المحاضرة الثالثة عشر

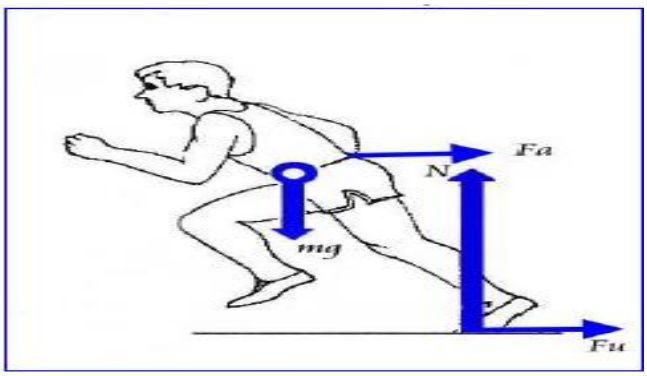
تأثيرالقوى الخارجية

تعرف القوة بأنها الفعل الميكانيكي الذي يغير أو يحاول تغيير حالة الجسم المؤثرة فيه . ووحدة قياسها هي النيوتن الذي يعد مقدار القوة التي إذا أثرت في جسم كتلته (1) كغم أكسبته تسارعا مقداره 1 م / ثا2 ، ولدراسة القوة ككمية ميكانيكية يجب علينا الأخذ بمواصفات القوة وهي مقدارها، اتجاههاونقطة تأثيرها.

1- تصنيف القوى الخارجية.

تصور القوة دائما بعلامة السهم (المحصلة) ويدل طول السهم على مقدار القوة كما يؤشر رأس السهم على اتجاه القوة. وتؤخذ القوى الخارجية بعين الاعتبار عند دراسة ميكانيكية الألعاب الرياضية.والقوة الخارجية هي:

- الجاذبية الأرضية التي تعمل على سحب الجسم (mg).
- القوة التي تظهرها الأرض ضد الجسم (تسمى بالقوة الطبيعية- N- رد فعل الأرض).
- قوة الاحتكاك بيت القدمين والأرض .FU
- قوة مقاومة الهواء.



شكل رقم 37 يبين محصلة وطول واتجاه تأثير القوى الخارجية

2- أنواع القوى الخارجية.

2-1 قوة الجاذبية الأرضية:

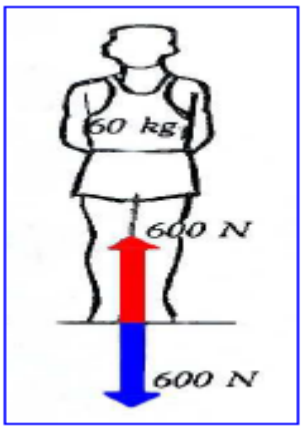
تعرف قوة الجاذبية على أنها القوة التي تعمل على الجسم، هذه القوة ناتجة عن سحب الأرض للأشياء باتجاه مركزها، ويعتمد حجم القوة على كتلة الجسم الذي تعمل عليه،

مثال : إذا كانت كتلة جسم تساوي 60 كلغ فإنه يمثل قوة مقدارها 600 نيوتن، وتستعمل

القيمة التالية التي تدل على أن 1 كيلوغرام = 9.81 نيوتن عند تحويل الكيلوغرام إلى النيوتن (N) ويرمز إلى الجاذبية (g)، ويرمز لكتلة الجسم التي تؤثر عليها قوة الجاذبية بالحرف (m)، لذا فالنيوتن = $(mg)kg.m/s^2$ =.

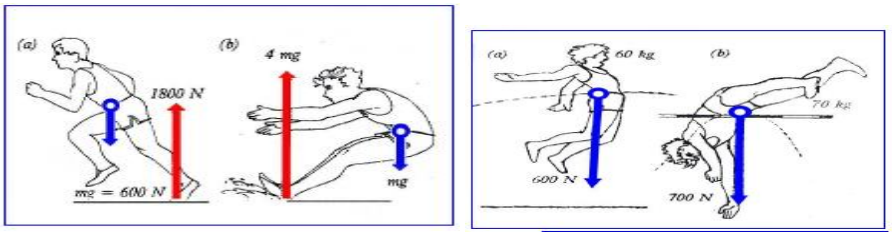
"3- قوة رد فعل الأرض:

تظهر هذه القوة عندما يصبح الجسم يتماس مع الأرض، فإذا كانت كتلة الشخص تساوي 60 كلغ ويقف باستقامة على أرض مسطحة فإن يسلط قوة عمودية مقدارها 600 نيوتن على الأ{ض، عندئذ سوف تكون قوة رد الفعل التي تعمل باتجاه معاكس لقوة جسمه العمودية بقيمة تساوي 600 نيوتن، ومنه هاتين القوتينهما متساويتين في الحجم غير أنهما تعملان في اتجاه معاكس، وتنشأ من هاتين القوتين قوة تسمى القوة الخطية.المتساوية، وتسمى القوة الأولى بالفعل والقوة الثانية برد الفعل.



الشكل رقم 38 يمثل قوى رد الفعل

يعتمد مقدار قوة رد الفعل على القوة التي يضغط بها الشخص على القوة التي يضغط بها الشخص على الأرض وإلى أي مدى يستطيع هذا الشخص عمل شد قوي في عضلاته الباسطة عند مفصل الورك ومفصل الركبة والكاحل. مثال تزداد قوة رد الفعل عند تنفيذ حركة النهوض وعمل الوثب مع مرجحة الرجل للامام من حالة الركضوالهبوط إلى ما يعادل ثلاثة أضعاف وزن الجسم(mg).



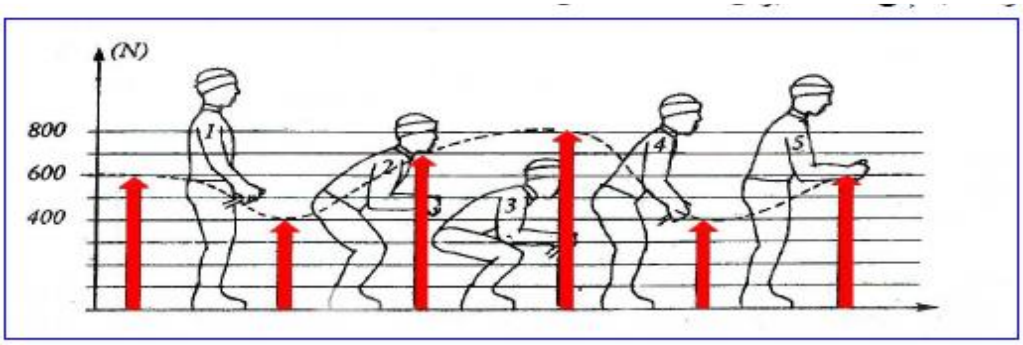
شكل رقم 36

نماذج من الفعل ورد الفعل.

إذا وقف رياضي وبدأ بالإرتداد لاعلى ولاسفل، فإن القوة التي تعمل ضده سوف تتغير ويمكن شرح هذا التغيير.عن طريق تحليل أسلوب عمل العضلات. نلاحظ في الشكل التالي ثني ومد الرجلين للمتزلج ويظهر التغير في رد الفعل كما يلي.:

التقلص العضلي الثابت يستمر طالما حافظ المتزلج على عدم ثني مفصل الكربة حيث تكون قوة رد فعل الأرض 600 نيوتن وهي موازية لكتلته 60 كلغ. يحاول المتزلج من الوضع (1) إلى الوضع (2) إزاحة عضلاته قليلا، مما ينتج عنه إنخفاض في الضغط المسلط على الأرض (رد فعل الأرض ينخفض إلى 400 نيوتن تقريبا).

تتوقف الحركة نحو الأسفل من الوضع (2) إلى الوضع (3)، يقوم بعمل تقلص لا مركزي لعضلاته لزيادة قوة الضغط على الأرض، وتنفذ عضلاته شغل مركزي من الوضع (3) إلى الوضع (4)، مع استمرار بقاء قوة الضغط على الأرض (طبقا لهذا المثال أعلى ضغط هو 800نيوتن)، يمتلك المتزلج تعجيل باتجاه الأمام في الوضع (4) للوصول للوضع (5)دون وضع أي ضغط، يستطيع المتزلج أن يتمتع بالحركة وهو في حالة إرتخاء (400 نيوتن)، يقف المتزلج في الوضع (2) ليعود عمل الشغل مرة ثانية إلى 600 نيوتن بسبب التقلص الثابت لعضلاته.



شكل رقم 39 يظهر التغير في رد الفعل

4- قوة الاحتكاك:

قوة الاحتكاك هي قوة تُطبّق في الاتّجاه المعاكس لسرعة الجسم، ومثال ذلك: إذا قمت بدفع كرسي على الأرض نحو جهة اليسار فتكون قوّة الاحتكاك متتجه إلى اليمين، حيث تنشأ هذه القوة بين الأجسام بسبب وجود فجوات أو نتوءات بين الأسطح أي أنّه كّلما كان السطح أملساً كلّما قلّت تلك القوة، تعتمد منطقة الاتصال الفعلية بين السطحين على القوة العمودية بين هذا الجسم والسطح المنزلق، حيث تتناسب القوة الاحتكاكية مع القوة العمودية وغالباً ما تعادل هذه القوة وزن الجسم المنزلق بشكل تام. أمّا في حالات الاحتكاك الجافة، فتكون هذه القوة مستقلّة عن السرعة، بالإضافة إلى أنّها لا تعتمد على منطقة الاتصال بين السطع المنزلق عليه والجسم، حيث تكون منطقة الاحتكاك الفعلية صغيرة نسبياً، ومنطقة الاحتكاك تُعرف بأنها المنطقة التي يحدث بها التلامس الفعلي بين النتوءات الصغيرة على الجسم وما بين السطح المنزلق عليه. يمكننا تعريف قوة الإحتكاك على أنّها القوة المقاومة التي تحصل عندما يتحرك سطحين متلاصقين بشكل متعاكس، وتكون بينهما قوة ضاغطة تساهم في تلاحمهما مع بعض، يحدث الاحتكاك بين المواد السائلة والصلبة والغازية أو أي تكوين منهم.(هايل الجازي، 2017)

كما يعتبرالإحتكاك قوة ضرورية ضمن المعادلات التي تفسر عددا كبيرا من أداء الحركات الرياضية، سواء كانت هذه القوة عاملا معيقا أو مساعدا، فالعداء على سبيل المثال يحتاج إلى درجة عالية من الاحتكاك بين حذاء الجري وسطح مجال الجري حتى يحقق التسارع المطلوب، بينما يميل المتزحلق على الجليد ورياضي سباق الدراجات إلى التقليل من هذا الاحتكاك من خلال تقليل مساحة السطح المعرض للاحتكاك (في حالة إذا كانت الاطارات معبأة بشكل جيد بالهواء)حيث يكون زيادة مساحة السطح المعرض للاحتكاك عاملا في زيادة الاحتكاك (إذا كانت الاطارات غير معبأة جيد بالهواء) وهو في هذه الحالة معيقا للحركة «التلامس الصغير بين حذاء الرياضي والأرض، المضرب والكرة، لاعب كرة القدم والكرة...ألخ والتي يجب أن تكون سطوحها ملساء إذا أريد لهذه الأشياء أن تنزلق ضد بعضها».ويمكن تفسير قوة الاحتكاك التي تعيق انزلاق لاعبي التزحلق مثلا عن طريق المعادلة التالية:

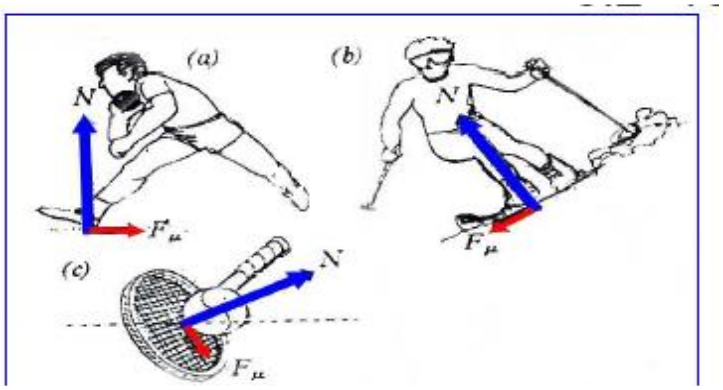
قوة الاحتكاك = معامل الاحتكاك × القوة العمودية (الزمن).

والاحتكاك هو القوة الناتجة عن مقاومة حركة السطح لجسم معين والمواجه لسطح جسم أخر، ونتيجة هذه القوة دائما عكس اتجاه حركة الجسم الأول أو الثاني، إذا كان أحد الجسمين ثابت. ويلعب الإحتكاك دورا هاما في إنجاز مهارات جميع الألعاب الرياضية بشكل عام ليتحرك الجسم أفقيا أثناء الجري والتزحلق ودحرجة الكرات أفقيا مثلا وتحرك الجسم عموديا مثل القفز في ألعاب القوى والجمناستيك والقفز في الرياضات الأخرى لغرض تطبيقات بعض المهارات الهجومية والدفاعية. ومع ذلك فللاتجاه الأفقي علاقة أكبر يرد فعل قوة الاحتكاك الذي يعمل على التقدم الحقيقي لحركة الجسم أمام. وبدون قوة الاحتكاك

الناتجة عن اتصال اللاعب سواء بالقدمين أو الذراعين مع سطح الأرض أو سطح أي جهاز لن تكون هناك حركة أفقية ممكنة.

يعتمد مقدار الاحتكاك على نوع المواد المتلامسة مع بعضها (خشونة سطوحها، ويرمز لها بالرمزN) وعلى مقدار قوة الضغط المسلط على السطحين المتلامسين.

مثال: يسلط جسم على الأرض قوة 100نبوتن، ويحتاج لكي ينزلق على الأرض إلى 20 نيوتن، وعندئذ يمكن معرفة مقدار الاحتكاك N وهو 100/20 = 0.2 نيوتن.(صريح عبدالكريم الفضلي، 2017)



شكل رقم 40 عملية الاحتكاك لمتزلج ولاعب البزالبول وعجلة سيارة

اتجاه الاحتكاك بين سطحين

وترتبط قيمة معامل الاحتكاك بالنسبة بين القوة العمودية والأفقية فمثلا نقول أن معامل الاحتكاك (0.60) يعني أن القوة الأفقية تعادل 60% من القوة العمودية لكي يتم أنزلاق الجسم.فإذا كان وزن اللاعب 800 نيوتن فإن القوة الأفقية لإنزلاقه = 480 نيوتن وهي تعادل 60% أما القوة العمودية فيجب أن تكون 800 نيوتن.

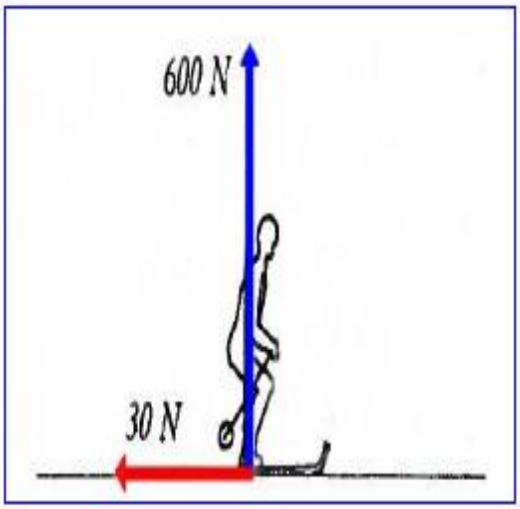
ملاحظة: تتراوح قيمة معامل الاحتكاك بين (1)(0.00001).

مثال متزلج كتلته 60 كلغ ينزلق على سطح أفقيي، ولكي يتحرك هذا الرياضي يحتج إلى 30 نبوتن، ما هو مقدار معامل الاحتكاك؟

الحل :

.0.5 = 60 /30

إذا كان N = صفر فلا يوجد إحتكاك أما إذا كان معامل الاحتكاك (N) = 1 فالجسم ثابت



شكل رقم 41 يوضح معامل الاحتكاك لشخص يزن 600 N ويحتاج إلى 30 N

تحليل القوة عند التزلج

جدول رقم 5 يمثل المادة ومعامل الاحتكاك

المادة	معامل الاحتكاك
حذاء نعله مطاط على طريق خرساني جا ف	**1.00**
حذاء نعله مطاط على طريق خرساني مبلل	**0.70**
صلب على صلب	**0.15**
صلب على جليد	**0.03**
صلب على سطح مزيت	**0.003**

ويمكن الاستفادة من معامل الاحتكاك عند اختيار نوع الأحذية المناسب لنوع الرياضة الممارسة حيث تنحصر قيم معامل الاحتكاك في معظم الأحذية الرياضية بين (0.8 و 0.6)، كلن هذه القيم تزيد عن واحد في حالات الأحذية ذات المواصفات الخاصة في بعض الرياضات،إذ أن قيمة هذه المعامل تعطي دلالة للخبير عن ملائمة هذه الأحذية للممارسة الرياضية الخاصة. ومن ناحية أخرى فإن كتابة قيمة معامل الاحتكاك، على نوعيات الأرضيات التي تصمم للملاعب أو زيادة أو تقليل الاحتكاك تعطي دلالة للمسؤولين عن التجهيز في معرفة أي المواد التي تكون أفضل لتنفيذ الأداء الحركي للرياضيين عند القيام بأداء السباقات أو التدريب عليها.

ومقدار ما يحدث من إحتكاك بين أسطح الأحذية وسطح أرض الملعب أيا كانت طبيعته، ينتج عنه إرتفاع في درجة حرارة الأسطح المتصلة.

ومعامل الاحتكاك ليس له وحدات قياس ومن العوامل التي تؤثر في معامل الاحتكاك خشونة ونعومة أسطح الاتصال وطبيعة اتصال جزئيات سطحي الجسمين المتصلين، وكلما زاد التداخل الميكانيكي والجزئي للأسطح كلما زاد معامل الاحتكاك.