

# القياسات

## قياس الضغط

## ٤- ١ مقدمة

يعرف الضغط بأنه القوة التي يؤثر بها مائع على وحدة مساحة سطح جدار الحيز المحتوي على المائع، و عندما يكون المائع في حالة اتزان لا يعتمد الضغط على الاتجاه و بذلك الافتراض بأن الضغط المؤثر عند جميع نقاط الحيز يكون متساويا.

مما سبق نرى أن الضغط ( P ) يعرف بأنه القوة (F) مقسوم على وحدة المساحة (A) حسب المعادلة التالية:

$$P = \frac{F}{A}$$

و وحدة قياس الضغط هي الباسكال (Pascal)، حيث إن الباسكال = نيوتن/متر مربع.

الضغط الجوي هو وزن عمود الهواء على وحدة المساحة من سطح الأرض ويرمز له بالرمز (  $P_{atm}$  ).

$$\text{حيث أن: } 1 \text{ atm} = 101325 \frac{N}{m^2}$$

ويقاس الضغط الجوي بالنظام الإنجليزي بوحدة ( psi ) حيث إن:

$$1 \text{ atm} = 14.7 \text{ psi}$$

## ٤- ٢ الضغط الجوي ( Atmospheric Pressure )

يقاس الضغط عموما نسبة للضغط الجوي و ليس للصفر. هذا مع ملاحظة أن

$$1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pascal} = 100 \text{ Kilopascal}$$

و هذا الرقم يعني واحد ضغط جوي.

أما القياس بالنسبة لصفر الضغط فيسمى بالضغط المطلق ( Absolute Pressure )، و يسمى الضغط

المقاس بالنسبة إلى الضغط الجوي ب ( Gauge Pressure ) -  $P_g$  .

$$\begin{aligned} P_{abs} &= P_{atm} + P_g \\ P_{abs} &= P_{atm} - P_{vac} \end{aligned}$$

حيث إن  $P_{vac}$  هو ضغط الفراغ

## الفصل الأول: المانومتر

**الجدارة:** معرفة كيفية قياس ضغط الغاز و السائل باستخدام المانومتر.

**الأهداف:** عندما يكتمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على قياس الضغط باستخدام أنواع مختلفة من المانومتر مثل: مانومتر على شكل حرف ( U ) ، ومانومتر مائل ، ومانومتر الخزان.

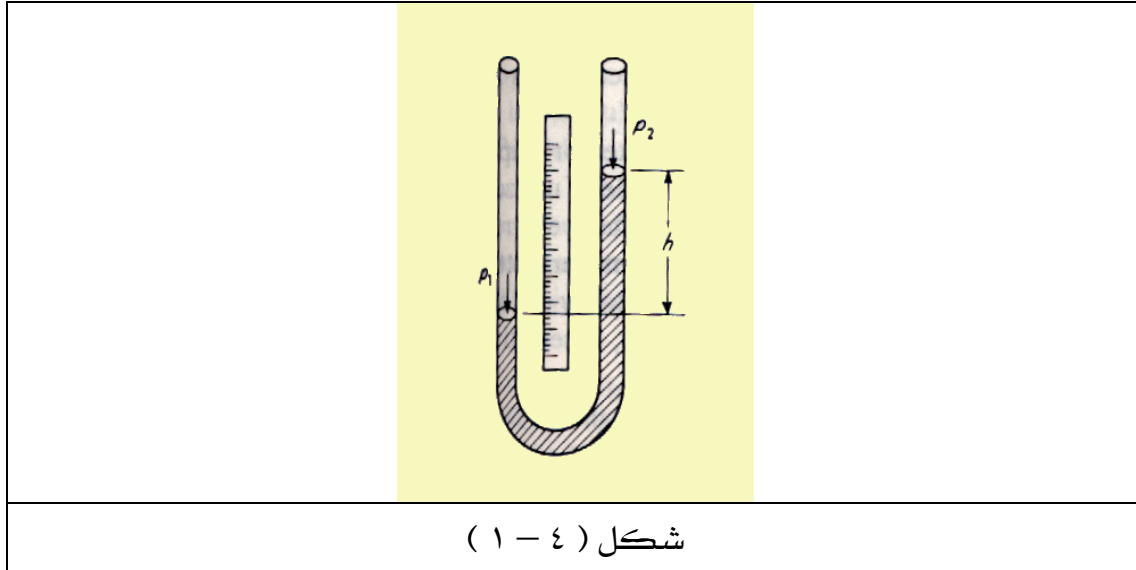
**مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠ %.

**الوقت المتوقع للتدريب:** ساعة واحدة.

**الوسائل المساعدة:** أجهزة قياس مختلفة، و وحدة تكييف، و صندوق العدد.

**متطلبات الجدارة:** معرفة ما سبق في جميع الحقائب السابقة.

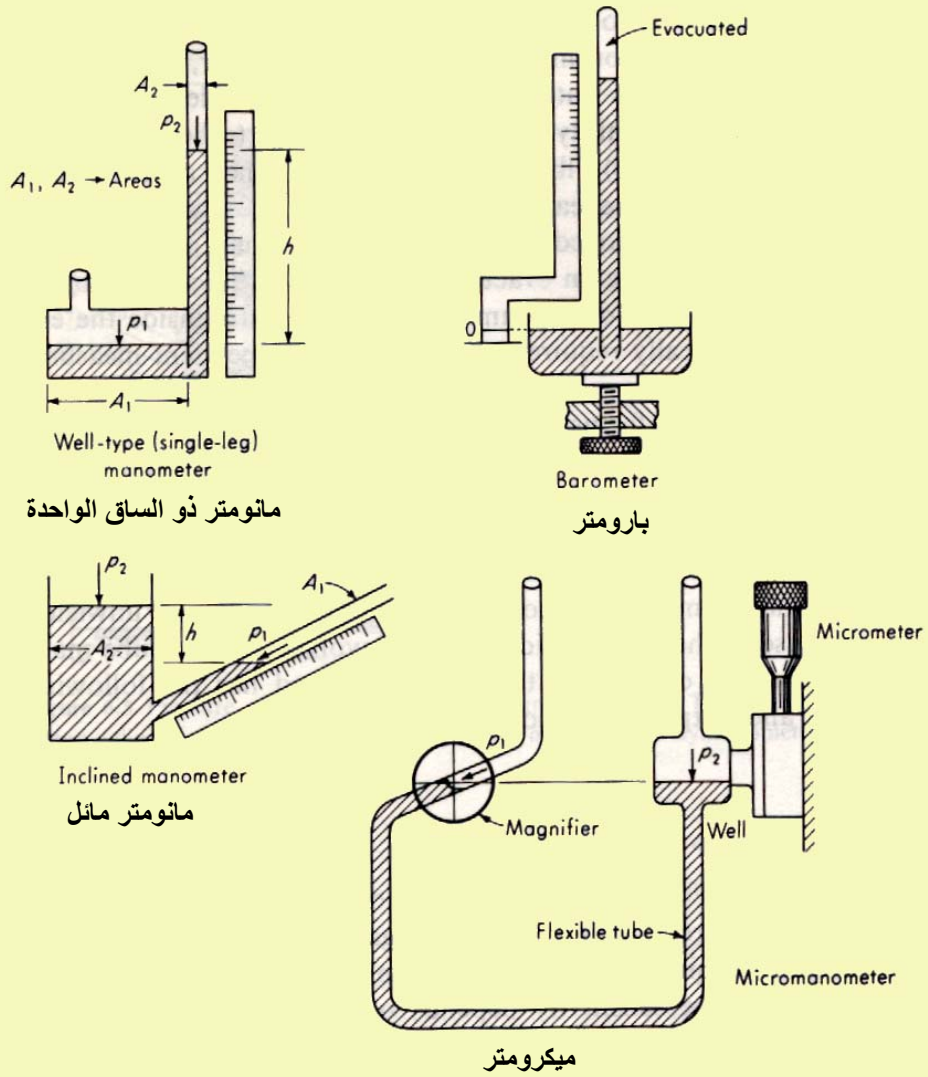
المانومتر عبارة عن وسيلة لقياس الضغط المنخفض نسبيا و ذلك بموازنة الضغط بواسطة وزن عمود من السائل، و يحسب فيها الضغط هيدروليكيًا بوزن عمود السائل، فإذا كان هناك عمود من السائل ارتفاعه ( h ) و مساحة مقطعه ( A ) و كثافته ( ρ ) فإن الضغط الناتج عن هذا العمود هو ( ρgh ) حيث ( g ) هي عجلة الجاذبية الأرضية.



من الشكل ( ٤ - ١ ) يمكن حساب الفرق بالضغط ( ΔP )

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot (\Delta h)$$

و المانومترات تعتبر أجهزة قياس ضغط دقيقة و تستخدم كمرجع كما تستخدم أيضا كمبيّنات لضغط الهواء في العمليات الصناعية و لكنها نادرا ما تستخدم في أجهزة التحكم. تعتمد قراءة الضغط بشكل رئيس على كثافة السائل فقط، أما بالنسبة لمساحة مقطع الأنبوب المستخدم فإنها لا تؤثر. أما السوائل المستخدمة في المانومترات فهي عادة إما الماء، أو الكحول، أو الزيت، هذا مع ملاحظة بأنه يمكن قراءة الضغط ب ( mm Hg, mm H2O ) ثم يحول إلى وحدات ضغط باستخدام العلاقة ( P = ρgh ).



شكل ( ٤ - ٢ )

## ٤ - ٣ - ١ قياس الضغط باستخدام المانومتر

- يمكن استخدام الأنواع الأربعة السابقة من المانومتر لقياس الضغط و بنفس الطريقة. و لنفرض أننا نريد قياس الضغط في مجرى هوائي قبل و بعد الخانق فإننا نتبع الخطوات التالية:
١. ركب الوحدة .
  ٢. ابدأ بتوصيل التيار الكهربائي و من ثم تشغيل المروحة.
  ٣. قم بوصل المانومتر إلى مجرى التيار الهوائي قبل و بعد الخانق.
  ٤. قم بقياس فرق الضغط قبل و بعد الخانق باستخدام المانومتر شكل حرف U و أعد المحاولة باستخدام المانومتر المائل.
  ٥. لاحظ أن فرق الضغط المقاس باستخدام المانومتر المائل يعطي قراءة أكثر دقة من المانومتر شكل حرف U.
  ٦. أعد القراءات بتغيير سرعة المروحة و سجل الفرق في الضغط مع التغيير في سرعة المروحة.

## الفصل الثاني : أنبوب بورءون

**الءءارة:** معرفة كيفية قياس الضغط باستخدام أنبوب بورءون.

**الأءءاف:** عءءما يكءمل هذا الفصل ءكون لءيك القءرة على قياس الضغط باستخدام أنبوب بورءون.

**مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المءءرب إلى إءقان هذه المهارة بنسبة ١٠٠ %.

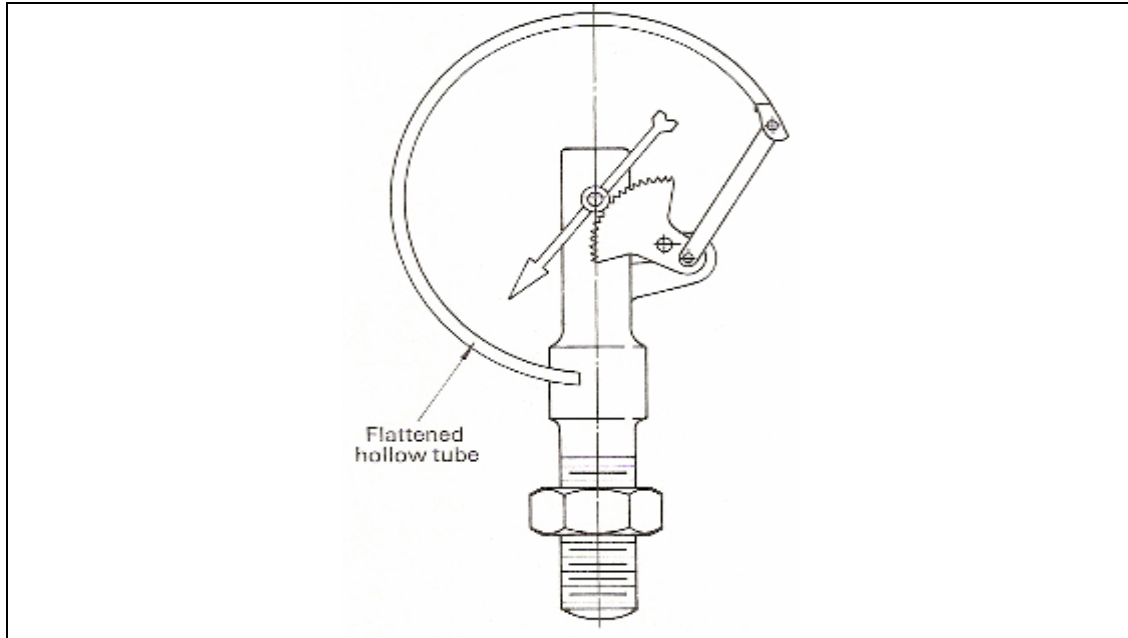
**الوقت المءوءع للتءريب:** ساعة واحدة.

**الوسائل المءاعدة:** أنبوب بورءون و وحدة ءكييف.

**مءطلبات الءءارة:** معرفة ما سبق في ءميع الءقائب السابقة.

## ٤ - مقدمة

يعتبر استخدام أنبوب بورءون من الطرق غير المباشرة في قياس الضغط، و يعتمد هذا النوع على المرونة و أساسيات بورءون. تأخذ أنبوبة بورءون شكل حرف C أو حلزوني Spiral أو Helical. تكون طريقة عمل الأنبوبة بأن تكون إحدى نهاياتها مغلقة و الأخرى هي مصدر تلقي إشارة الضغط، و كل الأنواع متماثلة في العمل. يعمل الضغط على الناحية المفتوحة إجهادا ميكانيكيا للأنبوبة تنتج عنه إزاحة ميكانيكية في الناحية المغلقة، و عن طريق أذرع توصيل و تروس يمكن نقل الإزاحة إلى مؤشر و بالتالي قراءة قيمة الضغط على التدريج.



شكل ( ٤ - ٣ )



#### ٤- ٤- ١ قياس الضغط باستخدام أنبوبة بورءون

- يمكن استعمال أنبوبة بورءون لقياس ضغط مرتفع نسبيا ، و لنفرض أننا نريد قياس الضغط عند مءل و مخرج الضاعط في وحدة تكييف مركزي بسيطة فإننا نقوم بما يلي:
١. ركب أنبوبة بورءون عند مءل الضاعط و على خط السحب.
  ٢. ركب أنبوبة بورءون أخرى على مخرج الضاعط.
  ٣. شغل وحدة التكييف المركزي.
  ٤. قم بتسجيل قراءة الضغط عند مءل و مخرج الضاعط.
  ٥. نلاحظ أن الضغط عند مخرج الضاعط أكبر منه على مءل الضاعط.

## الفصل الثالث : المعاييرة بالحمل الميت

**الجدارة:** معرفة كيفية قياس الضغط و معايرته باستخدام المعاييرة بالحمل الميت.

**الأهداف:** عندما يكتمل هذا الفصل تكون لديك القدرة على معرفة كيفية قياس الضغط باستخدام المعاييرة بالحمل الميت.

**مستوى الأداء المطلوب:** أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪.

**الوقت المتوقع للتدريب:** ساعة واحدة.

**الوسائل المساعدة:** كتل معدنية مختلفة.

**متطلبات الجدارة:** معرفة ما سبق في جميع الحقائب السابقة.

## ٤- ٥ المعاييرة بالءمل الساكن ( الميى )

إن أكىر الطرق المباشرة لقياس الضغط هي بموازنته بواسطة أثقال معروفة الكيلة. فتوصل أسطوانة وكابس مساحتهما معروفة بحيز المائع بواسطة أنبوبة وبذلك يكون وجه الكابس جزءا من الحائط المحتوي على المائع.

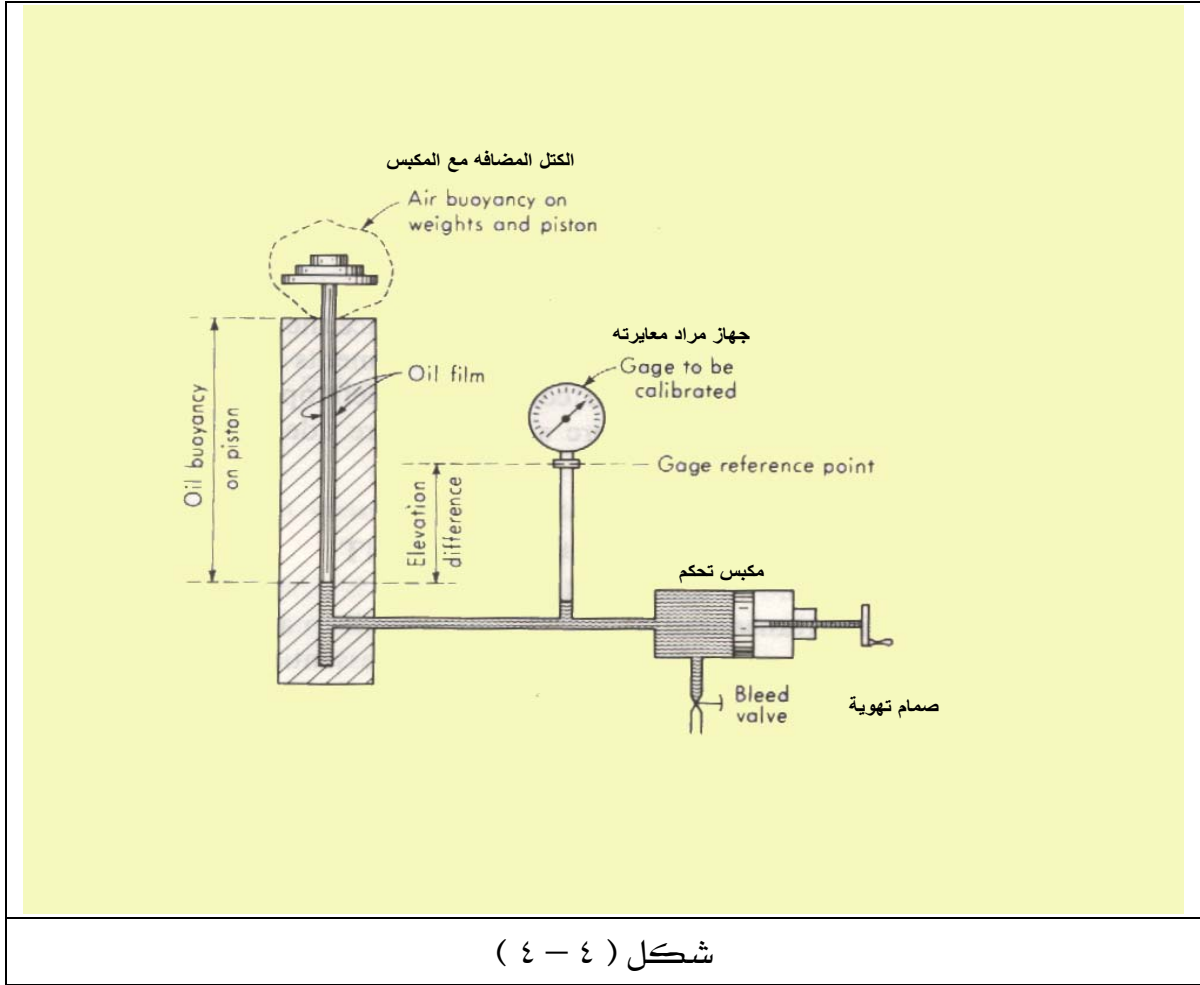
ويؤثر المائع بقوة في المكبس تساوي الضغط مضروباً في مساحة المكبس. فإذا كان المكبس رأسياً فإنه يمكن موازنة هذه القوة بواسطة أثقال توضع فوق المكبس. ويستعمل هذا الجهاز كـمقياس للضغط وكطريقة لمعايرة أجهزة الضغط الأخرى وكذلك كطريقة لقياس القوى المجهولة. وتكون قيمة الضغط المقاس بهذه الطريقة معرضاً لنوعين من الأخطاء وهما:

١ - الاحتكاك بين المكبس والأسطوانة أو اللباد المانع للتسرب.

٢ - عدم التأكد من المساحة.

ويسبب الاحتكاك خطأ في القياس لأنه ينقل القوة من المكبس مباشرة إلى الأسطوانة بدلاً من نقلها إلى المائع. ويمكن تقليل الاحتكاك بتوفير خلوص كاف، ويجعل سطح التوجيه طويلاً لمنع الالتصاق. وإذا أدير الكابس داخل الأسطوانة فإن الاحتكاك يحذف بدرجة فعالة. وتحدد قوة الاحتكاك الممكن وجودها بحاصل ضرب القوة العمودية في معامل الاحتكاك ويكون اتجاه قوة الاحتكاك مضاداً للحركة النسبية.

ونظراً لضرورة وجود خلوص قطري، فإن مساحة المكبس ستقل عن مساحة الأسطوانة وبذلك ينساب المائع خلال فراغ الخلوص وتعمل قوى القص اللزجة التي توجد في المائع داخل الخلوص على مساندة المكبس وتكون المساحة الفعالة عبارة عن القيمة المتوسطة لمساحتي كل من المكبس والأسطوانة.



#### ٤ - ٥ - ١ طريقة عمل المعايرة

١. يتم وضع كتل معلومة فوق المكبس فنجد إن المكبس الحامل للكتل قد هبط.
٢. نبدأ في تحريك ( تهوية مكبس التحكم ) ببطء حتى يبدأ حامل الكتل في الارتفاع في هذا الوقت يكون قد حدث هناك اتزان بين الضغط المقاس ومجموعة الكتل وأصبحت متساويين.
٣. يمكن معرفة الضغط الناتج من مجموعة الكتل على السائل على النحو التالي:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m \times g}{A}$$

حيث ( P ) هو الضغط، ( F ) هي القوة، ( A ) هي المساحة، ( m ) هي الكتلة، ( g ) هو تسارع الجاذبية.

وبما أن الكتلة المضافة معلومة ، وعجلة الجاذبية معلومة ومساحة المقطع للمكبس معلومة فيمكن حساب الضغط.

٤ . يستخدم هذا النوع لمعايرة خطوط تصل إلى ١٠٠ كيلو باسكال ويمكن استخدامه لتحديد أخطاء في جهاز معين مستخدم أو عمل تدريج لجهاز جديد.