المحاضرة الثالثة

التحليل الحركي:

التحليل الحركي علم يبحث في الأداء ويسعى إلى دراسة أجزاء الحركة ومكوناتها للوصول إلى دقائقها سعيا وراء تكنيك أفضل وهو أحد وسائل المعرفة الدقيقة للمسار الحركي يهدف إلى التطوير.

1- مفهوم التحليل الحركي:

عرفه بعض العلماء على أنه العلم الذي يقوم بتطبيق القوانين الميكانيكية على سير الحركات الرياضية تحت شروط بيولوجية، وهو أحد فروع البيوميكانيك الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلا يعتمد على الوصف الظاهري للحركة (الكينيماتيك) بالاضافة إلى مسببات الحركة (الكينيتيك) بما يكفل الاقتصاد في الجهد.

التحليل الحركي هو الصورة المستقبلية لعالم الرياضة وأحد اهم الاسباب في تحقيق الاعجاز للمستويات العليا وعليه ولأجل الوصول إليه يجب علينا فهم هذا العلم مع مراعاة تطبيقاتنا للقوانين الميكانيكية لكي نتمكن من الحصول على أفضل أسلوب وأمثل تكنيك للمهارة المؤداة طالما أن جسم الانسان هو الأداة الاساسية في جميع الانجازات الرياضية ومنناحية أخر يجب أن يطابق هذا التحليل الأمثل الأداء ولا يخرج عنها لأنه سيتعرض إلى الخسارة إذا ما تم تغيير الأداء بعكس ما جاء به القانون بحجة الفائدة الميكانيكية. (مروان عبد المجيد ابراهيم، إيمان شاكر محمود، 2014، صفحة 446).

والتحليل إما أن يكون تشريحيا أو بيوميكانيكيا أو سيكولوجيا تربويا...إلخ، ولا يقصد بالتحليل عاما أحد الوسائل أو الطرق المنهجية لفهم وإدراك الحركة الرياضية فحسب بل أيضا دراسة هذه الحركة كوحدة كلية متكاملة. فغالبا ما يحتاج العاملون في مجالي التدريس والتدريب إلى تحليل منطقي للحركات والمهارات الرياضية والدخول إلى تفاصيلى الأداء.

والتحليل الحركي مهما اختلفت مستوياته فهو يوفر للمدرس والمدرب النقاط الأساسية التالية:

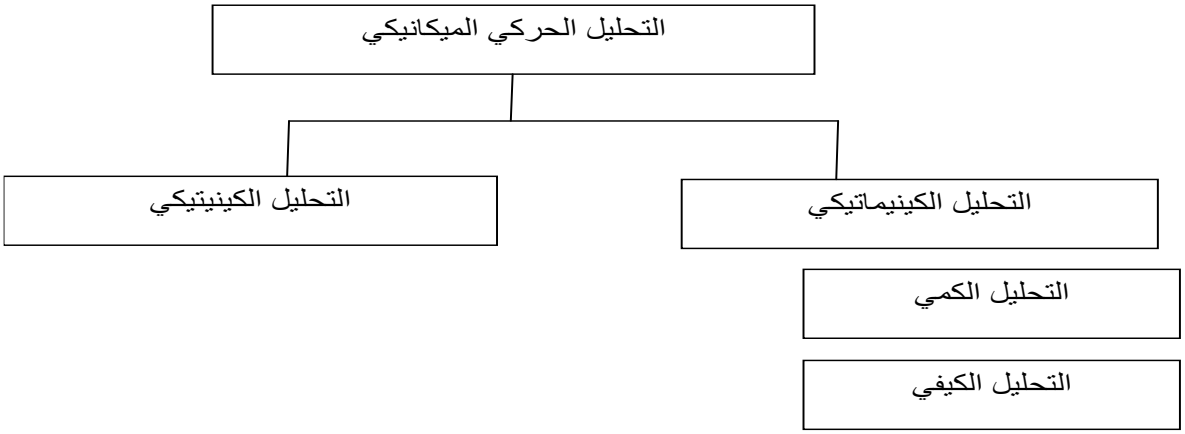
1- المعرفة التامة والدقيقة بالمهارات والحركات المراد تعليمها أو تدريبها من الناحية الفنية والأسس العلمية المرتبطة بهذه الفنيات.
2- المعرفة المسبقة واستعدادات اللاعب أو الممارس وامكانياته الخاصة.
3- امكانية ترجمة الحقائق العلمية المرتبطة بالأداء إلى مواقف تعليمية يسهل استيعابها.
4- عمل البرامج التدريبية سواء في الاعداد البدني أوالخططيبناء على هذه الحقائق.(أمال جابر، 2013، صفحة 43)**.**

2- أنواع التحليل الحركي:

إن التحليل الميكانيكي للحركة هو أحد طرق البحث في مجال البيوميكانيكي والذي يبحث عن تأثير القوانين الداخلية والخارجية على أنظمة الحياة الانسانية ويصنف التحليل الحركي إلى:

- ✓ التحليل الكيفي.
- ✓ التحليل الكمي.

جدول رقم 1 خاص بالتحليل الحركي



2-2-التحليل الكينيماتيكي:

يعمل التحليل الكينيماتيكي للحركة الرياضية على وصف حركات الجسم وأجزائه التي تحدث في لحظات معينة وفي أماكن محددة في الفضاء،(Patrice HOLVOET, Franck BARBIER, 2017)كما يختص بالملاحظة والوصف للمتغيراتالحركية وينقسم إلى نوعين

التحليل الكمي:يعرف التحليل الكمي الملاحظة المنظمة والحكم الاستنباطي على جودة الحركة الانسانية من أجل تقدم افضل المدخلات العلاجية الملائمة وذلك لتحسين الأداء.يتعامل هذا النوع من التحليل مع قياس الكمية أو النسب المئوية للمكونات المختلفة للشيء بمعنى تعيين المقادير وتحديديهاوهي التي تمثل المعلومات الموضوعة عن الخصائص الواقعية للحركة الرياضية وعن توافقها وتعاقب تغيير أوضاع الجسم للتابع الزمني وتمثلالمحددات الكمية للبارومترات الميكانيكيةلحركة (أزمنة، إزاحات، وسرعات، وتعجيل)، (مروان عبد المجيد ابراهيم، إيمان شاكر محمود، 2014، الصفحات 458-459)، كما يعتمد التحليل الكمي على وسائل وأدوات وأجهزة تحققالحصول على معلومات عددية ترتبط بالاداء من حيث أسبابه وما ينتج عنه.(أمال جابر، 2013، صفحة 50).

إلى جانب ذلك يعمل التحليل الكمي على تحديد المتغيرات الكينيماتيكية للحركة انطلاقا من تسجيل الفديو:

الوضعية، السرعة الابتدائية والتسارع الزاوي لاطراف الجسم، ويمكن للمتغيرات الكينيماتيكية المتحصل عليها من التحليل الكمي أن تستعمل لحساب موضع مركز ثقل الجسم وطاقة وجهد أطراف الجسم والقوى وعزوم القوى المطبقة على المفاصل، وقد يكون التحليل الكمي ثنائي البعد (بالنسبة للحرحات في لمستوي الواحد مثل الجري أو سباق الدراجات) أو ثلاثي الابعاد (بالنسبة للحركات التي تنجز في مستويات مختلفة كرمي الجلة).(Paul grimshaw, Adrian BURDEN, 2013, p. 346)

التحليل النوعي: هي عملية تمييز الفرق وتقدير الاختلافات في استيعاب النتائج الاساسية للتحليل الكمي وإدراكها وتأويلها وتعميقها للوصول إلى الاستنتاجات الواقعية إضافة إلى إيجاد الأسباب غير المباشرة لأخطاء الأداء مقارنة بالنموذج(مروان عبد المجيد ابراهيم، إيمان شاكر محمود، 2014، صفحة 459)، ويعمل التحليل الكيفي على غلى ملاحضة تسجيل الفيديو لتحديد نوع الحركة التقنية التي يمكن تطويرها(Paul grimshaw, Adrian BURDEN, 2013, p. 346)، كما يتطلب التحليل الكيفي لحركة الانسان التعرف على خصائص ومميزات الحركات، وقابلية الملاحظة والتحليل فيما إذا كان الانجاز يتضمن هذه المميزات والخصائص، ويتطلب أيضا معرفة الغرض البيوميكانيكي المحدد للحركة والقابلية على معرفة اسباب الاخطاء المرتكبة(حسن هادي الزيادي، أياد عبد الرحمان، باسم حبيب الحمداني، 2014، صفحة 63).

3- **متطلبات التحليل الحركي:**يعمل التحليل الحركي على تحديد الهدف من الدراسة وفقا للمهارة المراد تحليلها والتأكد من التوقع الأولي لحل المشكلة بدراسة المتغيرات البيوميكانيكية، إلى جانب التعرف على المهارات الفنية من بدايتها إلى نهايتها مع ذكر المراحل وتوضيح المرحلة المطلوبة، ومن متطلبات التحليل الحركي الاعتماد على الدراسات السابقة لوضع عدد من المتغيرات المهمة التي تتحكم بالحركة المطلوبة، ويتطلب التحليل الحركي تحديد ميدان التجربة وفقا للمتغيرات المطلوبة من حيث كادر العمل والأدوات اللازمة مثل آللة التصوير وعددها وتحديد مواقع هذه الآلات وفقا للأبعاد الهندسية المطلوبة البعد الثاني أو الثالث، كما يتطلب التحليل الحركي توفير الأدوات والحاسوب الذي يحتوي على البرامج الرقمية اللازمة لتحديد المتغيرات البيوميكانيكية ومعالجتها وتفسيرها، ويتطلب التحليل الحركي الاعتماد على النظريات والقوانين لتفسير النتائج ومن هذه العلوم الفيزياء، الرياضيات وعلم التشريح....(أمال جابر، 2013، الصفحات 44-45).

4- **اساليب التحليل الحركي:** مر التحليل الحركي كغيره من العلوم المرتبطة بالحركة الرياضية بمراحل متعددة تصنف إلى ثلاثة أنواع رئيسيةهي:

4-1 التحليل الحركي بدون استخدام التحليل المرئي:

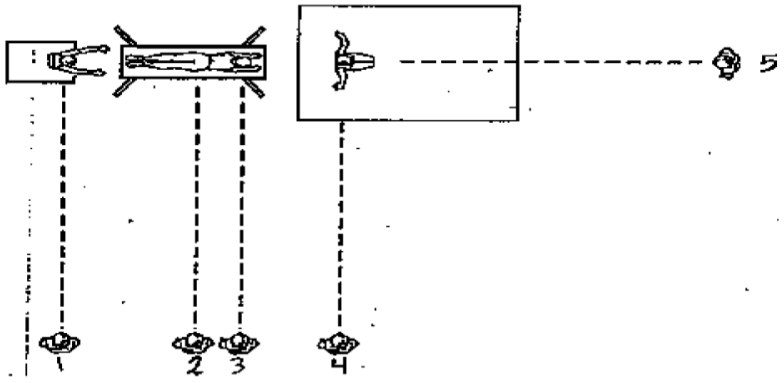
- التحليل البايوميكانيكي باستخدام الملاحظة: تعد طريقة التحليل البيوميكانيكي باستخدام الملاحظة المرئية من الطرق الأكثر استخداما لتحليل الاداء المهاري من خلال المعلومات التي يتم الحصول عليها من ملاحظة الاداء ومقارنته بما يجب أن يكون من خلال المعلومات المخزونة مسبقا في الذاكرة فيصدر المدرب أو المدرس توجيهات لتحسين الأداء كليا أو جزئيا. وخلال هذا النوع من التحليل الحركي لا يتم استخدام أي وسيلة من وسائل التسجيل أو القياس(تصوير سينمائي، تصوير فيديو، اجهزة قياس....)ولغرض استخدام هذا الأسلوب من أساليب التحليل(التحليل بالملاحظة)بشكل أكثر نجاحا فإننا سنقوم بذكر التفاصيل الدقيقة لهذا الأسلوب بشيئ من التفصيل وذلك لإراكنا بأهميته الكبيرة سواءا في عمليات التدريب أو عملية التدريس.

هناك مجموعة من الخطوات يجب اتباعها عند استخدام اسلوب التحليل بالملاحظة:

1- الاستعدادات الضرورية للملاحظة.
2- تحديد الهدف من المهارة.
3- تحديد المميزات الخاصة للمهارة.
4- تجزءةالمهارة إلى عناصرها الأساسية.
5- استخدام المعرفة البيوميكانيكية في تحليل المهارة
6- اختيار الأخطاء التي تحتاج إلى تصحيح.
7- استخدام الأساليب الملائمة لتصحيح الأخطاء.

وقد يتصور المدرب أو المدرس أنه سيكون بحاجة إلى أن يمر فيكل هذه الخطوات السبعة في كل مرة يريد فيها تحليل المهارة ولكننا نقول أنه ومع قراءة وفهم هذه الخطوات ومع القليل من الخبرة والتدريب سيجد المدرب أو المدرس نفسه قادرا على حمل معظم هذه الخطوات في ذهنه وأنها ستأتي متسلسلة مع ملاحظة المهارة، حيث أن واحدة من أهم التحديات التي تواجه المدرب أو المدرس على حد سواء عند ملاحظته للمهارة أو الحركة الرياضيةهي تحديد الخطأ ومن ثم إصلاحه بالشكل الملائم لذلك فإذا لم يكن المدرب أو المدرس على دراية تامة بخطوات التحليل بالملاحظة فإنه سيكون من الصعب إن لم يكن من المستحيل ان يتطور إنجاز الرياضي.(الكرمدي، 2015، صفحة 70)

طريقةالملاحظةلمهارة القفز علىالحصانفي رياضةالجمباز.



شكل رقم 7 أماكن التواجد للملاحظة.

5- التحليل الحركي باستخدام التصوير بالفيديو:

أدى تقدم وتطور الاداء المهاري للفعاليات والألعاب الرياضية إلى إيجاد أساليب أخرى من التحليل البيوميكانيكي وهوأكثر موضوعية من أسلوب التحليل بالملاحظة، حيث أن تحليل المهارات الحركية عادة ما يكون من الصعب تحقيقه بالملاحظة ومع زيادة سرعة الأداء الحركي تزداد معه صعوبة الملاحظة. فالعين المجردة لا يمكن أن تحلل بصورة دقيقة ما يتم في زمن قدره (0.25 ثانية) لذا فإن ملاحظة حركة الذراعين أو الرجلين تعتبر من الأمور الصعبة في الحركات ذات الأداء السريع، ومن هذا المنطلق أوجدت عدة وسائل لتحليل أكثر موضوعية من خلال استخدام الأجهزة والأدوات العلمية ولعل من أكثر هذه الأساليب استخداما في دراسات وبحوث علم البيوميكانيك هو اسلوب التحليل باستخدام التصوير(الكرمدي، 2015، الصفحات 71-72). يمتلك المحلل الحركي المعاصر اليوم العديد من الأنواع من الكاميرات وهذه الكاميرات التي تستخدم بشكل كبير لتوثيق حركة الانسان وتتابع الحركة هي كاميرات الفيديو وكاميرات تصوير(08 mm) و(16mm)(حسن هادي الزيادي، أياد عبد الرحمان، باسم حبيب الحمداني، 2014، صفحة 78)الكاميرا من نوع(LOCAM) تلتقط (من 50إلى 500 صورة في الثانية)و نوع (HYCAM) تلتقط من (من 50إلى 11000 صورة في الثانية) (ALLARD. BLANCHI, 2000, p. 124)إن الكاميرات الثمينة والمعقدة تعطي ثبات أفضل للصورة عند دمج السرعة المتنوعة، حيث تعطي كلا الكامرتين (08, 16 mm) ثبات للصورة أفضل منه في نظام الفيديو التقليدي.

تتحدد نوع الحركة ومتطلبات التحليل بشكل كبير اختيار الكاميرا ونظام التحليل الموجود بشكل واسع والبديل لأقل ثمنا هو الفيديو التقليدي، وهذا الوسيط كافي للتحليل النوعي للحركات البطيئة أو الأثر العام لطريقة الحركة مثل طريق أو مجال اللاعب خلال اللعب، وإضافة إلى ذلك فالحركات السريعة هي مقللة للغشاوة على الفيديو التقليدي.

تدرس أغلب حركات الإنسان بشكل كافي عن طريق الفيلم أو الفيديو مأخوذ من كاميرا مغلقة بمعدل من (50 إلى 200Hz) وعلى االرغم من الحركات السريعة فإن مرجحة لاعب الجولف ربما تحتاج إلى 500 صورة أو أكثر في الثانية. ينجز المحلل عادة فيلم كمي أو تحليل فيديو جهاز الكومبيوتر الذي يساعد في حساب أهمية الكميات الحركية لكل صورة. يستلزم الاجراء التقليدي الاجراء التقايدي لتحليل أي فيلم أوصورة عملية تدعى الترقيم (numérisation)، حيث يتطلب هذا قلم يد ومؤشر وفأرة فوق مراكز المفصل الفعالة والنقاط الأهمية الأخرى وبالتنسيق بين (X-Y)لكل نقطة تخزن في جهاز كميوتر صورة بيانات، كما تساعد بعض الأنظمة في ترقيم النقاط المتقابلة العالية على الفيلم أو الفيديو بواسطة الكمبيوتر. (حسن هادي الزيادي، أياد عبد الرحمان، باسم حبيب الحمداني، 2014، الصفحات 79-80)

المرقم هي آلة التي تشخص أو تحدد موقع (x–y) بالتنسيق مع مراكز المفصل و نقاط الأهمية الأخرى في الصورة أو الفيلم أو الفيديو

الشكل رقم 8 مررقم يحدد موقع (x-y)

يتصف التحليل البيوميكانيكي باستخدام التصوير بالأغراض التالية:-

1- التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة أو الحركة.
2- التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء.
3- التحليل بغرض الراسة النظرية للنماذج الحركية.

6- التحليل بغرض التعرف على الخصائص التكنيكية للمهارة.

يعتبر هذا النوع من التحليل من أسهل أنواع التحليل باستخدام التصوير لما يتميز به من دراسة المسارات الحركية للمهارة من حيث مجموعة من المكونات الميكانيكية كأن تتم دراسة قوانين الحركة الخطية أو الدورانية لحساب قيم المتغيرات المميزة للمسار وتحديد أهم خصائصه.

7- التحليل بغرض الكشف عن عيوب الأداء.

إن هذا النوع من التحليل يتميز بمعرفة مسبقة عن الخصائص الميكانيكية المميزة للمهارة أو الحركة المدروسة على أساس إن التحليل يتم بمقارنة القيم المعروفة مسبقا والتي تمثل الحدود المثلى للمنحنيات النظرية مع القيم التي نحصل عليها من أداء المهارة أو الحركة للتعرف على أوجه القصور في الأداء.

8- التحليل بغرض الدراسة النظرية للنماذج الحركية.

وهو من أصعب أنواع التحليل باستخدام التصوير وأكثرها تقدما، حيث تتم دراسة مسارات بعض المهارات الرياضية على نماذج مبتكرة بهدف دراسة إمكانية ظهور احتمالات حركية جديدة، وهنا تظهر أهمية البحوث في هذا المجال لتعديل وتطوير طرق الأداء الحركي للعديد من المهاراتأو الحركات الرياضية وهذا النوع يظهر بوضوح في رياضات مثل الجمناستيك أو الغطس في الماء.

ومن هنا جاءت أهمية إلمام المدربين وخصوصا في رياضيات المستويات العليا بأسس التصوير والتحليل، فكما هو معلوم أن سرعة تردد آلة التصوير (الفيديو) الاعتيادية هي 25 صورة / ثانية غير أن مثل هذه السرعة تكون غير كافية للتحليل الدقيق لمعظم الحركات الرياضية، حيث يتطلب استخدام سرعات أعلى من ذلك، حيث عداد كبيرة من الصور في وحدات زمنية صغيرة، وأن التحكم في سرعة آلة التصوير يعتمد بالأساس علىالحركة والمهارة المراد تصويرهافكلما كانت الحركة سريعة أو تتم في زمن قصير كلما كانت الحاجة ل إلى استخدام ألات تصوير ذات سرعات عالية فعندما نريد تصوير حركة المشي مثلا أو الركض لمسافات طويلة يكون بالإمكان استخدام سرعة اعتيادية لآلة التصوير، ولكن عندما يراد تحليل مرحلة النهوض في الوثب الطويل أو حركة الذراع في الارسال بالتنس عندها يجب استخدام سرعات عالية.

9- المبادئ الأساسية للتصوير.

نظرا لأهمية التصوير في مجال بحوث ودراسات البيوميكانيك ولكي يتم الحصول على نتائج موضوعية ينبغي على الباحث الإلمام بأسس التصوير والإجراءات المتبعة وكذلك الامكانيات الواجب توفرها عند القيام بعملية التصوير ومن ثم إجراءات التحليل،وفيما يلي:

أولا: إجراءات ما قبل التصوير:

هناك مجموعة من الاجراءات الضرورية التي يجب على الباحث أو الدارس تحديدها وتنفيذها قبل التصوير ومن أهم هذه الإجراءات:-

1- التحديد ا لمسبق للمستوى أو المستويات الفراغية التي تتم عليها الحركة أو المهارة الرياضية المراد تصويرها، حيث أن هذا التحديد المسبق سوف يساعد في تحديد مكان وضع ألة التصوير بالنسبة للمستوى الفراغي الذي تتم عليه الحركة وعدد آلات التصوير، ففي حالة كون الحركة أو المهارة تتم على أكثر من مستوى فراغي واحد فإنه يفضل استخدام آلة تصوير واحدة توضع على أحد الجانبين أما في حالة كون الحركة أو المهارة تتم على أكثر من مستوى فراغي واحد فإنه يفضل استخدام أكثر من آلة تصوير واحدة حتى تتحقق الرؤية الكاملة لتفاصيل الأداء كأن توضع آلة تصوير من الجانب وآلة أخرى من الأمام أو من الأعلى، لكن هذا لا يمنع استخدام أكثر من آلة تصوير واحدة عندما يراد تحليل الحركات أو المهارات التي تؤدى على مستوي فراغي واحد عندما يكون المطلوب دراسة هذه الحركة بدرجة عالية من الدقة.

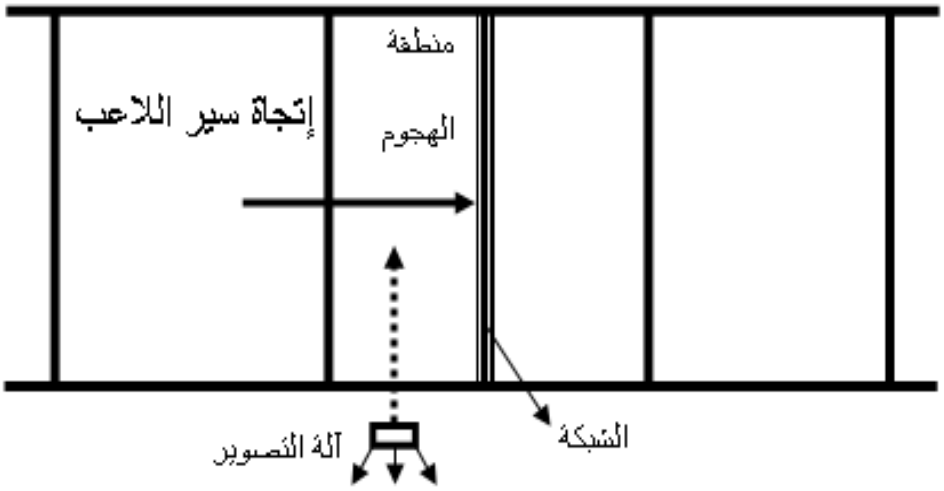
2- يجب على الباحث أو الدارس أن يحدد العينة التي سيتم تصويرها ومن ثم تحليلها وكذلك الأسلوب الذي سيختار بموجبه هذه العينة، حيث أن تحديد عينة البحث وعددهم وعدد المحاولات المصورة لكل واحد منهم، كلها أمور يجب أن تكون محسومة قبل البدء في التصوير.

3- هناك بعض القياسات الواجب تسجيلها والتي تحتاج إليها بعض الدراسات أو البحوث، وأن هدف التحليل هو الذي يحدد هذه القياسات مثل (العمر، الوزن، طول الجسم، أطوال أجزاء الجسم....إلخ)حيث يتم تسجيل هذه البيانات قي استمارة خاصة لكل فرد من أفراد العينة.

4- يجب تحضير لوحة ترقيم تستخدم لترقيم اللاعبيين أو ترقيم محاولاتهم وعادة ما يتم تصوير هذه اللوحة قبل البدء بتصوير كل محاولة حتى يمكن معرفة رقم المحاولة أثناء تحليل الفيلم.

5- يجب على الباحث أو الدارس أن يحدد مسبقا فريق العمل الذي سيعمل معه حيث يفضل أن تتم الاستعانة بأفراد لهم خبرة في هذا المجال من حيث التصوير وأخذ القياسات المطلوبة وأن طبيعة وعدد أفراد فريق العمل يتحدد من خلال أهداف البحث أو الدراسة والاجراءات المتبعة وعدد أفراد العينة التي سيتم تصويرها وعدد المحاولات لكل فرد من أفراد العينة.

ثانيا- موضع آلة التصوير:



شكل رقم 9 موضع آلة التصويرغ

يجب أن يكون وضع آلة التصوير ثابتا أثناء تصوير الحركة أو المهارة الرياضية ومن الخطأ تحريك آلة التصوير بأي اتجاه من الاتجاهات أثناء التصوير حيث أن تحريك آلة التصوير سوف يؤدي إلى اختلاف قي القيم الميكانيكية المدروسة عن قيمها الحقيقية، لذلك ولغرض الحفاظ على ثبات آلة التصوير يتم استخدام (حامل ثلاثي) حيث تثبت عليه آلة التصوير بشكل جيد.

يجب أن يتحرك اللاعب الذي يتم تصويره بزاوية قائمة (90 درجة) مع آلة التصوير (البعد البؤري للعدسة) وتعتبر هذه النقطة غية في الأهمية عندما يقوم الباحث أو الدارس بقياس الزوايا حيث أن القيم الحقيقية للزوايا لا يمكن الحصول عليها إلا في حالة تحرك اللاعب بزاوية قائمة مع آلة التصوير فقط، حيث أن الوضع غير العمودي لآلة التصوير يؤدي إلى اختلاف في القيم الميكانيكية مثل الزوايا وأن مقدار هذا الاختلاف في قيم الزوايا يكون حسب وضعية تحريك آلة التصوير عن وضعها العمودي.

رابعا– الإضاءة:

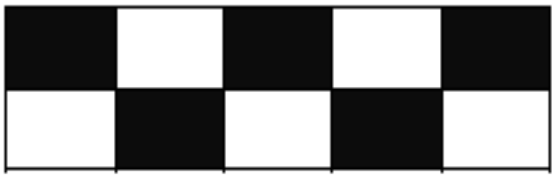
شكل رقم 10 شدة الإضاءة داخل القاعة

تلعب الإضاءة دورا مهما في التصوير وخصوصا إذا ما كان التصوير يتم داخل القاعات الداخلية أو المختبرات وهناك مجموعة من العوامل تحدد الشدة المطلوبة من الإضاءة وهي:

1- سرعة تردد آلة التصوير: فكلما كانت سرعة تردد آلة التصوير عالية كلما احتجنا إلى شدة إضاءة أكبر.

2- مكان آلة التصوير عن موضع الحركة: فكلما إزدادت المسافة بين آلة التصوير ومكان اللاعب كلما كانت الحاجة أكبر للإضاءة.
3- طول مسافة الحركة أو المهارة: كلما كانت مسافة الحركة أو المهارة المؤدى طويلة(مثل تصوير الركضة التقريبية للوثب الطويل أو السباحة)كلما كانت الحاجة لشدة إضاءة أكبر.

خامسا- مقياس الرسم:



شكل رقم 11 مقياس رسم

يجب استخدام وحدة قياس (مقياس الرسم) لنتمكن من خلالها قياس المسافة أو الارتفاع أثناء أداء الحركة التي تتطلب ذلك، وغالبا ما يتم استخدام وحدة قياس على شكل مربعين طول ضلع كل مربع 20 سنتيمتر وتكون المسافة بين مركزي المربعين هي 01 متر.

سادسا-تحديد نقاط مفاصل الجسم والأدوات:

أحيانا ولكي يتم تحديد حركة جسم اللاعب أو أحد أجزاءه بصورة واضحة جدا تثبت على كل مفصل نقطة واحدة بعلامات يكون لونها مغايرا للون الملابس أو خلفية الصورة وغالبا ما تكون هذه النقاط هي: (الرأس، الكتف، المرفق، الرسغ، الورك، الركبة، الكاحل)، وفي الحركات أو المهارات التي يتم فيها استخدام الكرات أو الأدوات مثل فعاليات الرمي (الثقل، الرمح والقرص)، أو القفز بالزانة أو التنس أو في كرة الطائرة...إلخ، فيجب أن يكون لون الأداة أو الكرة مغاير للون الجسم والملابس التي يرتديها اللاعب والمجال الذي تتم فيه الحركة.

شكل رقم 12 تثبت على كل مفصل نقطة واحدة

أولا- المتغيرات الميكانيكية التي يمكن قياسها من خلال التصوير:

من خلال التصوير هناك مجموعة من المتغيرات الميكانيكية التي يمكن الحصول عليها، وأن الحصول على هذه المتغيرات يعتمد على هدف الدراسة أو البحث حيث أن اختيار المتغير الميكانيكي المناسب بما يشمله من مجموعة إجراءات سوف تساعد في الكشف على المكونات الداخلية لأي أداء حركي، ويمكن استخدام أو الحصول على أكثر من متغير ميكانيكي واحد خلال التحليل الواحد ووفقا لأهداف التحليل من الحركة أوالمهارة المؤدى،

ومن هذه المتغيرات الميكانيكية:

جدول رقم 2 قياس الزوايا وقياس المسافات

ثانيا- قياس الزوايا:

تتكون الزاوية من ضلعين متصلين بنقطة واحدة وغالبا ما يتم استخدام برامج أجهزة الحاسوب في حساب الزوايا بعد تحديد الضلعين المكونة لها ومن الضروري أن نؤكد هنا على حقيقة غاية في الأهمية ألا وهي أن مقدار الزاوية لا يتأثر بحجم الصورة المعروضة أو بمعنى آخر أن مقدار الزاوية لا يتأثر بمقدار طول أو قصر الضلعين المكونين لها ولكنها تتأثر بمقدار تقاربأو تباعد الضلعين المكونين لها.وهناك مجموعة من الزوايا التي يمكن حسابها من خلال التحليل ومن هذه الزوايا:

1- زوايا مفاصل الجسم: (الورك، الركبة، المرفق، الكتف،الرسغ، الكاحل).
2- الزوايا التي يشكلها الجسم في لحظة من لحظات الأداء (النهوض، الاقتراب، الميل، الدفع).
3- زوايا الكرات أو الأدوات (الإنطلاق، الإرتداد، الهجوم، السقوط).

ثالثا: قياس المسافة الأفقية والارتفاع العمودي:

يستخدم هنا لحساب المسافة الأفقية والارتفاع العمودي وحدة القياس(مقياس الرسم)، حيث غالبا ما يتم استخدام مقياس للرسم ببعد حقيقي (1 متر) وعند التصوير والتحليل يتم حساب مقدار هذا المقياس في الصورة ومن ثم نتمكن من حساب أي مسافة أفقية أو ارتفاع عمودي، فمثلا إذا كانت المسافة الحقيقية لمقياس الرسم هي (1متر) وكانت تعادل في الصورة مثلا(05 سنتيمتر) وأن المسافة الأفقية أو الإرتفاع العمودي الذي تم قياسه في الصورة كان (15 سنتيمتر) فإنه يعدل في الحقيقة (300 سنتيمتر) (03 متر).

رابعا: قياس الزمن:

إذا ما علمنا أن آلة التصوير تتحرك بسرعة تردد ثابتة فيمكن معرفة الزمن لكل صورة من خلال قسمة العدد (01) على سرعة آلة التصوير فإذا سرعة آلة التصوير مثلا

(50 صورة/ ثانية) فإن زمن الصورة الواحدة يكون (0.02 ثانية) ومن خلال معرفة زمن الصورة الواحدة عندها يمكن معرفة زمن الحركة أو المهارة المراد تحليلها فمثلا عندما يراد تحليل مرحلة النهوض

في الوثب الطويل فإذا كانت سرعة آلة التصوير المستخدمة 50 صورة / ثانية يتم حساب عدد الصور التي تستغرقها مرحلة النهوض وهذا يتم من خلال تحليل الفيلم فإذا كان عدد الصور لهذه المرحلة هو 08 صور فإن زمن مرحلة النهوض = عدد الصور× زمن الصورة الواحدة 08×0.02 = 0.12 ثانية.

خامساً : قياس السرعة والتعجيل:

يمكن قياس السرعة سواء كانت سرعة الجسم ككل أو سرعة أحد أجزاءه (الذراعين، الرجلين....إلخ)

أو سرعة انطلاق الأدوات المستخدمة (الثقل، الرمح ....إلخ) أو سرعة انطلاق الكرات (التنس، الطائرة) وإلى غير ذلك من خلال حساب المسافة أو الإرتفاع وكذلك حساب الزمن.

ولنأخذ مثالا على ذلك، فإذا ما أردنا حساب سرعة مركز ثقل الجسم خلال مرحلة النهوض في الوثب الطويل وكانت سرعة آلة التصوير 100 صورة / ثانية وكان مقياس الرسم 100 سنتيمتر في الحقيقة

يعادل 05 سنتيمتر في الصورة وكانت المسافة التي يقطعها مركز ثقل الجسم خلال مرحلة النهوض عند تحليل الفيلم هي 05 سنتيمتر وأن مرحلة النهوض تستغرق 10 صور قمن خلال المعطيات التالية نتمكن من حساب سرعة مركز ثقل الجسم خلال .

01

01- زمن الصورة الواحدة = _____ 0.01 ثانية

100

إذا زمن مرحلة النهوض = زمن الصورة الواحدة × عدد الصور

= 0.01 × 10 = 0.1 ثانية.

02 - ا لمسافة الحقيقية التي يتحركها مركز ثقل الجسم = 100 سنتيمتر.

المسافة 100

السرعة = _____ = _____ = 1000 سنتيمتر/ ثانية = 10 متر/ ثانية

الزمن 0.1

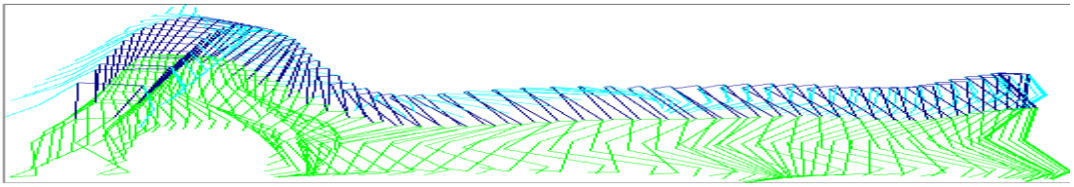
أما حساب التعجيل فيتم بعد حساب السرعة ومن خلال القانون الآتي:

السرعة النهائية – السرع الإبتدائية

التعجيل = _____

الزمن

سادساً : رسم المسار الحركي:



شكل 13مسار الجسم

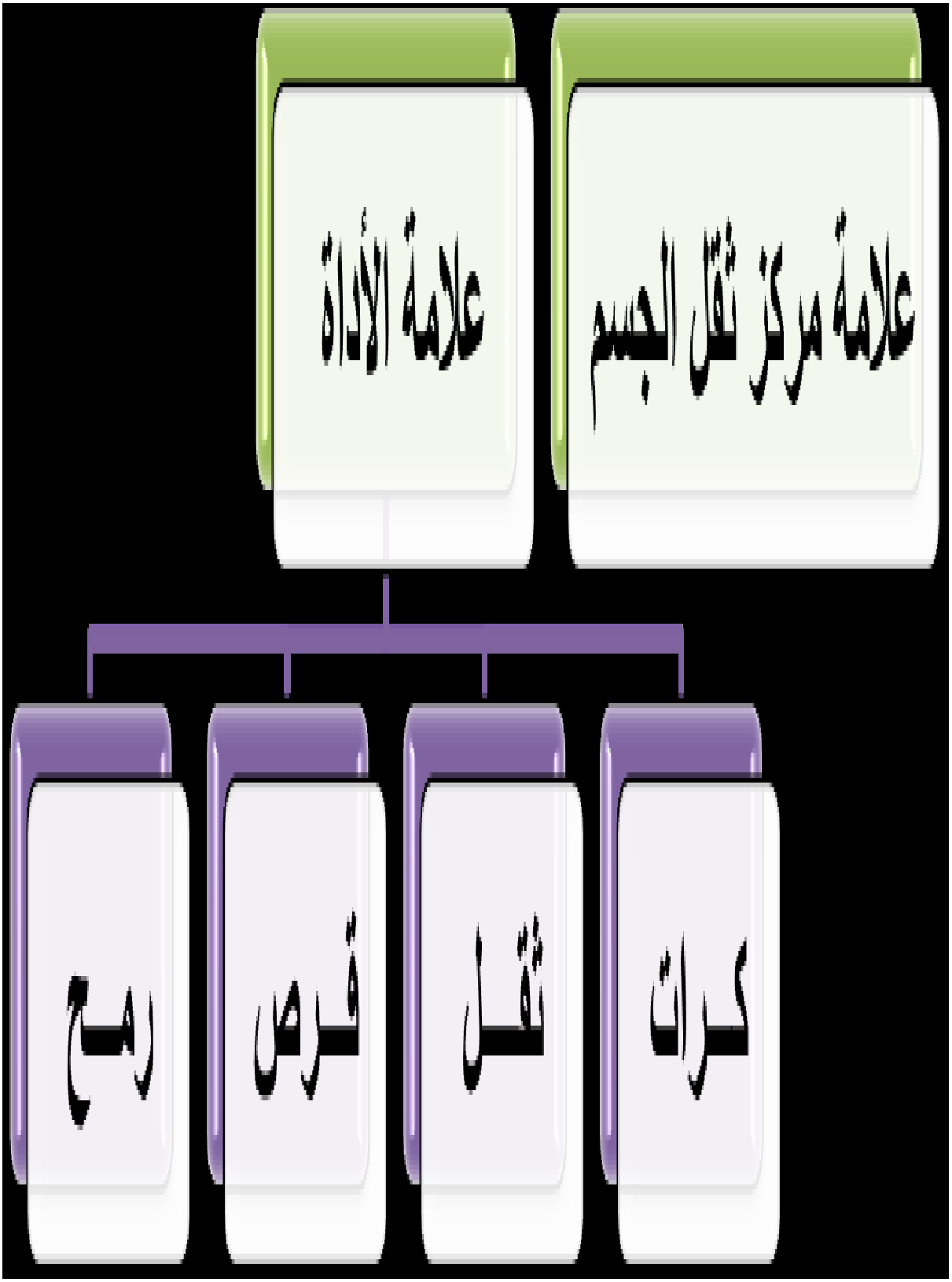
المسار الحركي هو خط يرسم المهارة الحركية من بدايتها وحتى نهايتها عن طريق رسم

مسارات لنقاط معلمة على الجسم أو احد أجزائه وذاما أردنا رسم المسار الحركي للجسم كاملا خلال أداء حركة ما أو مهارة معينة مثل المسار الحركي في فعاليات الرمي أو في حركات الجمناستيك....إلخ

وإن أهم العلامات التي يتم تعيينها على الجسم لرسم المسار الحركي هي:

شكل 14 إهم العلامات المعينة على الجسم لرسم المسار الحركي

وأحيانا يضاف إليها علامتي:



شكل 15 علامتان مضافتان لإهم العلامات المعينة على الجسم لرسم المسار الحركي