة من العدسات الضوئية شديدة الحساسية التي تسجل مواقع الحساسات الموضوعة على جسد اللاعب لدقة كبيرة وتردد زمني مرتفع يصل الى ٢٤٠ لقطة في الثانية الواحدة اضافة الى امكانية التقاط مواقع الحساسات على مسافات كبيرة تصل لـ٨٠ متر وفي أماكن مفتوحة .

مصطلحات نظم التحليل الحركى:

نظام التحليل الحركى motion analysis system هو نظام يتكون من مجموعة أجهزة وبرامج إلكترونية تقوم برصد وتتبع الحركة التي يقوم بها الانسان في أكثر من مستوى فراغى وحول أكثر من محور وفي أماكن مختلفة بهدف تحليل الحركة ووصفها كميا.



تسجيل الحركة motion capture (Mocap) تحويل الحركة التي يتحركها الانسان في الفراغ الى بيانات مسجلة في شكل صور او فيديو او مجسمات او ارقام على الكمبيوتر.

سرعة تسجيل الحركة motion capture rate هي السرعة التي يتم التقاط الحركة بها وكلما زادت سرعة التسجيل كلما كان أفضل في تسجيل تفاصيل أكثر في الحركة، فعند التصوير بكاميرا فيديو تسجل سرعة الارتقاء في الوثب الطويل فانه من الأفضل استخدام كاميرا فيديو عالية السرعة وذات سرعة تسجيل او تردد ١٢٠ الى ٤٨٠ صورة في الثانية الواحدة.

النظام البصرى optical system تسجيل الحركة باستخدام كاميرات فيديو وعلامات موضوعة على الجسم على جهاز الكمبيوتر وبمعالجة برنامج تحليل حركى، ولتسجيل الحركة في اكثر من بعد يتم وضع علامات اكثر وكاميرات اكثر يمكن ان تصل الى ١٢ كاميرا.

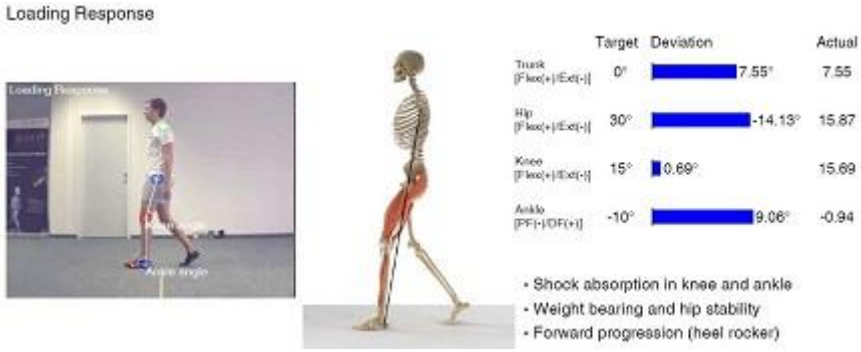
النظام الكهرومغناطيسي Electromagnetic system هو نظام يتألف من وحدة معالجة ومولد حقول مغناطيسية ومجموعة من الحساسات التي تعلق على جسم اللاعب. يتم تحديد مواقع هذه الحساسات بشكل فوري ضمن حقل مغناطيسي قوي يتم توليده بواسطة وحدة توليد خاصة. حيث يتم نقل المعلومات الى وحدة المعالجة وتخزينها على الكمبيوتر بشكل فوري أثناء تنفيذ اللاعب لحركاته.

نظام الكهروميكانيكي Electromechanical system هى نظام يعتمد على حساسات مرنة توضع على مفاصل اللاعب والتي تكون مرتبطة بجهاز

معالجة بواسطة كابلات لنقل معلومات الحركة والذي بدوره يكون مرتبط بجهاز كمبيوتر للتخزين والمعالجة النهائية للحركات الملتقطة .

نظام خبير بيوميكانيكى biomechanical expert system هو نظام فورى لإخراج تقارير صادقة وموضوعية عن الحركة موضوع التحليل ويتكون من نظام بصرى لتسجيل الحركة و برنامج الكترونى مزود بقاعدة بيانات عن المتغيرات البيوميكانيكية لحركة معينة من اجل تقييم وتقويم الحركة موضع التحليل.

مثل نظام Simi Aktisys 3D & Simi Scout (Behaviour and Tactic Analysis) لشركة SIMI الألمانية والمتخصصة في التحليل الحركى.



شكل توضيحى ١١/٩ لبرنامج Simi Aktisys 3D

شكل توضيحى ١٢/٩ لبرنامج تحليل المبارياتSimi Scout

التتبع tracking هي عملية تحديد مكان أو تعقب جسم متحرك (عدة اجسام متحركة) باستخدام الكاميرا او اشعة تحت الحمراء infrared او الموجات الكهرومغناطيسية او السنسور او GPS، ولها استخدامات عديدة منها: تفاعل الإنسان مع الكمبيوتر، المراقبة الأمنية، ضغط المرئيات، الواقع المعزز بثلاثة أبعاد (دمج الواقع بمجسمات رقمية ثلاثية الابعاد)، مراقبة الحركة (المرور)، التصوير الطبي وتحرير الفيديو. والتتبع بكاميرا عملية قد تستغرق الكثير من الوقت نظرا لما يحتويه الفيديو من معلومات كثيرة، بالإضافة إلى الحاجة إلى استخدام الالجوريزمات المعقدة لتحديد الأجسام وتمييزها وتتبعها.

التتبع الأوتوماتيكي auto tracking تعقب أتوماتيكي لعلامات نشطة على جسم الانسان وهو متاح في الأنظمة البصرية والغير بصرية.

التتبع اليدوى Manual tracking تعقب لعلامات غير نشطة على جسم الانسان عن طريق تحديدها بالماوس صورة بصورة في برنامج التحليل الحركى وهو متاح في الأنظمة البصرية فقط.

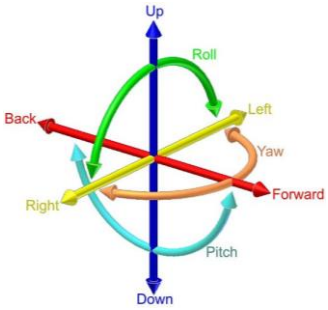
علامات ضوئية Light markers علامات ضوئية تعمل بتقنية LED ويمكن ان تكون نشطة حين ربطها بنظام التحليل ويمكن ان تكون غير نشطة.

علامات نشطة Active markers علامات توضع على الجسم وتنقل حركة الجسم في نفس الوقت real time على جهاز الكمبيوتر اما في شكل منحنيات او مجسمات بيوميكانيكية.

علامات غير نشطة Passive markers علامات توضع على الجسم ولا تستطيع نقل حركة الجسم في نفس الوقت على جهاز الكمبيوتر.

بدون علامات markeless لا توضع علامات على اللاعب لا يرتدى بدلة بعلامات وهذا البروتوكول موجود في نظام organicmotion الذى يستخدم كاميرات، وموجود في نظام كاميرا اللعبة كنيكت لإكس بوكس ٣٦٠ Kinect منذ نوفمبر ٢٠١٠

درجات الحرية الستة six degrees of freedom (6DOF): هي إمكانيات حركة جسم مصمت في المكان الثلاثي الأبعاد، فبإمكان الجسم الحركة إلى الأمام/والخلف، وإلى اليسار/واليمين، وإلى أعلى/أسفل (تلك ثلاثة حركات انتقالية).



بالإضافة إلى ذلك دورانه حول نفسه: حول محور الأفقي، وحول المحور الرأسي، وحول العمودي عليهما .

المعايرة calibration : هي مجموعة من عمليات القياس التي تتم تحت ظروف محددة باستخدام أجهزة وأدوات قياس مسندة الي المعايير القومية أو الدولية التي تحقق وحدات النظام الدولي للقياس SIوتحدد هذه العمليات مدي دقة أجهزة القياس وملاءمتها للغرض المستخدمة من اجله ومدي مطابقتها للنظام

الدولي للقياس طبقا لمعايير دولية محددة ويتم تحديد خصائص أجهزة وأدوات القياس عن طريق إيجاد العلاقة بين القيمة الحقيقية والقيمة المقاسة.

التزامن Synchronization تنسيق العمل بين أكثر من جهاز او كاميرا في نفس اللحظة الزمنية اثناء عملية التحليل الحركى دون اختلاف في زمن الرصد والتتبع.

التكامل integration اشتراك أكثر من جهاز لتحليل حركة الانسان من مختلف الجوانب كإجراء تحليل كينماتيكى باستخدام التصوير وبالتزامن معه اجراء تحليل كيناتيكى باستخدام منصة قوى وأيضا القيام بتحليل الإشارة الكهربية للعضلات العاملة في الحركة.

التحليل ثنائى الابعاد 2D رصد وتتبع حركة الانسان من بعدين **X,Y** مثلا عندما نقوم بتصوير لاعب من المستوى الجانبى بكاميرا تصوير واحدة.

التحليل ثلاثى الابعاد 3D رصد وتتبع حركة الانسان من ثلاثة ابعاد **X,Y,Z** مثلا عندما نقوم بتصوير اللاعب من المستوى الجانبى والامامى بكاميرتين او اكثر.

السنسور sensor: هو آلة او جهاز يعمل لكشف الحالة المحيطيه الفيزيائية. حيث يقوم بتحويل الإشارات الوارده من هذا الوسط إلى شكل يستطيع الإنسان فهمه والاستفادة منه وغالبا ما يتم ربط هذه الأجهزة مع اجهزة الحاسوب بهدف الحصول على نتائج دقيقة وللحساسات أنواع كثيرة بحسب الاستخدام منها.

الرسام الكهربى للعضلات Electromyography(EMG): أحد تلك الأجهزة التي نستطيع بواسطتها معرفة النشاط الكهربائي للعضلات عند أداء الحركة الرياضية من خلال دراسة خصائص نشاط الجهاز العصبي العضلي إذ يعتمد هذا الأسلوب أساسا على تسجيل النشاط الكهربائي للعضلات خلال انقباضها ومن ثم إيصال المعلومات إلى الحاسوب عن طريق البلوتوث دون استخدام التوصيلات الكهربائية والأسلاك التي كانت تستخدم في السابق.

لاسلكى Wireless تقوم على فكرة بسيطة ؛ هي الاستغناء التام عن الأسلاك.

القياس عن بعد Telemetry هو عملية قياس ظاهرة عن بعد باستخدام نظام استشعار، يتم تحويل نتيجة القياس إلى بيانات رقمية وتنقل إلى مكان التحليل لمعالجتها واستخدامها.

التحليل المعملى Laboratory analysis هو اجراء التحليل الحركى للاعب داخل معمل، لصعوبة عمل بعض نظم التحليل خارج المعمل والابتعاد عن المؤثرات الخارجية.

التحليل الميدانى Analysis Field هو اجراء التحليل الحركى للاعب في الملعب والهواء الطلق ويمكن ان يتم ضبط نظام التحليل للعمل اثناء المنافسة.

مكونات نظم التحليل الحركى:

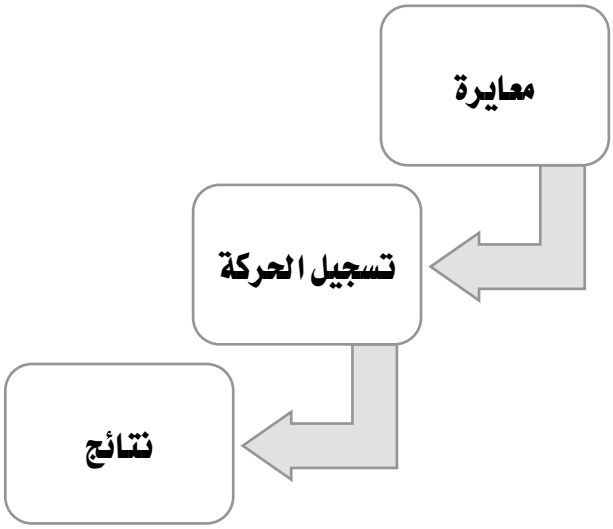
يتكون نظام التحليل الحركى من ٣ أجزاء رئيسية هي:

١ . وحدة ادخال ومعايرة

٢ . وحدة معالجة وتسجيل

٣ . وحدة اخراج النتائج

بالرغم التنوع في النظم الى ان هذه الأجزاء أساسية في اى نظام يوجد في داخل كل جزء تكنيكات خاصة لتحليل الحركة الى انه في النهاية تخرج لنا نتائج تختلف في دقتها من نظام لآخر ويوجد بها أخطاء قد تكون في عمل الجهاز او البرنامج او أخطاء بشرية.


معايرة
تسجيل الحركة
نتائج

جدول (١/٩) مقارنة بين نظام التحليل بالكاميرات ونظام التحليل بالسنسور

	نظام بصرى	نظام كهرومغناطيسى
المدى	محدود	غير محدود
التتبع	يمكن تحليل الحركة من بعدين ومن ٣ ابعاد	يتم التحليل من ٣ ابعاد بالإضافة لسنسور لقياس العجلة
إضافة علامات	يمكن استخدام اى عدد من العلامات العاكسة	يمكن إضافة سنسورات ولكن ذلك يحتاج الى تعديل في برنامج التحكم ويؤثر على السرعة
زمن التحليل	من ساعة الى عدة ايام	متاح في نفس الوقت
الدقة	نسبة خطأ ٠,٢	نسبة خطا ١ عند قاس الزوايا من المستوى الراسي ونسبة خطا ٠,٣ عند القياس من المستوى الافقى
سرعة التسجيل	تصل لأكثر من ٢٠٠٠هيرتز السرعة النموذجية ١٠٠–٤٠٠	١٠٠ هيرتز ومع هذا تقاس السرعة والعجلة مباشرة
الدقة محددة بـ	نوع الكاميرا وعدد العلامات	العوامل الجوية
دقة التحليل	اقل دقة	دقة ممتازة
زمن المعايرة	١٥ دقيقة	٢٠ ثانية
التكاليف فى ٢٠١٤	$150,000 دولار أمريكي	اقل من $40,000 دولار أمريكي

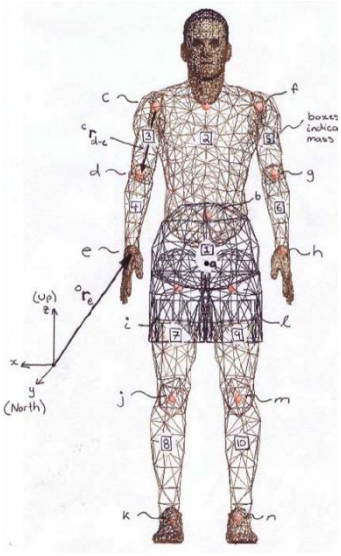
رسم توضيحي ١١/٩ التسجيل بكاميرات vicon في أولمبياد لندن ٢٠١٢

رسم توضيحي ١٢/٩تركيب السنسور على الجسم

في الوقت الحالي يستخدم النظام البصرى والنظام الكهرومغناطيسى في تسجيل حركة الجسم ولكل منهما مميزات وعيوب كما ذكرنا في الجدول السابق.

الا انه لازال النظام البصرى يستخدم في البطولات برغم تكاليفه الباهظة وصعوبة الحمل والنقل والتركيب ، ام نظام السنسور فانه يتاثر بالعوامل الجوية ومحدود ويمكن ان يؤثر على حركة الاعب الذى يحمله ..الخ

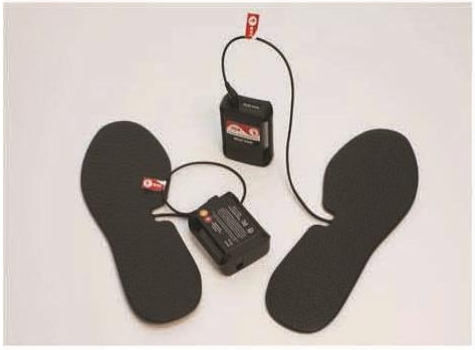
ويوجد العديد من الأنظمة التي يمكن استخدامها في رصد الحركة مثل نظام



رسم توضيحي ١٣/٩موديل جسم مقسم الى شبكة بيانية ونقاط مرجعية

OptitracK وغيرها من الأنظمة التي تطوع خصائصها التكنولوجية في استخدامه في اكثر من مجال.

حيث انه في دراسة مقارنة بين نظام VICON ونظام OptitracK اثبتت النتائج عدم وجود فروق بين النظامين في رصد الحركة الا ان الميزة الأهم قلة التكاليف المادية لنظام.



رسم توضيحي ١٤/٩ مكونات نظام FAB للتحليل الحركى

3.7

الباب الثالث

نظم التحليل

الفصل السابع

تحليل المباريات

اهداف الفصل

بعد نهاية هذا الفصل ينبغي ان تكون على دراية بـ :

- اسس وطرق تحليل المباريات
- انواع تحليل المباريات
- برامج تحليل المباريات

تحليل المباريات

يذكر **جمال علاء الدين** ان التحليل هو "الوسيلة المنطقية التي يجري بمقتضاها تناول الظاهرة موضع الدراسة كما لو كانت مقسمة الى اجزاء او العناصر الاساسية المؤلفة لها بحيث تبحث هذه الاجزاء كل على حدة تحقيقا لفهم الحق للظاهر ككل"

أن تحليل المباراة تعد أحد الوسائل المهمة التي تساهم في مساعدة اللاعب على تقييم الاداء وكذلك مستوى تنفيذ التوجيهات الحاصل عليها خلال التدريب، أضافة الى اكتشاف نقاط القوة والضعف لدية ونقاط القوة والضعف للاعب الخصم اضافه الى اكتشاف اسلوب لعب الخصم، وبالتالي تصبح عند اللاعب قاعدة جيدة من المعلومات من خلالها يستطيع تحسين مستوى الاداء وامكانيه التغير في التكتيك بالشكل الذي يتلاءم وظروف اللعب.

تعد عملية تحليل المباريات أحد العوامل المهمة في عملية تخطيط التدريب، ويؤكد المختصون في مجال تنس الطاولة بإجراء تحليل المباراة بما لا يقل عن (٤ – ٥) مره خلال الموسم الواحد كما يؤكد على ان يكون اللاعب في أفضل مستوى فني، ومن أجل تنفيذ تحليل المباراة بأسلوب بسيط ودقيق لابد من تصوير المباراة Video ويوجد عدة طرق لتحليل المباريات.

يعتبر أداء اللاعبين في المباراة ترجمة حقيقية لمستوى ما وصل إليه اللاعبون من تطوير وإتقان لقدراتهم البد نية من خلال الإعداد البدني العام والخاص واستيعاب لما تم التدريب عليه من الناحية التكنيكية والتكتيكية للاعبين كمجموعة بالإضافة إلى تكوين الشخصية الرياضية وتطوير القدرة على المنافسة وضبط الحالة الانفعالية والنفسية أثناء المباراة.

ويعتبر تقييم الأداء الفني وتحليله أثناء المباراة أحد أهم وأصعب واجبات مدرب كرة القدم وجهازه المساعد لقياس وتقدير وتحليل حالة اللاعبين من النواحي البدنية والمهارية والخططية والنفسية للوقوف على الإيجابيات والسلبيات المصاحبة للأداء أثناء الاشتراك في المباراة والعمل على معالجة القصور والسلبيات وتدعيم وتطوير الإيجابيات لرفع كفاءة الفريق الفنية والنفسية.

لذا يجب على المدرب ومساعديه أن يلموا إلماما علميا وفنيا بأسس تقييم وتحليل المباراة عن طريق الملاحظة الدائمة أثناء المباراة سواء لفريقهم أو الفريق المنافس.

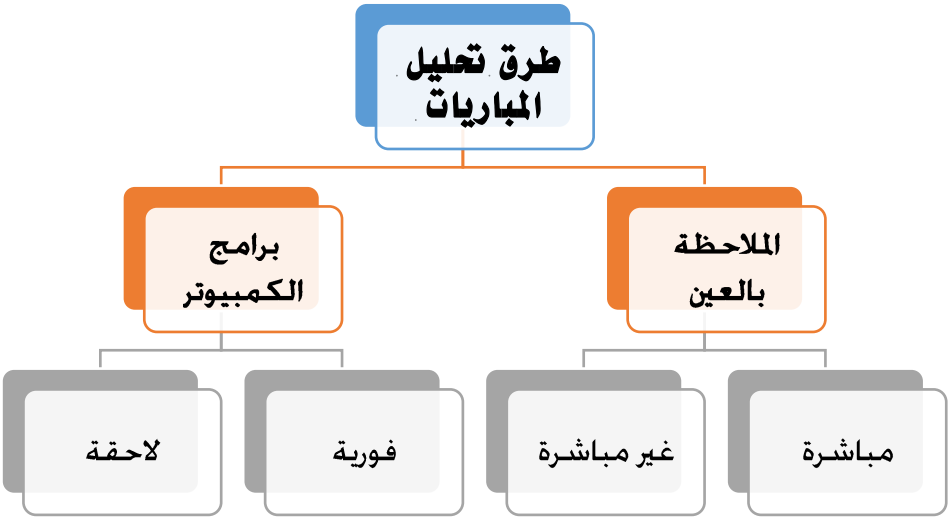
□

طرق تحليل المباريات:

على الباحثين والمدربين معرفة طرق التحليل المختلفة لتحديد نقاط الضعف والقوة عند الاداء الفني والخططي ووضع الحلول المناسبة لها.

وبناء على التطور التكنولوجي الحادث في طرق التحليل فقد تم تقسيم طرق التحليل الى قسمين رئيسيين يتفرع منهما فروع ووسائل وتكنيكات مختلفة للتحليل.

وتضم طرق تحليل المباريات اسفلها جميع الالعاب الرياضية والتنافسية التى تهدف الى تحقيق الفوز برقم او احراز هدف او نقاط .... الخ وذلك كما في الشكل التخطيطي.



مستويات تحليل المباريات :

١ـ تحليل فردى

ويشمل تحليل لاعب بمفرده في داخل فريق العاب جماعية او تحليل اللاعب المنافس في العاب النزال كالمصارعة والملاكمة.

٢ـ تحليل جماعي

ويشمل تحليل مجموعة من اللاعبين كفريق كرة قدم او مجموعة من اللاعبين المشاركين في بطولة التايكوندو.

٣ـ تحليل ذاتي

ان يقوم اللاعب بتحليل ادائه واداء زملائه في المباراة، وتُستخدم في أمريكا وفي بعض دول أوربا هذه الطريقة فبعد العشاء واسترخاء اللاعبين وذهابهم لبيوتهم يُكلف اللاعبون بواجب كتابة تقرير تحليلي شخصي عن المباراة التي انتهت هذا اليوم مهما كانت النتيجة وترسل عن طريق البريد الالكتروني على عنوان المدرب فيكون كل لاعب حر١٠٠٪ فيما يود طرحه من دون معرفة الآخرين بتقرير بعضهم البعض مما يَمنح اللاعبين فرصة كبيرة للتعبير عن آرائهم والمشاركة في تحمل المسؤولية وقد عَمدت بعض الأندية الأمريكية في الوقت الحالي بتجهيز كل اللاعبين بجدول تقويمي وما على اللاعب إلا ملأ الفراغات وإرسال التقرير عن طريق الانترنت على عنوان المدرب الذي تتجمع لديه أهم معلومات على الإطلاق حول مجريات اللعب.

اسس تحليل المباريات:

١ - ان يكون للتحليل هدف محدد (بدنى-تكنيكي-تكتيكي)

٢ - ان يكون الفريقان المتباريان في مستوى واحد.

٣ - ان يكون التحليل في ظروف طبيعية (تثبيت ظروف التحليل).

٤ - ان تكون وسيلة التحليل موضوعية وصادقة

اهداف تحليل المباريات.

١ . تحديد نقاط القوة والضعف للفريق والفريق المنافس

٢ . تحديد خطط اللعب المناسبة

٣ . وضع تدريبات لتحسين القصور ونقاط الضعف

٤ . تحقيق مكسب او الفوز بالمباراة

انواع تحليل المباريات :

- **تحليل فنى**
- **تحليل احصائيات**

تحليل فني

يُعتبر التحليل الفني لأي رياضه من الرياضات الوجه الأخر الذي يستطيع من خلاله المتلقي أن يشاهده ويسمعهُ من دون الحاجه الى الحركة التي قد تكون ثانويه فيه باعتبارها وسيلة إيضاح متحركة أو ثابته حسب الحاجه كما هو الحال في لعبة كرة القدم وسواها من بقية الالعاب الأخرى حيث يُعرف (التحليل الفني) بأنه الصورة التي ليراها المشاهد العادي (الغير مختص) في الملعب والتي تتمثل في أشياء مهمه مثل (طريقة اللعب - عملية نقل الكرة بين مربعات الملعب - كيفية رسم استراتيجيات اللعب وتغييرها حسب المتغير الذي يحدث داخله من قبل المدربين - حركة اللاعبين بكره أو بدون كره) وهذا الامر يتطلب أن يكون هناك مختصين ينقلون هذه الأحداث والوقائع الى المتلقي بصوره (مبسطه ومفهومه) من حيث المضمون وهنا تكمن الصعوبة في هذه المهمة أذ لا يمكن أن يتم تحليل مباريات كرة القدم أو أي رياضه أخرى من خلال الفهم الأكاديمي الصرف للمحلل مادام المتلقي هو المشاهد العادي الذي تختلف درجه فهمه بشكل متباين من شخص الى

أخر لكي لانخلق فجوه ما بين الأثنين يمكن ان تضيع من خلالها حلاوة التحليل وبالتالي نخسر حضور المتلقي المهم.

يعتقد البعض مخطئاً بأن التحليل عباره عن عمليه لنقل مجريات مباراة كرة القدم الى المشاهد كما هي من خلال وصف دقائق المباراة والتركيز على مجريات الدقائق الخطيرة التي حدثت أثناء وقت المباراة والتسديدات على المرمى والأشياء الأخرى التي تحدث أثناء المباراة، هذا الأمر لا يمكن أن يكون تحليل لمباراة لأن هذه الآمور تعتبر من مهام معلق المباراة أو الصحفي المتخصص في نقل وقائع المباراة الى الصحيفة المطبوعة او الإلكترونية (النقل التفصيلي)، لذا يجب علينا أن نفرق بين مهمة العمل الصحفي ومهمة التحليل الفني.

تحليل احصائيات

- **استمارة التحليل**
- **برنامج تحليل الكترونى**

استمارة التحليل هى استمارة مصممة لإحصاء وتحليل بعض النواحي المهارية والخططية في المباريات بملاحظة العين اما بطرقة مباشرة او غير مباشرة.

اما برنامج التحليل الالكترونى فهو عبارة عن طريقة الكترونية لجمع ومعالجة البيانات بشكل أسرع وأدق من استمارة التحليل الا انها ذات تكلفة مادية عالية لأنه عبارة عن نظام كامل مكون من برنامج تحليل وكاميرات او سنسور ومستخدمين مدربين مثل برنامج **HANA** لشركة **SAP** العالمية والموجودة في المانيا. وبرنامج **match analysis** لشركة **Darrtfish** وغيره لشركة **Simi motion**.

استمارة تحليل المباريات

نموذج استمارة تحليل مباريات كرة القدم:

هى استمارة تحليل وصفي مقترحة من قبل الخبراء والمختصين (مالجيف-موزوزوف -باكييف) الذي يتلخص بتحليل حركات لاعبي كل فريق عند ادائهم لوسائل اللعب المختلفة عن طريق الملاحظة مع كادر مساعد وباستعمال استمارة تحليل من خلال تسجيل الفيديو اذ يعد هذا الاسلوب من أكثر الاساليب دقة. لان الاخطاء في تقدير الحركة يكون قليل وذلك لإمكانية التحكم في اعادة الحركة أكثر من مرة وتحديدها بدقة فضلا عن امكانية تسجيل حركات الفريقين بوقت واحد.

مكونات الاستمارة

١ - المحور الاول:

احصاء عدد المحاولات لبعض المتغيرات قيد الدراسة مثل (ضربة الزاوية)

٢ - المحور الثاني:

احصاء الوقت مثل (زمن الحيازة الايجابية).

٣ - المحور الثالث والرابع: احصاء المحاولات الناجحة والفاشلة لبعض المتغيرات قيد الدراسة فنضع اشارة (+) للمحاولة الناجحة واشارة (-) للمحاولة الفاشلة بحيث يتم بعد ذلك جمع هذه المحاولات كل على انفراد وثم يتم نتائج المباريات احصائيا.

اما المتغيرات المدروسة فهي:

١ - التمرير بنوعيه (القصير والطويل): يمرر لاعب الكرة الى زميله فاذا استلمها عدت المناولة ناجحة.

٢ - التهديف (بالراس، بالقدم): يعد التهديف ناجحا عدى (الانفراد بحارس المرمى وضربة الجزاء) سواء كان بالقدم او بالراس إذا وقع ضمن حدود المرمى سواء دخلت الكرة ام لم تدخل الى المرمى.

٣ - المراوغة :

يجري اللاعب عملية المراوغة للخصم فاذا نجح اللاعب في ان يجتاز الخصم ويستفيد اللاعب من الكرة عدت المراوغة ناجحة وإذا قطعت منه عدت فاشلة وذهبت خارج الملعب.

٤ - القطع :

(القطع المباشر والقطع الغير المباشر)

٥ - الرمية الجانبية

وضربة الزاوية : يتم احصاء عددها فقط.

٦ - ضربة

الهدف : تعد ضربة الهدف ناجحة إذا تم تنفيذها من قبل حارس المرمى او اي لاعب اخر بحيث تصل الكرة الى الزميل وتعد فاشلة في حالة قطعها او ذهابها الى الخارج

٧ - حسم حارس

المرمى الكرة في :

أ) منطقة المرمى (٦ يارد) يعد حسم الكرة ناجحا إذا استطاع حارس المرمى مسك الكرة او ابعادها الى زميله.

ب)خارج منطقة المرمى : يعد حسم الكرة ناجحا إذا استطاع حارس المرمى مسك الكرة او ابعادها الى زميله.

٨ - الاختراق

بأنواعه من (اليمين – الوسط – اليسار) إذا استطاع لاعبو الفريق من تخطي الخطوط الدفاعية للفريق الخصم في جزء الملعب الخاص بالخصم باي شكل من الاشكال بحيث يشكل خطورة على الفريق الخصم يعد هذا الاختراق ناجحا.

٩ - الحيازة على الكرة:

أ) اللعب الايجابي الفعال: يعد اداء الفريق ايجابيا إذا كان حائزا على الكرة وهو ينقلها الى ثلثي الملعب الوسطي والهجومي له اذ ان الكرة في هاتين المنطقتين فانهما تشكل خطورة على مرمى الخصم.

ب) اللعب السلبي: وهو عكس اللعب الايجابي ولا يشكل خطورة على فريق الخصم ويكون غير فعال.

برنامج تحليل الكترونى

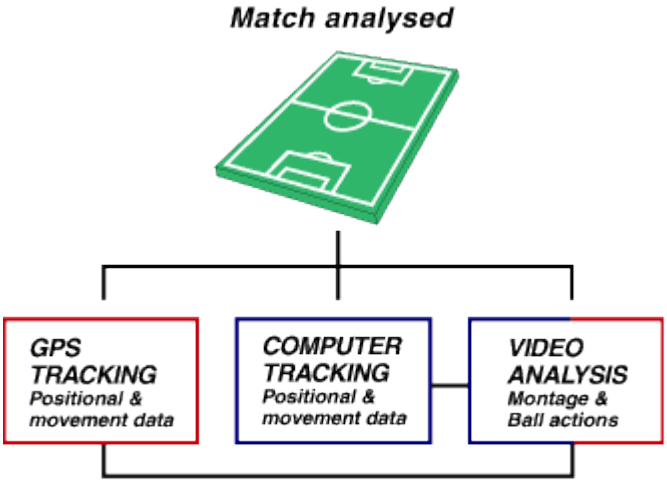


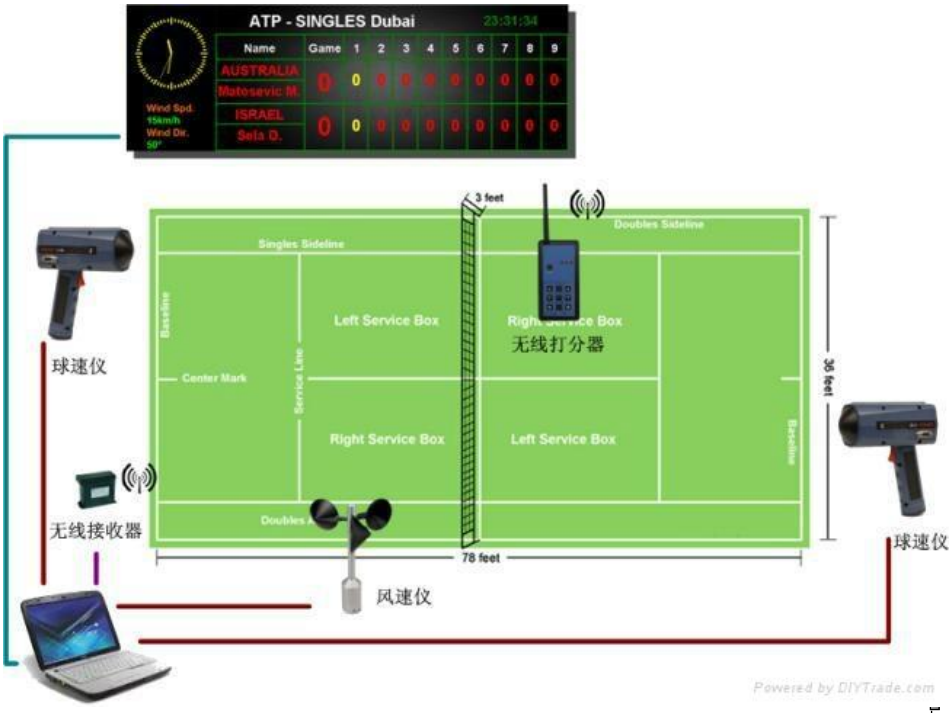
Fig 1: The 3 major types of modern computerised match analysis systems - Real-time & Post match

برنامج **hana** لشركة **sap**

برنامج المانى لتحليل مباريات كرة القدم عن طريق سنسور يضعه كل لاعب تحت الشنكار وبناء على ذلك يستطيع النظام تتبع سرعة اللعب وزمنه ....الخ. الجهاز يستخدم في القنوات الرياضية ولبرامج التحليل الرياضي وهو غير

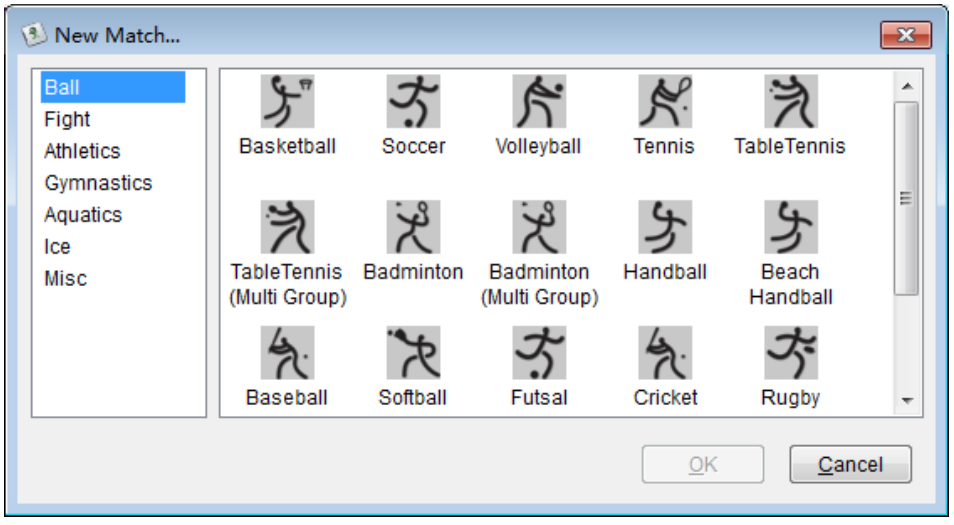
مخصص للبيع للأفراد حالياً ولكن متوفر بخطط وبرامج تدريب للمؤسسات والشركات الإعلامية والتجارية .

نظام تسجيل النقاط والزمن في التنس الارضى

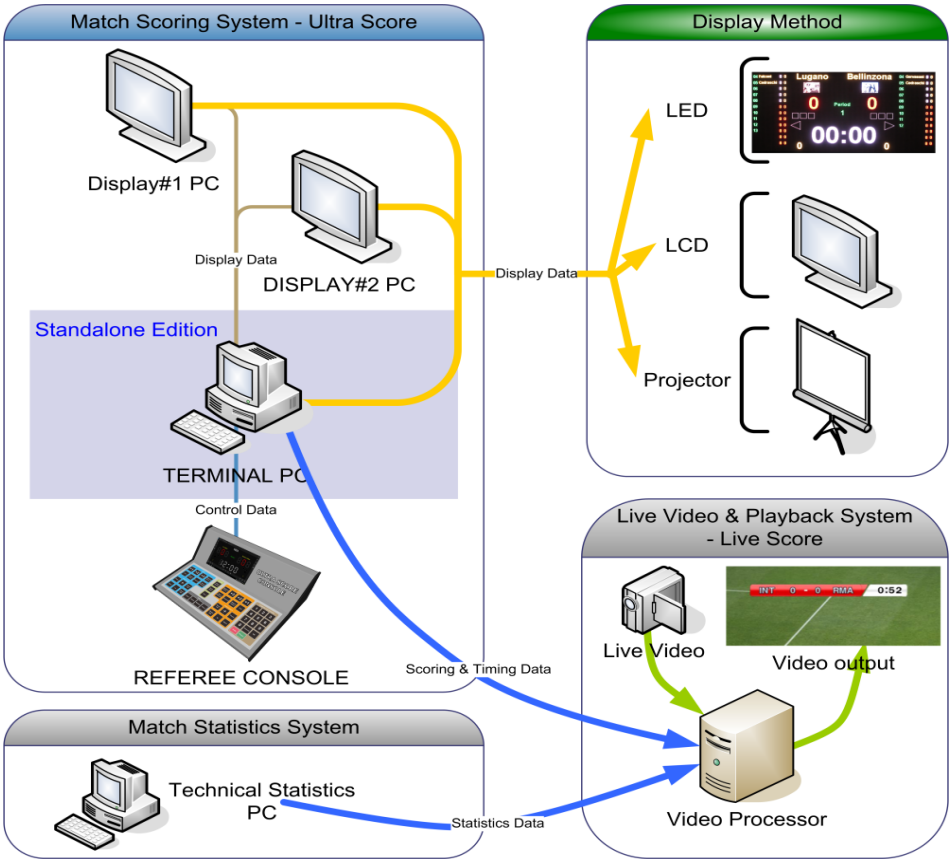


برنامج **ultra score**

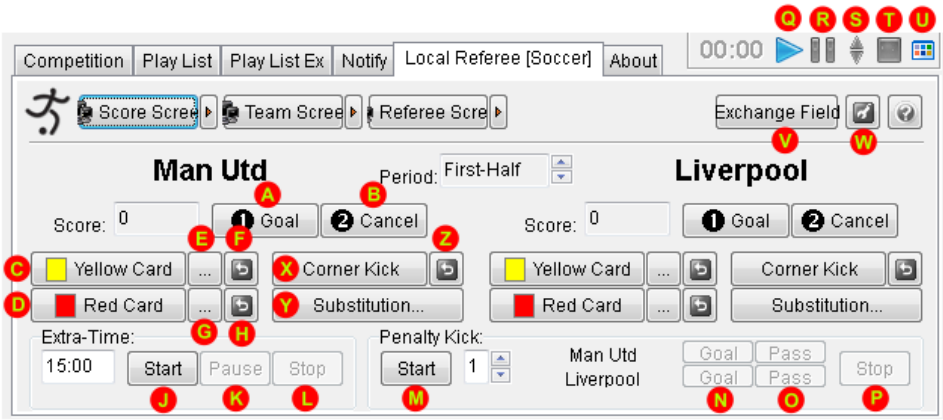
هو برنامج من انتاج شركة **kazo vision** وهو برنامج يستخدم في تحليل العديد من الألعاب تحليل زمنى واحصائى.



مكونات نظام **ultra score**



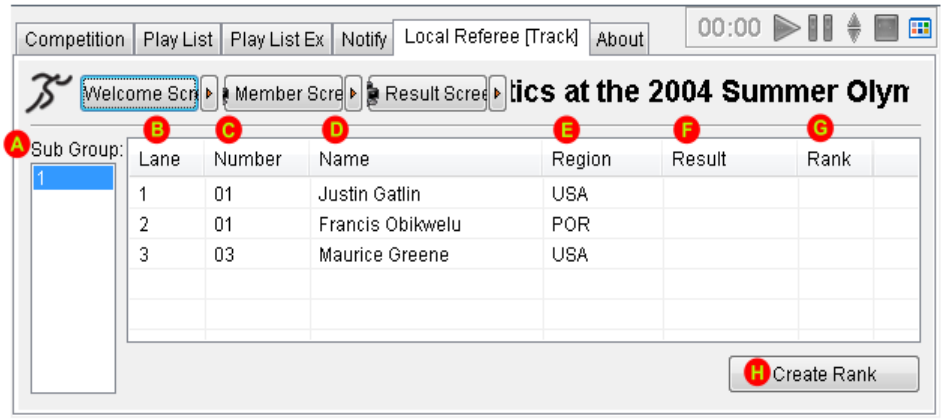
شاشة تحليل مباراة كرة قدم **Soccer**



تشغيل البرنامج :

- **A:** Make a score for the team(the number will be displayed in the "Score" textbox automatically manually).
- **B:** Cancel the "Score" operation.
- **C:** Give a yellow card to team.
- **D:** Give a red card to team.
- **E:** Select a member who get a yellow card and show the information on screen.
- **F:** Cancel a yellow card record.
- **G:** Select a member who get a red card and show the information on screen.
- **H:** Cancel a red card record.
- **J:** Start extra-time.
- **K:** Pause extra-time.
- **L:** Stop extra-time.
- **M:** Start penalties.
- **N:** Penalty goals.
- **O:** Penalty not socored.
- **P:** Stop penalties.
- **Q:** Start match and timing.
- **R:** Pause match and timing.
- **S:** Modify the match timing number, cumulative or decreasing.
- **T:** Restart a new period match, reset timing.
- **U:** Match timing contorl menu.
- **V:** Exchange field with each other.
- **W:** Match setting button, can modify the period time and extra-time time for match, and so on.
- **X:** Record corner kick.
- **Y:** Exchange memeber of team(substitution).
- **Z:** Cancel corner kick operation.

شاشة تشغيل مسابقات المضمار **Athletics---Track**



تشغيل البرنامج :

- **A:** It can be set up many sub groups in one match, and all of them will be showed on this list, choose one and all members info in this sub gourp will be showed on right table.
- **B:** Show the member "Lane" number.
- **C:** Show the member match number.
- **D:** Show member name.
- **E:** Show members' region.
- **F:** Double click the "Result" textbox and input the member result directly.
- **G:** Double click the "Rank" textbox and you can input the member rank manually.
- **H:** Press the button and the system will order the member info according to their results.

تحليل مباريات كرة القدم :

أصبح تحليل المباريات في كرة القدم واحد من علوم كرة القدم الحديثة المدرب الناجح او الخبير الرياضي ليس فقط اعطاء التمارين الرياضية في التكتيك والتكنيك والنفسية ايضا فيجب ان يكون المدرب قادر على تحليل فريق الخصم وفريقه ايضا في المباراة في الإيجابيات والسلبيات للفريق.

اسس تحليل مباريات كرة القدم :

- **خطوط ومراكز اللعب**
- **تحليل اشواط**

خطوط ومراكز اللعب:

ويكون تحليل المباراة على ثلاث مجموعات متكاملة وطريقه العمل على التوالي تبدأ من حارس المرمى وخط الدفاع وخط الهجوم.

خط الدفاع:

وتنقسم الى ثلاث اقسام

١ - خط الدفاع من الخطوط المهمة في كرة القدم إذا كان خط الدفاع متماسك ومنتظم ولا توجد فراغات فمن الصعب اختراقه

فيجب الانتباه الى مكان الاعبين في المنطقة الدفاع وكيفية التحركات والمهارات والتوازن والانتباه في خط الدفاع

٢ - من المهم جدا ملاحظه من يكون من الاعبين مميز وله القدرة على بداية الهجوم، ومن الاعبين الذين يمتازون باحتفاظ بكرة كثيرا، واللاعبين المميزين بألعاب الهواء.

٣ - المدافعين على الجوانب هل لهم القدرة والمهارة على الهجوم وما هي قدراتهم في التمريرات بأنواعها.

خط الوسط:

وتنقسم الى ثلاث اقسام

١ - يطلق على هذا الخط اسم قلب الفريق والرابط بين الدفاع والهجوم إذا كان هذا الخط يعمل بصورة جيدة ويطبق الواجبات أصبح تقليل الضغط على خط الدفاع وسهوله عمل في خط الهجوم وتحركات هذا الخط بدون كرة مهم جدا لكي يعمل الفراغات لحامل الكرة

٢ - لاعبين الجوانب هل يستخدمون اساسيات لعب الهجوم وتطبيق الواجبات.

٣ - لاعبي والوسط يمتازون باستقبال الكرة جيدا والاستدارة مع الكرة ايضا.

خط الهجوم وحارس المرمى:

١ - خط الهجوم كيفية التحرك في منطقه الهجوم واستخدام المهارات والتوازن واساسيات الهجوم

٢ - من المهم جدا الانتباه الى التكنيك في نهاية الهجمة

٣ - خصوصيات وصفات الحسنة والسيئة في حارس المرمى.

تحليل اشواط

① تحليل الشوط الأول

لدقة المتابعة والملاحظة أثناء تحليل المباراة يفضل أن يقوم المدرب بتوزيع مهام التحليل الإحصائي لقراءة المباراة على أفراد الجهاز الفني بأكمله وفقا لمهام محددة لكل منهم بعد التدريب ثم تبدأ عملية التقييم سواء بمتابعة مجموعة محددة من لاعبي الفريق أو الفريق كاملا أو الفريق المنافس بشرط أن يتم الاتفاق على هذه المهام قبل بداية المباراة وتنحصر النقاط التالية التي يجب ملاحظتها خلال الشوط الأول في الآتي:

١ - مدى تنفيذ الفريق ككل بصفة فردية الجانب المهارى.

٢ - ردود أفعال الفريق المنافس ولاعبيه للجانب المهارى للفريق.

٣ - مدى تنفيذ الفريق ككل الجوانب الدفاعية والهجومية الفردية والجماعية.

٤ - ردود أفعال الفريق المنافس ولاعبيه لخطط الفريق الدفاعية والهجومية.

٥ - خطط الفريق المنافس من الناحية التكتيكية الدفاعية والهجومية.

ومن خلال ملاحظات المدرب لأداء فريقه والفريق المنافس تتطلب بعض الأحداث في المباريات إلى تقييم سريع وإعطاء توجيهاته وإرشاداته لكابتن الفريق من خلال إشارات متفق عليها سابقا هذا بالإضافة إلى تلك الإرشادات وما دونه الجهاز المساعد في الشوط الأول وهناك أسئلة يجب أن يجيب عليها المدرب من خلال المباراة أذكر بعضا منها:

١ - هل الضربات الركنية تؤدى بنفس طريقة الأداء أكثر من مرة؟

٢ - هل الضربات الحرة المباشرة وغير المباشرة تؤدى بطريقة تكتيكية جيدة؟

٣ - هل هناك تعاون بين خطوط الفريق الدفاع والوسط والهجوم؟

٤ - هل يقوم لاعبي الأظهرة بوجباتهم الدفاعية والهجومية؟

٥ - هل لاعبي الوسط يوأدون واجبهم التكتيكي في ربط الفريق بين الدفاع والهجوم؟

٦ - هل لاعبي الهجوم يقومون بواجبهم الدفاعي أثناء فقد الكرة؟

٧ - ما هو نوع الدفاع الذي يستخدمه مدرب الخصم في تكتيكه هل هو دفاع المنطقة أو رجل لرجل أو دفاع ضاغط في ملعب فريقه؟

٨ - ماهي نوعية طريقة لعب الخصم؟

٩ - هل الفريق المنافس يغير من خطة الأداء التكتيكي خلال الشوط الأول؟

② تحليل الشوط الأول أثناء فترة الراحة بين الشوطين

من خلال الملاحظة والتحليل الفني للشوط الأول من المباراة يقوم المدرب بالعمل على تصحيح أخطاء اللاعبين وتدعيم إيجابيات الأداء الفني والخططي والعمل على رفع الروح النفسية للاعبين وإكسابهم الثقة في النفس من خلال إتباع الخطوات التالية :

١ - تجميع ملاحظات الأداء الفني من المساعدين والعمل على تخليص السلبيات والإيجابيات في عدة نقاط مركزة واتخاذ قرار بشأن استبدال أي لاعب خلال الشوط الثاني

٢ - الاطمئنان على اللاعبين ومدى سلامتهم من الإصابات إن وجدت ومعالجتها سريعا

٣ - يجب عدم مناقشة اللاعبين في أدائهم الفني إلا بعد أن يأخذوا وقتهم الكافي من الراحة حتى يمكنهم التركيز والإنصات والاستماع بدقة لتعليمات المدرب

٤ - إذا كان هناك قرار بتغيير أحد البدلاء فيجب الإعلان عنه قبل إبداء الملاحظات حتى يتمكن اللاعب البديل من التركيز والانتباه

٥ - يجب أن يتبع المدرب التسلسل في توجيهاته وإرشاداته للاعبين طبقا لمراكز اللعب بحيث يبدأ بحارس المرمى ثم الدفاع والوسط وأخيرا الهجوم.

٦ - عدم السماح نهائيا للاعبين بنقد بعضهم البعض لأنه يفقد اللاعبين التركيز والانفعال النفسي الذي سوف ينعكس في الشوط الثاني

٧ - التركيز من المدرب على الجوانب السلوكية والشخصية للاعبين فيما يتعلق بالتكامل مع قرارات الحكام واحترام الفريق المنافس والجمهور

٨ - تقييم الجوانب الفنية للاعبين الدفاعية والهجومية سواء الفردية والجماعية ومدى قدرة اللاعبين على التفاعل مع أحداث الشوط ومدى تنفيذ التحركات الدفاعية والهجومية

٩ - يجب على المدرب ومساعديه الهدوء وعدم الانفعال والعصبية حتى لا ينعكس ذلك سلبيا على سلوك وأداء اللاعبين في الشوط الثاني.

③ تحليل الشوط الثاني

يتم تقييم أداء الشوط الثاني من المباراة وفقا للأسلوب الذي اتبعه المدرب في الشوط الأول وذلك من خلال توجيهاته للاعبين أثناء الأداء للتخلي عن السلبيات وتدعيم الإيجابيات واستغلال نقاط الضعف في الفريق المنافس.

أما بعد نهاية الشوط الثاني والمباراة فيجب على المدرب ومساعديه التوجه فورا إلى غرفة الملابس إن وجدت للتواجد مع اللاعبين والاطمئنان عليهم من الإصابات ومعالجة المصاب فورا وتوجيه الشكر لجميع اللاعبين على الأداء خلال المباراة بغض النظر عن نتيجة المباراة وتجنب الحديث نهائيا في تحليل أحداث المباراة وعدم إلقاء اللوم والمسئولية على اللاعبين حتى لا يصابوا بالإحباط وفقد الثقة بين اللاعبين والمدرب وكذلك يجب عدم الإفراط في الثناء على الفوز والتحدث عن أسباب الفوز لانشغال اللاعبين بالفرحة والسعادة والسرور لفوزهم وما يصاحب ذلك من انفعالات سارة دون الإنصات إلى حديث المدرب ويجب على المدرب أيضا أن يكون آخر من يغادر حجرة الملابس أو ملعب المباراة خاصة أثناء خسارة الفريق

④ تحليل المباراة

يجب أن يتم تقييم الأداء الفني للمباراة بعد انتهائها بفترة مناسبة بحث يعطي المدرب لنفسه فترة أن يستريح فيها من عناء الشد العصبي المصاحب للمباراة وحيث يتمكن من إحصاء ملاحظاته وتدوين قراراته من خلال تحليل وتقييم أحداث المباراة وكذلك يجب التقييم مع اللاعبين قبل بداية الفترة الأولى للتدريب حتى يتعرف على النواحي الإيجابية والسلبية المصاحبة للأداء ويجب أن يكون التحليل بدون عصبية أو تشنج من المدرب بحيث يوضح الأخطاء الجماعية للفريق وكذلك الأخطاء الفردية لكل لاعب وكذلك يجب أن

تشتمل التقييم على كيفية إدارة المباراة من قبل المدرب وهو تقييم ذاتي للمدرب نفسه وعليه أن يعلن بشجاعة عن أخطائه إذا كان هناك أخطاء من حيث التشكيل وتغيير البدلاء والتوتر والانفعالات المصاحبة لقرارات إدارة المباراة وكذلك الإعلان عن إيجابيات إدارة المباراة من خلال قيامه بمناقشة اللاعبين في طريقة وأسلوب الأداء بطريقة أمينة للاستفادة من الأخطاء المصاحبة للأداء الفني والتكتيكي أثناء المباراة وعدم تكرارها وإبراز الإيجابيات والعمل على تدعيم أدائها وتكرارها في المباريات القادمة

⑤ خطوات تقويم المباراة

١ - إعلان المدرب عن أخطائه إن وجدت.

٢ - تعبير اللاعبين عن آرائهم في المباراة وفي أنفسهم بأمانة ودون التعرض لأداء بعضهم البعض.

٣ - عرض وجهات المدرب في الأداء ومدى تطبيق اللاعبين لخطة المباراة والتزامهم بوجباتهم الدفاعية والهجومية.

٤ - وضع خطوات الإصلاح والعلاج وما يجب عمله من تدريبات للتقويم الجماعي والفردي.

٥ - البدء في تدريبات الوحدة التدريبية الأولى بعد المباراة بعد يوم من الراحة للاعبين.

ونستنتج هنا أن على المدرب أن يعرف كيف يتعامل مع قيادته لأي مباراة هامه لفريقه ويعرف كيف يحضر اللاعبين من النواحي البد نية والفنية والتكتيكية والنفسية وتحفيزهم على تقديم مباراة جيدة وكما كان تركيز المدرب منصب في أحداث المباراة ومجرياتها توفق إلى اختيار التغيير المناسب سواء في اللاعبين أو في التكتيك وإن التنظيم المسبق في قيادة المباراة مع المساعدين يساعد المدرب على التركيز في المباراة.

إن أداء مباراة جيدة لأي لاعب كرة قد تتطلب تدريب مستمر وجاد من النواحي البد نية والفنية والتكتيكية والنفسية وإن النقد الذاتي للاعب كرة القدم يطور من مستواه في المباراة وقد ألخص المواصفات الفنية من وجهة نظري الشخصية المتواضعة لأداء مباراة في كرة القدم إلى عدة نقاط هامة وهي:

1ـ اللعب من لمسة واحدة.

2ـ فتح اللعب على الأطراف.

3ـ الاهتمام بالكرات العرضية

4ـ التمركز الجيد للمهاجمين والمساندة من لاعبي الوسط.

5ـ ترابط خطوط الفريق من الناحية الدفاعية والهجومية.

6ـ التحول السريع من الدفاع إلى الهجوم والعكس.

7ـ السرعة في الأداء

8ـ التسديد على المرمى.

9ـ الضغط على حامل الكرة.

10ـ اللعب حتى آخر دقيقة.

11ـ عدم الاعتراض على التحكيم.

12ـ اللعب بروح قتالية والرغبة في الفوز

13ـ احترام الفريق المنافس وعدم الاستهتار به.

المحلل الفني لمباريات كرة القدم؟

المحلل الفني لمباريات كرة القدم هو عين المشاهد التي تشاهد المباراة من النواحي الفنية والخططية التي تستطيع أن تستخلص منها اللقطات المثيرة من خلال حركة الكره في الملعب متوازية مع حركة اللاعبين بكره او بدونها وكيفية تقييم الاداء فنيا للفريق كوحده واحده ولجميع خطوط الفريق مره ولكل خط على حده مرة أخرى ولكل لاعب في الملعب وفق خطط يضعها المحلل بنفسه على أساس تقييمه لحالات اللعب مع مراعاة ظروف المباراة ومتغيراتها وهذا الامر يتبع أسلوب المحلل نفسه أو المدرسة التي ينتمي لها من خلال تنمية قابلياته الذهنية وللمثال لا الحصر بعض المحللين يرون أن تقسيم وقت الشوط للمباراة الواحدة الى أوقات متساوية يتم تحليله كل على حده ومن ثم استخلاص التحليل من هذه الأوقات وتقديمها للمشاهد وهناك

مدارس للتحليل تقوم على أساس تقييم كل خط من خطوط المباراة وكيفيه تقييم أداءه بغض النظر عن الوقت وهناك مدارس أخرى تعتمد على تقييم الفريق كوحده واحده في التقييم، هذا الأمر لا يمكن اعتباره شيء اساسي وثابت بل هناك متغيرات قد تتجدد في هذا المفهوم حالها حال بقية العلوم الأخرى لأن كرة القدم وجميع مفاصلها أصبحت (علم و صناعه).

مواصفات المحلل الفني للمباريات:

من الضروري أن يحمل المحلل الفني للمباريات مواصفات خاصه تمكنه من القيام بمهمتهِ على أكمل وجه وبصوره مقنعه ومن أهم هذه المواصفات.

١ . أن يكون متخصصاً في هذا المجال وليس بالضرورة ان يكون مدرب ويكون من الدارسين لهذا العلم على أقل تقدير.

٢ . معرفتهُ بقوانين اللعبة

٣ . يمتلك بديهيه وقدره على أيصال الفكرة للمتلقي.

٤ . يمتلك ثقافة مجتمعيه عامه.

٥ . القدرة على الايجاز في التحليل.

٦ . ان يكون صاحب شخصيه إيجابيه مؤثره.

التحليل النظري للمباراة النهائية بين مصر وكودى فوار

" بطولة الأمم الأفريقية الخامسة والعشرين بجمهورية مصر العربية "

أ.د / جمال محمد علاء الدين

أستاذ الميكانيكا الحيوية -قسم أصول التربية -كلية التربية الرياضية للبنيين -أبو قير-جامعة الإسكندرية

٢٠٠٦

مدخل :

تتباين مواقف كرة القدم لاختلاف وتعدد المهارات الحركية حسب متطلبات الموقف لتحقيق هدف ما يتوقف تحقيقه على القدرة البدنية والمهارية والنفسية وتفاعل كل العوامل المحيطة مع بعضها ولقياس الأداء الحركي البسيط أو المركب يري الباحثين انه يمكن ذاك من خلال قياس مخرجات الأداء الحركي.

وتحقق الآن البطولات وتكسر الأرقام بشكل متسارع جعل من الصعب توقع النتيجة معه ولذلك وجب على العاملين بالحق ل الرياضي التحليل الدقيق والعمل بجد للقدرة على مواكبة هذا التسارع.

ويقوم فريق العمل بتحليل المباراة النهائية لبطولة كأس الأمم الأفريقية الخامسة والعشرين بين منتخب مصر منتخب كودي فوار بإستاد القاهرة الدولي يوم الجمعة الموافق ١٠/ ٢/ ٢٠٠٦م.

والتحليل من خلال التسجيل الفيديو العادي على الحاسب الآلي وعمل استمارة تحليل بالملاحظة العادية للمباراة ووجهة نظر الباحثين الشخصية.

جدول (١)

التحليل المبدئي للمباراة

المنتخبات / المتغيرات		مصر	كودي فوار
فاعلية الهجوم	نسبة الهجمات الناجحة : الهجمات الكلية	٪23	٪22.2
	نسبة الهجمات الفاشلة : الهجمات الكلية	٪77	٪77.8
	نسبة الهجمات كلية : الهجمات المتاحة	1 : 2	2 : 3
	ترتيب الفرق وفقاً لفاعلية هجماتها	2	1
فاعلية الدفاع	نسبة الدفاعات الناجحة : الدفاعات الكلية	% 85	% 82
	نسبة الدفاعات الفاشلة : الدفاعات الكلية	٪15	٪18
	ترتيب الفرق وفقاً لفاعلية دفاعاتها	1	2
استغلال الملعب خلال المباراة	المركز	٪35	٪15
	الجناحان	٪65	٪85
الجزاءات	التحذير	1	2
	الإنذارات (كارت أصفر)	3	5
	الجزاء بالطرد (كارت أحمر)	0	0

ومن الجدول السابق ينضح أن :

فاعلية الهجوم :

فالهجوم لدي فريق الكودي فوار أعلي منه في منتخب مصر وكانت الهجمات الكودوفارية تشكل خطر كبير على مرمي المنتخب المصري فقد أضاع كلاً من الفريقين أهداف محققة رغم وجود عدد كبير من المحترفين في الفريقين علما بان نسبة المحترفين في المنتخب الكودوفواري أكثر بكثير من منتخب مصر.

فاعلية الدفاع :

تكتل الدفاع الايفواري ضد الهجمات المصرية المكثفة وضياع فرص محققة للمنتخب المصري نتيجة الضغط العصبي باعتبارها مباراة مصيرية وأيضاً اللعب الفردي في

الفريق المصري كذلك الدفاع المصري ومواجهته للهجمات الايفوارية وضياع فرص محققة للتهديف الايفواري.

فاعلية الأداء العام:

أتضح من التحليل النظري للمباراة ارتفاع المستوي الايفواري عن المصري لكن الشحن الجماهيري المصري وحضور الرئيس كان له الأثر الايجابي في الحالة النفسية للمنتخب المصري مما أثر على أدائه ايجابياً.

جدول (٢)

الحجم التدريبي للفريقين

الفريق	المهارات		الحجم التدريبي = الهجومية + الدفاعية
	هجومية	دفاعي	
مصر	% 100	% 100	% 100
كودي	% 100	% 100	

ويفترض الباحثون أن الحجم التدريبي للفريقين كان (١٠٠٪) من الأداء الحركي الخاص بكل مركز من مراكز اللعب وفقاً للواجبات المنوطة لكل لاعب في كل المباريات من خلال تحليل المدربين للمباريات السابقة لكل فريق منافس.

جدول (٣)

الأداءات الحركية المركبة ونسب تكرارها لمراكز اللعب الممثلة

لخط الدفاع في الفريقين محوري المباراة

مراكز اللعب	م	الأداءات المركبة	نسبة التكرار للاداءات	
			مصر	كودي فوار
الليبرو	١	التشتيت المباشر بالقدم	36.12	24.81
	٢	التشتيت المباشر بالرأس	14.13	20.93
	٣	الاستلام ثم التمرير	11.22	20.16
	٤	الاستلام ثم الجري بالكرة ثم التمرير	12.24	12.30
	٥	التمرير المباشر	6.25	9.3
	٦	الاستخلاص ثم التمرير	6.88	3.09
	٧	الاستخلاص ثم الجري بالكرة ثم التمرير	6.12	5.43
	٨	التصويب المباشر بالرأس	8.14	6.08
ظهير الجانب	١	الاستلام ثم التمرير	39.13	37.15
	٢	الاستلام ثم الجري بالكرة ثم التمرير	17.65	17.56
	٣	التمرير المباشر	6.54	6.54
	٤	الاستخلاص ثم المراوغة ثم التمرير	14.58	14.58
	٥	الاستلام ثم المراوغة ثم التمرير	9.02	9.02
	٦	الاستلام ثم المراوغة ثم التصويب	7.08	7.12
	٧	التصويب المباشر بالقدم	6	7.94

ومن خلال تقسيم المراجع السابقة في كرة القدم للمهارات الحركية لكل مركز من مراكز اللعب وضع الباحثون نسب أداء كل مهارة خاصة لكل مركز على خطوط اللعب (الوسط والهجوم والدفاع) خلال المباراة النهائية لبطولة الأمم الأفريقية الخامسة والعشرين.

ومن الجدول السابق وجد الباحثون ارتفاع مستوي المهارات الحركية المركبة نظراً لارتفاع مستوي التدريب للفريقين والاختصار في مراحل المهارة الحركية وضيق حيز تنفيذها وسرعة الاداء لها.

جدول (٤)

الأداءات الحركية المركبة ونسب تكرارها لمراكز اللعب الممثلة

لخط الوسط في الفريقين محوري مباراة

مراكز اللعب	م	الأداءات المركبة	نسبة التكرار للاداءات	
			مصر	كودي فوار
الوسط المدافع	١	الاستلام ثم التمرير	42.1	41.31
	٢	التمرير المباشر	25.33	26.13
	٣	الاستلام ثم الجري بالكرة ثم التمرير	17.23	15.2
	٤	الاستخلاص ثم التمرير	10.57	12.7
	٥	الاستلام ثم المراوغة ثم التمرير	4.77	4.7
الوسط المهاجم	١	الاستلام ثم الجري بالكرة ثم التمرير	32.14	24.84
	٢	الاستلام ثم التمرير	23.12	26.64
	٣	التمرير المباشر	21.8	25.97
	٤	الاستلام ثم المراوغة ثم التمرير	16.3	14.18
	٥	الاستلام ثم المراوغة ثم التصويب	6.64	8.37

جدول (٥)

الأداءات الحركية المركبة ونسب تكرارها لمراكز اللعب الممثلة

لخط الهجوم في الفريقين محوري مباراة

مراكز اللعب	م	الأداءات المركبة	نسبة التكرار للاداءات	
			مصر	كودي فوار
صانع الالعاب	١	الاستلام ثم المراوغة ثم التمرير	24.56	17.06
	٢	التمرير المباشر	22.05	27.78
	٣	الاستلام ثم التمرير	17.54	25.69
	٤	الاستلام ثم الجري بالكرة ثم التمرير	15.04	15.28
	٥	الاستلام ثم الجري بالكرة ثم وقوف ثم التمرير	14.16	6.25
	٦	تصويب مباشر بالقدم	2.64	2.38
	٧	الاستلام ثم التصويب	2.26	2.78
	٨	الاستلام ثم المراوغة ثم التمرير	1.75	2.87
رأس الحربة	١	الاستلام ثم التمرير	29.27	24
	٢	الا تلام ثم الجري بالكرة ثم التمرير	23.17	14
	٣	التمرير المباشر	13.41	27
	٤	الاستخلاص ثم المراوغة ثم التمرير	13.41	12
	٥	الاستلام ثم المراوغة ثم التمرير	9.76	9
	٦	الاستلام ثم المراوغة ثم التصويب	4.88	5
	٧	التصويب المباشر بالقدم	4.66	3
	٨	تصويب مباشر بالرأس	2.44	6

جدول (٦) متوسطات إجمالي عدد تكرارات الأداءات الحركية المركبة

لمراكز اللعب المختلفة للفريقين في المباراة

مراكز اللعب	إجمالي عدد الأداءات		متوسط الأداءات	
	مصر	كودي فوار	مصر	كودي فوار
الليبرو	144	173	14	28.9
ظهير الجانب	147	209	24.5	34.8
الوسط المدافع	163	184	27.2	30.7
الوسط المهاجم	134	225	22.3	37.5
صانع الألعاب	151	213	25.2	35.5
رأس الحربة	79	125	13.2	20.8

جدول (٧) نسب تكرارات الأداءات الحركية المركبة لمراكز اللعب المختلفة للفريقين في اتجاهات التمرير

مراكز اللعب		الليبرو		ظهير الجانب		الوسط المدافع		الوسط المهاجم		صانع الألعاب		رأس الحربة	
المتغيرات		مصر	كودي	مصر	كودي	مصر	كودي	مصر	كودي	مصر	كودي	مصر	كودي
اتجاهات التمرير	العرض	33.3	30.8	37.4	26.8	40.5	28.9	47.2	35.0	35.1	34	44.3	32
	القطري	14.3	27.8	13.6	18.4	14.1	33.9	14.2	19.6	27.8	34.3	15.2	30
	الأمامي	46.2	38.3	35.4	45.5	33.1	37.1	27.1	27.8	23.2	21.1	15.2	20
	الخلفي	6.2	3.1	13.6	9.3	12.3	10.1	11.5	16.9	13.9	10.6	25.3	18

جدول (٨) النسب المميزة للأداء لمراكز اللعب المختلفة للفريقين في متغيرات السرعة وفاعلية الأداءات

مراكز اللعب		الليبرو		ظهير الجانب		الوسط المدافع		الوسط المهاجم		صانع الألعاب		رأس الحربة	
المتغيرات		النسب المميزة		النسب المميزة		النسب المميزة		النسب المميزة		النسب المميزة		النسب المميزة	
		مصر	كودي	مصر	كودي	مصر	كودي	مصر	كودي	مصر	كودي	مصر	كودي
السرعة الانتقالية بالكرة		2.4	3.3	3.2	5.4	2.5	2.3	12.2	9.45	2.6	3.1	2.9	2.4
سرعة الأداء		0.77	1.5	0.5	0.86	0.37	0.35	0.88	1.23	0.54	0.43	1.4	8.9
أقل مسافة مقطوعة		1.2	1.5	2	3	3	4	3.9	2.4	1.4	3.9	3.8	3.5
	الأداءات الصحيحة	95	93	94	92.8	92.8	91.02	89.04	86.41	92.1	82.02	93.4	85.04

نسب فاعلية الأداء	الأداءات الخاطئة	5.8	10.1	4.1	7.3	7.3	10.4	10.8	19.4	11.5	17.2	7.01	9.6

جدول (٩)

إحصائية المباراة

الفريق	الضربات				رمي التماس	الفاولات	التغييرات	الإنذارات
	الركنية	الثابتة	المرمي	الجزائية				
مصر	12	14	12	1	31	19	3	3
كودي	10	17	13	0	23	22	3	5

جدول (١٠) نتيجة الأشواط

	الشوط الأول	الشوط الثاني	الشوط الثالث	الشوط الرابع
منتخب مصر	0	0	0	0
منتخب كودي فوار	0	0	0	0

جدول (١١) ضربات الجزاء

الفريق	الضربات					النتيجة
	الأولي	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	
مصر	A- has an1	M- whap1	Haleem 0	Amr zaki 1	A- treaka 1	4
كودي	D rogba0	Kolo 1	Koleeh 0	Eman wel 1	———	3

وقد أدي الضغط العصبي لضياع ضربة جزاء محققة من اللاعب المصري أحمد حسن في الشوط الثالث ق (٩٤) كذلك عدم احتساب الحكم لهدف صحيح للمنتخب المصري في الشوط الثاني ق (٣٥).

كذلك نتيجة الضربات الجزائية الغير متوقعة وضياعها من لاعبين محترفين في أوربا وتألق حارس مرمي المنتخب المصري في حراسته لمرماه نتيجة التدريب العالي وخاصة التدريب العقلي والثبات الانفعالي.

قائمة المصادر

أولاً: المصادر العربية:

١. جيرد هوخموت: **الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمى للحركات الرياضية**، ترجمة واعداد كمال عبد الحميد، سليمان على حسن، دار المعارف، القاهرة، ١٩٧٨ م.

٢. سوسن عبد المنعم، وآخرون: **البيوميكانيك في المجال الرياضي**، الجزء الأول، دار المعارف، القاهرة، ١٩٧٧م.

٣. صريح عبد الكريم الفضلى: **تطبيقات البيوميكانيك فى التدريب الرياضى والاداء الحركى**، الطبعة الاولى، عمان دار دجلة، الاردن ٢٠١٠م.

٤. طلحة حسام الدين ، وفاء صلاح الدين ، مصطفى كامل ، سعيد عبد الرشيد:**الموسوعه العلميه فى التدريب الرياضى – التحمل بيولوجيا وبيوميكانيكا** ، الطبعه الاولى ، مركز الكتاب للنشر،مصر ١٩٩٧ م.

٥. طلحة حسين حسام الدين، وآخرون: **علم الحركة التطبيقي**، الجزء الأول، القاهرة، مركز الكتاب للنشر، ١٩٩٨م.

٦. عادل عبد البصير على: **التحليل الكيفى لحركة جسم الانسان**، المكتبة المصرية، الاسكندرية، ٢٠٠٤م.

٧. عادل عبد البصير على: **الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيقي فى المجال الرياضى**، بورسعيد، ١٩٩٠م.

٨. محمد عبد السلام راغب: **محاضرات في علم الحركة**، جامعة المنصورة، كلية التربية الرياضية، ٢٠٠٣م.

٩. ناهد أنور الصباغ، وجمال علاء الدين: **علم الحركة**، (ط-٧)، كلية التربية الرياضية بالإسكندرية، ١٩٩٩م.

١٠. هزاع محمد هزاع، ويحي كازم النقيب: **موضوعات معاصرة في الطب الرياضي وعلوم الحركة**، الرياض، مكتبة الهلال، ١٩٨٩م.

١١. زهير قاسم واخرون : **كرة القدم** ،جامعة الموصل ، دار الكتب للطباعة ،ط٢ ،١٩٩٩ ، ص ٥٣٧

١٢. تامر محسن واخرون :**الاختبار والتحليل في كرة القدم** ، جامعة الموصل ، ١٩٩٩ م

١٣. سامي الصفار واخرون ، **كرة القدم ،كتاب منهجي لطلاب الصف الثالث** ،كلية التربية الرياضية ،دار الكتب ،جامعة الموصل ،١٩٨١ ،ص ٣٠-٣٥

ثانيًا: المصادر الأجنبية:

14. 9- Hay, j.: **the Center of Gravity of Human Body Kinesiology Commilee on Kinesiology of Physical Education Division**, Wasiny Ton, 1993.
15. 10- Krause J. V. & Barham N. **: the Mechanical Foundations of Human Motion**, C.V. Mosby Company, 1995.
16. German athletics federation**: Biomechanics Report WC: biomechanical analyses of selected events at the 12th IAAF world championship in athletics,** Berlin 2009.
17. Joseph Hamill , Kathleen M. Knutzen : **Biomechanical Basis of Human Movement**, 3rd Edition 2009.

ثالثًا: الشبكة العالمية للمعلومات:

18. www.innovision-systems.com
19. www.simi.com
20. www.vicon.com
21. www.naturalpoint.com/optitrack
22. www.wikipedia.org
23. www.xsens.com
24. www.iaaf.org
25. www.kistler.com

اسئلة للمراجعة على المقرر

تعريف التحليل الحركى؟ ----------

تعريف التحليل الكيفى؟ ----------

تعريف التحليل الكمى؟ ----------

اذكر اسماء خمس برامج كمبيوتر تستخدم في التحليل الحركى؟

ماهى مهام أخصائي التحليل الحركى -التحليل الفنى للمباريات؟ -----

---

خطوات التحليل الحركى البيوميكانيكى؟ ----------

.

تطبيق عملى: قم بتصوير لاعب عدو ١٠٠ متر في المضمار؟

	زمن بالثانية	زمن ١٠ متر	عدد الخطوات	السرعة م/ث	العجلة م/ث^{٢}
0	0.00	0.00			
10	0.00	0.00			
20	0.00	0.00			
30	0.00	0.00			
40	0.00	0.00			
50	0.00	0.00			
60	0.00	0.00			
70	0.00	0.00			
80	0.00	0.00			
90	0.00	0.00			
100	0.00	0.00			

املئ الجدول

https://www.facebook.com/sportecom

designed by

dr_wadee3