

الضغط فى الموائع *Pressure in fluids*

[٥ - ١] معنى الضغط :

إذا قمنا بتعليق وزن ما بواسطة خيط رفيع فإن وزن هذا الجسم سيتوزع على المساحة الصغيرة له مما ينشأ عنه قوة كبيرة بالنسبة لوحدة المساحة من مقطع الخيط وقد ينقطع الخيط بعد فترة تتوقف على وزن الجسم (قوة) وعلى مساحة مقطع الخيط .

فإذا ما زدنا من مساحة مقطع الخيط باستخدام خيط آخر سميك فإن عملية تعليق هذا الوزن تصبح أكثر أماناً . والسبب أن نفس الوزن يتوزع على مساحة المقطع الكبيرة نسبياً مما يقلل من القوة أو الوزن بالنسبة لوحدة المساحة .

نفس الشيء نجده فى الحيوانات الضخمة مثل الأفيال والجمال ، حيث نجد أن أوزانها الضخمة موزعة على أقدام ذات مساحة مقطع كبيرة مما يمكنها من السير فوق الأراضي الموحلة أو الرملية بدون أن تغوص أقدامها بالتربة .

ويعرف الضغط بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحة .

وبذلك فإن معدل الضغط ض على سطح مساحته (س) =

$$\text{ض} = \frac{\text{القوة الكلية المؤثرة على السطح (ق)}}{\text{مساحة السطح الكلية (س)}} = \frac{\text{ق}}{\text{س}}$$

وحدات الضغط هى نيوتن/متر مربع وتعرف بالبسكال : Pascal(Pa)

ويجب ملاحظة أن الضغط ليس قوة ولكنه قوة مقسومة على مساحة .

وفي شكل (٥ - ١) نفترض أن الوزن أو القوة المؤثرة على الكعب الصغير (الرفيع) للفتاة هي « ٥٠٠ » نيوتن وأن مساحة الكعب المتلامسة مع الأرض = « ١٠٠ » مم^٢ ومن ثم :

$$\text{متوسط الضغط} = \frac{٥٠٠ \text{ نيوتن}}{١٠٠ \text{ مم}^٢} = \text{« ٥ » نيوتن/مم}^٢$$

فإذا ما كان الحذاء مسطحاً كما بالشكل فإن مساحة القدم المتلامسة مع الأرض = « ٣٢٠٠ » مم^٢ وحيث أن الوزن أو القوة المؤثرة على القدم واحدة في الحالتين .

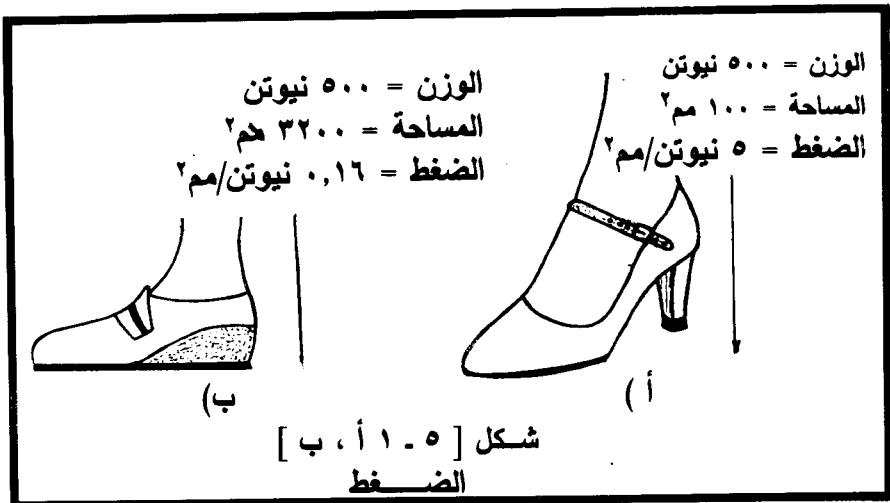
$$\therefore \text{متوسط الضغط في الحالة الثانية} = \frac{\text{القوة « ٥٠٠ » نيوتن}}{\text{المساحة « ٣٢٠٠ » مم}^٢} = \text{« ٠,١٦ » نيوتن/مم}^٢$$

ويلاحظ أن الضغط هنا أقل بكثير عنه في الحالة الأولى .

$$\text{وحيث أن الضغط ض} = \frac{\text{القوة ق}}{\text{المساحة س}}$$

فإنه يمكن إيجاد القوة المؤثرة على مساحة ما س إذا علمنا مقدار الضغط ض

$$\text{ق} = \text{ض} \times \text{س}$$



فإذا فرضنا أن هنالك مجسماً من المعدن موضوعاً على سطح مساحته $\frac{1}{2}$ م^٢ وأن الضغط على هذا السطح = ١٠٠٠ نيوتن/متر^٢

∴ القوة المؤثرة على السطح ، ق = ض × س

$$= ١٠٠٠ = \frac{\text{نيوتن}}{\text{متر}^2} \times \frac{1}{2} = ٥٠٠ \text{ نيوتن}$$

فمثلاً لو لدينا جسماً يزن ١٠ كجم وله مساحة قاعدة ٥ سم^٢ وموضوع فوق مائدة فإن الضغط الذى يولده على سطح المائدة = $\frac{١٠ \text{ كجم}}{٥ \text{ سم}^2} = ٢ \text{ كجم/سم}^2$

فإذا كان لهذا الجسم سطح آخر (وجه آخر) له مساحة ولتكن ٢ سم^٢ ووضعنا الجسم على هذا الوجه فإن الضغط الناشئ من نفس الجسم ، فى هذه الحالة

$$= \frac{١٠ \text{ كجم}}{٢ \text{ سم}^2} = ٥ \text{ كجم/سم}^2 .$$

وذلك لأن نفس القوة المؤثرة وُزِع تأثيرها على مساحة أقل .

[٥ - ٢] بعض التطبيقات على الضغط :

إذا درسنا حالة صبي ما فى وضع الوقوف ، فإنه يؤثر بقوة على الأرض أسفل قدميه ، فإذا كان وزنه « ٥٠٠ » نيوتن ومساحة سطح حذائه = « ١٠٠ » سم^٢ مثلاً أى بما يعادل « ٠,٠١ » متر^٢

فإن متوسط الضغط على الأرض يمكن حسابه كالتالى :

$$\text{ض} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} = \frac{\text{« ٥٠٠ » نيوتن}}{\text{« ٠,٠١ » متر}^2} = ٥٠٠٠٠$$

نيوتن/متر مربع

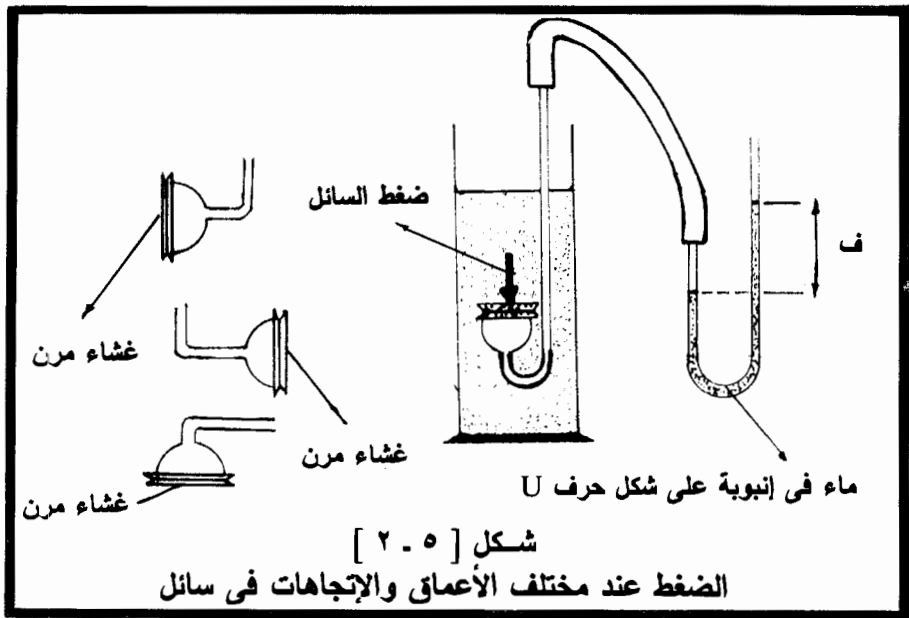
فإذا افترضنا أن الصبي قد وقع على الأرض أفقياً تماماً ، وحيث أن وزنه لن يتغير بالطبع فإن مساحة جسمه المتلامسة مع الأرض ستزيد بدرجة كبيرة ولتكن حوالي « ٠,٢ » متر مربع وهي حوالي ٢٠ ضعف مساحة قدميه ، وبذلك فإن متوسط الضغط في هذه الحالة :

$$\text{ض} = \frac{٥٠٠ \text{ نيوتن}}{٠,٢ \text{ متر مربع}} = ٢٥٠٠ \text{ نيوتن/متر مربع}$$

وهذا الضغط أقل بحوالي عشرين مرة عن الضغط عندما يكون واقفاً على قدميه وفي حالة زحافات الجليد ice skates فإنه يتولد عنها ضغط عالٍ ، وذلك لأنها تُصنع بحيث تكون مساحة السطح المتلامسة للجليد صغيرة على قدر الإمكان مما يولد ضغطاً عالياً لدرجة أن الثلج أسفلها ينصهر وبذلك فإنه يمكن اعتبار أن الزحافة تتحرك خلال مسار رفيع ذو طبقة رقيقة من المياه .

[٥ - ٣] الضغط في السوائل Pressure in liquids :

يتعرض الغطاس إلى ضغط ينشأ من وزن الماء الذي فوقه ويعرف هذا الضغط بالضغط الهيدروستاتيكي Hydrostatic pressure ويمكننا معرفة كيفية تغير الضغط في سائل ، بتغير العمق أو الكثافة باستخدام جهاز كالين في شكل (٥ - ٢) .



□ تجربة :

نحضر مجموعة أنابيب ذات نهايات كما بالشكل ويثبت على نهاية كل أنبوبة ديفرام (غشاء مرن) .

ثم ، وبالتتابع نثبت كل واحدة منها مع أنبوبة اختبار على شكل حرف «U» مليئة بزيت خفيف فإذا ما ضغطنا على الغشاء المرن باليد (قبل وضعه في السائل) فإن الهواء الذى بداخلها سينضغط ويرتفع مستوى الزيت بالطرف الآخر من الأنبوبة (الأيمن بالشكل) وكلما زاد الضغط على الغشاء المرن كلما زاد الفرق في الارتفاع بين مستوى السائل في فرعى الأنبوبة [المسافة « ف »] .

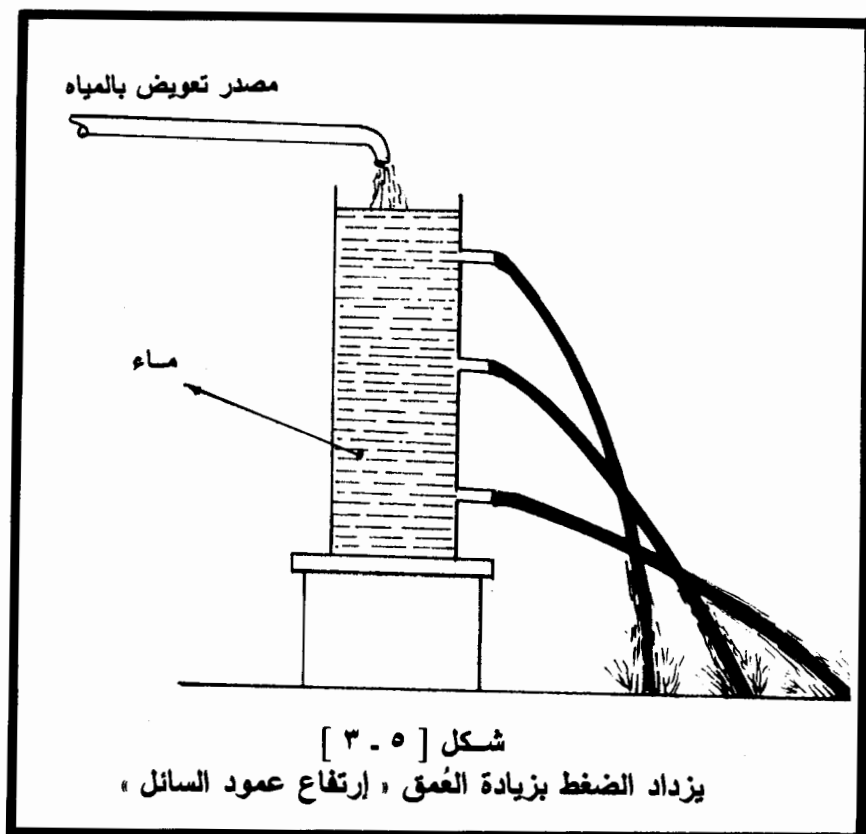
وعلى ذلك فإن الأنبوبة حرف «U» تعمل كجهاز لقياس الضغط « مانومتر » وذلك عند وضع الأنبوبة ذات الغشاء المرن في إناء به سائل (ماء) .

وباستخدام هذا الجهاز فإننا نحصل على النتائج التالية :

- ١ - يزداد ضغط الماء كلما زاد العمق .
 - ٢ - عند عمق معين نجد أن الضغط متساوى في جميع الاتجاهات .
 - ٣ - عند عمق معين فإن الضغط يزداد بزيادة كثافة السائل .
- ويمكن ملاحظة البند « ٣ » باستخدام محلول كبريتات النحاس وباستخدام زيت البارفين . مثلاً .
- ويوضح شكل [٥ - ٣] ، كيفية زيادة الضغط بزيادة العمق (الارتفاع) .
- فإذا أحضرنا أنبوبة وجعلنا بها بضعة ثقبوب تحت بعضها وقمنا بملئها بالماء مع المحافظة على مستوى سطح الماء ثابتاً في الأنبوبة عن طريق تعويض ما يُفقد منها بمصدر ماء خارجي .
- سنلاحظ خروج تيار من المياه من كل فتحة ، إلا أن تيار الماء الخارج من

الفتحة السفلية سنجدته أقوى ويندفع للخارج لمسافة أكبر من ذلك الخارج من الفتحات الأعلى منها .

مما يؤكد زيادة الضغط كلما هبطنا إلى أسفل .



ولنفترض أننا أحضرنا إنبوبة مساحة مقطعها ١ سم^٢ .

فإذا قمنا بصب كمية من المياه بها ولتكن ١ كجم فإن القوة المؤثرة على قاع الأنبوبة تكون فقط ١ كجم وحيث أن مساحة مقطع قاع الأنبوبة هو ١ سم^٢ فإن مقدار الضغط على القاع

$$= \frac{١ \text{ كجم}}{١ \text{ سم}^٢} = ١ \text{ كجم/سم}^٢ .$$

فإذا قمنا بصب ١ كيلو جرام مياه إضافي لما في الأنبوبة فإن ارتفاع الماء في الأنبوبة سيزداد إلى الضعف ، ويتعرض قاع الأنبوبة في هذه الحالة إلى قوة مقدارها ٢ كجم من وزن السائل ويصبح الضغط على القاع مساوياً

$$= \frac{٢ \text{ كجم}}{١ \text{ سم}^٢} = ٢ \text{ كجم/سم}^٢ .$$

ويلاحظ من هذا أن الضغط عند أى نقطة يتناسب طردياً مع العمق أسفل سطح السائل .

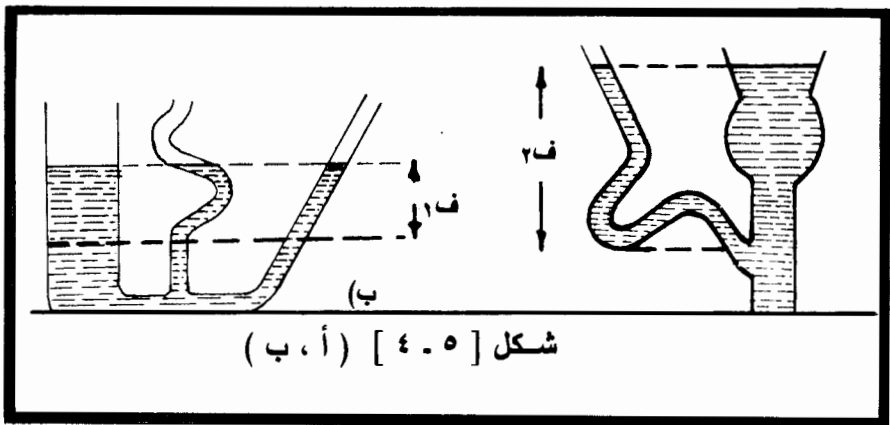
وهذا يعنى أنه إذا هبطنا إلى أسفل سطح الماء بمقدار ضعف العمق لازداد الضغط بمقدار الضعف تماماً .

وإذا ما هبطنا ثلاثة أضعاف العمق الأول فإن الضغط يصبح ثلاثة أضعاف الضغط الأول ... وهكذا ..

وعند إيجاد الضغط عند نقطة ما على عمق معين فإن المقصود بهذا العمق هو الارتفاع الرأسى تماماً والعمودى على مستوى سطح السائل .

وفي حالة ما إذا كان الوعاء مائلاً أو به إنبوبة مائلة فإن العمق هنا هو الارتفاع الرأسى فمثلاً في الشكل الموضح [٥ - ٤] فإن مستوى سطح السائل في الأنبوبتين يكون واحداً ، لأن الضغط يعتمد فقط على العمق الرأسى وليس على شكل أو حجم الوعاء .

وعند أى مستوى أفقى فإن الضغط يكون واحداً .

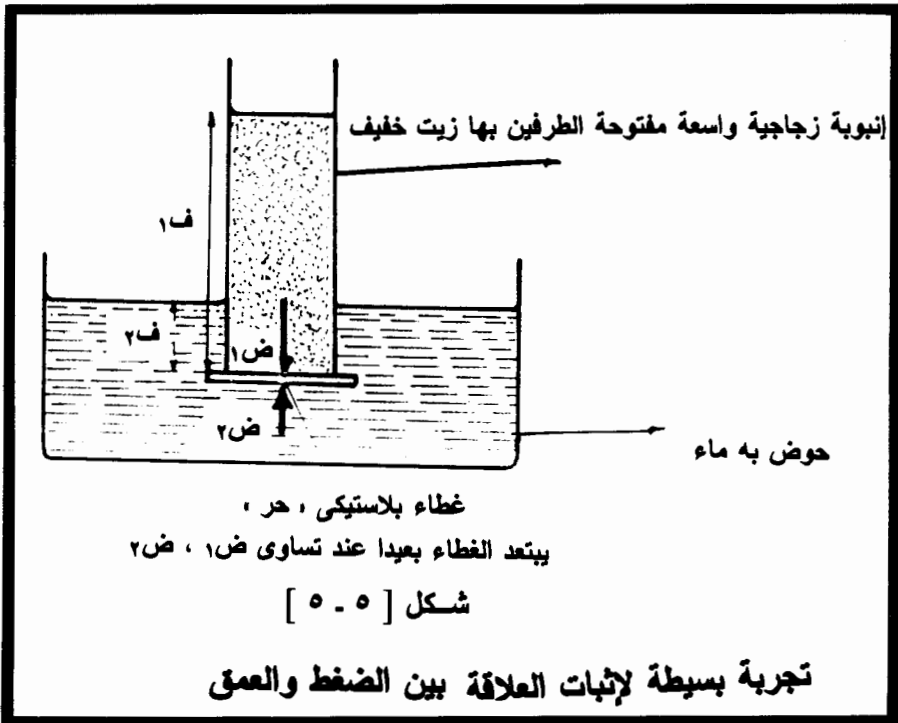


تجربة : لإثبات العلاقة بين الضغط والعمق .

فيما يلي تجربة بسيطة توضح زيادة الضغط مع زيادة العمق (الإرتفاع) .

نملأ حوض بالمياه ، انظر الرسم شكل [٥ - ٥] ، ونحضر أنبوبة زجاجية واسعة مفتوحة الطرفين ، ثم نضع على القاعدة السفلية . غطاء بلاستيكي (يكون قابل للحركة) .

ونؤضع الأنبوبة الزجاجية بحيث تكون رأسية ويعمل ضغط الماء على الإبقاء على الغطاء البلاستيكي في مكانه بدرجة تمنع دخول الماء الأنبوبة .



ويتم قياس عمق الغطاء عن مستوى سطح الماء في الحوض ؛

ثم نبدأ في صب زيت خفيف تدريجياً في الأنبوبة من أعلى وعندما يصل وزن الزيت والمؤثر على الغطاء من داخل الأنبوبة إلى الدرجة التي يتعادل فيها مع ضغط الماء المؤثر على الغطاء من الخارج ، نجد أن الغطاء يبدأ في أن يطفو بعيداً عن الأنبوبة .

ويتم حساب ارتفاع الزيت في الأنبوبة قبل أن يتحرك الغطاء مباشرة .

ويتم تكرار التجربة عندما يأخذ الغطاء أعماقاً مختلفة تحت مستوى سطح الماء بالحوض . وفي كل مرة نسجل ارتفاع الزيت في الأنبوبة عند بدء تحرك الغطاء بعيداً عن الأنبوبة .

□ ومن نتائج التجربة :

عند عمل رسم بياني فيما بين ارتفاع الزيت في الأنبوبة الزجاجية ، وبين عمق مستوى الغطاء عن سطح الماء في الحوض .

فإن الرسم يكون على شكل خط مستقيم ماراً بنقطة الأصل .

□ الاستنتاج :

يطفو الغطاء البلاستيكي بعيداً عن الأنبوبة الزجاجية عندما تتساوى تماماً القوة الناشئة من وزن السائل (الزيت) في الأنبوبة مع قوة الدفع العلوية على الغطاء والناشئة من ضغط الماء .

ويتناسب وزن الزيت طردياً مع ارتفاعه في الأنبوبة وحيث أن مساحة مقطع الأنبوبة ثابتة ، فيكون الضغط الناشئ من الماء المؤثر على الغطاء ، متناسباً (وطردياً) مع ارتفاع الزيت في الأنبوبة .

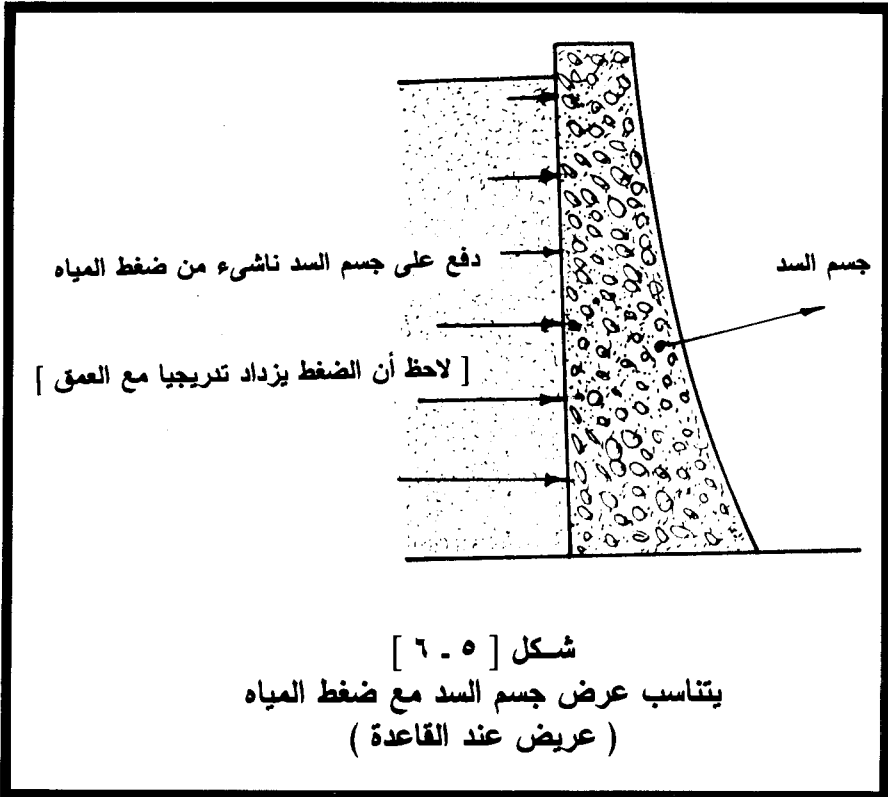
أي أن هذا الارتفاع هو مقياس لمقدار ضغط الماء .

وحيث أن الرسم البياني بين ارتفاع الزيت في الأنبوبة (ضغط الماء) وبين انخفاض مستوى الغطاء عن سطح الماء في الحوض عبارة عن خط مستقيم

يمر بنقطة الأصل فإنه وطبقاً لهذا ؛ فإن الضغط عند عمق معين فى السائل يكون متناسباً مع هذا العمق .

□ تطبيق عملى لهذه الحقيقة :

عند بناء السدود على مجارى الأنهار يتم بناء السد بحيث تكون قاعدته أعرض كثيراً عن القمة وذلك لأن ضغط الماء المؤثر على جدار السد يزداد بزيادة العمق وبمعنى آخر فإن قاعدة السد تكون معرضة لضغوط أكبر بكثير عن الضغوط التى يتعرض لها جسم السد بالأعلى انظر الرسم شكل (٥ - ٦) وهو يوضح هذا ..



[٥ - ٤] الضغط الهيدروستاتيكي للسوائل :

يمكننا استنتاج صيغة فيزيائية لإيجاد متوسط الضغط (ض) عند عمق (ف) في سائل كثافته (ث) ؛

وذلك باعتبار سطح مستوى أفقى ذو مساحة (س) = « ١ » متر^٢ ويبعد عن مستوى سطح السائل مسافة (ف) .

∴ كتلة الماء فوق المستوى

$$= \text{الحجم} \times \text{الكثافة} = \text{المساحة} \times \text{الارتفاع} \times \text{الكثافة}$$

$$= ١ \times ف \times ث = ف . ث$$

فإذا كانت (ف) بالأمتار ، المساحة (س) بالمتر المربع والكثافة (ث) بالكيلوجرام/متر^٣ .

فإن الكتلة (ف . ث) تكون بالكيلوجرام .

وبذلك فإن الوزن أو القوة بالنيوتن = ف . ث ج ، حيث ج هى عجلة الجاذبية الأرضية وتساوى ٩,٨ متر/ث^٢

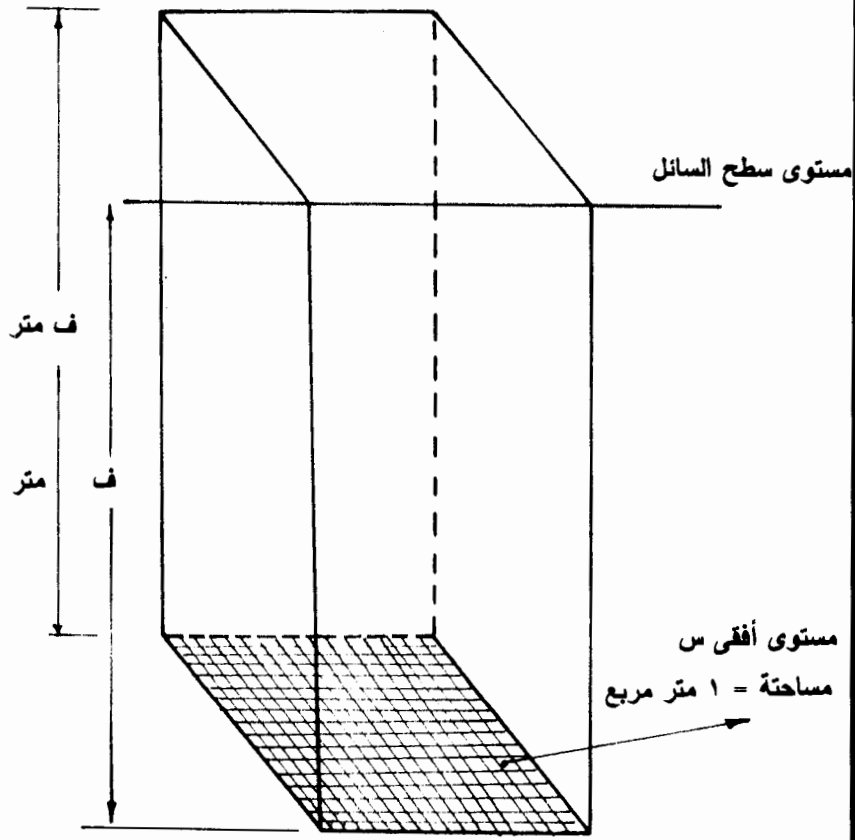
$$\therefore \text{متوسط الضغط ض على المستوى (س)} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} = \frac{ف . ث . ج}{١}$$

ومنها ينشأ أن ض = ف . ث . ج [P = H. p.g.]

وفى هذه العلاقة تكون ض بالنيوتن/متر^٢ أو باسكال (Pa) .

عندما تكون ف بالمتر ، ث بالكيلوجرام/م^٣ ، ج بالمتر/ث^٢ .

ويوضح شكل [٥ - ٧] إثبات هذه العلاقة .



شكل [٧ - ٥]
 [إثبات أن الضغط = ف × ث × ج - $P = H.p.g$]

فمثلاً ، يتعرض الإنسان للضغط الجوى المعتاد عند سطح الأرض وهو يعادل ١٠ نيوتن/سم^٢ = ١٠٠ ٠٠٠ نيوتن/م^٢ .

فإذا ما هبط إلى عمق ٥٠ متر تحت سطح الماء الذى كثافته ١٠٠٠ كجم/م^٣ .

وباعتبار ج = ١٠ م/ث^٢ لتبسيط الحسابات ، وطبقاً للعلاقة السابقة فإن :

$$\text{الضغط ض} = \text{ف} \times \text{ث} \times \text{ج}$$

$$= ١٠ \times ١٠٠٠ \times ٥٠ = ٥٠٠ ٠٠٠ \text{ نيوتن/م}^٢$$

وهو حوالى خمسة أضعاف الضغط فوق سطح الأرض .

ونلاحظ أن العلاقة السابقة لحساب الضغط ، تُظهر لنا أن الضغط يتناسب مباشرة مع الارتفاع (ف) أسفل مستوى سطح السائل ومع الكثافة (ث) للسائل .

ويجب الأخذ بعين الاعتبار أن الضغط لا يعتمد على مساحة مقطع الوعاء الذى يحتوى على السائل ،

فإذا كان لدينا اسطوانة رفيعة مليئة بالماء إلى ارتفاع ٧٠ سم مثلاً ، فإن الضغط على قاعها يكون مساوياً تماماً للضغط الناشئ من الماء على قاع اسطوانة أخرى أوسع بكثير من الاسطوانة السابقة ، مليئة بالماء لارتفاع ٧٠ سم كذلك .

صحيح أنه يوجد وزن ماء أكبر بكثير فى الحالة الثانية إلا أنه موزع على مساحة قاع أكبر بكثير من مساحة قاع الأسطوانة الأولى .

إلا أن الوزن (القوة) على وحدة المساحة فى الحالتين يكون متساوى .

وبذلك فإن الضغط الهيدروستاتيكي عند نقطة فى سائل ما ، يعتمد فقط على عمق السائل (ارتفاعه) ولا يعتمد على شكل الوعاء أو على مساحة مقطعة .

[٥ - ٥] انتقال الضغط :

إذا أحضرنا كرة مطاطية أو علبة معدنية أو بلاستيكية وقمنا بثقبها عدة ثقبوب صغيرة ثم استطعنا ملئها بالماء فإن الماء سيندفع من كل الثقوب عند الضغط على (أو عصر) الكرة أو العلبة .

حيث ينتقل الضغط فى السوائل بالتساوى فى جميع الاتجاهات ويندفع الماء خارجاً من الثقوب فى اتجاه عمودى على مستوى الثقب وبذلك فإن ضغط السائل يؤثر فى اتجاه عمودى على السطح ولهذا السبب نجد أن الماء يندفع أفقياً من ماسورة مياه رأسية فى حين أنه يندفع رأسياً من ماسورة مياه أفقية .

[٥ - ٦] تطبيقات عملية على ضغط السوائل :

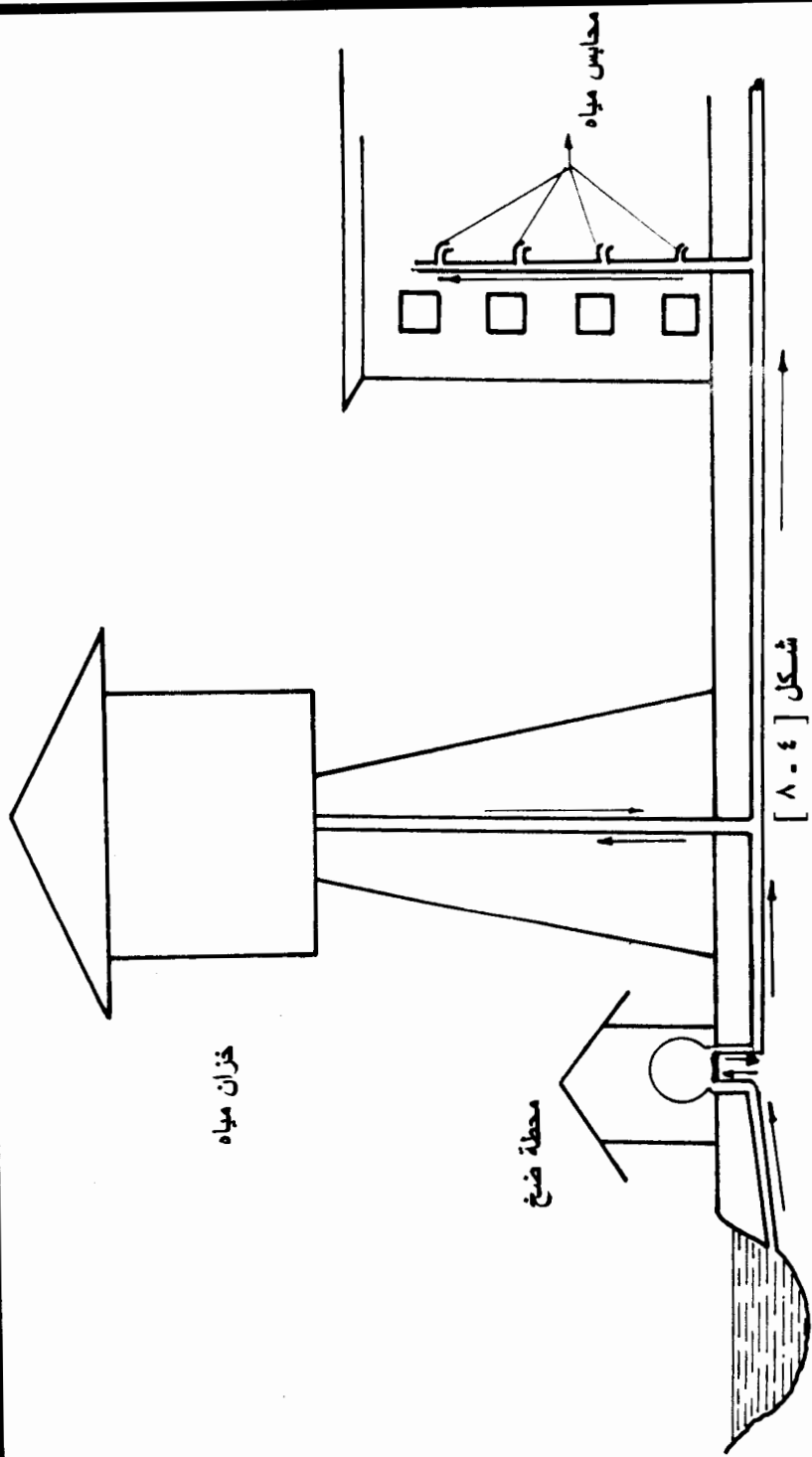
Applictions of fluid pressure :

(أ) يتم تزويد المباني والمدن والأحياء السكنية بمياه يتم ضخها من بحيرات أو خزانات أو أبراج مياه (بعد معالجتها كيميائياً) .

حيث تنساب المياه النقية منها إلى مواسير المياه وتوزع على المباني المختلفة ويؤدى إرتفاع خزان المياه إلى توفير ضغط عالى يؤدى لتحرك المياه فى المواسير حيث يصل إلى أماكن استخدامه دون عناء .

فإذا فرضنا أن هنالك بناية إرتفاعها أعلى من إرتفاع خزان مياه المدينة فإن المياه لن تصل مطلقاً للطوابق العليا من هذه البناية ما لم يتم توفير وسيلة ضخ مساعدة (مضخة مياه) لإيصال المياه للطوابق العليا .

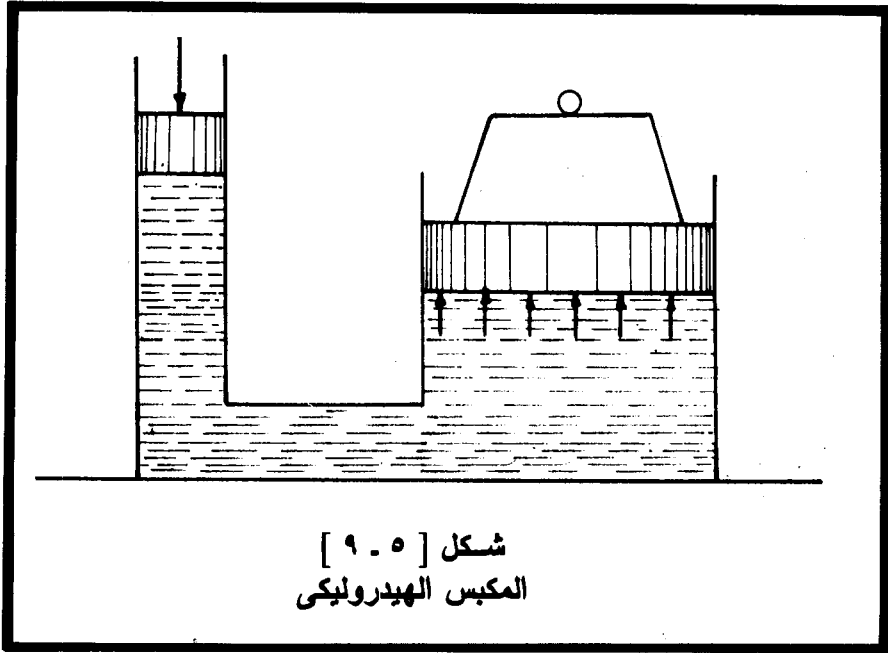
ولهذا فإن كل البنايات حالياً ولنفس السبب تزود بخزانات مياه توضع فى أعلى سطح البناية ؛ انظر الرسم شكل [٥ - ٨] .



شكل [٨ - ٤]

تزويد المباني بمياه الشرب
 باستخدام فكرة ضغط المياه الناشيء من وضعها بارتفاع عالى فى خزان

(ب) ومن التطبيقات المهمة للضغط فى السوائل هو المكبس الهيدروليكى
Hydraulic Press ، انظر الرسم شكل [٩ - ٥] .



حيث يتم التأثير بقوة صغيرة (نسبياً) على مكبس صغير نسبياً حيث ينتقل لضغط الناشئ من هذه القوة فيما تحت المكبس الصغير ، بالتساوى إلى كل جزء من أجزاء الدورة كلها بما فيها المكبس الكبير .

فإذا فرضنا أن مساحة المكبس الكبير هى ١٠٠ ضعف مساحة المكبس الصغير فإن القوة على المكبس الكبير تصبح ١٠٠ ضعف القوة المؤثرة على المكبس الصغير .

[القوة = الضغط × المساحة ، وبزيادة المساحة تزيد القوة] .

وتستخدم هذه الفكرة فى كبس قوالب الطوب وتشكيل الأواني الزجاجية وكبس الأجزاء المعدنية المختلفة مثل أجزاء جسم السيارة وغيرها من الاستخدامات مثل فرامل السيارات الهوائية والهيدروليكية وروافع السيارات فى محطات الخدمة .

وتوجد مكابس ضخمة تعمل بنفس المبدأ ، يمكنها توليد قوى تصل إلى ١٠.٠٠٠ طن أو يزيد .

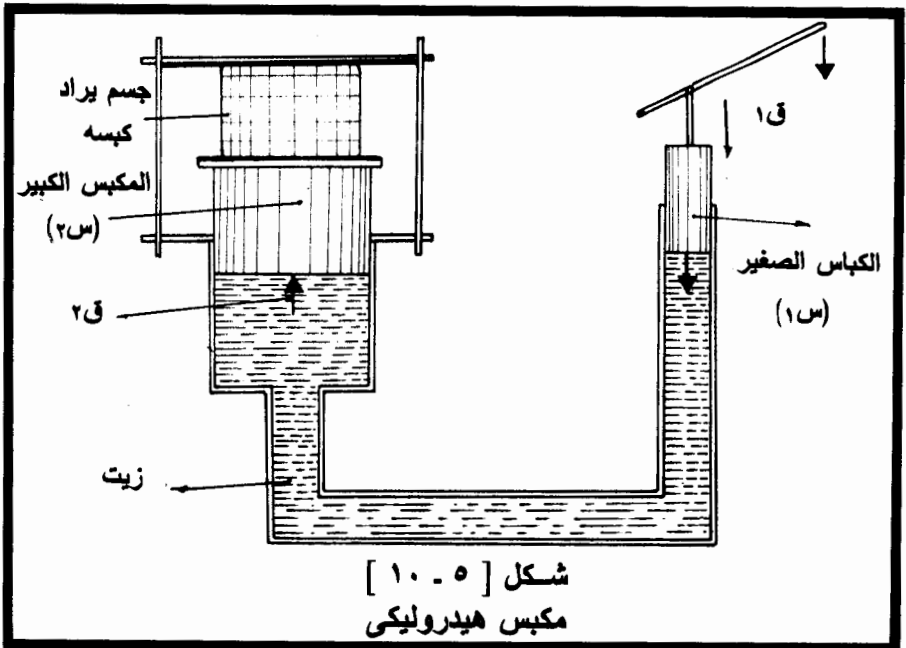
ويوضح شكل (٥ - ٣٠) رسماً تخطيطياً آخر لمكبس هيدروليكي يستخدم في كبس جزء من معدن أو في كبس بالة من خامة معينة حيث يوضع الجزء المراد كبسه فوق المكبس (س٢) ذو مساحة المقطع الكبيرة ، وتؤثر القوة (ق١) بواسطة ذراع على مكبس أو (كباس) (س١) ذو مساحة مقطع صغيرة .

ويثبت كل من المكبان س١ ، س٢ بإحكام داخل وعاء بشكل معين ملىء بالسائل (الزيت عادة) .

ولنفترض أن القوة المؤثرة على الكباس (س١) والتي تنتقل بدورها للسائل هي ٣٠٠ نيوتن وأن مساحة هذا المكبس = ٣٠ سم^٢ .

فإن الضغط الناشئ من هذه القوة على المكبس وبالتالي على السائل =

$$\text{ض} = \frac{٣٠٠ \text{ نيوتن}}{٣٠ \text{ سم}^٢} = ١٠ \text{ نيوتن/سم}^٢ .$$



وينتقل هذا الضغط في جميع أجزاء السائل حيث يؤثر على المكبس (س_٢) من الأسفل .

فإذا كانت مساحة المكبس الكبير = ١٥٠٠ سم^٢ مثلاً .

فإن هذا الضغط يدفع على المكبس بقوة = الضغط × المساحة
∴ القوة المؤثرة على المكبس س_٢ لأعلى =

$$ق_٢ = ١٥٠٠ \times ١٠ = ١٥٠٠٠ \text{ نيوتن .}$$

وبذلك فإننا نكون قد حصلنا على قوة كبيرة لازمة للمكبس باستخدام قوة صغيرة ق_١ قدرها ٣٠ نيوتن فقط .

$$\text{ويمكنك ملاحظة أن نسبة } \frac{ق_٢}{ق_١} = \frac{١٥٠٠٠}{٣٠} = ٥٠ \text{ ضعف .}$$

$$\text{وهي نفس نسبة المساحة } \frac{س_٢}{س_١} = \frac{١٥٠٠}{٣٠} = ٥٠ \text{ ضعف كذلك .}$$

فإذا ما تحرك المكبس س_١ مسافة مقدارها ف_١ لأسفل فإن المكبس س_٢ سيتحرك مسافة أخرى (أقل من س_١) قدرها ف_٢ .

وحيث أن حجم السائل المتحرك من الاسطوانة اليمنى بالشكل إلى الاسطوانة اليسرى بالشكل هو نفسه (السوائل لا تقبل الانضغاط) .

∴ المسافة التي يهبطها المكبس س_١ × مساحة مقطعه = المسافة التي صعدتها المكبس س_٢ × مساحة مقطعه .

$$\begin{aligned} \therefore ف_١ \times س_١ &= ف_٢ \times س_٢ \\ \frac{ف_١}{س_١} &= \frac{ف_٢}{س_٢} = \therefore \end{aligned}$$

ويطلق على النسبة $\frac{ف_١}{س_١}$ بنسبة السرعة للآلة

[انظر الكتاب الأول من نفس السلسلة]

$$\therefore \text{نسبة السرعة للمكبس الهيدروليكي} = \frac{س_٢}{س_١}$$

وعملياً ونتيجة لوجود قوى احتكاك فإن الفائدة الميكانيكية هنا تقل عن

$$\frac{٢٣}{١٣}$$

وكلما زادت النسبة $\frac{٢٣}{١٣}$ كلما زادت الفائدة الميكانيكية للمكبس

الهيدروليكي .

[٥ - ٧] أمثلة على الضغط ، والمكبس الهيدروليكي :

[١] مجسم من الحديد ، على شكل متوازي مستطيلات ، أبعاده :

١ متر $\times ٠,٧٠ \times ٠,٥٠$ م مستقر على مستوى أفقى ، فإذا كانت كثافة الحديد هي ٧٨٠٠ كجم/م^٣

فاحسب أكبر وأصغر ضغط ناشئ من المجسم على المستوى الأفقى
[اعتبر وزن : ١ كجم كتلة = ١٠ نيوتن]

● الحل :

$$\text{كتلة البلوك} = \text{الحجم} \times \text{الكثافة} = (١ \times ٠,٧ \times ٠,٥) \times ٧٨٠٠$$

$$= ٢٧٣٠ \text{ كجم}$$

$$\therefore \text{وزن البلوك} = ١٠ \times ٢٧٣٠ = ٢٧٣٠٠ \text{ نيوتن} .$$

وأكبر ضغط ينشأ عند وضع المجسم مرتكزاً على أصغر مساحة وجه له فوق المستوى الأفقى ،

$$\text{وأصغر مساحة وجه للمجسم} = ٠,٧ \times ٠,٥ = ٠,٣٥ \text{ م}^٢ :$$

$$\therefore \text{أكبر ضغط} = \text{القوة} \div \text{المساحة} = \frac{٢٧٣٠٠}{٠,٣٥} = ٧٨٠٠٠ \text{ نيوتن/م}^٢$$

وأصغر ضغط ينشأ عند وضع المجسم مرتكزاً على أكبر مساحة وجه له فوق المستوى الأفقى .

وحيث أن أكبر مساحة وجه للمجسم = $1 \times 0,7 = 0,7$ م^٢ .

$$\therefore \text{أصغر ضغط} = \text{القوة} \div \text{المساحة} = \frac{27300}{0,7} = 39000 \text{ نيوتن/م}^2$$

[٢] مكبس هيدروليكي له مكبس كبير ذو قطر « ١ » متر ومكبس صغير ذو

قطر ٠,١٢٥ متر ، فإذا أثرتنا بقوة مقدارها ٢٥٠ نيوتن على المكبس الصغير .

(أ) احسب القوة المؤثرة على المكبس الكبير .

(ب) وإذا تحرك المكبس الصغير مسافة ٦٤ سم ، فإلى أى مسافة يصعد (أو

يتحرك) المكبس الكبير ؟

● **الحل :**

$$\text{مساحة مقطع المكبس الصغير} = \text{ط} \text{ نق}^2 = \text{ط} \frac{\text{ق}^2}{4}$$

∴ الضغط الناشئ من المكبس الصغير =

$$[\frac{250 \text{ نيوتن}}{\text{ط} \times (0,125)^2}] \text{ نيوتن/م}^2$$

$$\text{وينتقل هذا الضغط إلى المكبس الكبير الذى مساحته} = \text{ط} \times \frac{1}{4}$$

∴ القوة المؤثرة على المكبس الكبير = الضغط × المساحة .

$$16 \times 250 = \frac{64 \times 250}{4} = \frac{1}{4} \times \text{ط} \times [\frac{250}{\text{ط} \times (0,125)^2}] =$$

$$= 4000 \text{ نيوتن} .$$

وبالتالى فإن المكبس الكبير لا يمكنه رفع وزن أكبر من ٤٠٠٠ نيوتن ،

ويجب الأخذ فى الاعتبار قوى الاحتكاك التى تقلل من مقدرة رفعه

للأحمال .

(ب) عندما يتحرك الكباس مسافة ٦٤ سم لأسفل فإنه يزيع أمامه حجماً من السائل مقداره = مساحة الكباس × المسافة التي يتحركها .

$$= \frac{\pi \times (0,125)^2 \times 64}{4} \times 30,64$$

∴ المسافة التي يتحركها المكبس الكبير

$$= \frac{\text{هذا الحجم}}{\text{مساحة المكبس}} = \frac{0,64 \times \pi \times (0,125)^2}{\frac{1}{4} \times \pi \times 4} = \frac{1}{100} \text{ متر} = 1 \text{ سم}$$

□ خلاصة :

- ١ - الضغط = القوة لوحدة المساحة .
وحداته نيوتن/متر مربع أو (باسكال) - Pa
- ٢ - الضغط في سائل = الارتفاع × الكثافة × عجلة الجاذبية .
= ف × ث × ج
- ٣ - يكون الضغط ثابتاً عند أى مستوى أفقى في سائل .
- ٤ - الضغط عند نقطة ما في سائل يؤثر في جميع الاتجاهات .
- ٥ - نسبة السرعة في المكبس الهيدروليكي
= $\frac{\text{مساحة مقطع المكبس الكبير}}{\text{مساحة مقطع المكبس الصغير}}$

