

1- مدخل لعلم البوميكانيكا (الميكانيكا الحيوية) :

- تمهيد :

إن من بين الشروط الأساسية للحياة بشكل عام هو التفاعل بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة به والذي يمكن تحقيقه من خلال قيام الفرد بالعديد من الحركات البسيطة والمعقدة وذلك من أجل القيام بمختلف واجباته اليومية، مما يذل على مدى أهمية الحركة (Mouvement) بحيث ذهب العديد من الباحثين إلى أن الحركة هي جوهر الحياة وهي أساس الأفعال الحيوية للإنسان ولولاها لما تمت الحياة .

ولذلك مثلت حركة الجسم سوى كانت في الحياة اليومية أو خلال مزاولته لمختلف الفعالية الرياضية أحد أهم اهتمامات العلماء والدارسين وخاصة في المجال الرياضي سوى من النواحي التربوية والنفسية ... أو الجوانب البيولوجية وذلك من أجل تحديد أهم العوامل التي تساعد الرياضي على الأداء الحركي بصورة جيدة والعمل على تطويرها وتثبيتها والكشف عن المعوقات التي تحول دون الوصول إلى أفضل الإنجازات الحركية وفق المعايير المحققة في المنافسات . وسوف نتطرق في هذا الجانب إلى النقاط المهمة في هذا المجال و الإطلاع على أهم المحاور لهذا المقياس في المجال النظري والتطبيقي الذي يخص الرياضة أو بالعموم التربية البدنية والرياضية و تبيان كذلك العمل في هذا الميدان.

1-1- مفهوم الميكانيكا الحيوية :

إن علم الميكانيكا الحيوية والذي هو تعريف لمصطلح البيوميكانيك يعد في مقدمة العلوم التي اهتمت بدراسة حركة وسكون الاجسام باختلاف الأحجام والخصائص كما تناولت دراسة وتحليل الأداء الحركي الانساني ضمن إطار العوامل البيولوجية والفسولوجية للمشكلات الحركية التشريحية والفيزيائية والنفسية من أجل الوصول إلى أنسب الحلول الميكانيكية المطروحة للبحث وتقييم نتائجها باختلاف متطلبات الأداء الحركي للفعالية أو المهارة المراد دراستها. (شاكر م. 2014)

أما مصطلح " الميكانيكا الحيوية " فقد أطلق على المادة كتعريف للمصطلح اليوناني بيوميكانيك Biomécanique ويتكون هذا المصطلح من كلمتين يونانيتين هما بيو Bio ومعناها الحياة أي الجانب العضوي الذي له التأثير المباشر في الحركة وميكانيك Mécanique ومعناها علم الميكانيك ، أي القوانين الميكانيكية الثابتة التي تحد من الحركة (شاكر، 1998، صفحة 26)

و الميكانيكا الحيوية علم يدرس حركة الانسان في المجال الرياضي من الجانبين هما الجانب الميكانيكي البحث بمعنى القانون الميكانيكي الذي يمد الحركة، والجانب العضوي الذي له التأثير المباشر في الحركة اذ أن الارتباط الوثيق بين هذين الجانبين لدراسة الحركة الرياضية يؤدي الى الوصول بالأداء نحو الأفضل من خلال ايجاد التكنيك الامثل وهذا ما يعني به علم البيوميكانيك " ،انه العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلاً يعتمد على الوصف الفيزيائي (الكينماتك) بالإضافة الى التعرف على مسببات الحركة) الكينتك (الرياضية بما يكفل اقتصاداً وفعالية في

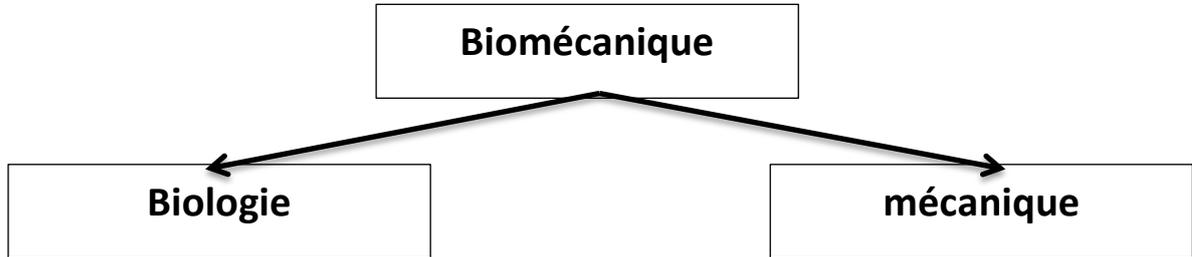
الجهد الفضلي، (الفضلي، 2007، صفحة 23)

وتعرف ايضا "هي العلم الذي يبعث تأثير القوى الداخلية والخارجية على الأجسام الحية ، ونعني بالقوة الداخلية العضلات والأربطة والأعصاب ، أما القوى الخارجية كالجاذبية الأرضية ومقاومات الوسط وقوى الاحتكاك وردود فعل الأرض ..... وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة .(السكري، 2002، صفحة21)

والبيوميكانيك علم يدرس حركة الانسان في المجال الرياضي من الجانبين هما الجانب الميكانيكي البحث بمعنى القانون الميكانيكي الذي يمد الحركة والجانب العضوي الذي له التأثير المباشر في الحركة إذ أن الارتباط الوثيق بين هذين الجانبين لدراسة الحركة الرياضية يؤدي الى الوصول بالأداء نحو الافضل من خلال ايجاد التكنيك الامثل وهذا ما يعني به علم البيوميكانيك " ،انه العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلاً يعتمد على الوصف الفيزيائي) الكينماتك (بالإضافة الى التعرف على مسببات الحركة) الكينتك (الرياضية بما يكفل اقتصاداً وفعالية في الجهد. (المنعم، 1997، صفحة12)

وتعرف أيضاً: " هي تطبيق القوانين الميكانيكية على الأجسام الحية وخاصة على الجهاز الحركي لجسم الإنسان" (شاكر، 1998، صفحة 27)

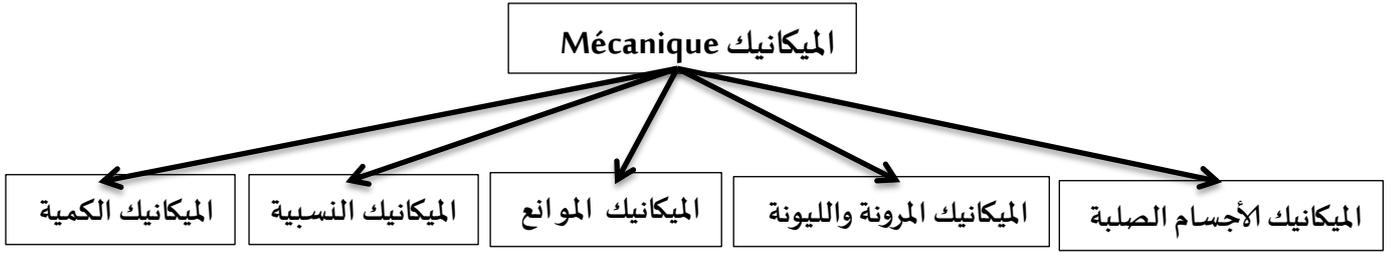
" هي العلم الذي يهتم بدراسة وتحليل حركات الإنسان تحليلاً كميّاً ونوعياً بغرض زيادة كفاءة الحركة الإنسانية"



الشكل رقم (1) يبين مفهوم البيوميكانيك

## 1-2- الميكانيك:

- أما الميكانيك فهو العلم الذي يختص بدراسة الحركة والقوى المسببة لها بحيث يجب على العديد من التساؤلات والتي من بينها ماذا يحدث؟ و إلى أي مدى يمكن أن يحدث؟ والتي بالإجابة عليها يمكن تحيد مسببات حركة الأجسام والعوامل التي تحكمها ويجب الإشارة إلى أنه يجب التطرق في هذا الجانب إلى أهم المحاور الرئيسية لهذا العلم حتى يمكننا من تحديد الإطار النظري الذي يهتم بدراسة الحركات الرياضية . حيث تتمثل تخصصات ومجالات الميكانيكا فيما يلي:



الشكل (02) يمثل مجالات الميكانيك

أما دراسة ميكانيك الأجسام الصلبة mechanics of particules and rigid bodies

هي المفاهيم الأفضل استخداما عند وصف أو شرح الحركة التي يقوم بها الفرد خلال أدائه الحركي في المجال الرياضي، ولهذا تعتبر دراسة المفاهيم والقوانين الأساسية في ميكانيك الأجسام الصلبة الأساس في دراسة البيوميكانيك الرياضي الذي يهتم بدراسة وتحليل الحركات خلال أداء المهارات الرياضية سوى خلال التدريب أو حصص ت.ب. ر أو خلال المنافسات الرسمية إضافة إلى بعض المفاهيم الأساسية في ميكانيك الموائع وذلك بالنظر على أنه هنالك بعض الفعاليات الرياضية التي تؤدي في الوسط المائي مثل السباحة والغطس ...

**1-3- أقسام الميكانيكا الحيوية :** الميكانيكا الحيوية هي أحد أشكال الميكانيكا الأساسية ، إذ تأتي الميكانيكا الحيوية من علم ميكانيكا الأجسام اللينة غير المنتظمة باعتبار أن الإنسان يخضع إلى هذا النوع من الميكانيكا والتي هي أصلا لها نوعين الميكانيكا الثابتة والميكانيكا المتحركة ، وتضم الميكانيكا المتحركة كينماتيك و كيناتيكا الإنسان الحيوي التي تدخل فيها العديد من العوامل الانتروبومترية والبدنية كالحجم والشكل والوزن والقوة ... الخ . وينقسم علم الميكانيكا إلى قسمين هما :

**أولا : الأستاتيكا :**

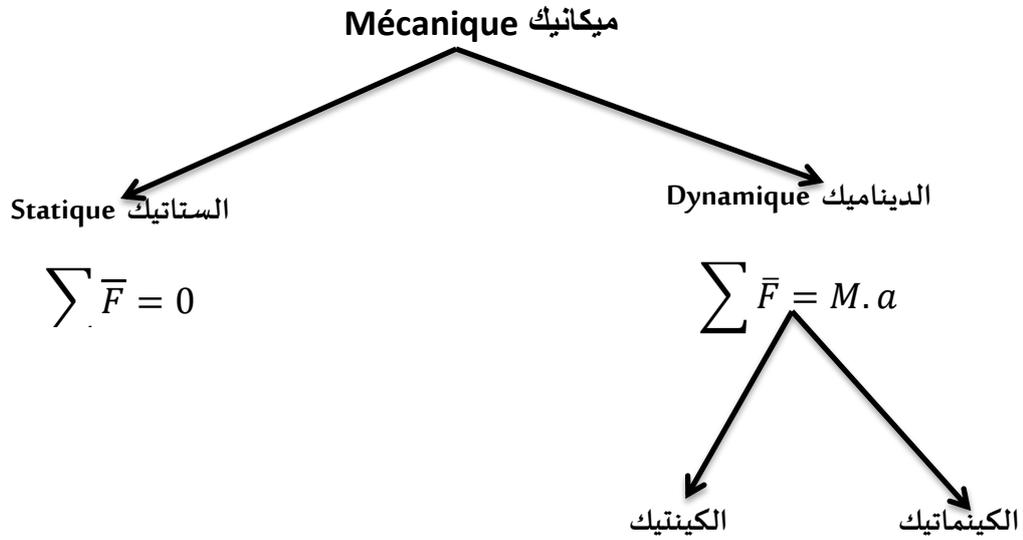
الأستاتيكا هو فرع من الميكانيكا الذي يبحث في سكون الأجسام تحت تأثير مجموعة من المؤثرات تسمى القوى وتوصف القوى التي لا تغير في حالة الجسم بأنها متزنة ويقال للجسم أنه في حالة توازن تحت تأثيرها ولذلك فإن الأستاتيكا تسمى أحيانا (علم التوازن الأجسام) .

**ثانيا : الديناميكا :**

والديناميكا هي فرع الميكانيكا الذي يبحث في حركة الأجسام الصلبة و اللينة وتنقسم الديناميكا إلى قسمين رئيسيين :

**1- الكينماتيكا :** هو دراسة الحركة دراسة وصفية من حيث الزمان والمكان دون الطرق الى القوة المسببة لها ,وان الخصائص الكينماتيكية لحركة الانسان تحدد من خلال دراسة الشكل الخارجي الهندسي ورسم المسار الحركي للانسان في الفضاء وتغيراته في الزمن,اي يهتم بالجانب المظهري أو الشكلي مثل (المسافة الزمن السرعة) ورسم مساراته.

2- الكينماتيك : علم يعنى بدراسة أسباب الحركة والقوى المصاحبة سواء كانت ناتجة عنها أو محدثة لها ويبحث في مسببات الحركة ونتائج الانقباض العضلي وعلاقته بمثالية الاداء. ( شاكر ق.، 1998، صفحة14)



الشكل رقم (03) يمثل أقسام تخصص الميكانيك

وعلى هذا الأساس فإنه من واجب هذا العلم :

\* التعرف على الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي ودراسة العلاقات الخاصة بها .

\* تطبيق القوانين الميكانيكية على الجهاز الحركي للإنسان .

\* دراسة العلاقات المتبادلة بين القوى الداخلية والخارجية المؤثرة على جسم الإنسان وتوافق تأثيرها أثناء الأداء .

ويجب الإشارة هنا نجد إلى أن الميكانيكا الحيوية لم تتطور في الحقيقة عن الميكانيكا وحدها وإنما هي أحد العلوم

الحديثة ( التي تطورت متأثرة بمجموعة من العلوم الأخرى " كالتشريح , الفلسفة , والفيزياء .... وقد أطلق اسم

الميكانيكا الحيوية على المادة كتعريب لاسمها وعلم الميكانيكا الحيوية مرّ بمراحل تطور كثيرة سارت جنباً إلى جنب

مع تطور المادة نفسها فعندما بدأت حركات التربية الرياضية تخضع للتحليل الحركي من زاوية الميكانيكا البحتة ,

كان الاسم الشائع هو " التحليل الميكانيكي (analyse mecanique) ثم عندما تطورت المعالجة العلمية

للتحليل الحركي لحركة الإنسان أطلق على المادة أسم علم الحركة (science du mouvement ou

kinesiologie) وعند هذه المرحلة كان أسم علم الحركة يستعمل لوصف المحتوى العلمي المتعلق بتكوين

ووظيفة الجهاز العضلي / العظمي لجسم الإنسان و انتشرت بعد ذلك دراسة و تطبيق الأسس الميكانيكية على

حركة الإنسان ضمن نطاق علم الحركة و أخيراً أصبح أسم علم الحركة يطلق على أي دراسة لأي علم يتعلق بحركة

الإنسان حتى ان كثيراً من جامعات الولايات المتحدة الأمريكية وخاصة بولاية كاليفورنيا أطلقت أسم ( علم الحركة ) على التربية الرياضية و قد بدأ التفكير في اختيار أسم جديد يطلق على العلم الجديد و يعبر عن أهدافه و اختصاصاته ومحتواه , و اقترحت أسماء كثيرة في هذه الفترة منها ( Biodynamiques, Biocinetique )

#### 1-4- أغراض الميكانيك الحيوية

يقول " دنسكوى " إن التمارين الرياضية هي الوسيلة الرئيسية الوحيدة لتحليل أغراض النشاط البدني ، ولا يمكن ممارستها ممارسة سليمة إلا إذا كانت قد بحثت من جميع الجوانب . وانطلاقاً من هذا المفهوم تحددت أغراض الميكانيك الحيوية كالآتي:

1- وضع البحوث الخاصة بالاداء الرياضي الأنسب ، ومعنى ذلك إيجاد أنسب الحلول الميكانيكية لتحقيق هدف الحركة الرياضية.

2- تعميم المعلومات المكتسبة عن التكنيك الأنسب لأنواع الرياضات المتعددة ووضعها في صورة أسس ثابتة للميكانيك الحيوية بما يؤدي إلى خدمة التكنيك الرياضي الأنسب.

3- إيجاد طرق سهلة لبحث الحركة الرياضية الاختبارات الرياضية لتساعد المدرس والمدرّب في تحديد الأخطاء واكتشافها.

4- الاستناد على استخدام أسس الميكانيك الحيوية في التدريبات الخاصة الهادفة إلى القدرات البدنية والنفسية المطلوبة مثل (القوة ، السرعة ، رشاقة الجسم ، القدرة على رد الفعل وسرعته) . ( عادل ع. ، 1998 ، الصفحات 14-13 )

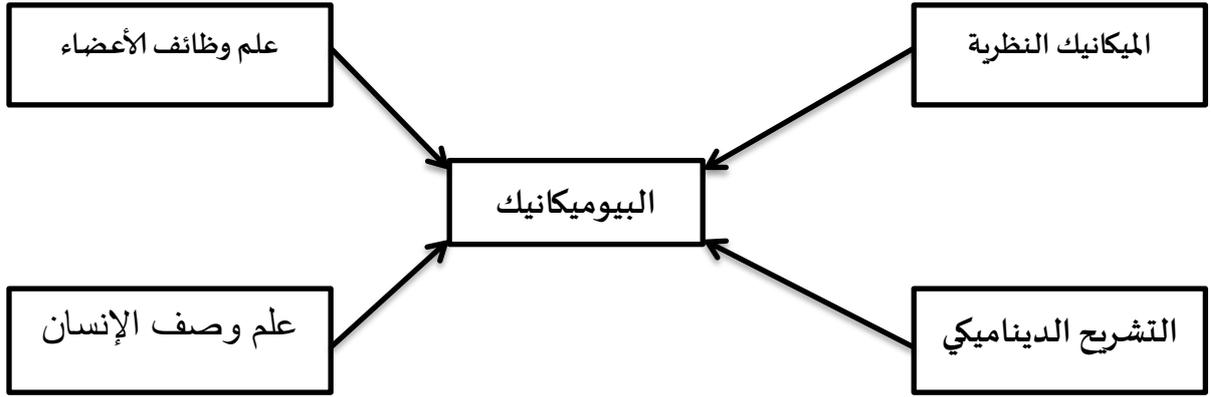
#### 1-5 أهمية الميكانيك الحيوية :

الواضح أن الأسس البيوميكانيكية طبقت عن طريق العلماء والمهنيين في العديد من المجالات المعنية تحت مشاكل ارتبطت بصحة الانسان وأدائه . معرفة بناء المفاهيم البيوميكانيك هي أيضا ضرورية من أجل تكوين مدرس التربية البدنية والرياضية وأخصائي العلاج الطبيعي ، والمدرّب .

بالنسبة لمحتوى التعليم في البيوميكانيك أسست التجهيزات لفهم الأسس الميكانيكية وكيف يمكنهم تطبيقها في تحليل حركات جسم الانسان . . معارف المحلل لحركة جسم الانسان سوف تجعله قادراً على عجابة الاسئلة المرتبطة بالميكانيك الحيوية ، كان نقول ما المبادئ البيوميكانيكية المرادفة لتمارين آلات المقاومة ، هل من الممكن الحكم على الحركات أنها أكثر أو أقل اقتصاداً من خلال الملاحظة البصرية ؟ ما هي الطريقة المثلى والامنة لرفع شئ ثقيل ؟ عند أي زاوية سوف يكون رمي الكرة لأقصى مسافة ؟ ما هي الاستراتيجيات التي تمكن لاعب الجمباز على عارضة التوازن توظيف أقصى توازن ؟. ( عادل ، 2007 ، صفحة 8 )

## -1-6-مجالات البحث في الميكانيك الحيوية :

مما لا شك فيه أن تطور وتقدم أي علم من العلوم إنما هو حوصلة للتطور وتقدم باقي العلوم الأخرى وخاصة منها ما يختص بدراسة ومميزات الجسم هو في الواقع وحدة متكاملة وكما سبق وأن أشرنا بأن البيوميكانيك ليس علما مستقلا بذاته وإنما يمثل حوصلة للتداخل نتائج العديد من الدراسات في العديد من العلوم وذلك من أجل تحديد الإطار النظري اللازم لتفسير وتحليل الظواهر الحركية التي يقوم بها الفرد والتي يمكن تبيانها من خلال الشكل الآتي :



### الشكل (04) الإطار النظري للتخصص البيوميكانيك

ومادام أن الجسم البشري كائن عضوي تدخل في حركته كثير من الاعتبارات العلمية المتمثلة بدور العلوم المختلفة التي ترتبط ارتباط مباشر وتؤثر تأثير فاعلا في الحركة ، والتي يجب أخذها بعين الاعتبار .

- فعلى سبيل المثال يؤدي علم التشريح دورا مميزا في طبيعة حركة الإنسان فتطوير ناحية معينة عند الرياضي ، ولتكن القفز من الثبات إلى الأمام لا يمكن الارتقاء بمستوى القفز وتحسين الأداء ما لم تكن هنالك معرفة تامة بماهية العضلة أو المجموعة العضلية التي تعمل بشكل مباشر أثناء الأداء وألا أصبح التدريب عبارة عن عملية عشوائية خاضعة للتجربة والخطأ .

- أن اعتماد نظام العتلات أثناء حركات أجزاء الجسم لأداء حركات معينة ، فلتعيين النقاط الثلاث التي تتكون منها العتلة (قوة ، ومقاومة ، وارتكاز ) ينبغي أن تكون هنالك معرفة تامة بنقاط تأثير القوة والتي تتمثل في مدغم العضلة ، من هنا يجب أن يتوفر بعض الإلمام بهذا الجانب التشريحي وهو منشأ و مدغم العضلة .وعند دراسة حركة الرياضي تبرز أهمية الإلمام بالعلوم الأخرى فالفسيولوجيا والكيمياء الحيوية تسهم بشكل فعال في معرفة حالة الرياضي التدريبية خلال عملية التدريب .

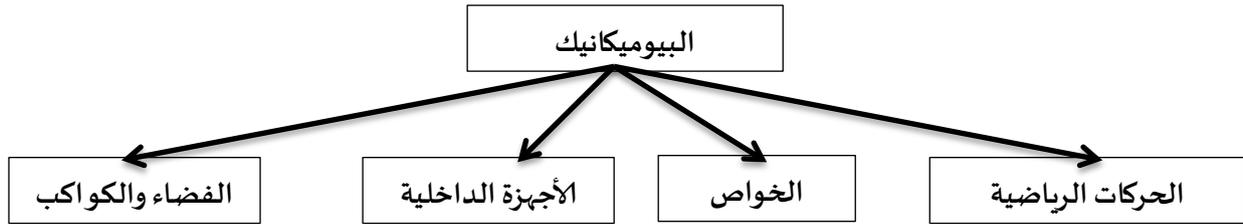
-وعلى هذا فإن البيوميكانيك في أبحاثه بالنسبة للحركات الرياضية يستعين ببعض العلوم الأخرى، كما أنه يقدم لهذه العلوم موضوعات ومشكلات معينة لتقوم بالبحث فيها بحيث كلها تصب في موضوع البحث الرئيسي لهذا

التخصص وعلى هذا فإن أهم - مجالات البحث - في هذا التخصص تتجلى في :  
- تكوين الحركة .

-تأثير القوى المختلفة عليها مع بحث عناصر هذه القوى .تحديد شروط وظروف أداء الحركات .  
-تحديد العوامل التي تؤثر في النتيجة النهائية .

### 1-7-الميكانيك الحيوية و تخصصاته :

وعلى ضوء هذا فإن فهم البيوميكانيك سيؤدي حتما إلى فهم الأساسيات المتعلقة بالنواحي التشريحية والفسولوجية والميكانيكية لحركة الرياضي، وهذا سيساعد المدربين والمدرسين على تعليم المهارات الحركية وتحسين الأداء الحركي الدقيق وفق المعايير المطلوبة والمستويات المرغوبة، وذلك من خلال التعرف على أهم الخصائص الدقيقة والتي تساعد على تحديد الأخطاء المرتكبة خلال ذلك والعمل على تصحيحها من ناحية ومن جانب آخر تدعيم العوامل البدنية والفنية والتي بفضلها فقط يمكن تحقيق الإنجاز الحركي الجيد . وكان نتيجة كل هذا التنوع في تخصصات البحث في البيوميكانيك العديد من الدراسات التي أثرت حقل المعرفة في مجال دراسة الحركة بصورة دائمة كما أثرت اتجاهات الباحثين والدارسين في هذا المجال حيث كان كل منهم إما رجل أو مهندس أو مدرس تربية رياضية مما أدى إلى تعدد تخصصات البحث في البيوميكانيك والتي تمثلت في التخصصات التالية :



### الشكل (05) يبين تخصصات البحث الخاصة بالبيوميكانيك

وبالنظر إلى تعدد مجالات البحث والدراسات في هذا المجال، وكما ورد في العديد من المصادر الخاصة بالموضوع فقد = الميكانيك الحيوية إلى قسمين رئيسيين يتمثلان في :



ومن خلال ما تقدم يمكن القول أن أهمية علم البيوميكانيك بصورة عامة تتجلى في مدى تنوع وتعدد المجالات التي يختص بدراستها والمبينة في الشكل الآتي :

والتي من بينها البيوميكانيك الرياضي والذي يهتم بدراسة الحركات الرياضية من حيث العوامل الميكانيكية ودور البيولوجية في تحديد مسارات وخصائص الأدوات الحركية الرياضية . وبناءا على هذا يمكننا أن نستعرض سرد بعض المفاهيم و التعاريف التي تناولت مصطلح الميكانيك الحيوية "البيوميكانيك" (الكرمدي، 2015، صفحة 22)