ســـريان المـوائــع

ويقصد بالموائع المواد القابلة للانضغاط مثل الغازات والمواد الغير قابلة للانضغاط مثل السوائل. وفى كلا الحالتين يتحكم فى السريان القوانين الأساسية الآتية:

1- قانون ثبوت الكتلة Conservation of Mass

2- قانون ثبوت الطاقة Conservation of Energy

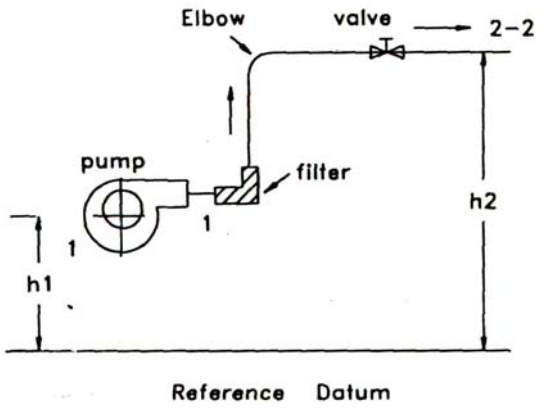
3- قوانين نيوتن للحركة وهى:

أ – كل جسم يستمر فى حالة سكون أو فى حالة حركة منتظمة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته.

ب- معدل تغير دفع المادة Momentum يتناسب مباشرة مع القوة المسببة لدفعه وفى نفس اتجاهها.

جـ- لكل فعل رد فعل مساو له فى القوة ومعاكس فى الاتجاه.

فإذا افترضنا أن هناك مجموعة هيدروليكية مكونة من مضخة ومرشح وصمام ، وكوع Elbow وماسورة توصيل كما هو مبين بالشكل (٤-١).



شكل (٤-١) رسم تخطيطى للمجموعة الهيدروليكية.

واعتبرنا أن حدود هذه المجموعة هى النقطتين ١ ، ٢ فإذا كان معدل سريان السائل فى هذه الحالة ثابتاً ولا يتغير نتيجة لتخزين جزء منه فى المجموعة فإنه يمكن وصف المجموعة رياضياً كما يأتى:

$$M = p_1A_1V_1 = p_2A_2V_2 = \ldots\ldots\ldots\ldots = p_nA_nV_n \qquad (4\text{-}1)$$

حيث أن :

A = مساحة مقطع السريان.

V = سرعة السريان.

p = كثافة السائل.

M = معدل كتلة سريان السائل.

وتسمى هذه العلاقة بالمعادلة الاستمرارية للكتلة Continuity equation

وإذا طبقنا على هذه المجموعة قانون ثبوت الطاقة مع اعتبار السائل عند درجة حرارة ثابتة فإن طاقة الرفع وطاقة الشغل المضافة من المضخة بعد تنزيل طاقة الاحتكاك الناتجة عن السريان ، ويمكن تمثيلها رياضياً كالآتى مع اعتبار وحدة واحدة من كتلة السائل:

$$h_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} + W - F = h_2 + \frac{P_2}{r} + \frac{V_2^2}{2g} \qquad (4\text{-}2)$$

حيث أن:

W = الشغل المضاف إلى المضخة.

F = طاقة الاحتكاك المفقودة فى المواسير والمرشحات والكيعان والصمامات...

وتسمى هذه العلاقة بمعادلة برنولى Bernoulli Equation

وطاقة الاحتكاك F تعتمد على عدة عوامل أهمها:

1- نوع السريان.

2- حجم وشكل مقطع السريان.

3- مدى خشونة أو نعومة سطح السريان الداخلى.

4- سرعة السريان.

ويمكن حساب قيمة F باستخدام معادلة دارسى Darcy Equation

$$F = f_C \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \qquad (4\text{-}3)$$

حيث أن:

f_C = معامل الاحتكاك (غير مميز)

L = طول مجرى السريان.

D = قطر مجرى السريان.

V = سرعة السريان.

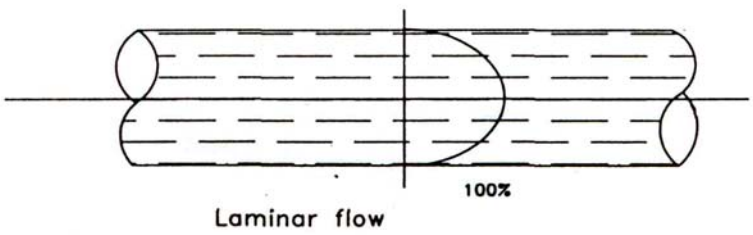
g = عجلة الجاذبية الأرضية.

يمكن حساب معامل الاحتكاك f_C بمعرفة نوع السريان ودرجة خشونة أو نعومة مجرى السريان (جدول ٤-١).

أنــواع الســريان :

١- السريان الطبقى أو الانسيابى أو المتوازى

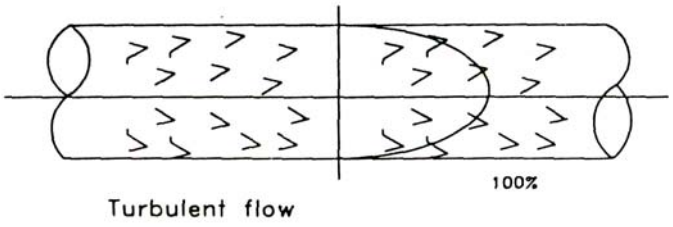
Streamlined or Laminar Flow



شكل (٢-٤) سريان طبقى متوازى.

ويتميز بأن المائع يتحرك ببطئ فى شرائح موازية لبعضها بدون أى تداخل بينها. وتكون كل شريحة من المائع سرعتها ثابتة وهذا لا يعنى أن كل الشرائح تتحرك بنفس السرعة (شكل ٤-٢).

٢- السريان الدوامى المضطرب Turbulent or Eddy Flow



شكل (٣-٤) سريان دوامى مضطرب.

وفى هذا النوع من السريان يتحرك المائع بسرعات مرتفعة ولا يمكن تحديد طبقات متوازية للمائع لأنها تكون متداخلة مع بعضها وفى حركة مضطربة ودوامية شكل (٤-٣).

فإذا افترضنا أنه يوجد لدينا مائع يتحرك داخل مجرى اسطوانى (ماسورة مثلاً) فإننا نلاحظ أن طبقة المائع الملاصقة لجدار الماسورة تكون فى حالة سكون أى سرعتها تساوى صفراً وأن سرعة الطبقات الأخرى تزداد إلى أن تصل عند المحور إلى أعلى قيمة لها. وهذا ينطبق على السريان سواء كان متوازياً أو مضطرباً.

وإذا زادت سرعة السريان المتوازى داخل مجرى السريان فإننا نلاحظ أنه توجد مرحلة يبدأ عندها السريان فى الاضطراب وتتداخل طبقات السائل تدريجياً إلى أن تصل إلى حالة الاطراب الكامل. وتسمى هذه المرحلة بمرحلة الانتقال Transition Region وتسمى السرعة التى تبدأ عندها هذه المرحلة بالسرعة الحرجة Critical velovity . وقد وجد العالم الانجليزى رينولدز Reynolds أن هذه السرعة تعتمد على أربعة عوامل حددها فى علاقة رياضية كما يأتى:

$$\text{Reynolds Modulus} = \frac{\rho VD}{\mu} \qquad (4\text{-}4)$$

حيث أن :

V = السرعة المتوسطة للسريان.

D = قطر مجرى السريان.

p = كثافة المائع.

μ = لزوجة المائع.

وإنه من المهم جداً ملاحظة أن معامل رينولدز غير مميز ويجب مراعاة ذلك عند اختيار الوحدات المتناظرة لمكونات هذا المعامل وقد وجد أن قيمة معامل رينولدز إذا

كانـت أقـل مـن ٢١٠٠ يكـون السـريان متـوازى وإذا زادت عـن ٤٠٠٠ يكـون السـريان مضطرب ودوامى.

وفى حالة إذا كان مجرى السريان غير اسطوانى فيستخدم القطر الهيدروليكى فى معامل رينولدز وهو يساوى:

$$\text{Hydraulic Diameter} = \frac{4 \times \text{Cross Sectional Area of Flow Conduit}}{\text{Wetted Perimeter}} \quad (4\text{-}5)$$