وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بغداد

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات

قسم الدراسات العليا- الماجستير

المحاضرة الخامسة

ميكانيكية العتلات والروافع في المجال الرياضي وعزوم القوى

- عزم القوة في جسم الانسان وعلاقتها بالجاذبيه

**أ.د بشرى كاظم الهماش**

2023م 1444هـ

المقدمة

العتلات

تعريف العتلات او الروافع

هي اجسام تعتمد على محور في توازنها او مقاومتها او سرعة ادائها وتصنف الى الحركات الدائرية لان لها انصاف اقطار وهي من مصطلحات علم السكون.

نقاط العتلات

للعتلة ثلاثة نقاط الاولى نقطة المحور او المرتكز او الارتكاز والثانية نقطة القوة والثالثة نقطة

المقاومة ، البعد بين المركز والقوة يسمى ذراع القوة والبعد بين المركز والمقاومة يسمى ذراع المقاومة

أنواعها

صنفت العتلات الى ثلاثة انواع وفقا للمكاسب المتحققة منها

**عتلة من النوع الاول** (المحور في المنتصف وكل من القوة والمقاومة على طرفي الجسم)

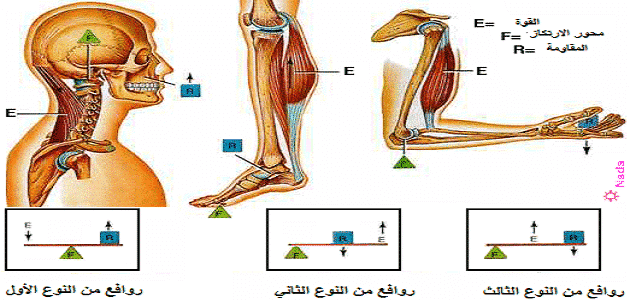
تقع نقطة الارتكاز بين القوة والمقاومة يستخدم هذا النوع (لتغير الاتجاه \_للاتزان ) تكون القوة والمقاومة متقابلتين اي ذراع القوة = ذراع المقاومة

**عتلة من النوع الثاني** (المقاومة في المنتصف وكل من المحور والقوة على طرفي الجسم)

تقع نقطة المقاومة بين نقطة الارتكاز تكون القوة والمقاومة في اتجاة واحد مع القاومة اقرب الى المحور (تستخدم للاقتصار بالجهد )

**عتلة من النوع الثالث** (القوة في المنتصف وكل من المحور والمقاومة على طرفي الجسم)

تقع نقطة القوة بين المقاومة ونقطة الارتكاز (تستخدم للسرعة ومدى الحركي ).



فوائدها

ان الفائدة من العتلات يمكن ملاحظتها وفقا لما يأتي

* **** **تغيير الاتجاه**

عندما يتحرك طرف من العتلة من ( النوع الاول) يرافقه حركة مماثلة في الطرف الاخر.

* **مثال**

**ما مقدار القوة المطلوبة لاتزان عتلة من النوع الاول اذا علمت ان الوزن الموضع على الطرف (أ) يساوي(20) نيوتن ، ويبتعد بمقدار (1متر ) وان الطرف الاخر يبتعد بمقدار (2متر)**

**القوة ×ذراعها=المقاومة ×ذراعها**

**القوة× 2= 20×1**

**القوة = 1×20/2**

**القوة = 10 نيوتن**

* **سرعة ومدى الحركة**

**(كسب السرعة):ذراع القوة أقل من ذراع المقاومة** (حركة مجذاف القارب).

عندما يتحرك طرف من العتلة (النوع الاول) يرافقه حركة مماثلة في الطرف الاخر وفي الزمن نفسه وبشرط تساوي ابتعاد الطرفين عن المركز فأن لنهايات العتلة السرعة نفسها، أما اذا اختلف ابتعاد طرف عن المركز عن ابتعاد الطرف الاخر، فإن مدى او قوس الطرف البعيد من المحور أو المركز سيكون اكبر وبذلك سنحصل على الفائدة الاولى وهي الحصول على مدى أوسع للحركة، واذا حصل ذلك في زمن معين فإن المدى الاكبر سيمتلك سرعة أكبر .

* **كسب القوة** الفائدة الثانية من العتلات هو كسب القوة أي التغلب على مقاومة معينة بقوة اقل من مقدارالمقاومة (الاقتصاد في القوة) ، لقد ناقشنا سابقا ان الاتزان يتم بتساوي ابتعاد نهايات الأطراف عن المركز مع تساوي كتلتها (ذراع القوة يساوي ذراع المقاومة ومقدار القوة يساوي مقدار المقاومة) ، اما اذا اختلف ذلك فان العتلة لا تتزن أي ان الجهد الموجود على طرف معين يختلف عن الجهد الموجود على الطرف الاخر ، فاذا كان ذراع القوة اكبر من ذراع المقاومة فان الجهد الموجود على طرف القوة اقل من الجهد الموجود على ذراعها) وهذا هو × ذراعها = المقاومة × طرف المقاومة وفقا لقانون الروافع (القوة المكسب الثاني ، وبما ان ذراع القوة اكبر من ذراع المقاومة وان المطلوب هو تحريك المقاومة فان المدى الكبير الموجود على طرف القوة اكبر من المدى الموجود على طرف المقاومة مما يعني التحرك بمدى كبير للحصول على مدى قليل أي ان كسب القوة يولد خسارة في السرعة والعكس صحيح.

**مثال**

**احسب مقدار القوة المطلوبة لثبات عضلة ذات الرأسين العضدية عند مقاومتها لمقاومة مقدارها 70نيوتن (اهمل كتلة الذراع) تبتعد بمقدار 0,35م عن مفصل المرفق.. إذا علمت أن مدغم العضلة يبتعد بمقدار 0.03م عن مفصل المرفق وبزاوية قائمة مع عظم الساعد.**

**القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها**

**القوة= المقاومة × ذراعها / ذراع القوة**

**القوة= 70 × 0,35/ 0,03**

**القوة= 816,666نيوتن**

* **التدريب بذراع المقاومة**

في التدريب فان المقاومة تعد بمثابة الشدة ضمن مكونات الحمل ، فلو افترضنا ان التدريب يتم بشدة مقدارها ٥٠٠ نيوتن فهل من الممكن الاحتفاظ بالمقدار الرقمي للشدة مع**** تغيير الشدة نفسها؟

الجواب نعم ففي المثال ادناه يتم تغيير موقع او نقطة القوة او تقصيرذراع القوة مما يؤدي الى تغيير الشدة ووفقا لقانون(القوة× ذراعها = المقاومة × ذراعها)

وان العتلة المطلوبة هو من النوع الثالث أي ان ذراع القوة اصغر من ذراع المقاومة مما يعني ان التغلب على وزن مقداره ٥٠٠ نيوتن يتطلب قوة اكبر ولنحسب ذلك.

القوة× ١ =٥٠٠× ٢

القوة = ١٠٠٠ نيوتن الشدة الحقيقية وفقا لذراع المقاومة وبذلك يمكن اطالة ذراع القوة او تقصيره مما يغير من شدة التدريب

مثال

**احسب مقدار القوة المطلوبة لثبات عضلة ذات الرأسين العضدية عند مقاومتها لقوة مقدارها**

**٧٠ نيوتن (اهمل كتلة الذراع) تبتعد بمقدار ٠.٣٥ متر عن مفصل المرفق اذا علمت ان العضلة تبتعد بمقدار ٠.٠٣ متر عن مفصل المرفق وبزاوية قائمة مع عظم الساعد.**

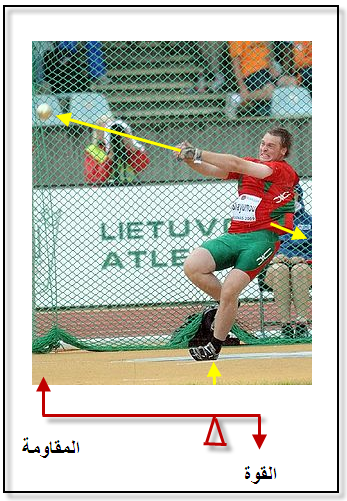
ذراعھا × المقاومة = ذراعھا × القوة

ذراعھا / ذراع القوة × القوة = المقاومة

0,03 /0,35 × 70 القوة =

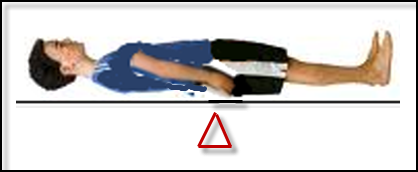
القوة 816,666= نیوتن

هل صحيح ان الشدة كانت 70 نيوتن ؟

**بعض استخدامات العتلة من النوع الاول**

* **تستخدم العتلة من النوع الاول في وصف الاداء الحركي**

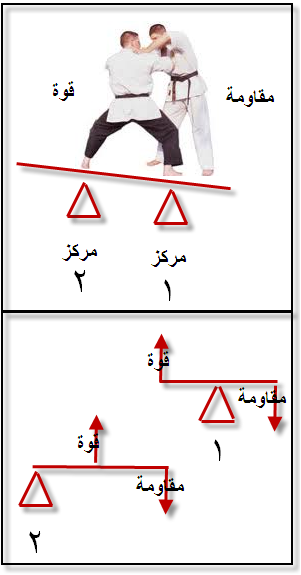
**كما تستخدم العتلة من النوع الاول في ايجاد مركز ثقل الجسم او الاجزاء**



الابعاد النسبية لاتزان اجزاء الجسم

وفقا للعديد من الدراسات على الجثث توصل العلماء في هذا المجال الى موقع اتزان كل عظم من عظام جسم الانسان وكل كتلة مربوطة بمجموعة عظام كالراس والجذع والكف والقدم .

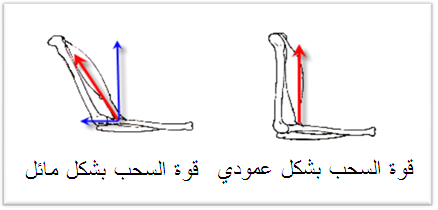
كما تم التوصل الى الاوزان النسبية لهذه الاجزاء ولهذه الحالة اصبح لكل جزء وزن وموفع ومن خلال هذه المصطلحات يمكن ايجاد موقع اتزان جسم الانسان من الحركة ومن الثبات

****

**تبادل عمل العتلات**

نجد في الصورة اعلاه مركزين للعتلة وتتناوب كل من القوة والمقاومة على المركزين ففي المركز الاول نجد انه يمثل عتلة من النوع الاول اما المركز الثاني فنجد ان العتلة من النوع الثالث وتحتاج الى قوة كبيرة للتغلب على المقاومة بسبب قصر ذراع القوة

**((القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها))**

**العزم**

يعني العزم الجهد المتولد على المحور بسبب مسافة ابتعاد ومقدار القوة المسلطة أي ان القوة في ذراعها يعني عزم القوة وكذلك يقال للمقاومة

عزم القوة = عزم المقاومة

ق × ذ = مق × ذ

لكي تكون العتلة متوازنة يجب ان يكون عزم القوة = عزم المقاومة

ملاحظة : عزم القوة لا يتعلق بنقطة تأثير القوة مادام طول ذراعها ثابت

**العضلة تكون في اقصى شد عندما تكون الزاوية 90 درجة بين نقطة اندغامها والعظم**

**وذلك لثلاثة اسباب مهمة:**

1. ان جيب الزاوية 90 درجة هو 1 مما يعني ان اية قيمة تضرب في جيبها تبقى مثلما هي بعكس الزوايا اقل او اكبر من 90 درجة اذ تقل قيمها
2. ان المركبة في الزاوية 90 درجة تكون عمودية في حين ان اية زاوية اقل من 90 درجة او اكبر تتحلل الى مركبتين مما تضعف المركبة العمودية المطلوبة للاتزان
3. ان ذراع القوة تكون في اقصى امتداد لها اذا كانت الزاوية 90 درجة اما اذا رفعنا الذراع او خفضناها تغيرت قيمة الامتداد العمودي للمسافة بين القوة والمركز

**مثال: احسب العزم المتولد على مفصل المرفق اذا علمت ان الشد الموجود على العضلة ذات الرأسين العضدية تقدر 370 نيوتن وبزاوية مائلة مع عظم الساعد بمقدار 58 درجة وان نقطة القوة تبتعد بمقدار 0.04 متر عن مفصل المرفق**

القوة العمودية = القوة العضلية × جيب الزاوية

العزم = القوة العمودية × ذراعها

عندما تكون الزاوية قائمة فأن القوة العضلية تساوي القوة العمودية

القوة العمودية = 370 × جيب 90 درجة

= 370 × 1 = 370

اما عندما تكون الزاوية بين العظم (جسم الرافعة) والقوة العضلية اقل او اكبر فان القوة العمودية اقل من القوة العضلية

القوة العمودية = 370 × جيب 58 درجة

=370 × 0.79 = 292.3

العزم= 292.3 × 0.04

العزم = 11.692 نيوتن لكل متر العزم المتولد على مفصل المرفق

**الأسس التي تعمل عليها الروافع**

تتوازن الرافعة بصرف النظر عن نوعها عندما يكون ناتج عزم القوة = ناتج عزم المقاومة

(القوة × ذراعها = المقاومة xذراعها) وهذا ما يسمى بقاعدة أو قانون الروافع ، وباستعمال هذا القانون يمكن معرفة القوة اللازمة لتوازن مقاومة معلومة عند استعمال رافعة معلومة ، وتمكن كذلك حساب النقطة التي يعمل عندها محور الارتكاز لغرض توازن مقاومة معلومة مع قوة معلومة.

وعل هذا مكن معرفة قيمة مجهولة إذا تيسر لنا معرفة ثلاث قيم من القيم الأربعة وذلك باستخدام المعادلتين الأتيتين

1- (**القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها)**  **القوة ذراع القوة**

**2 - ـــــــــــــــــــــــــ = ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ**

**المقاومة ذراع المقاومة**

**من هذا يمكن الخروج بالنتائج الآتية :**

1. إذا طال ذراع المقاومة عن ذراع القوة لزم لتعادلها قوة كبيرة نسبيا ، فإذا استخدمنا مثلا عتلة رافعة من النوع الأول فالواجب أن يتعادل النقل مع القوة إذا كان ذراع القوة مساويا لدراع المقاومة ، أما إذا حركا محور الارتكار باتجاه القوة مما يؤدي إلى إطالة ذراع المقاومة ونقصان ذراع القوى فأن القوة التي تطلبها للتغلب على نفس المقاومة تكون أكبر من القوة الأمنية وممكن توضيح ذلك بالمثال الآتي :

**طول ذراع العملة = 4 متر طول ذراع القوة = 1 متر**

**طول ذراع المقاومة = 3 متر الثقل ( المقاومة ) = 50 كغم**

**ولما كان القانون الأول هو : (القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها)**

**آذن القوى =150 كغم**

ولهذا السبب فأن هذه القوة ستسبب حركة سريعة للمقاومة التي تعمل عليها بسبب كبر قيمتها مع زيادة ذراع المقاومة كما في رمي القرص وضرب كرة القدم بالرجل

1. إذا كان ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة ترم تعادل القوة والمقاومة قوة اقل نسبيا من المقاومة فلو فرضنا ان محور الارتكاز في المثال السابق ( العملة) على بعد متر واحد من النقل ، فأن القوة التي تتطلبها للتغلب على المقاومة 50 كغم تكون أكبر نسبيا، وكما يلي

**طول العملة = 4 م طول ذراع القوة 3 متر**

**طول ذراع المقاومة 1متر الثقل ( المقاومة) = 50 كغم**

**القوة 3x = x 50 1**

**القوة = 50 / 3 = 3/2 = 16.66 كلم**

نخرج من هذا بأن استخدام القوة على الذراع الطويلة في الرافعة يكون مكسباً للقوة (اقتصاداً)

**هذا فيما يخص أداء بعض الحركات الرياضية وامثالها :**

حركة رمي الرمح ورمي القرص وحركة الذراع عند الضربة الساحقة في الطائرة والإرسال في التنس وعند ركلة كرة القدم وعند أداء حركات الدوران في العقلة أو أجهرة الجمناستك الأخرى.

**القوام وعلاقته بالعتلات**

إن نظرية القوام تقول إن النمو المتزايد لمجموعة من العضلات دون إن يقابله ما يوازيه وبنفس الدرجة نمو مجموعة العضلات المقابلة ينتج عنه انحرافا قواميا. لذا فالقوام المعتدل هو الذي يشكل فيه المحور الطولي خطا عموديا غير متعرجاً وأي خروج عن هذا الخط العمودي يعتبر انحرافا Deviation ، اي وقوع مركز ثقل أجزاء الجسم على خط واحد (يمر هذا الخط من حلمة الأذن إلى مفصل الكتف والى مفصل الورك والى مفصل الركبة واخيرا إلى نقطة أمام الكعب بحوالي 2.5 سم ) ، مما يعني ان عزوم قوى الجاذبية حول هذا المحور تساوي صفر، وبالتالي تتلاشى العزوم الخارجية لهذه القوى ومن ثم لا يقع على العضلات المساعدة للقوام أي جهد لمقاومة هذه العزوم المقاومة ويمكن ان تطلق ( ميكانيكية الجسم ) على القوام أثناء الحركة ، لذا فأن كانت ميكانيكية الجسم جيدة بذل الإنسان مجهود اقتصاديا في أداء الحركة واتخاذ الأوضاع المناسبة وهذا يعني ما يلي:

**ليكون الجسم في حالة اتزان انتقالي يجب أن تكون محصلة القوة المؤثرة في الجسم تساوي صفرا أي انه:** المحصلة (م) = صفر

وبذلك تكون محصلة المركبات النسبية صفرا

أي مجموع القوى بتجاه المحور ( +س) = مجموع القوى باتجاه المحور (-س)

وتكون محصلة المركبات الصادية تساوي صفر ، أي انه :

مجموع القوى باتجاه المحور (+ص) = مجموع القوى باتجاه المحور (-ص).

**وليكون الجسم في حالة اتزان دوراني يجب أن تكون محصلة العزوم (ع) المؤثرة فيه =صفراً**

**أي انه:** ع = صفر

لذا مجموع العزوم التي تدور الجسم باتجاه عقرب الساعة = مجموع العزوم التي تدور الجسم باتجاه مضاد لعقرب الساعة، وهذا ما تلاحظة في حالات الثبات على بعض أجهزة الجمناستك أثناء الأداء عندما يكون المطلوب الثبات في وضع ما من اجل تطبيق متطلبات الحركة، وهذا له علاقة بمتطلبات القوام الجيد والذي يعني تناسقا واتزانا في قوة العضلات العاملة والرئيسية والتي يجب إن تكون أحد المؤشرات الجيد لمختلف اللاعبين وخصوصا لاعب الجمناستك .

يمكن وضع قانون العتلات بشكل تناسب ويكون

**القوة ذراع القوة**

**ـــــــــــــــــــــــــ = ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ**

**المقاومة ذراع المقاومة**

وبما أن الفائدة من استعمال العتلات قد تكون ربح قوة وذلك عندما تكون القوة اصغر من المقاومة ، أو تكون ربح سرعة عندما تكون المسافة التي تتحركها القوة اصغر من المسافة التي تتحركها المقاومة في الفترة الزمنية نفسها، وهذا يتوفر في العتلات أن كان ذراع القوة اصغر من ذراع المقاومة ، وعلى هذا الأساس يكون هناك :

**(ربح القوة هو النسبة بين المقاومة والقوة)**

وربح السرعة هو النسبة بين المسافة التي تقطعها المقاومة والمسافة التي تقطعها القوة ، وفي العتلات هذه النسبة تساوي النسبة بين ذراع المقاومة وذراع القوة ، أي أن :

المقاومة

ربح القوة = ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

القوة

المسافة التي تقطعها المقاومة

ربح السرعة = ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

المسافة التي تقطعها القوة

ذراع المقاومة

وفي العتلات = ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

ذراع القوه

**اذن ربح السرعة يساوي مقلوب ربح القوة فلا يمكن أن يكون هناك ربح قوة وربح سرعة**

**1**

**ربح القوة =**

**ربح السرعة**

**عتله من النوع الأول :** يكون ربح القوة اكبر او مساوياً أو اصغر من واحد وبذلك يكون ربح السرعة على العكس اصغر او مساوي او اكبر من واحد على الترتيب.

**عتله من النوع الثاني** : يكون ربح القوة أكبر من واحد دائماً أي انه يوجد ربح قوة ، أما ربح السرعة فيكون أصغر من واحد لذا يوجد خسارة في السرعة.

**عتلة من النوع الثالث** : يكون ربح القوة اصغر من واحد دائما أي انه توجد خسارة في القوة ، أما لربح السرعة فيكون أكبر من واحد اذن يوجد ربح في السرعة.

**السطح المائل** : تستخدم الأسطح المائلة في اعمال الرياضي لتسليط قوة خارجية متدرجة على العضلات العاملة في الأداء ، فلو أريد الجسم رياضي أن يركض على سطح مائل وكان وزنه 500 نیوتن وبتأثير قوة موازية للسطح قدرها (ق) ولمسافة 30 متراً المرتفع مسافة عمودية قدرها 5 متر، فإن القوة المطلوبة

**المقاومة**

**ربح القوة = ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ**

**500نت**

**القوة**

**5متر**

**الارتفاع**

**30م**

**ربح السرعة = ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ**

**9**

**طول السطح المائل**

**وبما إن ربح القوة = مقلوب ربح السرعة**

**1 1**

**ربح القوة = ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ و ــــــــــــــــــــ ربح القوة = ل/ع**

**ربح السرعة ع/ل**

**500\ق = 30\5**

**ق = 83.33 نيوتن أذن هنا ربح بالسرعة وبزاوية ميل 9 وإذا زاد الارتفاع العمودي الى 10 متر فان القوة المطلوبة**

**500اق= 30/10 ق = 166.66 نيوتن**

كل اجزاء الجسم تتأثر بالجاذبية الارضية عندما مركز ثقل الجسم يكون عموديا على المفصل فيكون الجسم ثابت ويسلط ضغط على سطح المفصل وهو يساوي وزن جزء الجسم , وعنجما يتحرك الجسم او جزء الجسم ويقوم بالدوران حول المفصل فسوف يبتعد خط الجاذبية عن سطح المفصل بمسافة تسمى ذراع, فتغير الذراع هذا يسبب زيادة في عزم وزن ذلك الجزء.

العزم = الوزن × الذراع

وهي المسافة العمودية عن المحور ويقابله هذا العزم عوم العضلة للحفاظ على التوازن

MR = MM

MR عزم بسبب القوى الخارجية (عزم الوزن)

MM عزم بسبب قوى العضلات الداخلية

مثل تمرين الارتكاز وسقوط الجذع للامام مع مسك القدمين من الزميل يوضح تاثير جزء الجسم بالجاذبية , يسمح للرياضي في هذا التمرين بسقوط جزء الجسم ببطء باتجاه الامام ثم سحبه للخلف محاول المحافظة على استقامة مفصل الورك (عزم مقاومة بسبب قوة جذب الارض) وتعمل العتلات الخلفية على مقاومة هذا العزم .

ان الضغط هنا على العضلات هو وزن الجسم فقط , عند الدفع للامام يقع مركز ثقل الجسم امام مفصل الركبة , هبوط الجسم للامام يكون عمل هذه العضلات لا مركزي وعندما يرتفع الجذع الى الوضع العمودي يكون عمل العضلات مركزي

**المصادر**

1. سمیر مسلط الھاشمي؛ البایومیكانیك الریاضي، ط 3: (بغداد، النبراس للطباعة والتصمیم، 2010
2. صریح عبدالكریم الفضلي؛ تطبیقات البیومیكانیك في التدریب الریاضي والاداء الحركي، ط 2 بغداد، جامعة بغداد، 2010
3. صریح عبدالكریم الفضلي ووھبي علوان البیاتي؛ موسوعة التحلیل الحركي، ج 1: بغداد، مطبعة العكیلي . (2007
4. طلحة حسام الدین؛ مباديء التشخیص العلمي للحركة: (القاھرة، دار الفكر العربي، 1994
5. محمد جاسم محمد الخالدي؛ البایومیكانیك في التربیة البدنیة والریاضة: (بغداد، جامعة الكوفة، 2012
6. یاسر نجاح حسین واحمد ثامر محسن؛ التحلیل الحركي الریاضي: (النجف الاشرف، دار الضیاء للطباعة،2015
7. د.حسین مردان؛ محاضرات في البایومیكانیك: (كلیة التربیة الریاضیة، جامعة القادسیة.