[9] الدرس التاسع

الآلات والماكينات Machines

[٩ ـ ١] عـــام :

يمكننا أن نطلق على أى جهاز ميكانيكى يعمل على مساعدة الإنسان فى بذل الشغل بالآلة أو الماكينة .

والماكينات بصورة عامة تنحصر مهمتها فى ثلاثة أصناف عامة .

النوع الأول : يمكننا هذا النوع من تحريك أو رفع وزن ثقيل جداً باستخدام قوة صغيرة نسبياً ومثال هذا النوع من الآلات :

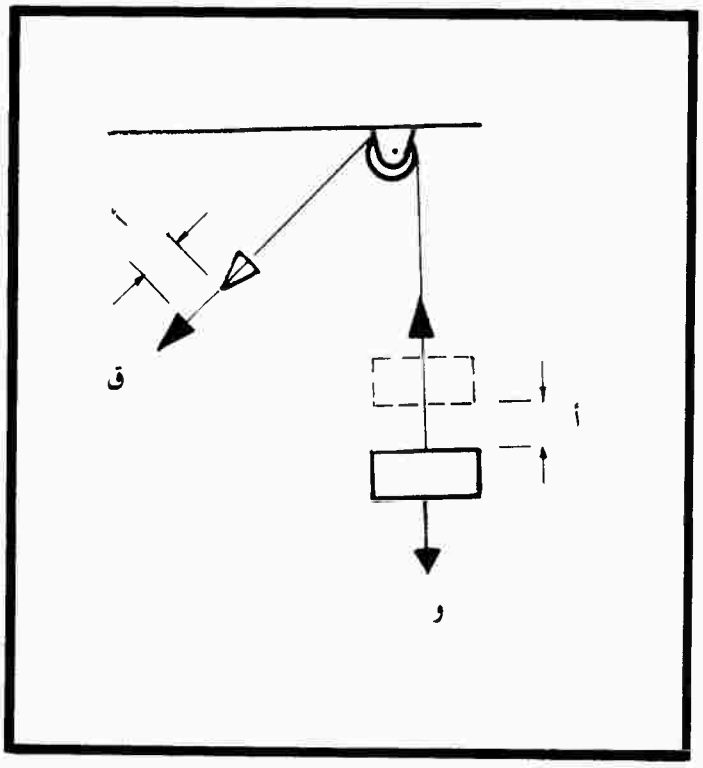
١ ــ رافع السيارة الكوريك (بقوة صغيرة نبذلها يمكننا رفع سيارة وزنها قد يصل إلى الآلاف من الكيلوجرامات) .

٢ ــ البكرة المركبة سيرد ذكرها فيما بعد .

النوع الثانى : يقوم هذا النوع فى تحريك جسم بسرعة عالية جداً بمجرد أن ندير مجموعة ثقل الحركة (أو التغذية) بسرعة بطيئة نسبياً ، ومثال هذا النوع من الآلات :

البكرات والتروس التى تعمل على زيادة سرعة العمود الخارج من المجموعة عن سرعة عمود الدخول أو التغذية .

النوع الثالث : هذا النوع من الآلات والماكينات يجعل عملية بذل الشغل أكثر ملائمة ليس إلا ، ومثال هذا النوع من الآلات ، البكرة الأحادية ، المبينة فى شكل (٩ ـ ١) .



شكل [٩ ـ ١]
رسم تخطيطى لآلة بسيطة ، الغرض منها
تغيير اتجاه القوة المُسلطة
وبذلك يصبح رفع الجسم أكثر ملائمة

فجذب الحبل لأسفل من نهايته وبزاوية ، أسهل بكثير من رفع الحمل لأعلى مباشرة .

ويحاول الإنسان منذ القِدم ، إيجاد طرق أسهل فى بذل شغل ما عند عمل معين فالعجلات هى أقدم الآلات التى اكتشفها الإنسان وكذلك الروافع بأنواعها .

وإذا نظرنا إلى أى نوع من الأنواع السابقة من الآلات أو الماكينات نجد أنها لا يمكن أن تبذل شغلاً أكبر من الشغل الذى يبذل لتشغيلها وإدارتها ، ويلاحظ أن أى آلة أو ماكينة تحتوى أجزاؤها الداخلية على ما يؤدى إلى وجود فقد فى الطاقة أو الشغل ناتج من الاحتكاك أثناء حركة أجزائها .

وعلى ذلك فإن الشغل اللازم بذله على الآلة أو الماكينة لإدارتها ، لابد وأن يكون أكبر من الشغل الذى تبذله الماكينة .

والأمثلة على الآلات والماكينات لا حصر لها ، نذكر منها :

الروافع وأبسطها فتاحة الزجاجات والمسمار والصامولة والبكرات بأنواعها ، والسيارات واللوريات والأوناش والمصاعد والآلات الحاسبة والصواريخ والطائرات ، وهى ماكينات وآلات معقدة جداً .

إلا أنها تشترك جميعاً فى إنجازها لأعمال ضخمة بمجهود إنسانى بسيط وفيما يلى بعض من الآلات البسيطة التى تستخدمها يومياً دون أن تشعر بمدى أهميتها :

١ ــ فتاحة الزجاجات .

٢ ــ مقبض الباب .

٣ ــ المفتاح .

٤ ــ السلالم .

٥ ــ كسارة البندق .

٦ ــ مفاتيح الإنارة .

٧ ــ دباسة الأوراق .

٨ ــ مبراة القلم .

٩ ــ المفـــك .

١٠ــ المقـص .

١١ــ عربة البضائع بمحلات السوبر ماركت .

وهى أدوات قد تبدو بسيطة إلا أنها تجعل أداء بعض الأعمال فى غاية السهولة .

ولأى ماكينة ، هنالك أربعة عناصر رئيسية :

١ ــ الحمل الذى تحركه الماكينة أو الآلة (المقاومة ــ الحمل ــ Load) .

٢ ــ القوة اللازمة لتشغيلها (القوة ــ المجهود Effort) .

٣ ــ مقدار المسافة التى تحركها القوة .

٤ ــ مقدار المسافة التى يتحركها الحمل .

[٩ ــ ٢] الفائدة الميكانيكية MA – Mechanical advantagest :

إذا أمكننا رفع حمل مقداره و بواسطة آلة ، باستخدام قوة مقدارها ق ، فإن الفائدة الميكانيكية لهذه الآلة يعرف بالنسبة بين (الوزن ــ الحمل) إلى القوة .

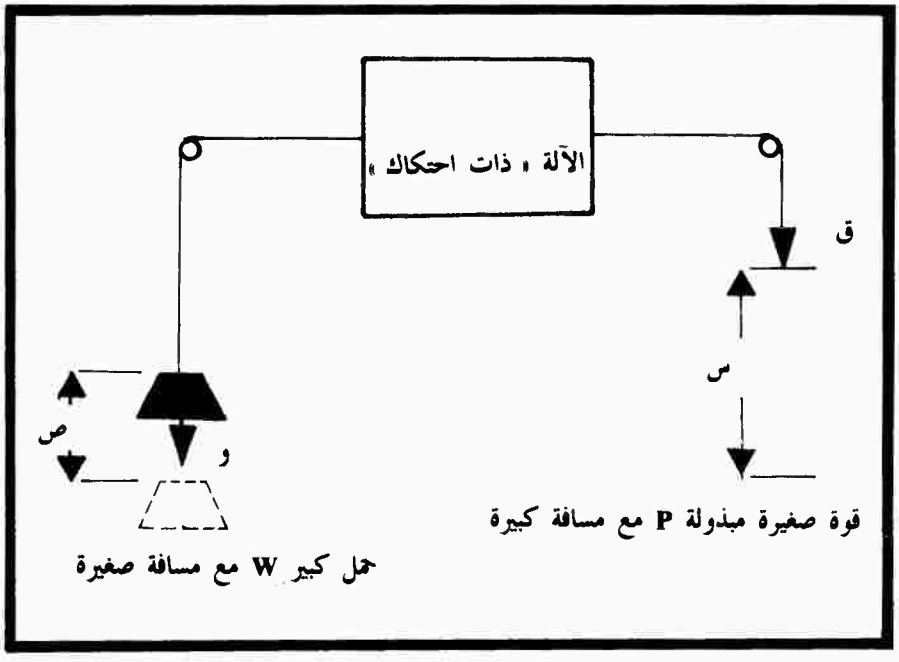
أى أن الفائدة الميكانيكية ف . م. "M.A" = $\frac{\text{و}}{\text{ق}}$.

وتعطى هذه النسبة بيان عن مدى سهولة أداء عمل ما بواسطة إحدى الآلات فكلما زادت النسبة كلما سهل أداء الوظيفة .

والفائدة الميكانيكية كنسبة ليس لها أى وحدات .

[٩ ـ ٣] نسبة السرعة *V.R. Velocity ratio* :

عند استخدام الآلات والماكينات فإن القوة الصغيرة المبذولة تتحرك لمسافة كبيرة (س) فى حين أن الحمل أو الوزن أو المقاومة تتحرك لمسافة صغيرة (ص) ، انظر شكل (٩ ـ ٢) وهو يوضح ذلك .



شكل [٩ ـ ٢]
الفائدة الميكانيكية ونسبة السرعة

ويطلق على نسبة المسافة التى تتحركها القوة (أو تُحركها القوة) فى الثانية مقاسة إلى المسافة التى يتحركها الحمل فى الثانية بنسبة السرعة للماكينة .

$$\text{نسبة السرعة للماكينة} = \frac{\text{المسافة التى تتحركها القوة}}{\text{المسافة التى يتحركها الحمل}} = \frac{\text{س}}{\text{ص}}$$

Velocity ratio (V.R.)

وكمثال : لنفترض أنه باستخدام بكرة ، فإن القوة المبذولة تتحرك لأسفل مسافة مقدارها ٣٠٠ سم فيؤدى هذا بدوره إلى رفع الحمل لمسافة مقدارها ٦٠ سم فى نفس الوقت .

$$\therefore \text{ نسبة السرعة للماكينة} = \frac{\text{٣٠٠ سم}}{\text{٦٠ سم}} = ٥$$

وعادة فإن نسبة السرعة تكون أكبر من الواحد الصحيح .

وعملياً فإن جزء من القوة المبذولة على الآلة أو الماكينة يُفقد فى التغلب على قوى الاحتكاك بها والباقى هو الذى يؤدى لرفع الحمل ولما كانت الفائدة الميكانيكية

$$= \frac{\text{الحمـــل}}{\text{القـــوة}}$$

فإن الفائدة الميكانيكية تتوقف على الاحتكاك بها ومن الجهة الأخرى فإن المسافة التى يتحركها كل من الحمل والقوة تتوقف فقط على أشكال وأوضاع (أو هندسة) الأجزاء المتحركة للآلة وبالتالى فهى لا تتوقف على الاحتكاك بالآلة .

ومن ثم فإن نسبة السرعة لا تعتمد على الاحتكاك بالآلة .

[٩ ـ ٤] البكـــرات *Pulleys* :

البكرات هى من أبسط أنواع الآلات وذات فائدة لا حصر لها للإنسان حيث أنها تستخدم بكثرة وبطرق شتى مفردة أو مزدوجة أو قد تكون جزء من ماكينة أو آلة كبيرة .

ويستخدمها عمال البناء لرفع الأوزان ، والأحمال الثقيلة إلى ارتفاعات عالية وبنفس الطريقة ولنفس الغرض تستخدم الأوناش فى رفع الحمولات من على أرصفة الموانىء للسفن أو بالعكس ، والأوناش تستخدم فى عملها فكرة البكرات .

والبكرة البسيطة عبارة عن عجلة مثبتة عليها حبل يمر بداخل (جروف ـ حز) على سطحها الخارجى (على المحيط) .

حيث يتصل الحمل بأحد أطراف الحبل ، ويصبح من السهل حينئذ ، رفع الحمل بجذب الحبل لأسفل من النهاية الأخرى ، حيث يرتفع الحمل رأسياً لأعلى مباشرة .

[٩ ـ ٥] البكرة البسيطة Simple pulley :

إن البكرة البسيطة المبينة فى شكل [٩ ـ ١] ، تتكون من حبل يلتف مرة واحدة على عجلة مركبة على محور العجلة ، وبفرض أن الحبل غير قابل للتمدد ، فإن جذب الحبل بقوة (ق) لمسافة (أ) ، فإن الجسم الذى وزنه (و) ، سيرتفع لمسافة قدرها (أ) كذلك .

وعليه فإن الفائدة الميكانيكية المثالية (بدون احتكاك) :

ف . م . م . ideal Mechanical advantages

$$\text{I.M.A.} = \frac{\text{أ}}{\text{أ}} = ١$$

وتتوقف الفائدة الميكانيكية الفعلية للآلة على مقدار الاحتكاك فى البكرة وفى حالة البكرة البسيطة المبينة فى شكل (٩ ـ ١) فإنه يمكن إقلال الاحتكاك إلى أقل حد ممكن وأن نجعله محدوداً للغاية وبذلك فإن الفائدة الميكانيكية الفعلية ف .م .ف ستكون قريبة جداً من الفائدة الميكانيكية المثالية ف . م . م .

إلا أنها لا يمكن أن تساوى الواحد الصحيح (أقل قليلاً من ١) .

مثـــال : فى شكل [٩ ــ ١] ، يلزم قوة (ق) مقدارها ٣٠ كجم لرفع جسم وزنه (و) = ٢٤ كجم فما هى كفاءة الآلة .

الحـــل : واضح من الشكل أن المسافة التى يتحركها الوزن (أ) تساوى المسافة التى تتحركها القوة (أ) أيضاً .

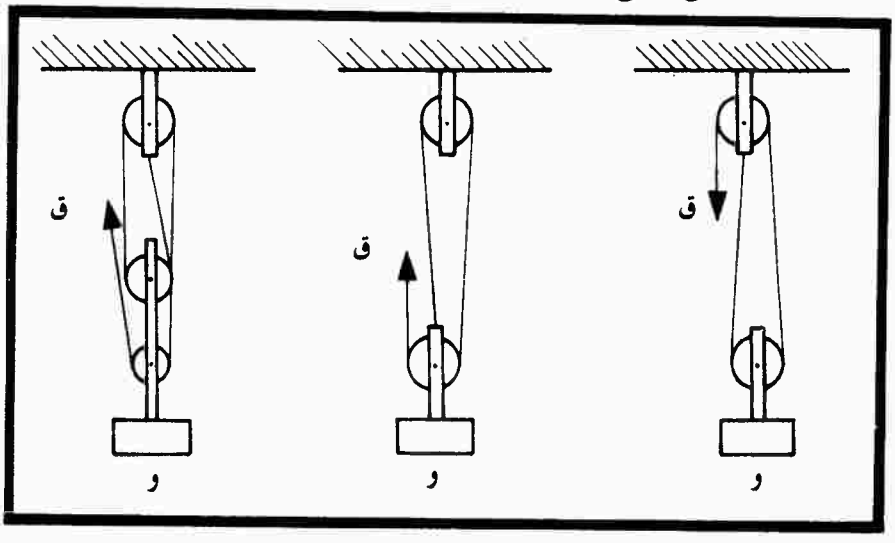
∴ ف . م . م. = ١

وكذلك ف . م . ف = $\frac{٢٤}{٣٠}$ = ٠,٨ = ٨٠٪

[٩ ــ ٦] البكرات الأكثر تعقيداً :

وهنالك أنظمة أخرى للآلات باستخدام أكثر من بكرة وهى الشائعة الاستعمال وأكثر عملية .

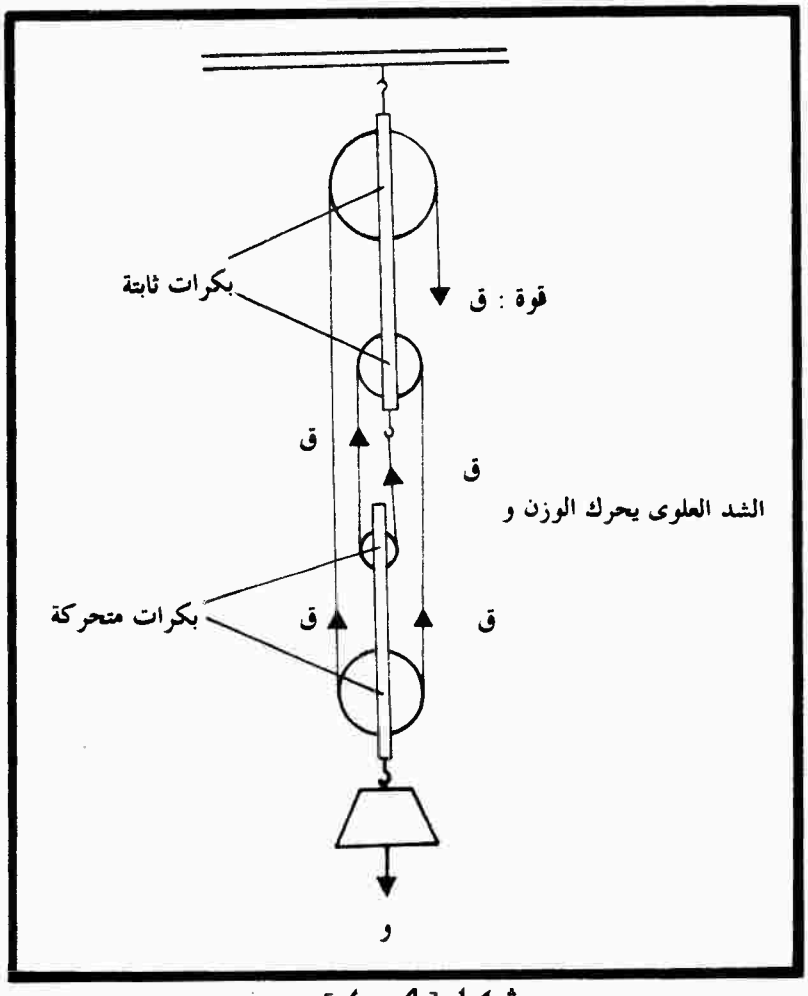
وذلك باستخدام عدة بكرات ونمرر عليها جميعاً حبل واحد ملتف حولهم ويمثل شكل [٩ ــ ٣] مجموعات أكثر تعقيداً من البكرات ويلاحظ أن الفائدة الميكانيكية المثالية ف. م. م تساوى عددياً عدد الحبال التى تجذب البكرة الحرة إلى أعلى .



شـكل [٩ ـ ٣]
مجموعات من البكرات الأكثر تعقيداً
يلاحظ أن الفائدة الميكانيكية المثالية ف. م. م
تساوى عددياً عدد الحبال التى تجذب البكرة الحرة لأعلى

ويوضح شكل [٩ ـ ٤] مجموعات أخرى من البكرات الأكثر تعقيداً من (٤) بكرات حيث تُثبت البكرتان العلويتان فى ين أن البكرتين السفليتين متحركتان ويثبت الحمل (و) المطلوب رفعه بالبكرتين السفليتين فى حين أن القوة (ق) تؤثر على نهاية الحبل الملتف على البكرة العليا .

فإذا فرضنا أن الحبل قد جُذب لأسفل بقوة (ق) مقدارها ١٠٠ نيوتن وبفرض إهمال قيمة الاحتكاك فإن الشد فى كل مكان فى الحبل = ١٠٠ نيوتن كذلك .



شكل [٩ ـ ٤]

وإذا نظرنا للشكل سنجد أن هنالك فى (٤) أجزاء من الحبل ، شد لأعلى ويلتف حول كل بكرة من البكرتين السفليتين ، حبلين من الأربعة .

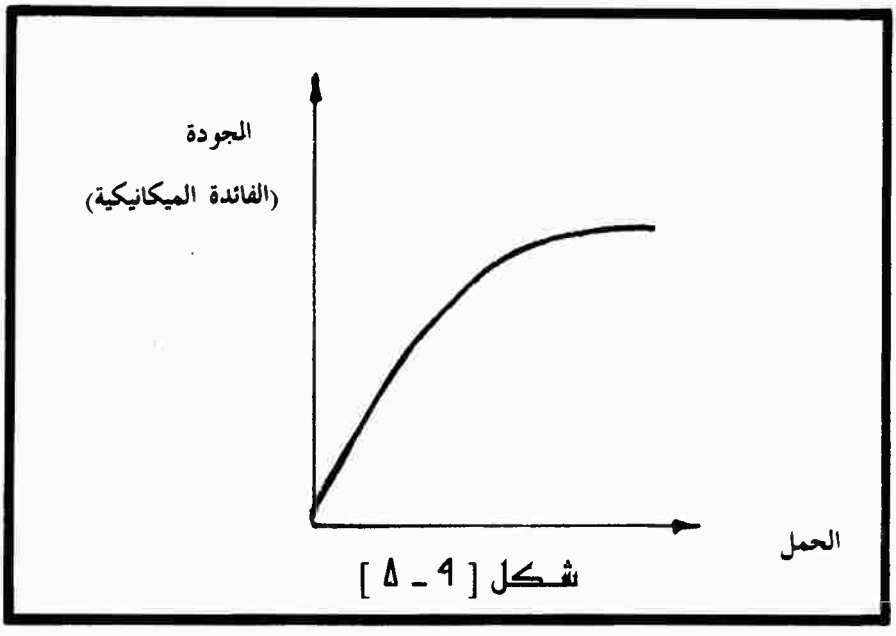
وبذلك فإن قيمة الشد لأعلى = ٤ × ١٠٠ = ٤٠٠ نيوتن .

وبذلك فإنه يمكن رفع حمل قدره ٤٠٠ نيوتن بقوة مقدارها ١٠٠ نيوتن فقط .

وفى الواقع ، ونتيجة لوزن البكرتين السفليتين ، وللاحتكاك بين الحبل والبكرات وبين البكرات ومحاور دورانها ، فإن القوة المطلوبة لرفع وزن قدره ٤٠٠ نيوتن تكون أكبر من ١٠٠ نيوتن (مثلاً ، ١٢٠ نيوتن) .

وبذلك فإن الفائدة الميكانيكية ف. م = $\frac{\text{الحمل}}{\text{القوة}} = \frac{٤٠٠}{١٢٠} = ٣,٣$

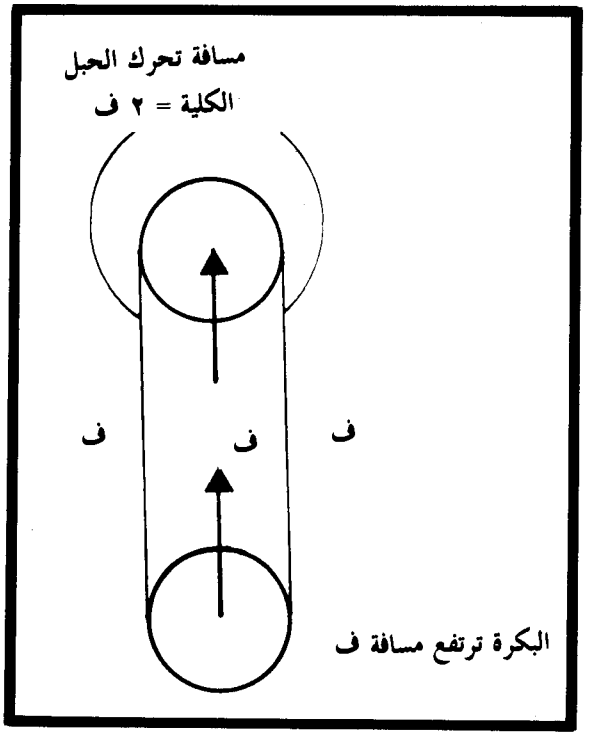
فإذا مازاد الوزن المطلوب رفعه فإن وزن البكرتين السفليتين يُصبح أصغر نسبياً بالنسبة للوزن وبالتالى فإن الفائدة الميكانيكية تزيد بزيادة الوزن المطلوب رفعه انظر شكل [٩ ـ ٥] .



شكل [٩ ـ ٥]

وفى المثال السابق ذو الأربع بكرات ، فإن البكرتين السفليتين ، عند تحركهما مسافة رأسية مقدارها « ف » فإن الحمل يتحرك ← لأعلى مسافة رأسية قدرها « ف » ، كذلك .

وكل بكرة من البكرتين السفليتين ينفك من حولها جزء من الحبل قدره (ف) ، على كل جانب من أجنابها أى بطول = ٢ ف حول كل بكرة انظر شكل (٩ ـ ٦) .



شكل [٩ ـ ٦]

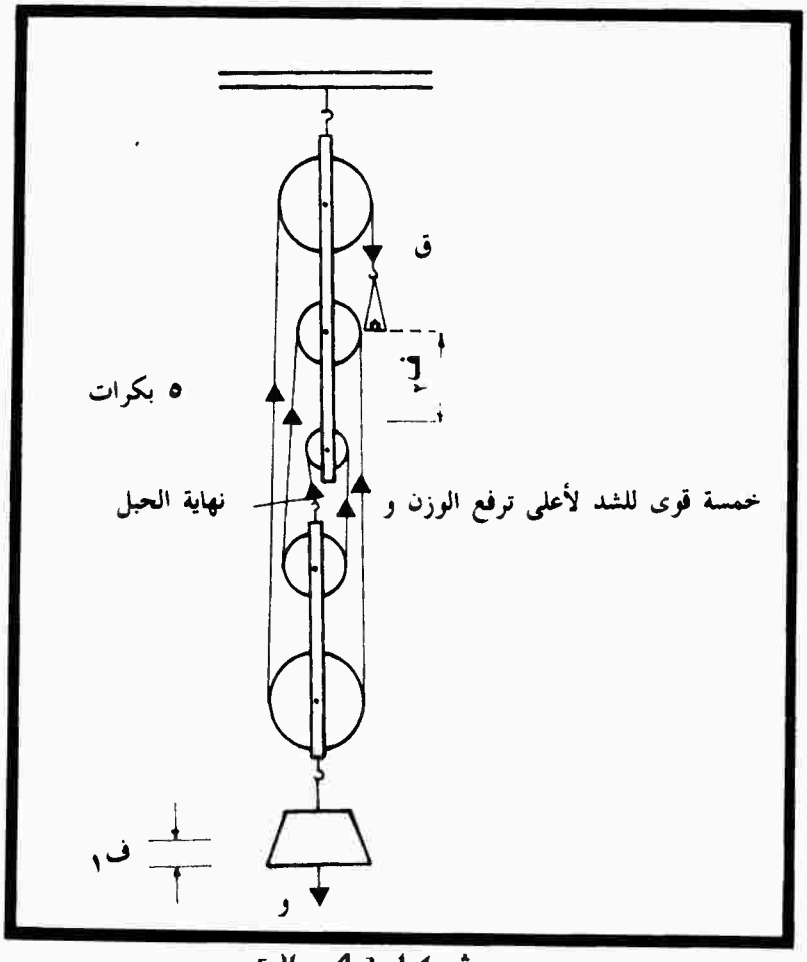
وبذلك فإن القوة (ق) تتحرك لأسفل مسافة قدرها (٢× ٢ ف) أى (٤ ف) .

∴ نسبة السرعة = $\frac{\text{المسافة التى تتحركها القوة (ق)}}{\text{المسافة التى يتحركها الحمل (و) فى نفس الوقت}} = \frac{٤ \text{ ف}}{\text{ف}} = ٤$

ومنها نُلاحظ أن نسبة السرعة تساوى عددياً عدد البكرات وهى تُعتبر كنتيجة عامة لهذا النظام من البكرات .

فإذا ما جعلنا عدد البكرات فردياً وليكن (٥) مثلاً فإن المجموعة العليا من البكرات ، يصبح عددها (٣) بكرات ثابتة فى حين أن المجموعة السفلية من البكرات المتحركة تُصبح (٢) بكرة متحركة .

وفى هذا النظام ، فإن نهاية الحبل ، تتصل بالإطار الثابت للبكرات السفلية بدلاً من الإطار الثابت العلوى كما هو موضح بشكل [٩ – ٧] .



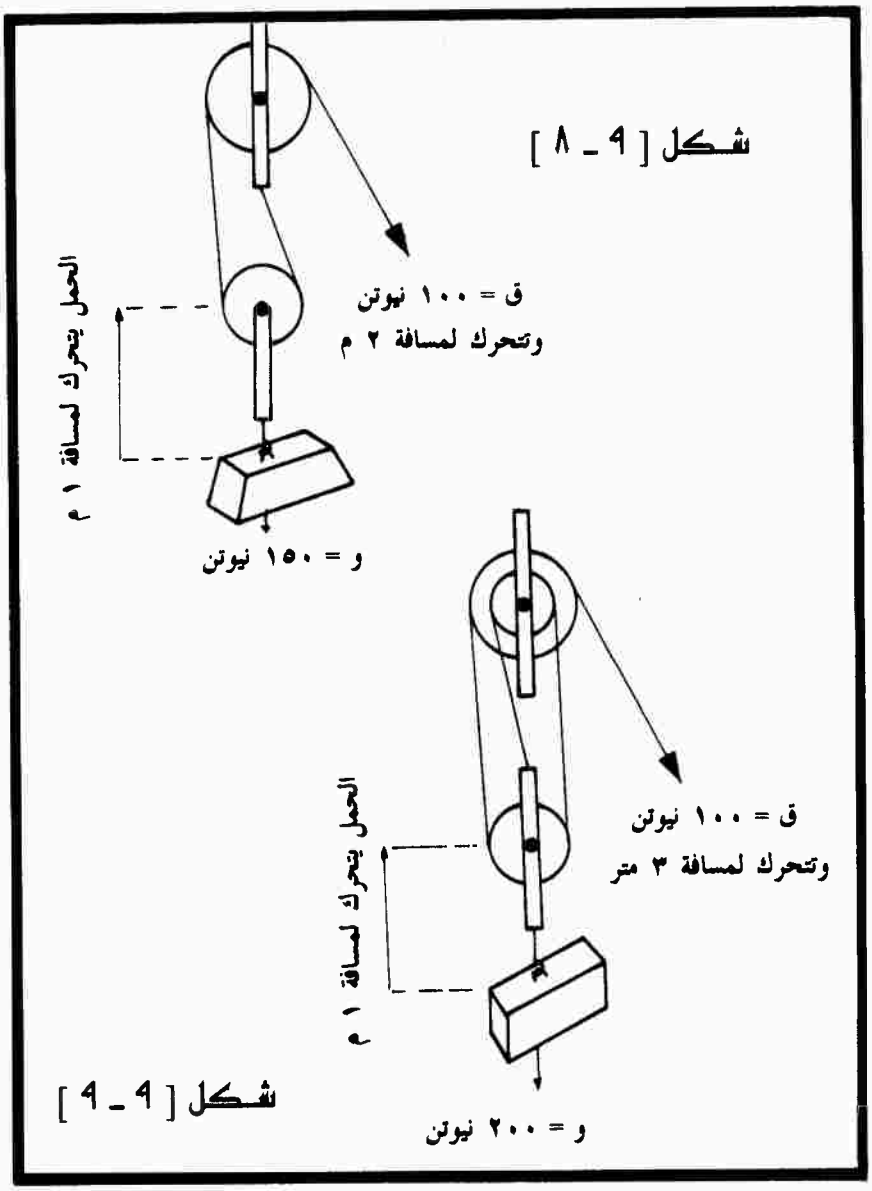
شكل [٩ ـ ٧]

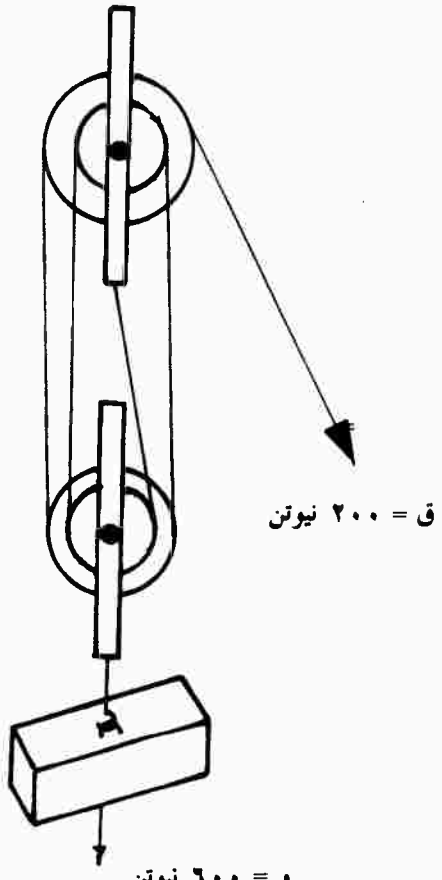
« آلية نظام خمس بكرات »

يتحرك الحمل ولأعلى مسافة ف١ نظير انخفاض القوة ق مسافة ف٢

[٩ ـ ٧] تدريبـــات :

أوجد الفائدة الميكانيكية ونسبة السرعة للمجموعات المبينة بالأشكال (٩ ـ ٨) ، (٩ ـ ٩) ، (٩ ـ ١٠) .





شكل [٩ ـ ١٠]

◄ خلاصـــة :

تحيط بنا الآلات من كل جانب ولا يستلزم ذلك أن تكون هذه الآلات معقدة فقد تكون فى غاية البساطة مثل الروافع بأنواعها والبكرات . وهى تجعل إنجاز كثير من الأعمال سهلاً ومتيسراً .