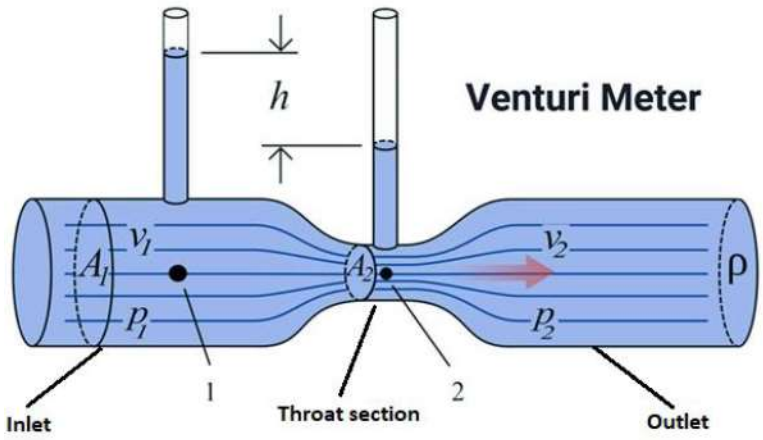
اسم التجربة : مقياس فنجوري Venturi Meter

الغرض من التجربة :استخراج قيمة معامل التصريف عملياً من مقياس فنجوري

مقدمة:

يعتبر مقياس فنجوري من المقاييس المهمة لاستخرج التصريف الفعلي للأنابيب، وذلك بوضع الجهاز في طريق السائل الجاري، وقياس معامل التصريف له بقياس هبوط الضغط عبره. يتألف جهاز فنجوري من مجرى يتقلل مقطعه تدريجياً إلى مقطع ضيق (Throat section) حيث تزداد سرعة الجريان ويقل الضغط، ومن ثم يتسع مقطعه مرة أخرى إلى مقطع الأنبوب الأصلي. وبما أن تغير الضغط يكون مصحوباً بتغير سرعة الجريان، إذ ينخفض الضغط بزيادة سرعة الجريان، يتم قياس مقدار هبوط الضغط في مقاطع مختلفة من جهاز فنجوري بواسطة بيزوميترات موزعة على مواقع مختلفة من الجهاز، ويتم من خلالها معرفة مقدار هبوط الضغط عن طريق قياس مستوى الماء في البيزومترات ويعمل هذا الجهاز على مبدأ نظرية برنولي ومعادلة الاستمرارية.



نظرية التجربة:

عند جريان سائل في مجرى فإنه يمتلك مقدار معين من الطاقة، والطاقة الكلية التي يحملها المائع الجاري تكون مساوية لمجموع الطاقات الثلاثة، والتي تشمل الطاقة الحركية والضغط والطاقة الكامنة

الموجودة في معادلة برنولي، والتي تبقى ثابتة على طول المجرى إذا لم يكن هناك ضياع(خسائر) أو إضافة(مضخة)للطاقة. يمكن التعبير عن الطاقة الكلية التي يمتلكها المائع بمعادلة برنولي:

$$\frac{p}{\gamma}+\frac{v^2}{2g}+z=H \qquad (1)$$

حسب هذه المعادلة فإن الطاقة الكلية التي يمتلكها المائع في مقطعين متساوي:

$$\frac{p_1}{\gamma}+\frac{v_1^2}{2g}+z_1=\frac{p_2}{\gamma}+\frac{v_2^2}{2g}+z_2 \qquad (2)$$

بما انه الانبوب افقي فان $Z_1 = Z_2$ فتكتب المعادلة بالصيغة التالية:

$$\frac{v_2^2-v_1^2}{2g}=\frac{p_1-p_2}{\gamma} \qquad (3)$$

من معادلة الاستمرارية:

$$Q=v_1A_1=v_2A_2 \qquad (4)$$

ويمكن الحصول على قيمة (V_1) من خلال المعادلة التالية،

$$v_1=\frac{A_2}{A_1}v_2 \qquad (5)$$

وبالتعويض عن معادلة (5) في معادلة رقم (3):

$$v_2^2\left(1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right)=2g\left(\frac{p_1-p_2}{\gamma}\right) \qquad (6)$$

من المعادلة أعاه فإن السرعة في المقطع الثاني يمكن استخراجها من:

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}}\sqrt{2g\left(\frac{p_1-p_2}{\gamma}\right)} \qquad (7)$$

عرفنا من تجربة برنولي أن $\left(\frac{p_1-p_2}{\gamma}\right)$ تمثل شحنة الضغط والذي يمكن قياسه بواسطة البيزومترات:

$$\frac{p_1-p_2}{\gamma} = h_1 - h_2 = \Delta h \qquad (8)$$

بالتعويض في معادلة 7 يمكننا استخراج مقدار السرعة في المقطع الثاني:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2g.\Delta h}{1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \qquad (9)$$

وبذلك يمكننا استخراج التصريف النظري من المعادلة:

$$Q_{th} = v_2 A_2 = A_2\sqrt{\frac{2g.\Delta h}{1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \qquad (10)$$

بينما يمثل $(Q_{act.})$ التصريف الحقيقي المقروء من الروتوميتر.

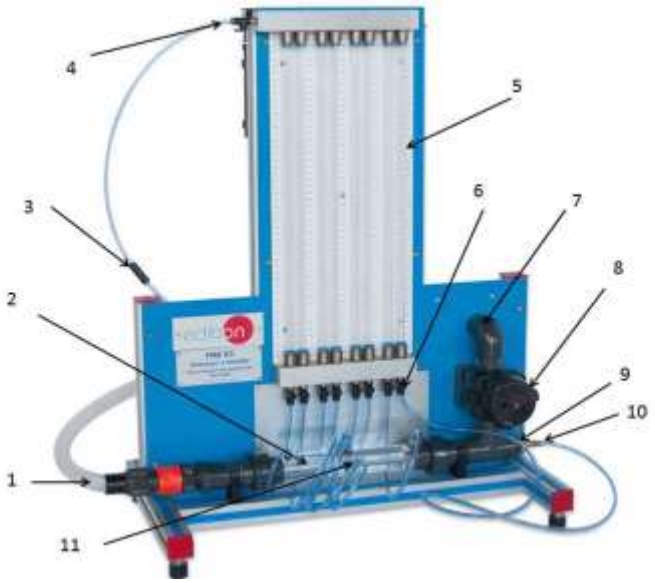
ويمكننا الآن استخراج معامل التصريف:

$$c_d = \frac{Q_{act.}}{Q_{th}} \qquad (11)$$

تتغير قيمة (c_d) من مقياس لآخر، وكذلك في المقياس نفسه بتغير سرعة المائع أو عدد رينولدز.

الجهاز المستخدم:

تستخدم في هذه التجربة المنصة الهيدروليكية Hydraulic Bench لتزويد الجهاز بمصدر الماء والجهاز عبارة أنبوب شفاف ذو مقطع دائري على شكل مخروطي مقطوع (أنبوب فنجوري) ومركب عليه ثمانية مانوميترات لقياس الضغط، المانوميتر الأخير الثامن (أنبوبة بيتوت) لقياس الضغط الكلي، يكون عمق هذا المجرى ثابت في حين يتغير مقطعه، حيث يضيق المقطع إلى أن يصل إلى حد معين ومن ثم يتسع مرة أخرى.



1. أنبوب إدخال لتزويد أنبوب فنجوري بالمياه.
2. أنبوب فنجوري أنبوب شفاف ذو مقطع دائري على شكل مقطوع مخروط مع سبع مانوميترات.
3. VA–1: صمام فحص لتصريف النظام.
4. V–1: صمام التنفيس ليسمح بخروج فقاعات الهواء من أنابيب المانومتر.
5. لوحة أنابيب المانومتر تحتوي على ثمانية أنابيب لقراءة الرؤوس المقابلة اللازمة لحساب الضغط.
6. V–2: صمامات لفتح/إغلاق أنابيب المانومتر يتم استخدامها لتصريف أنابيب المانومتر.
7. أنبوب مخرج للمياه في الدائرة.
8. VR–1: صمام التحكم في التدفق لتعديل معدلات التدفق للتجارب.

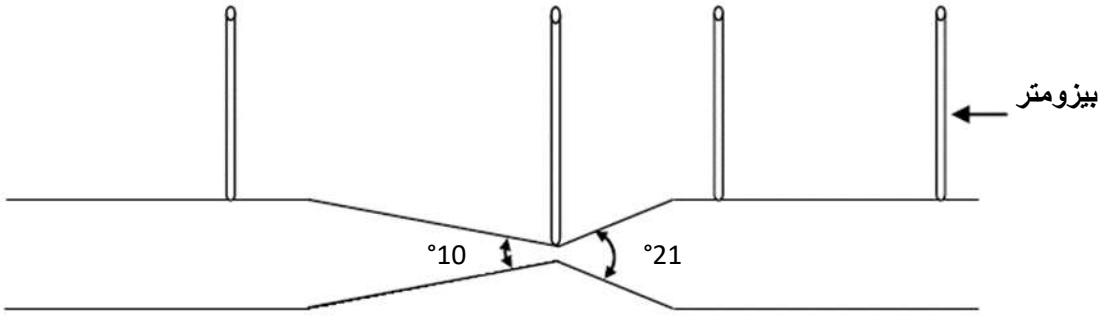
9. مقبض لضبط موضع أنبوب البيتوت في نقرات الضغط.

10. مسبار أنبوب بيتوت متصل بأنبوب المانومتر.

11. نقطة الاتصال لحساب ضغط أنابيب المانومترفي هذه النقطة.

المواصفات:

1. نطاق المانومتر: 0 – 470 ملم من الماء.
2. عدد أنابيب المانومتر: 8.
3. قطر الانبوب عند المنبع: 25 ملم.
4. الزاوية = 10
5. القطر الأصغر = 10 ملم
6. الزاوية = 21
7. القطر الأكبر = 25 ملم
8. طول الأنبوب المستقيم = 84.5 ملم
9. طول المخروط = 85.7 ملم



أنبوب فنجوري

طريقة العمل:

1. يوضع الجهاز بشكل أفقي على المنصة،ويتم ربط الانابيب وتشغل المضخة.
2. حدد التثريف الحقيقي للمضخة Q_{act}
3. يتم التخلل من الفقاعات المتولدة عن طريق فتح صمام التجهيز وصمام السيطرة، ويُسمح للماء بالمرور لبضع ثواني، ثم يُغلق صمام السيطرة حيث يبدأ الماء بالارتفاع تدريجياً خال مقياس الضغط طارداً الهواء منها
4. املأ جميع أنابيب المانومتر.
5. ضع أنبوبة البيتوت في الضغط الأول باستخدام العجلة للتحرك أنبوب بيتوت. انتظر حتى يصبح رأس أنبوب بيتوت مانومتر مستقر، قد تستغرق هذه العملية 5–7 دقائق.
6. عندما يكون رأس أنابيب المانومتر مستقرًا، حدد الرأس الفرق (ملم) بين أنبوب المانومتر يمكن تسجيل رأس التثبيت على الضغط (h_i)

باعتبار انه:

– الضغط الساكن (mm.w.c) وهو الضغط المتحصل عليه من السبعة أنابيب المانومتر موضوعة من اليسار إلى اليمين، "h_i".

7. كرر الخطوات من 3 إلى 6 بمعدلات تدفق مختلفة.

البيانات:

الموقع: يشير إلى المكان الذي يراد قياس الضغط فيه على طول أنبوب الفنتوري.

h_i: رأس أنبوب المانومتر الذي يتوافق مع الأقسام المختلفة للأنبوب فنتوري (يمثل الحرف :"i"،6–1)

الحسابات:

1. نحدد التصريف الحقيقي $Q_{act.}$
2. حساب السرعة من خلال المعادلة

$$v_2 = \sqrt{\frac{2g.\Delta h}{1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}}$$

3. حساب التصريف النظري Q_{th} من خلال معادلة التصريف(مساحة المقطع معلومة)

$$Q_{th} = v_2 A_2$$

4. حساب معامل التصريف (C_d)

$$c_d = \frac{Q_{act.}}{Q_{th}}$$

المطلوب:

1. يُعمل جدول كالآتي:

No.	h_1 (mm)	h_2 (mm)	$Q_{act.}$ (l/min)	Δh (m)	V_2 (m/sec)	$Q_{th.}$ (m^3/sec)	cd

2. رسم مخططين يمثلان:

أ. العلاقة بين ($Q_{act.}$) (المحور الصادي) و ($Q_{th.}$) (المحور السيني).

ب. والعلاقة بين (cd) (المحور الصادي) و (v_2) (المحور السيني).

3. مناقشة النتائج.