

## (طرائق البحث العلمي في البايوميكانيك الرياضي)

يسعى البحث العلمي الى ايجاد حلول محددة للمشكلات في مجالات متعددة أو الاجابة على تساؤلات محددة في اي مجال من التخصصات المختلفة، ان ذلك يسهم في تطور العلوم ومجالات الحياة كافة، ان تحديد المشاكل بدقة وعلمية وواقعية هو الخطوة الاولى للبحث العلمي في المجالات كافة.

يتسم البحث العلمي في مجال البايوميكانيك الرياضي بالدقة والواقعية ومن الممكن ان يتخذ الطريقة الوصفية بكل انواعها او ان يتخذ الطريق التجريبي بكل انواعه ولكن القاسم المشترك فيه انه يتصف بالعلمية وعدم العشوائية، ان تحديد المشكلة سوف يؤدي الى ترسيخ المبادئ المرتبطة بموضوع البحث والنتيجة عنه وهناك مستويات لحل المشكلات في البحث العلمي في مجال البايوميكانيك حيث انها تتخذ طريقين يرتبطان اساساً بتحليل حركات الاداء البشري للحركات الاساسية بشكل عام والفعاليات الرياضية بشكل خاص، الطريق الاول هو التحليل النوعي والثاني هو التحليل الكمي وسنحاول التطرق الى هذين النوعين من التحليل بشكل دقيق من خلال دراسة الظواهر الحركية وتحويلها الى ارقام او تقويمات او درجات مع الاخذ بنظر الاعتبار ان التحليل النوعي او الوصفي هو اولى خطوات التحليل الكمي.

اذا اردنا ان نفرق ما بين التحليل النوعي والكمي وبمفهوم بسيط، نلاحظ اننا اذا اردنا ان نقوم الشئ من الناحية الكمية فيجب ان نعطيه رقماً كأن نقول ( ٦ أمتار، ٥ ثا، .. الخ) واذا اردنا ان نقوم الشئ نوعياً فيعني ان نقول ( جيد ، طويل، ثقيل ، مرن...الخ).

مفهوم التحليل البايوميكانيكي:-

يفهم التحليل على انه دراسة أجزاء الحركة ومعرفة تأثير المتغيرات المسببة والوصفية لها للارتقاء بمستوى أداء تلك الحركة وبالتالي تحقيق الهدف منها الا وهو الانجاز العالي.

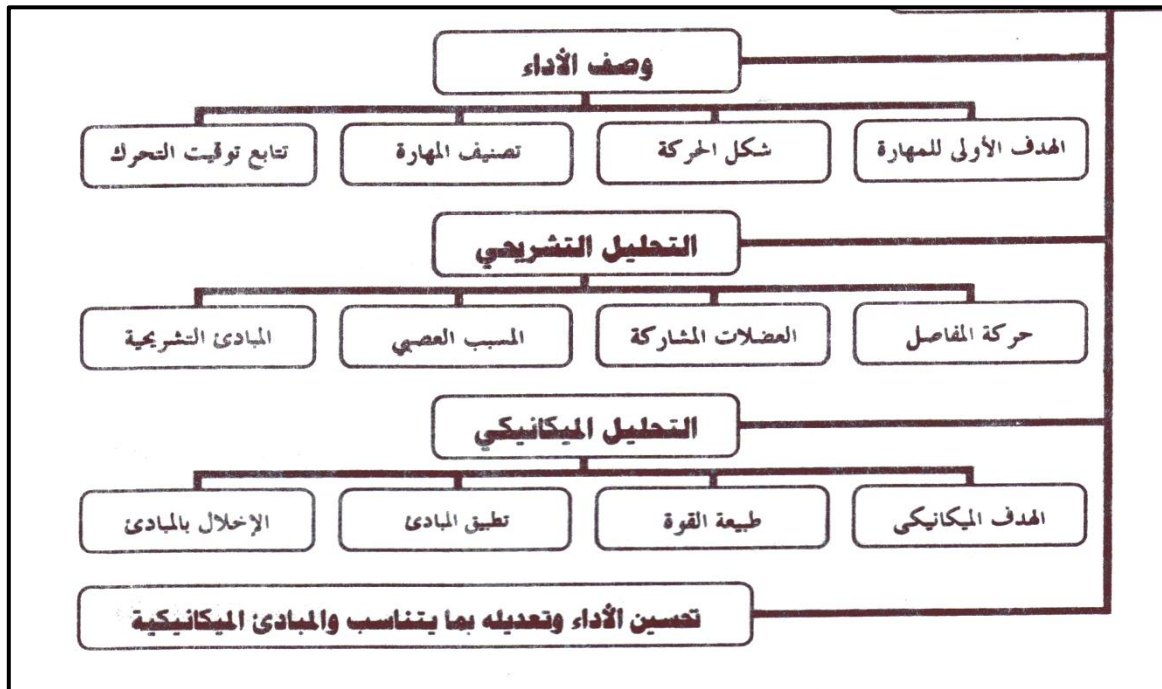
ان كلمة تحليل Analysis تعني دراسة السلوك الحركي لحركة الانسان سواء ككل او جزء ودراسة العلاقة بين تلك الاجزاء من خلال معرفة مسار ودقائق الحركة وما هي المتغيرات البايوميكانيكية ومن الجانبين الكينماتيكي والكينيتيكي الوصفي والسببي اي بمعنى اخر تحويل هذه الدراسة الى ارقام ودرجات تعطي الباحث دلالات معينة عن الحركة.

من المهم جدا ان نفهم ان دراسة الحركة وتحليلها في المجال الرياضي لا يكون من الجانب البايوميكانيكي او القانون الميكانيكي الذي يحكم الحركة بل يجب الانتباه الى الجانب العضوي والفلسفي ومدى الترابط بينهما في دراسة الحركة.

يجب مراعاة مجموعة من النقاط عند القيام بالتحليل الحركي وبغض النظر عن نوع

التحليل وهذه العوامل هي :-

- ١- تحديد اسم المهارة المراد تحليلها بشكل دقيق وواضح.
- ٢- تحديد الهدف من القيام بعملية التحليل ويكون هذا الهدف متطابقاً مع نوع التحليل.
- ٣- اختيار الطريقة او الاسلوب المناسب للحصول على النتائج الجيدة.
- ٤- تحديد الاجهزة والادوات والوسائل التي ينبغي تهيئتها للقيام بالتحليل.
- ٥- تحديد المتغيرات التي ينبغي التعرف عليها والتي تحدد مستوى الاداء او الانجاز.
- ٦- تحديد العلاقة بين الخصائص والمتغيرات ومن وجهة النظر البايوميكانيكية ومن الجانبين السببي والوصفي.



شكل يبين مكونات التحليل الحركي

## التحليل النوعي (الوصفي او الكيفي) Qualitative Analysis :-

يصنف التحليل النوعي الى الانواع الآتية:-

- التحليل العميق :- وهو دراسة الحركة بشكل شامل وعميق مع الاعتماد على خبرة القائم بعملية التحليل ووضع مجموعة من الاسس التي تعطي موضوعية وصدق لهذا النوع من التحليل.

- التحليل الاساسي: ويعتمد هذا النوع من التحليل من خلال جميع العوامل الرئيسية التي تحدد جودة الاداء المهاري ومن خلال هدف الحركة او نوع الانجاز .

- التحليل التبسيطي:- وهو التحليل الذي يعتمد على اعطاء تقويم اولي للمهارة من خلال مراقبة الاداء الحركي لفعالية مختارة.

وعلى الرغم من وجود هذه التصنيفات المتعددة فإن هذا النوع من التحليل يهتم بالجانب الوصفي للمهارة دون الرجوع الى القيم الرقمية للمتغيرات البايوميكانيكية التي تحدد مسارات المهارة، ولكن التحليل النوعي العلمي الدقيق قد يتفق مع الى حد كبير مع قيم المتغيرات البايوميكانيكية، ان استخدام هذا النوع من التحليل يعتمد على الفروض البحثية والتي تكون معتمدة على توصيف الاداء ومن الممكن ان يتم لتوصل الى استنتاجات تتوافق مع هذا النوع من التحليل.

المتطلبات الاساسية للتحليل النوعي:-

١- الشخص المحلل (الخبير) حيث يجب ان يتميز بالصفات الآتية لكل تكتسب عملية التحليل الموضوعية والصدق في النتائج:-

- ان يكون ملماً بتفاصيل الاداء كافة والتقدم الذي يحصل على أداء الرياضي.

- ان يكون ملماً بمواصفات الرياضي (الجسمية والفسولوجية) ومتطلبات المهارة المعنية.

- لديه خبرة والفهم الكامل سيما في مجال متطلبات التحليل الحركي والبايوميكانيكي.

٢- المتغيرات الكينماتيكية والكينتيكية التي من الممكن ان تتجز ظاهرياً.

ينبغي على الشخص القائم بالتحليل النوعي ان يكون ملماً بالمبادئ البايوميكانيكية المصاحبة للاداء المهاري كما يجب ان تكون لديه القدرة على تمييز الاحداثيات والمسارات التي تسهم في الانجاز مع معرفة الاخطاء الفنية التي تصاحب الاداء.

- نطرح هنا نموذج (روس Ross) للتحليل النوعي والذي يقترح فيه متابعة الحركة طبقاً لاجزاء الجسم وعلى النحو الآتي:-
- الزمن الكلي لأداء المهارة.
  - حركة العمود الفقري والحوض.
  - نقطة اتصال الجسم بالأرض والجهاز او الاداة.
  - حركات الرأس والكتفين.
  - حركات الذراعين واليدين.
  - حركات الرجلين.
  - تفاصيل ما يحدث في كل الخطوات السابقة في حركة المتابعة.

#### التحليل الكمي Quantity Analysis :-

هو ذلك التحليل الذي يعتمد في نتائجه على الاجهزة والادوات والوسائل التي توفر المعلومات الكمية التي ترتبط بالاداء الحركي ومن الناحيتين السببية والوصفية، وهو تحليل وتجزئة ودراسة الحركات الرياضية على اساس الوصف الكمي لانواع المهارات الرياضية على اساس الوصف الكمي (الرقمي) لانواع المهارات الرياضية باستخدام المدلولات الخاصة بالنواحي البايوميكانيكية، ونقوم بعملية التحليل الكمي في اغلب الفعاليات الرياضية من خلال اعطاء وصفاً دقيقاً وتحليلاً علمياً لكافة المعطيات الخاصة بالحركة، ومن خلال ذلك فإن التحليل الكمي يحتاج الى الشروط الآتية:-

- ١- وضوح الهدف الميكانيكي لأداء المهارة الرياضية.
- ٢- إختيار النوعية المناسبة لأجراء التحليل الكمي المناسب.
- ٣- التسجيل المرئي للاداء المطلوب ( سينمائياً او فيديوياً).
- ٤- التسجيل الزمني الدقيق لتفاصيل الاداء المطلوب دراسته.

## انواع التحليل الحركي



يجب مراعاة مجموعة من النقاط عند القيام بالتحليل الحركي وبعض النظر عن نوع التحليل وهذه العوامل هي :-

- ١ - تحديد اسم المهارة المراد تحليلها بشكل دقيق وواضح.
- ٢ - تحديد الهدف من القيام بعملية التحليل ويكون هذا الهدف متطابقاً مع نوع التحليل.
- ٣ - اختيار الطريقة او الاسلوب المناسب للحصول على النتائج الجيدة.
- ٤ - تحديد الاجهزة والادوات والوسائل التي ينبغي تهيئتها للقيام بالتحليل.
- ٥ - تحديد المتغيرات التي ينبغي التعرف عليها والتي تحدد مستوى الاداء او الانجاز.
- ٦ - تحديد العلاقة بين الخصائص والمتغيرات ومن وجهة النظر البيوميكانيكية ومن الجانبين السببي والوصفي.

## - الطرائق المستخدمة في التحليل الكمي في المجال الرياضي :-

### اولاً- التوصير :-

تعتمد اغلب التجارب البحثية على التصوير او التسجيل المرئي للمهارات الحركية حيث ان اغلب المهارات لا يمكن تمييز دقائقها من خلال العين المجردة فضلا عن ان التصوير يتيح لباحث الرجوع الى عرض الحركة ودراسة متغيراتها في اوقات لاحقة، ويعتمد التصوير الفيديوي على سرعة آلة التصوير (الكاميرا) وهنا لا بد من الاشارة الى ان آلات تصوير عالية السرعة تصل الى الاف الصور في الثانية الواحدة وهي تستخدم في اباحث الفضاء او في الاعلانات التلفزيونية او في بحوث الطبيعة او غيرها من الاستخدامات الاخرى، اما في مجال البحوث الرياضية وكما يشير (Hay ١٩٨٢) الى ان سرعة ١٠٠ صورة/ثانية تكون كافية لتصوير معظم المهارات الرياضية، ويبقى المبدأ الاساسي في تحديد سرعة آلة التصوير هو انه كلما زادت سرعة الحركة احتاج الباحث الى آلة تصوير ذات سرع عالية وقد تصل الى (١٠٠٠٠) عشرة آلاف صورة/ثانية).

عند التخطيط لاجراء تجربة بحثية باستخدام التصوير يجب وضع خطة تعتمد على النقاط الآتية:-

- ١- اجعل آلة التصوير عمودية على منطقة التجربة.
- ٢- ابتعد اكثر ما يمكن واستخدم البعد البؤري لتقريب الهدف.
- ٣- خلفية منطقة التجربة يجب ان تكون مستوية (غير محدبة).
- ٤- ضع علامات دلالة على مفاصل جسم اللاعب.
- ٥- تاكد من وجود اضاءة كافية (قاعات - ملاعب مفتوحة).
- ٦- التأكد من صلاحية آلة التصوير ومناسبة سرعتها لنوعية المهارة المراد تحليلها.
- ٧- تاكد من وجود نقطة ثابتة (نقطة دلالة في موقع التجربة).
- ٨- تاكد من وجود مقياس متري لاغراض التحويل (مقياس الرسم)

٩- تأكد من تسجيل المعلومات الخاصة بـ (ارتفاع آلة التصوير وتاريخ التصوير والبعد البؤري وموقع التصوير، وارقام المحاولات او اللاعبين، وغيرها من المعلومات الخاصة بالتجربة).

١٠- تحديد موقع آلة التصوير وبعدها استنادا الى نوعية الاداء الحركي ومدى الحركة ومكان التصوير.

١١- التأكد من خلفية مكان التصوير ونوعية الاضاءة لغرض الحصول على تصوير واضح يتيح امانية التحليل بدقة عالية.

### ثانياً- الاجهزة والادوات المستخدمة في التحليل الحركي :-

- القياس اللحظي بوساطة الخلايا الضوئية.

- جهاز قياس الزمن.

- التصوير بالاثار الضوئي.

- جهاز تسجيل السرعة.

- التصوير السنمائي والفيديوي.

- اجهزة قياس الزاوية، (R.O.M system).

- اجهزة قياس الازان والاطوال.

- أجهزة قياس القوة الثابتة (الداينموميتر).

- أجهزة قياس القوة المتحركة (Force platform).

- برامج التحليل الحركي (Motion software analysis)

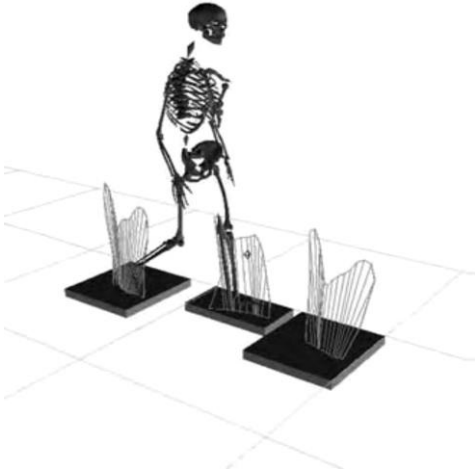
- جهاز قياس المدى الحركي .

- جهاز تحديد السرعة والارتفاعات.

- اجهزة قياس النشاط الكهربائي العضلي EMG .

- أجهزة وحواسيب خاصة لقياس مختلف المتغيرات وتحليلها.

- اجهزة المسح الضوئي للقدم Foot scan.





جهاز يقيس متغيرات الزوايا اثناء الركض



التصوير بالانثر الضوئي



قياس القوة اثناء الضربة المستقيمة في الملاكمة





قياس القوة والتصوير في داخل المختبر