

المحاضرة الأولى: مدخل إلى الميكانيك الحيوية

تمهيد

الميكانيكا الحيوية كعلم حديث قائم بذاته يعتمد على أسس تطبيقية تخصه، فهو يستخدم على نطاق واسع في دراسة الحركات الرياضية بمختلف أنواع الرياضة الفردية منها والجماعية.

مفهوم الميكانيكا الحيوية

إنها كلمة بيو ميكانيك باختصار هي العلم الذي يبحث في تأثير القوى الداخلية على الاجسام الحية ونعني بالقوة الداخلية العضلات والاربطة والاعصاب اما القوى الخارجية كالجاذبية الأرضية ومقاومات الوسط وقوى الاحتكاك و ردود فعل الارض وغيرها من القوى الطبيعية التي تؤثر على الكائنات الحية من حيث الحركة كما وان كلمة بيو ميكانيك **Biomécanique** تتكون من كلمتين يونانيتين هما بيو Bio، وتمثل علم الحياة والميكانيكا.

وهو العلم الذي يبحث في حركات الانسان والحيوان ومن وجهه نظر القوانين الميكانيكية التي تخضع لها جميع الحركات للأجسام المتماسكة سواء اجسام كبيرة او متناهية في الصغار بدون استثناء والبيو ميكانيك هو احد اشكال الميكانيكا الاساسية اذ يأتي البيو ميكانيك الرياضي من علم ميكانيكا الاجسام اللينة الغير منتظمة باعتبار ان جسم الانسان يخضع الى هذا النوع من الميكانيكا والتي هي اصلا لها نوعين هما الميكانيكا الثابتة والميكانيكا المتحركة وتضم الميكانيكا المتحركة كينما تيكا و كينيتيكا الانسان الحيوي التي تدخل فيها العديد من العوامل الانثروبومترية والبدنية كالحجم والشكل والوزن والقوة.... الخ . كعوامل مساعدة في مثل هذا التوصيف.

وتعتبر الميكانيكا الحيوية علم منهجي اكاديمي يهتم بدراسة حركة الجسم البشري و هي فرعا من العديد من افرع علوم الحركة فالميكانيكا الحيوية تحت نطاق علوم الحركة تهتم بتطبيقات الاسس و القواعد الميكانيكية على الاجسام الحية في حركتها وسكونها وتعلل مسببات تغير حالة الجسم وتدرس التكتيكات المختلفة للمهارات الرياضية وسبل تطويرها حيث يمثل التحليل الكيفي احد اساليب الميكانيكا الحيوية والبسيطة والدقيقة والذي له في نفس الوقت اهمية بالغة في هذا المجال وعلية فان الميكانيكا الحيوية ذلك تمثل اهمية كبيرة للعاملين المحترفين في المجال الرياضي كالمدرسين والمدربين و العاملين في مجال الاعداد البدني المتخصص و الباحثين والمهتمين بدراسة تطوير اساليب الاداء الحركي .

عرف هاتز **Hatze 1974** الميكانيكا الحيوية بانها «دراسة حركة الاجسام الحية بالاستعانة قوانين و مبادئ الميكانيكا التقليدية من خلال الوصف الدقيق للحركة وكيفية تأثير القوى فيها» فللقوى تأثير على الاجسام الحية و يظهر هذا التأثير في حدوث الاشكال المتباينة من الحركة حيث يساعد ذلك في حدوث

النمو الصحي للجسم او حدوث التأثيرات السلبية على انسجته المختلفة مما قد يسبب الاصابات او في بعض الاحيان التشوهات القوامية.

و هنا تساعد الميكانيكا الحيوية من خلال ادواتها المختلفة في معرفة كيفية تأثير تلك القوى على حركة الاجسام و كيف يمكن للمتخصصين في علم الحركة ان يقدموا النصائح التي تساعد في تحسين الاداء و منع التعرض للتأثيرات السلبية لتلك القوى المسبة للحركة .

ان الميكانيكا الحيوية تقدم مداخل مهمة وضرورية لتحليل الحركة الانسانية وتحسين الاداء وتقليل خطر الاصابة و من اجل تسهيل استخدام هذه الادوات فان هذا النص سيؤكد على الادراك النوعي للمفاهيم الحركية مما يدفعنا لاستيضاح بعض امثلة كمية تستخدم صياغات جرية حسابية للمتغيرات الميكانيكية و في حين ان الصياغات الرياضية هي لغة دقيقة و مفيدة جدا في اظهار الاهمية و التفاعلات و العلاقات بين المتغيرات الميكانيكية الحيوية الا ان الصيغ الحسابية الاكثر صعوبة في هذه المعادلات تقدم اجابات ادق وغالبا ما تستخدم من قبل العلماء كما يرى بيير و جونسون Beer & Johnson سنة 1984م هاميل و نوتزن Hamill & Knutzen سنة 1995م زاتسيورسكي Zatsiorsky سنة 1998م و 2002م و الغالبية العظمى من اساتذة علم الحركة سيستفيدون من الادراك النوعي لهذه مفاهيم وبالتالي فان الفصل سوف يبدأ بالمتغيرات الميكانيكية الاساسية و المصطلحات الجوهرية لتقديم المفاهيم البيوميكانيكية المترتبة عليها.

فالفهم الدقيق لرموز المصطلحات الميكانيكية التقليدية هو الاساس في ادراك كيفية الاعتماد على هذه الرموز و المصطلحات في تفسير العديد من المفاهيم البيوميكانيكية فهذه الرموز تمثل تقنية اقل مستوى و ادوات مبدئية لتسهيل الحصول على المعرفة الصحيحة بالميكانيكا الحيوية و التحليل النوعي.

واشار (عصام الدين متولي عد الله ، 2011) الى عض التعاريف لمفهوم الميكانيكا الحيوية نوجزها

فيما يلي :

-هي العلم الذي يدرس حركة وسكون الاجسام المختلفة و الاحجام والخصائص مثل حركة الكواكب و الذرات والالكترونات

-هي العلم الذي يبحث في الحركة النسبية للأجسام مستخدما مقاومتها و شتى صورها و كذلك سكونها النسبي

-هي العلم الذي يبحث في حركة جسم الانسان والحيوان او بعض اجزائهما بطريقة موضوعية ملموسة سواء على الارض او على الفراغ الخارجي بهدف ايجاد و تحديد التكنيك المثالي

-هي العلم الذي يدرس القوى الداخلية و الخارجية المؤثرة على جسم الانسان و الاثار الناتجة عن هذه القوى

-هي ميدان دراسة القوانين و المبادئ المتعلقة حركة الجسم الانساني بهدف الوصول الى الكفاءة الحركية

-هي تطبيق القوانين الميكانيكية على الاجسام الحية وخاصة الجهاز الحركي لجسم الانسان

-هي العلم الذي يقوم بدراسة الاداء الحركي للإنسان بغرض الوصول بالإداء الى اعلى مستوى تسمح به امكانيات و طاقات البشر

-هي الاسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي و دراسة المبادئ و العلاقات المتواجدة

البيو ميكانيك يعني تفاعل القوى الميكانيكية الاساسية في حركة الجسم البشري من خلال تطبيق المبادئ البيولوجية والميكانيكية فمن واجبي هذا العلم:

-التعرف على الاسس 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 الانسان وتوافق تأثيرها وعملها اثناء الاداء.

البيومكانيك الرياضي:

بدأت الدراسات الجادة في موضوع تحليل حركات المشي والركض بعد الحرب العالمية الاولى وكذلك بعض

انواع الحركات الرياضية المختلفة وازدادت الحركة العلمية المتعلقة بالبيو ميكانيك الرياضي وبالذات بعد

الحرب العالمية الثانية وخصوصا بعد ما اصبحت الحاجة لها حيث اهتم الدارسون بتطوير الأجهزة الرياضية اعطاء الافضل دائما تحت عوامل الامان والسلامة من خلال تعاملهم مع الاجهزة الرياضية في الجمناستيك وغيرها من الفعاليات الرياضية.

فالبيو ميكانيك الرياضي يعتبر الحجر الاساسي لتقدم اللاعبين في ادائهم الحركي الفني حيث انه العلم الذي يهتم بتحليل حركات الانسان تحليلا يعتمد على الوصف الفيزيائي (الكينماتيكي)بالإضافة الى التعرف على مسببات الحركة الرياضية (الكتنيك) بما يكفل اقتصادا وفعالية في الجهد.

من جهة اخرى تم تقسيم البيومكانيك الى قسمين وفقا للحركات التي يؤديها الانسان كما يلي

-القسم الميكانيكي والذي يبحث في:

-القوانين والانظمة الاساسية التي تحكم الاجسام الحية أثناء الحركة واثناء السكون وبذلك يسمى الثابت (الستاتيک) والمتحرك (الديناميك) والاساتاتيكا تدرس النظم التي تكون فيها الحركة ثابتة سواء بدون تحرك او بحركة ثابتة اما الديناميكا فتدرس النظم التي يظهر فيها التعجيل.

-والجزء التطبيقي والذي يهتم في حل المشاكل الحركية العلمية التي تعترض حركة الانسان وتحسينها وكذلك
الايوض المثالية والاقتصادية في الجهد خلال ممارسة الفعاليات الرياضية المختلفة او تطبيق البرامج العلاجية
او التأهيلية.

-القسم الحيوي والذي يبحث فيه:

- الجانب البيولوجي الذي يبحث في حركة الكائنات الحية بدءا من الخلية العضلية والحركات الصغيرة فيها
وانتهاء بحركة الاجزاء الظاهرة الكبيرة المتكونة من عدد كبير من الخلايا والاجهزة المختلفة كالجهاز
العضلي - العصبي على سبيل المثال.

-اغراض الميكانيكية الحيوية

تعددت اغراض وواجبات الميكانيكا الحيوية و اختلفت فيما بينها ولكن هذا التعدد و هذا الاختلاف
لتوضيح و ابراز اهم هذه الاغراض و التي نبرزها في التالي :

-بحث التكنيك الرياضي المثالي و يعني ذلك التحليل الميكانيكي البيولوجي لهدف الحركة الرياضية القائم
امثل اسلوب

-تعميم المعلومات المكتسبة عن التكنيك المثالي لألوان الرياضات المتعددة وجعلها اساسا عاما للميكانيكا
الحوية و ذلك ما يخدم فن الاداء الرياضي الامثل .

-بحث شروط و قوانين الحركات الرياضية .

-تطوير و اكتشاف انسب الطرق لتعليم و تدريب الحركات الرياضية و ذلك عن طريق الكشف عن بعض
الحركات و محاولة تصحيح هذه الازطاء و اختيار انسب طريقة لتعليم و تدريس و تدريب الحركات
الرياضية .

-الاستخدام الامثل للإمكانيات البيولوجية لدى اللاعب في ضوء القوانين الميكانيكية للوصول بحركة
اللاعب الى اقصى كفاءة ممكنة .

-تساهم في مجال البحث العلمي في التربية الرياضية عن طريق مواصلة تطوير مناهج الحث الخاصة
بالميكانيكا الحيوية.

تقسيم مجالات الميكانيكا الحيوية

من منطلق ان الميكانيكا هي ذلك الفرع من فروع الفيزياء الذي يهتم بدراسة حركة الاجسام و القوى
المسببة لهذه الحركة فانه يمكن تقسيم الميكانيكا الى عدة فروع الا اننا نركز على ثلاثة انواع رئيسية منه هي

-ميكانيكا الاجسام الصلبة (Rigid body)

-ميكانيكا الاجسام القابلة للتغير في الشكل (اللينة) (Deformable body)

-ميكانيكا الحركة داخل السوائل (Fluids)

1. المجال الاول : ميكانيكا الاجسام الصلبة

من المفترض ان الجسم الذي يتم تحليل حركته يجب ان يعامل على انه جسم صلب و الاختلالات و التشوهات في شكله تكون قليلة و يمكن تجاهلها و هذا غالبا ما لا يحدث في اي مادة وهذا الافتراض مقول تماما النسبة لأغلب الدراسات الميكانيكية الحيوية لأغلب قطاعات الجسم ففرض صلابة الجسم في الدراسات يوفر فرص عمل النماذج الحسابية و نماذج بيو ميكانيكية معبرة بدرجة عالية من الدقة اثناء التحليل .

2. المجال الثاني ميكانيكا الاجسام اللينة

يدرس هذا المجال نواتج تأثير القوى الميكانيكية من خلال توزيعها على ما يمكن ان يحدث للجسم او المادة من اختلال او تغير في الشكل و قد يشمل هذا المجال تلك القوى التي تؤدي النمو القوى المؤثرة في العظام و كذلك القوى المؤثرة في اعضاء الجسم البشري كالأنسجة و الاعضاء

3. المجال الثالث ميكانيكا الحركة داخل السوائل

يهتم هذا المجال بالقوى الناتجة عن التحرك داخل السوائل سوائا غازات و على المتخصص في الميكانيكا الحيوية استخدام ميكانيكا السوائل لدراسة العديد من المجالات التي تدخل فيها خواص السوائل او الغازات مثل عمل صمامات القلب و تدفق الدم في الاوعية الدموية و السباحة او تعديل و تطوير الاجهزة الرياضية لتقليل مقاومة الهواء لأدنى قدر ممكن .

فروع واقسام الحركة الحيوية

تعتبر الميكانيكا الحيوية علما رئيسيا من علوم الطبيعة قائما بذاته ولذلك فهي لا تحتص نوع معين من انواع الرياضة لكنها تشمل كل الوانها و يمكن تقسيم علم الميكانيكا الى فرعين اساسيين:

1. الميكانيكا الحيوية التطبيقية

و هي تهتم اساسا بالتالي

تحسين الحركة: و هذا له اهميته في ميادين التأهيل الطبي و المهني و الفني و الرياضي

تحسين الادوات: وذلك حتى تتناسب و قدرات الانسان الترشيفية .

و من خلال هذا التقسيم يتضح ان علم الميكانيكا الحيوية له جوانب متعددة تقتضي التعاون بين الخراء في التخصصات المختلفة حتى يتمكن لتوصل الى انسب الحلول للمشاكل المتعلقة بحركة الانسان ويمكن توضيحها في النقاط التالية :

-الميكانيكا الحيوية لحركة العمل و هي التي تبحث في حركة الانسان و تساعد في تحقيقها و تسهيلها تحديد
التكنيك المثالي لها

-الميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية و هي التي تحث في التكنيك الحركي المثالي للوصول الى الاداء الامثل
-الميكانيكا الحيوية للخواص و هي التي تحلل حركاتهم وتبين كيفية استخدام الاجهزة المختلفة للأطراف
انسب استخدام

-الميكانيكا الحيوية في الفراغ و هي التي تبحث في حركة الانسان في الفراغ .
-الميكانيكا الحيوية الداخلية و هي التي تحث في التكوين الديناميكي للعضلات و العظام والمفاصل و
الانسجة و التي يستخدمها الاطباء و الجراحين

ويعتد ايضا الفروع و القسم الاول من فروع اقسام الميكانيكا وضح لنا اهمية هذا القسم و دورة الفعال في
مجالنا الرياضي و لكن القسم و الفرع الثاني هو الاكثر وضوحا في مجالنا ولذلك نوضحه في التالي :

2. الميكانيكا الحيوية العامة

و هي التي تقوم دراسة القوانين الاساسية التي تحكم حالة الجسم من السكون و الحركة و لهذا فهي تشتمل
على قسمين اساسيين الاول وهو

1.2. الاستاتيكا الحيوية

و هي تختص تحليل و اتران القوى المؤثرة على الاعضاء المختلفة اثناء حالتي السكون او الحركة سرعة
منتظمة و تحث الاستاتيكا ايضا في الشروط الواجب توافرها في القوى المؤثرة على الجسم لكي تؤدي الى
سكونه و اتزانه

و لا شك ان جسم الانسان هو جسم حي يختلف في سكونه و كذا في حركته عن الاجسام الاخرى سواء
ميتة او صماء من حيث تعدد القوى المؤثرة عليه و ظروفها المختلفة و كذلك من ناحية تكوينه و تركيبه مما
يترتب عليه تعقيد الحركة و اتزانها و لذلك تقسم القوى وتعامل مع جسم الانسان الى قسمين

-قوى خارجية و هذه تتمثل في قوة الجاذبية الارضية و قوة رد الفعل و قوة مقاومة الماء و الهواء..... الخ
-قوى داخلية و هي العضلات القوة الذاتية لجسم الانسان

و يؤثر هذان القسمان من القوى على عضفهما العض سواء في حالة اتران جسم الانسان او حركته و
بما ان جسم الانسان يتكون من مجموعة اجزاء و لذلك تتوقف ظروف اتزانه على وضع اجزاء الجسم
بالنسبة لقاعدة ارتكازه و في حالة ما اذا كان الجسم متزنا فان قوى العضلات تكون رغم ذلك في حالة
نشاط من اجل ذلك لا تقتصر استاتيكا الحركة على دراسة ظروف الانسان تحت التأثير المتبادل للقوى
الخارجية التي تؤثر على جسمه فقط و لكنها تبحث ايضا في التأثير التبادل بين قوى العضلات و هي

القوى الداخلية التي يمكن للإنسان واسطتها ان يأخذ وضعاً معيناً ليس فيه أي حركة وبين القوى الخارجية
أما القسم الثاني و هو:

2.2.2. الديناميكا الحيوية

و هي تبحث في قواعد العلاقات بين الحركات المختلفة كما تبحث في الشروط التي يتم تأثير القوى تحتها
و لتسهيل دراسة الديناميكا انقسمت الى قسمين:

1.2.2. الكينماتيكا

و هذه تهتم فقط العلاقة بين حركة معينة لجسم ما و بين زمنها و مكانها دون التعرض للقوى التي تسبب
هذه الحركة و يعني ذلك عرضاً لأنواع الحركات المختلفة مساعدة اصطلاحات السرعة و العجلة اللتين
تقومان اساساً على قياس الزمن والمسافة و لذلك تسمى الكينماتيكا بعلم وصف الحركة وصفاً مجرداً دون
التعرض للقوى المسببة لها .

وتهتم الكينماتيكا بوصف الحركة ، ففيها يتم قياس حركات الأشياء خطياً (بالمتر ، الاقدام) او دائرياً
(اقطار ، درجات) والامثلة لها في الجري حيث ان سرعة الرياضي قد تكون بطول الخطوة او سرعة الدوران
او زاوية امتداد الفخذ، ومعظم متغيرات الميكانيكا الزاوية لها صفة وجود زاوية وزاوية مقابلة لها قد يستعان
بهما في الحسابات.

الكينماتيكا هي الأدوات التحليلية المفضلة في الاجابة عن اسئلة الباحثين كمثل « من يكون الاسرع ؟ »
وما هو مدى حركة المفصل ؟ وكيف يعمل نموذجين لحركتين مختلفتين ؟ اهم تطبيقات البيانات الكينماتيكية
هي استخدامها كقيم مدخلة من اجل اداء التحليلات الديناميكية المعكوسة لتقدير فعل القوى وعزم القوى
عبر مفاصل النظام الحلقى للأجسام الصلبة .

2.2.2. الكيناتيكا

وفيها تهتم بإيجاد نوع الحركة التي سيتخذها جسم الانسان او احد اجزائه تحت تأثير قوى معينة ذلك
حساب و تقدير القوى اللازمة ليتخذ الجسم حركة معينة فاذا ما تغلبت قوى العضلات مثلاً على القوى
الخارجية في الحركات الميكانيكية الخاصة بالإنسان بمعنى احداث حركة في جسم الانسان فنحن نتكلم عند
اذن على وجود حركة ذاتية او داخلية مثال ذلك على عقل الحائط و على الاعمدة و الجبال و صعود
السلام و الاهرام..... الخ

و هنا تتغلب قوى العضلات و هي القوى الذاتية على قوة الجاذبية الارضية فتحدث حركة الصعود او
التسلق و تكون بالطبع في اتجاه قوى رد فعل المساوي لقوى العضلات

اما في الحالات التي لا يمكن لقوى العضلات ان توازن القوى الخارجية او تتغلب عليها فإننا نتحدث عن و
جود حركة خارجية او غريبة

مثال ذلك الترحلق من فوق الزحافة او الانزلاق على الماء و هذا يتطلب القوة الخارجية قوة (شدة اللنش)
في الانزلاق على الماء على قوة العضلات و تسبب حدوث الحركة في اتجاه تأثير القوة . اما ميكانيكا القوى
المحركة (الكيناتيكا) فهتم بتحديد الاسباب التي تؤدي الى حدوث الحركة ومن امثلتها متغيرات القوى المحركة
في الحركة ،والقوى بين القدم و سطح الارض او قوة مقاومة الهواء.

المراجع:

-عادل عبد البصير علي.(1998). الميكانيكا الحيوية و التكامل بين النظرية و التطبيق في الرياضي. ط1.
مركز الكتاب للنشر: القاهرة.

-عادل عبد البصير علي.(2008). الميكانيكا الحيوية والتقييم والقياس التحليلي في الاداء
البدني. ط1. المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوزيع : الاسكندرية.

-عصام الدين متولي عبد الله.(2011). علم الحركة و الميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق. ط1. دارالوفاء
لدنيا الطباعة والنشر: الاسكندرية.

-صريح عبد الكريم الفضلي.(2010). تطبيقات البيو ميكانيك في التدريب الرياضي والاداء الحركي
ط1. دار دجلة ناشرون وموزعون : عمان.

-طلحة حسام الدين.(2014). ايجديات علوم الحركة في مجالاتها وتطبيقاتها الوظيفية والتشريحية. ط1. مركز
الكتاب الحديث: القاهرة.

-عارف صالح الكرمدي.(2015). مبادئ الميكانيكا الحيوية والتحليل الحركي. ط1. اليمن، الجديدة .