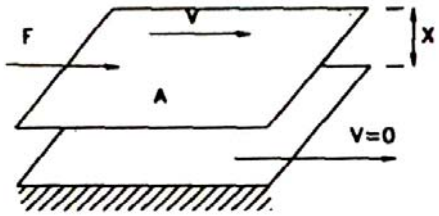
اللزوجـــة Viscosity

وهى مقياس لمدى احتكاك طبقات الموائع مع بعضها أى أنها تعبر عن مدى مقاومة الموائع لإجهادات حركتها.



شكل (٤-٤) انزلاق طبقات السائل.

فإذا افترضنا أنه توجد لدينا طبقتان من مائع ما تفصلهما مسافة X ومساحة سطح كل طبقة A وأن الطبقة السفلى فى حالة سكون والعليا تتحرك بسرعة V (أى أن السرعة النسبية للطبقة العليا عن السفلى هى V) فقد وجد من الدراسات المعملية أنه إذا أثرت قوة F على الطبقة العليا وتسببت فى حركتها بسرعة V فإن هذه القوة تتناسب تناسباً مباشراً مع السرعة ومساحة سطح الطبقة وعكسياً مع المسافة بين الطبقتين شكل (٤-٤).

ويمكن التعبير عن ذلك رياضياً كما يلى:

$$F = \frac{\mu V}{X}.A \qquad (4\text{-}6)$$

حيث أن :

F = القوة المؤثرة	رطل قوة	أو جم قوة (الداين)	أو نيوتن
V = السرعة	قدم/ث	أو سم/ث	أو متر/ث
X = المسافة	قدم	أو سم	أو متر
A = مساحة سطح الطبقة	قدم مربع	أو سم مربع	أو متر مربع

μ = معامل اللزوجة Coefficient of Viscosity

وتكون وحدات اللزوجة $\frac{Lb_f.\sec.}{ft^2}$ بالوحدات الانجليزية

أو $\frac{gm_f.\sec.}{cm^2}$ بالوحدات المترية أو $\frac{N.\sec.}{m^2}$ بوحدات النظام الدولى.

ويمكن التعبير عن اللزوجة بوحدات الكتلة وذلك باستخدام معامل التحويل (g_c) ٣٢,٢ رطل. كتلة. قدم / رطل. قوة. ث^2 بالوحدات الانجليزية أو ٩٨٠ جرام.كتلة.سم/جرام.قوة.ث^2 بالوحدات المترية.

وعادة ما يعبر عنها بوحدات البواز Poise أو السنتيبواز Cp.

$$\text{Poise} = \frac{Dyne.s}{cm^2} \text{ or } \frac{g}{cm.s} \text{ or } \frac{kg}{m.s}$$

حساب معامل الاحتكاك:

يمكن حساب معامل الاحتكاك (f_c) فى نظام السريان المتوازى المستقر من المعادلة الآتية:

$$2100 > \text{Re} > \text{zero}\ ,\ f_c = \frac{64}{\text{Re}} \qquad (4\text{-}7)$$

وفى حالة السريان الدوامى المضطرب يمكن حسابه من:

$$\text{Re} > 4000\ ,\ f_c = 0.316\ \text{Re}^{-0.25} \qquad (4\text{-}8)$$

ومن المتعارف عليه عملياً أن الفقد الناتج عن احتكاك المائع أثناء سريانه فى مجارى السريان ووصلاتها (مواسير – محابس – كيعان...) فإنه يمكن التعبير عن الفقد بإحدى الطريقتين:

1- كنسبة معينة من الطاقة الحركية أى أن:

$$C_S \times \frac{V^2}{2g}$$

2- كطول إضافى لطول مجرى السريان يعادل:

٤٠ إلى ٦٠ × C_y × قطر مجرى السريان

حيث C_s ، C_y نسب معينة يمكن الحصول عليها من جداول خاصة.

جدول (١-٤) يبين القيم المختلفة لمعامل الاحتكاك داخل الوصلات فى المواسير.

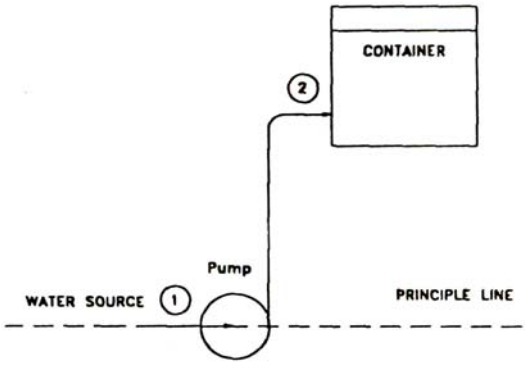
نوع الوصلة		Cy معامل الطول الإضافى	Cs معامل طاقة الحركة
كوع ٤٥°		١٥	٠,٣
كوع ٩٠° قياس		٣٢	٠,٧٤
كوع ٩٠° متوسط		٢٦	٠,٦
كوع ٩٠° طويل		٢٠	٠,٤٦
كوع ٩٠° مربع		٦٠	١,٣٠
وصلة حرف Tee	اتجاه واحد	٦٠	١,٣٠
	اتجاهين	٩٠	١,٩٠
محبس سكينة كامل الفتح		٧	٠,١٣
محبس كروى كامل الفتح		٣٠٠	٦,٠٠
محبس زاوية كامل الفتح		١٧٠	٣,٠٠
تخفيض فجائى فى قطر ماسورة D_1/D_2	٠,١		٠,٣٦٢
	٠,٣		٠,٣٠٨
	٠,٥		٠,٢٢١
	٠,٧		٠,١٠٥
	٠,٩		٠,١٠٥

المصدر: Handerson and Perry (1976)

مثال (١):

خزان للمياه يوجد على ارتفاع ٣ متر من مصدر للمياه إذا كانت ماسورة توصيل المياه إلى الخزان قطرها الداخلى ١٥ سم ومعدل سريان المياه ٢٠٠٠ لتر فى الدقيقة. احسب القدرة بالحصان اللازمة لرفع هذه الكمية من المياه مع إهمال أى فقد فى الطاقة.

الحل



$$2000 \text{ Lit/min} = \frac{2000 \times 1000}{(100)^2} = 2 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Cross – Sectional area} = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$= \frac{\pi}{4}\left(\frac{15}{100}\right)^2 = 0.0177 m^2$$

سرعة السائل عند مخرج الماسورة (V)

$$V = \frac{2}{0.0177} = 113 \text{ m/min}$$

وبتطبيق معادلة برنولى وإهمال فقد الاحتكاك وتغيير الاتجاه والفقد فى أى وصلات على الخط مع أخذ مصدر المياه كخط أساس.

$$\therefore W = h + \frac{V^2}{2g}$$