المحاضرة الرابعة

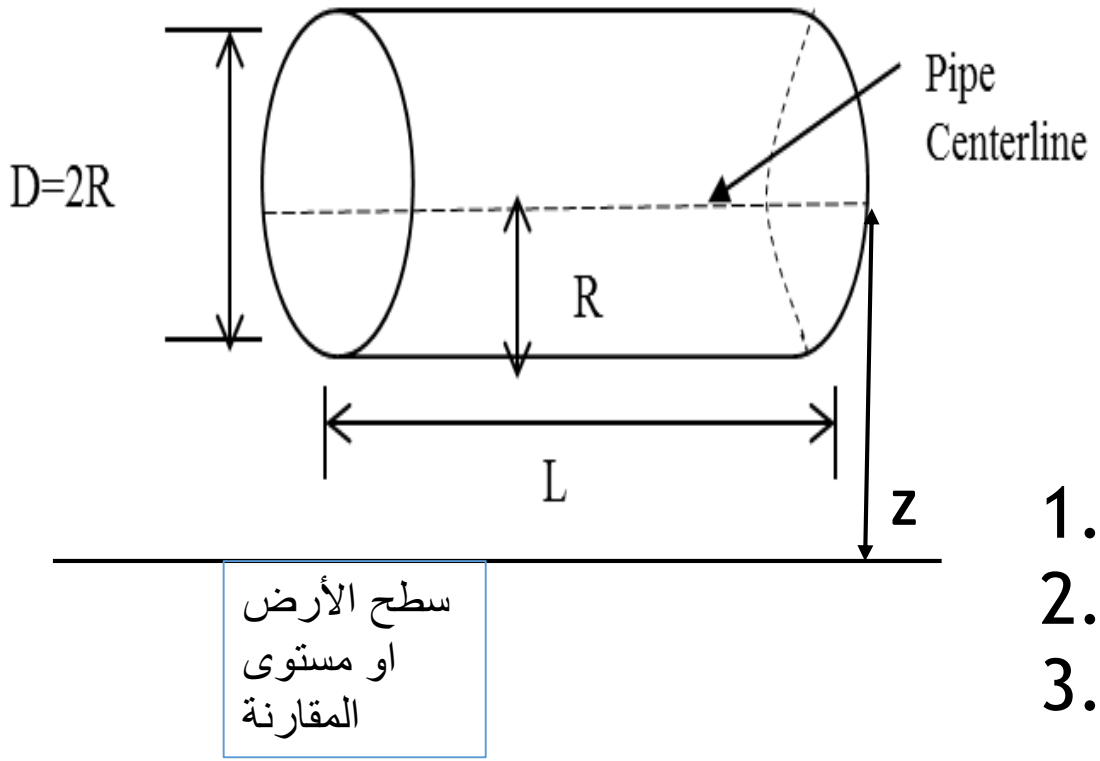
تقانات أنظمة الري

قسم علوم التربة والموارد المائية

أستاذ المادة

أ.د : داخل راضي نديوي م. د: يحيى جهاد شبيب

القوى المؤثرة بحركة المائع في الانابيب

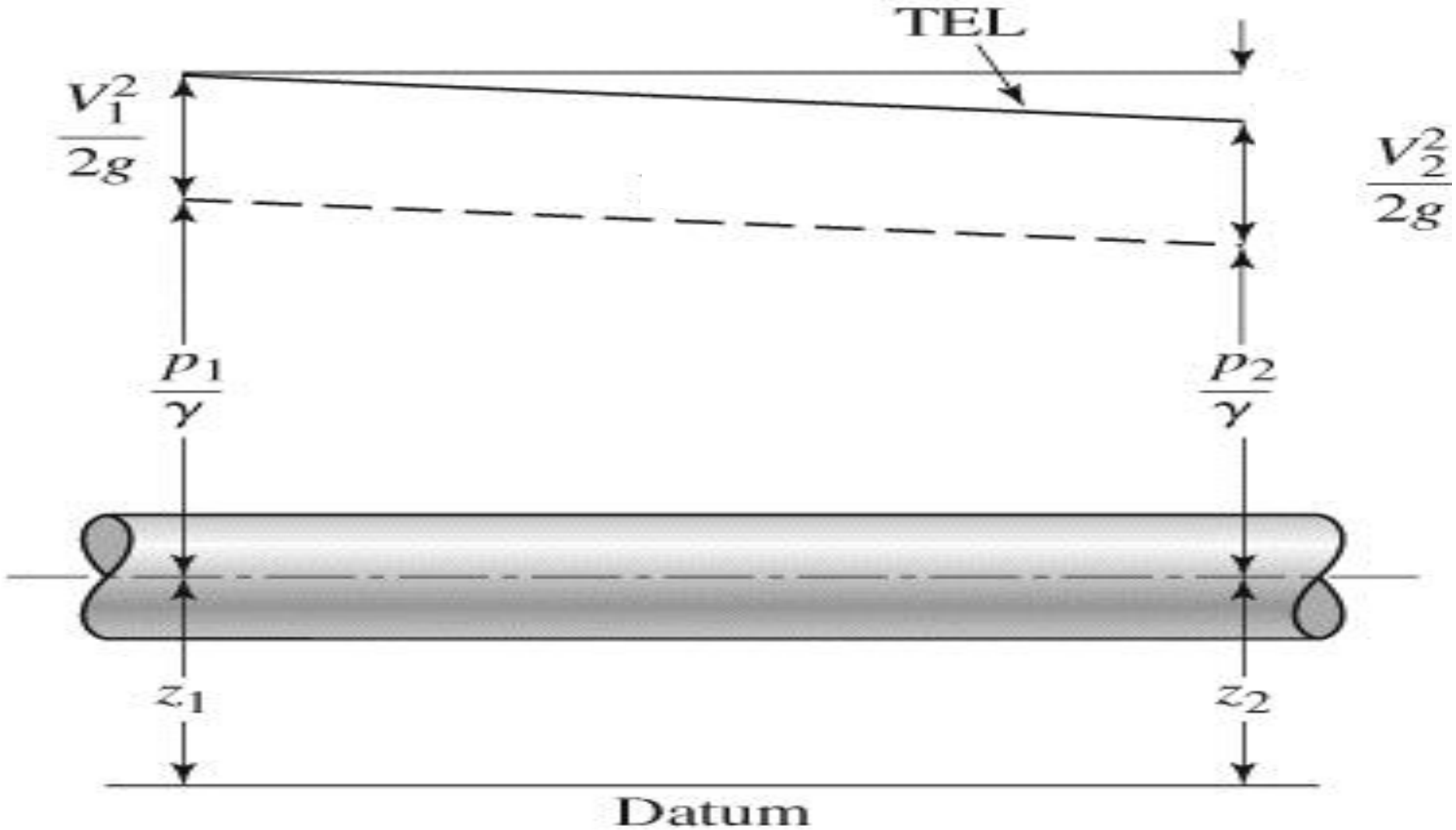


$$H = \frac{P}{\rho g} + z + \frac{V^2}{2g}$$

هنالك ثلاثة قوى رئيسية تتحكم في حركة المائع في الانبوب وتشكل بمجموعها ما يعرف (خط الطاقة الكلية)

1. the pressure head ($P/\rho g$).
2. elevation head (z).
3. velocity head ($V^2/2g$)

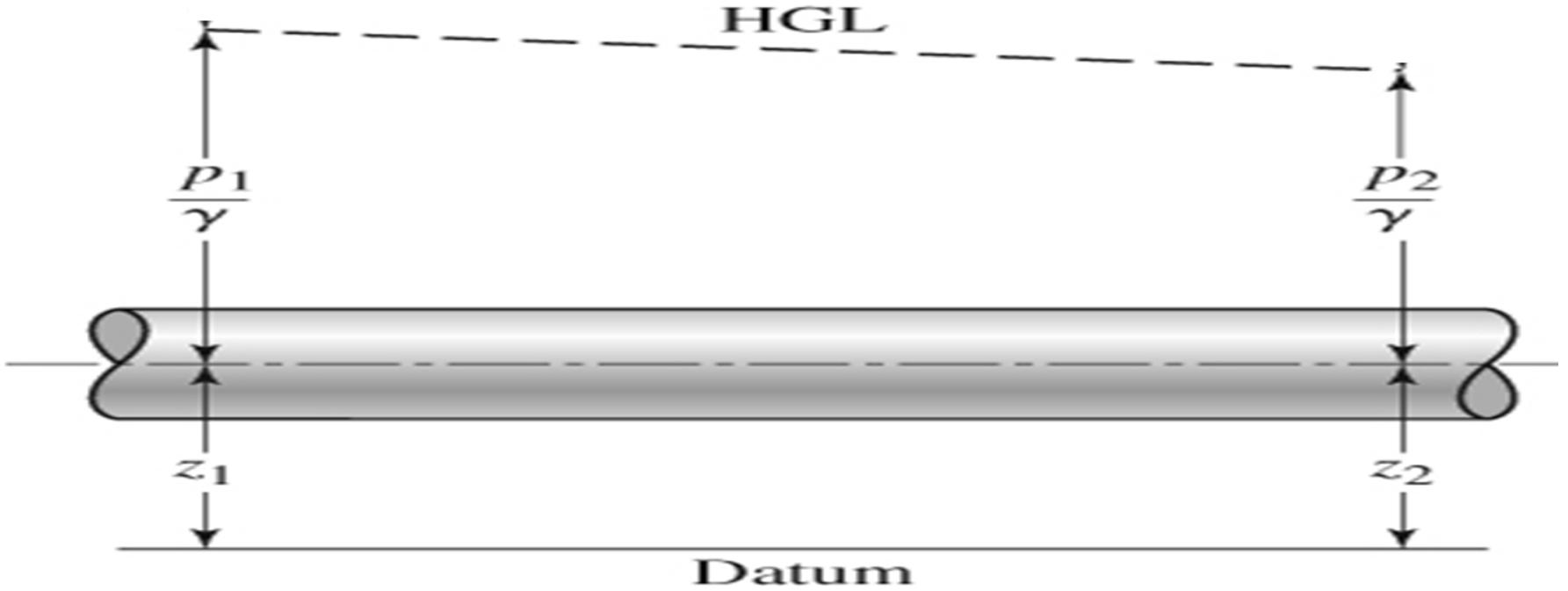
The sum of all these components is known as the total head line (TEL).
TEL: Total energy line

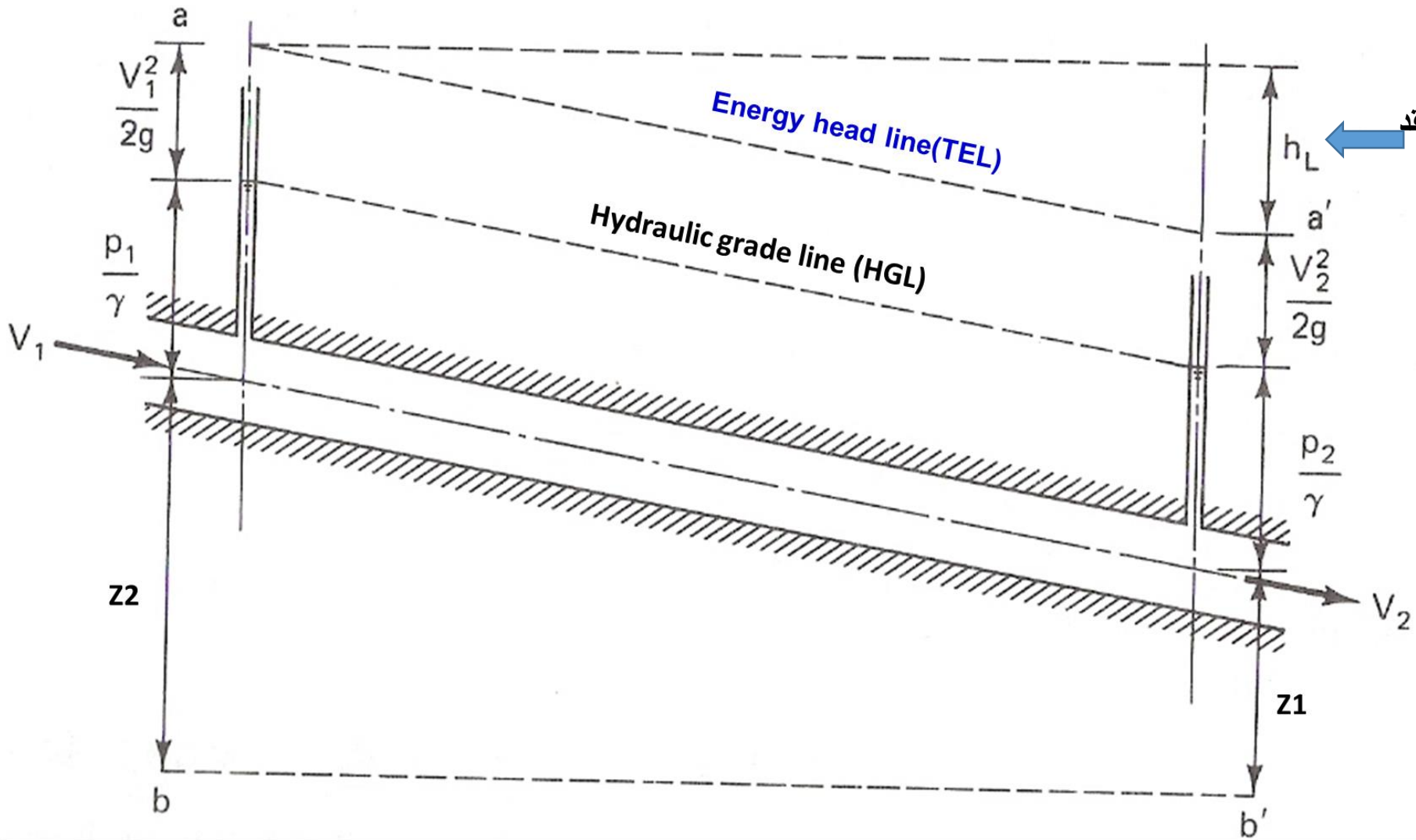

TEL
$\frac{V_1^2}{2g}$
$\frac{V_2^2}{2g}$
$\frac{P_1}{\gamma}$
$\frac{P_2}{\gamma}$
z_1
z_2
Datum

أي ان خط الطاقة الكلي يمثل مجموع الطاقات الثلاثة المؤثرة في حركة المائع اما

The sum of the elevation head and pressure head yields the hydraulic grade line (HGL).

الخط الثاني للطاقة يمثل التدرج بالطاقة ويمثل طاقة الضغط وطاقة الموقع فقط





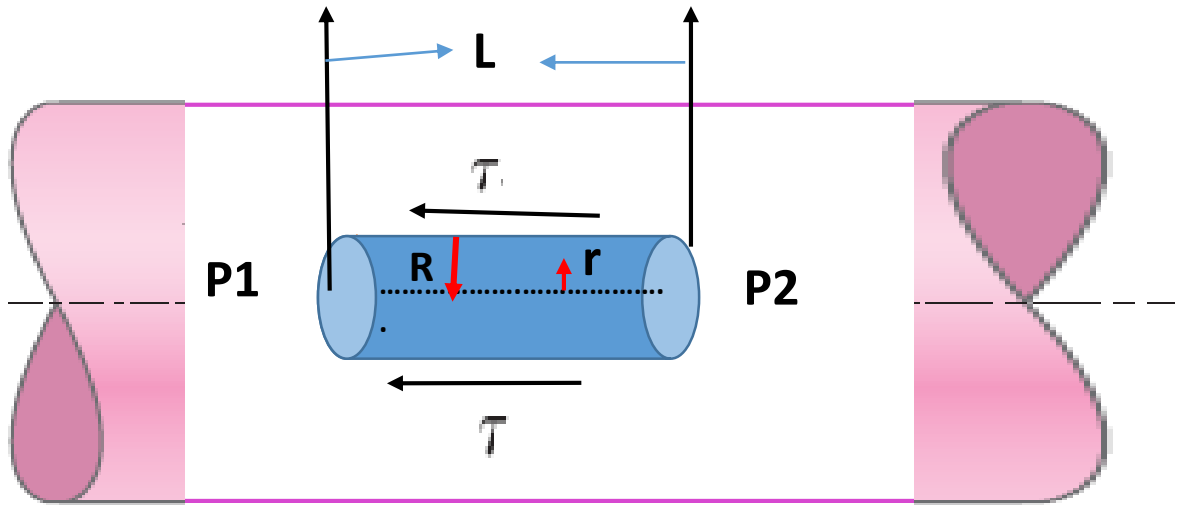
يمثل (hL) مقدار الفقد بالطاقة نتيجة الاحتكاك وعوامل أخرى وهو حسابيا يمثل الفرق بين خط الطاقة الكلي وخط الانحدار بالطاقة

الفقد بشحنة الضغط نتيجة الاحتكاك في الانابيب (معادلة دارسي)
head loss in pipe darcy formula

تطبق معادلة دارسي لكل من الجريان الاضطرابي والطباقي وعلى أي شكل لمساحة المقطع.
ولنفرض اننا اخذنا جريان منتظم في أنبوب سرعته (v) وطول الانبوب (L) ومساحة المقطع (A) كما في الشكل :

في حالة الجريان المستقر فان مجموع القوى المؤثرة لأية شريحة من المائع يجب ان تساوي صفر

$$\sum f = m * a = 0$$



$$\tau = \frac{(P_1 - P_2)r}{2L} \ldots . (1)$$

حيث (r) نصف قطر الانبوب الصغير و(P1,P2) الضغط الكلي و(L) طول الانبوب وهذه المعادلة هي معادلة توزيع الجهد عند الانبوب الصغير اما عند جدار الانبوب تصبح المعادلة (τ_o)

$$\tau_o = \frac{(P_1 - P_2)R}{2L} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

(R) نصف القطر الانبوب الكلي

وبتطبيق معادلة برنولي المحورة بين المعادلة 1 و2 لمائع حقيقي نحصل على ما يسمى Head losses الفاقد بالضغط

$$h_L = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} \dots\dots\dots (3)$$

و(γ) كاما تمثل الوزن النوعي بوحدة N/m^3

ويمكن كتابة المعادلة كالاتي $P_1 - P_2 = h_L * \gamma$

ومن معادلة 2 فان $\tau_O * 2L = (P_1 - P_2)R$.....

وبالتعويض بين المعادلة 3 و 2 نحصل على $\tau_O * 2L = h_L * \gamma * R$

ونحصل على الفقد بالضغط $h_l = \tau_O \frac{2L}{\gamma R} \dots\dots\dots\dots (4)$

اما بالنسبة للأنابيب ذات السطوح الملساء فان جهد القص للمائع على الجدار يعتمد على عدة خواص منها الكثافة $(\boldsymbol{\rho})$ واللزوجة $(\boldsymbol{\mu})$ والسرعة $(\boldsymbol{V})$.
ووجد انه عند اجراء التحليل اللابعدي نحصل على معادلة عامة لجهد القص في الانابيب وهي

$$\tau_o = k\frac{\rho V^2}{2}\left(\frac{\rho V d}{\mu}\right)^{Re} \quad \text{.....(5)}$$

لتصبح المعادلة النهائية كالاتي

$$\tau_o = k\frac{\rho V^2}{2}R_e \ldots\ldots(7)$$

حيث (k) هي ثابت وعند التعويض عن (τ_o) في معادلة (4) نحصل على

$$h_L = k\frac{\rho V^2}{2}R_e\frac{2L}{\gamma R}$$

وباعادة ترتيب المعادلة تصبح

$$h_L = kR_e \frac{L}{R} \cdot \frac{V^2}{g} \ldots\ldots (8)$$

واما الصيغة النهائية لمعادلة دارسي – وايزباخ لفواقد الاحتكاك فهي

$$h_L = f \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \ldots\ldots\ldots (9)$$

حيث $f = 2kR_e$ ويسمى معامل الاحتكاك لدراسي

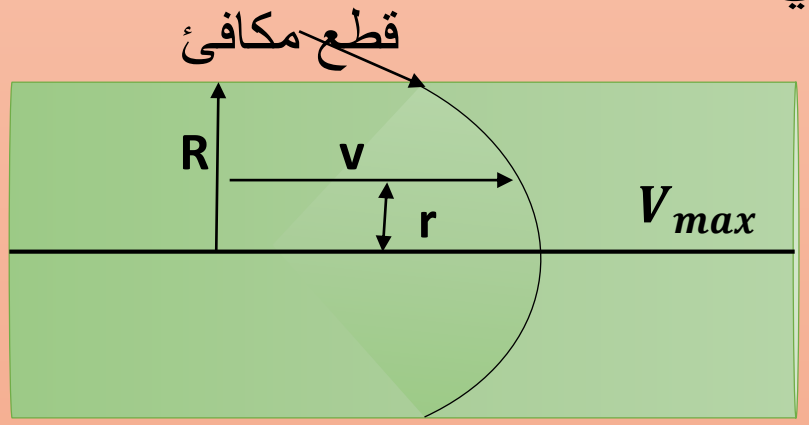
ولو ربطنا المعدلات 4 و9 نحصل على المعادلة للحصول على مايسمى سرعة الاحتكاك

$$\sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = v\sqrt{\frac{f}{8}}$$

سرعة الاحتكاك(V^O) تعطى وفق المعادلة الاتية

$$V^O = v\sqrt{\frac{f}{8}}$$

توزيع السرعة في أنبوب في حالة الجريان الطباقي



عندما r = صفر فان Vmax=v

تمثل معادلة القطع المكافئ معادلة منحنى توزيع السرعة في أنبوب في حالة الجريان الطباقي.كما في الشكل أعلاه وهي

$$v = V_{max}(1 - \frac{r^2}{R^2})$$

ولايجاد متوسط سرعة الجريان حيث

$$V = \frac{V_{max}}{2}$$

V متوسط سرعة الجريان وتساوي نصف السرعة القصوى

وان معادلة توزيع منحنى متوسط السرعة تكون

$$V = \frac{P_1 - P_2}{4\mu L} R^2$$

ومن هذه المعادلة والمعادلة 4 نحصل على معامل الاحتكاك وهو

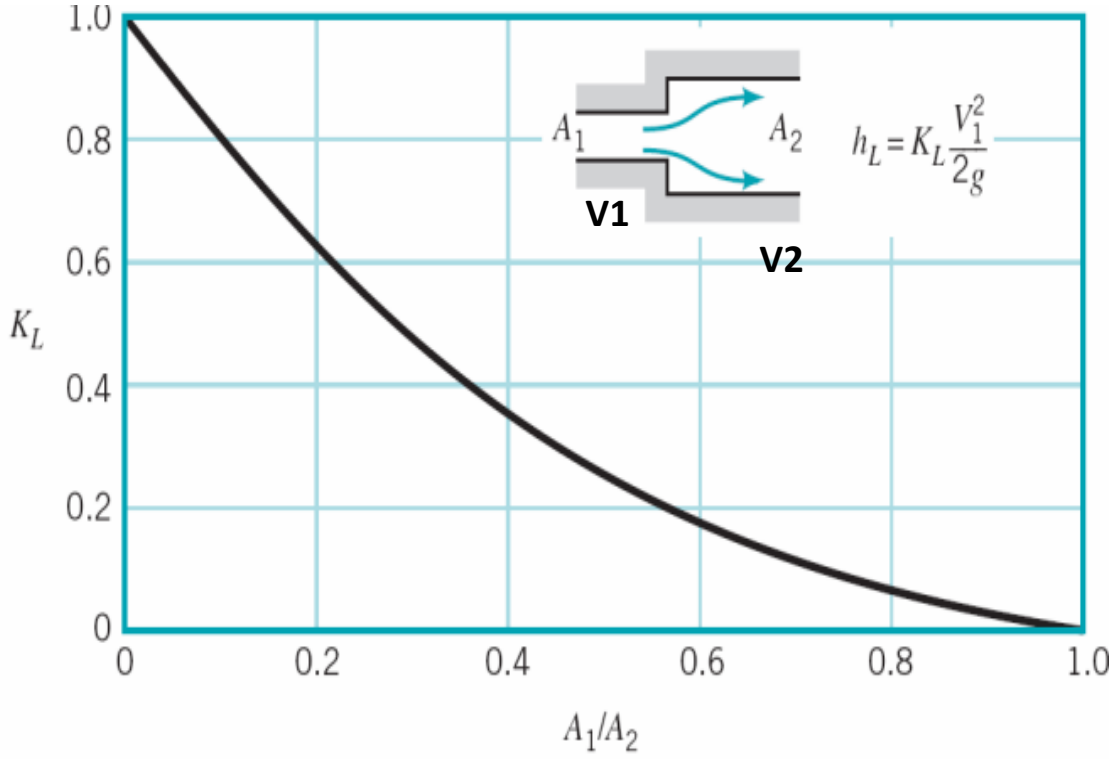
$$f = \frac{64}{\frac{\rho v d}{\mu}} = \frac{64}{R_e}$$

أي ان معامل الاحتكاك في حالة الجريان الطباقي يعتمد على رقم رينولد.

الخسائر الثانوية Minor losses

يحصل في أي جريان في الانابيب خسائر ثانوية بالطاقة تنتج عن التفرعات والصمامات وكل ملحقات الانابيب فضلا عن خسائر الاحتكاك وهي كما يلي:

1. الخسائر بسبب التوسع المفاجئ للأنابيب وتحسب

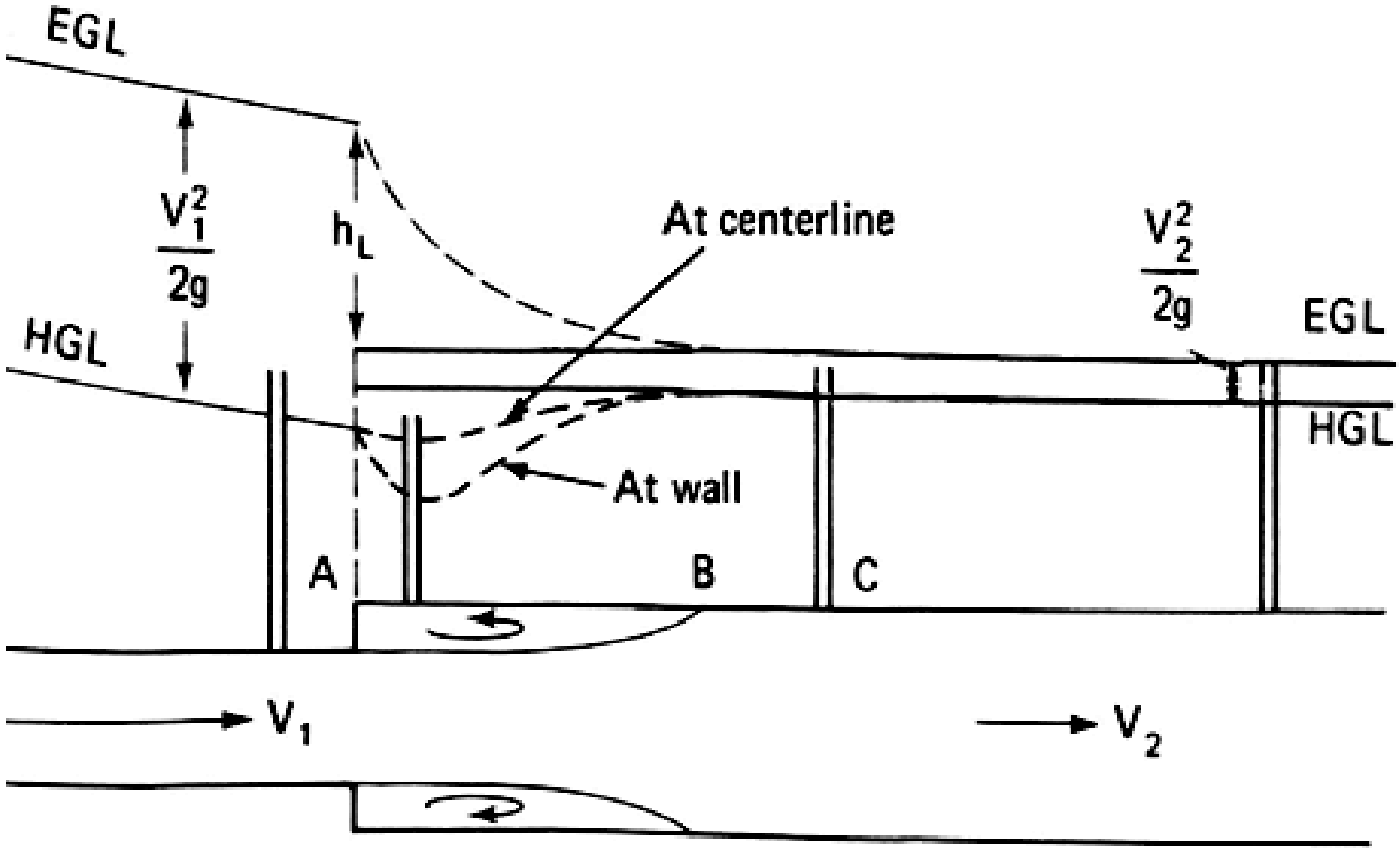


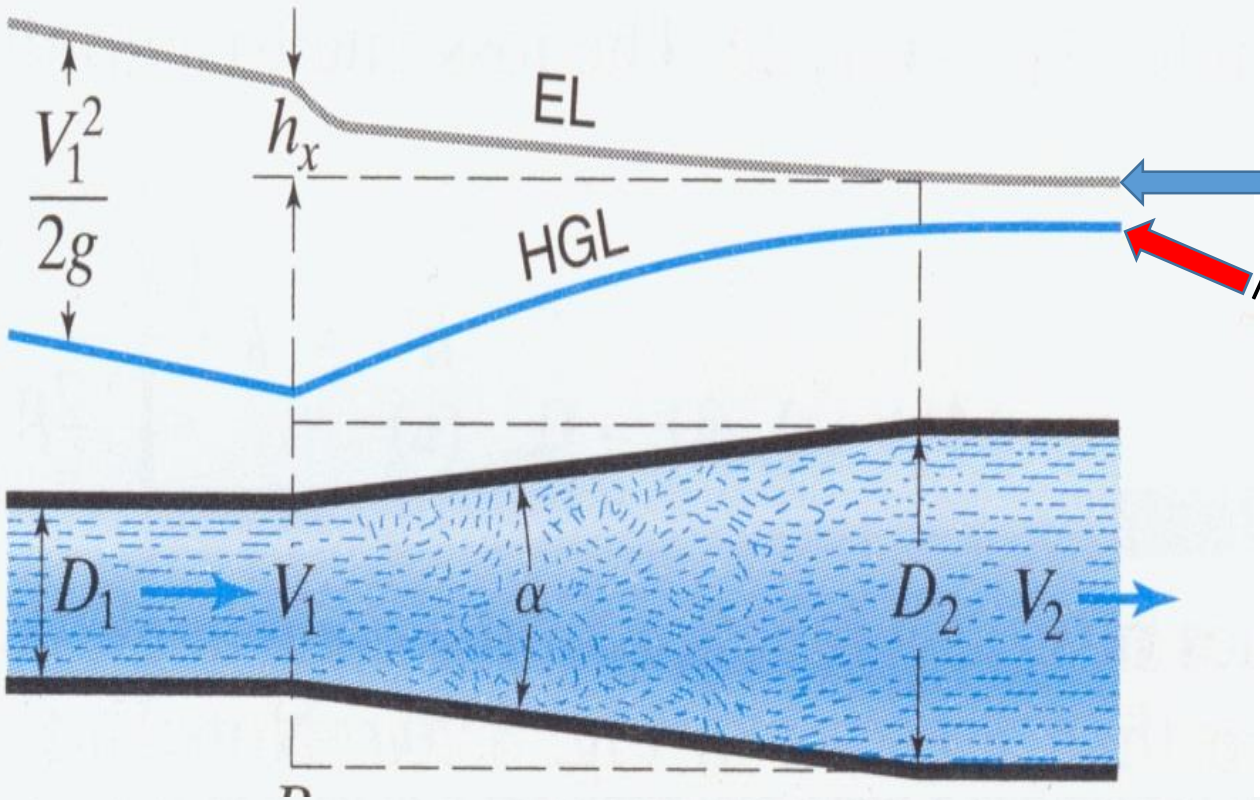
$$h_L = k_L \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

$$K_L = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$$

(h_L) الخسائر الكلية بسبب التوسع

(k_L) معامل الخسارة بالطاقة


EGL
$\frac{V_1^2}{2g}$
h_L
At centerline
$\frac{V_2^2}{2g}$
EGL
HGL
HGL
At wall
A
B
C
V_1
V_2

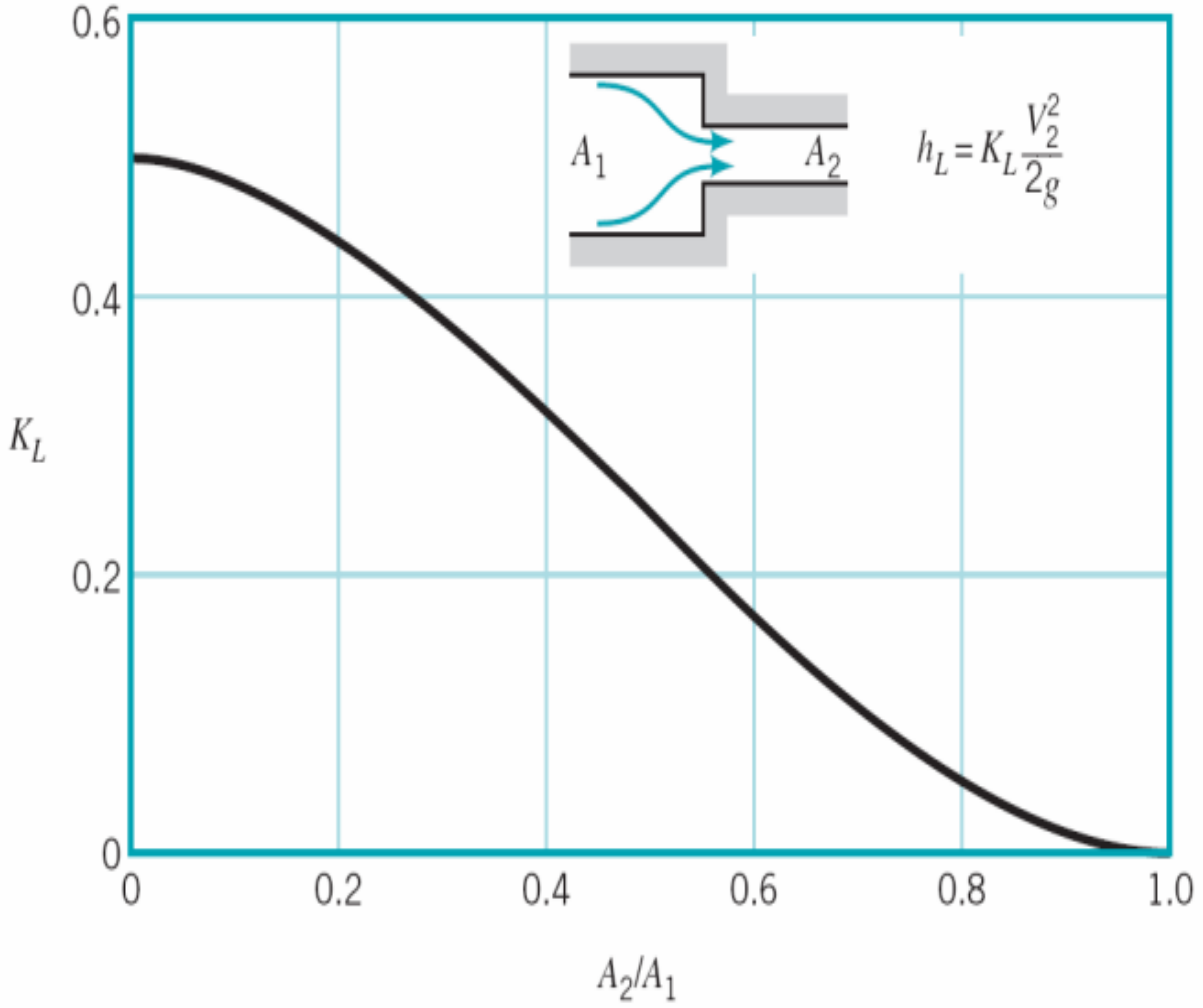


Energy line خط الطاقة

Hydraulic grade line خط الانحدار الهايدروليكي

TABLE 8.2 Loss coefficients for sudden contraction

D_2/D_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
k_c	0.50	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.28	0.22	0.15	0.06	0.00

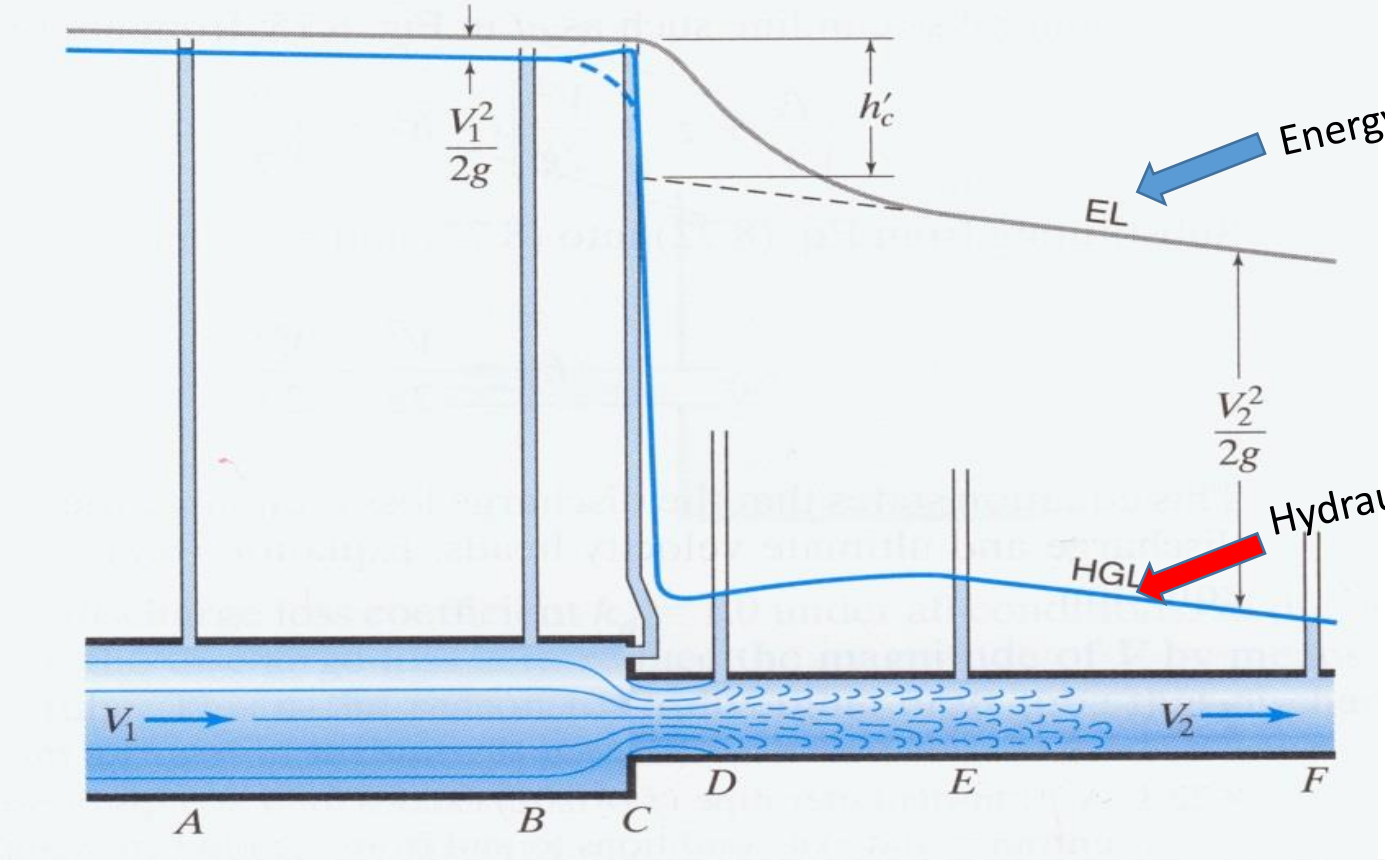


2. الخسائر بسبب التقلص المفاجئ

$$h_L = k_L \frac{(V_2 - V_1)^2}{2g}$$

$$K_L = \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2 = \left(1 - \frac{A_2}{A_c}\right)^2 = \left(1 - \frac{1}{C_c}\right)^2$$

(C_C) معامل التخصر ويحسب من الجداول الخاصة



Energy line خط الطاقة

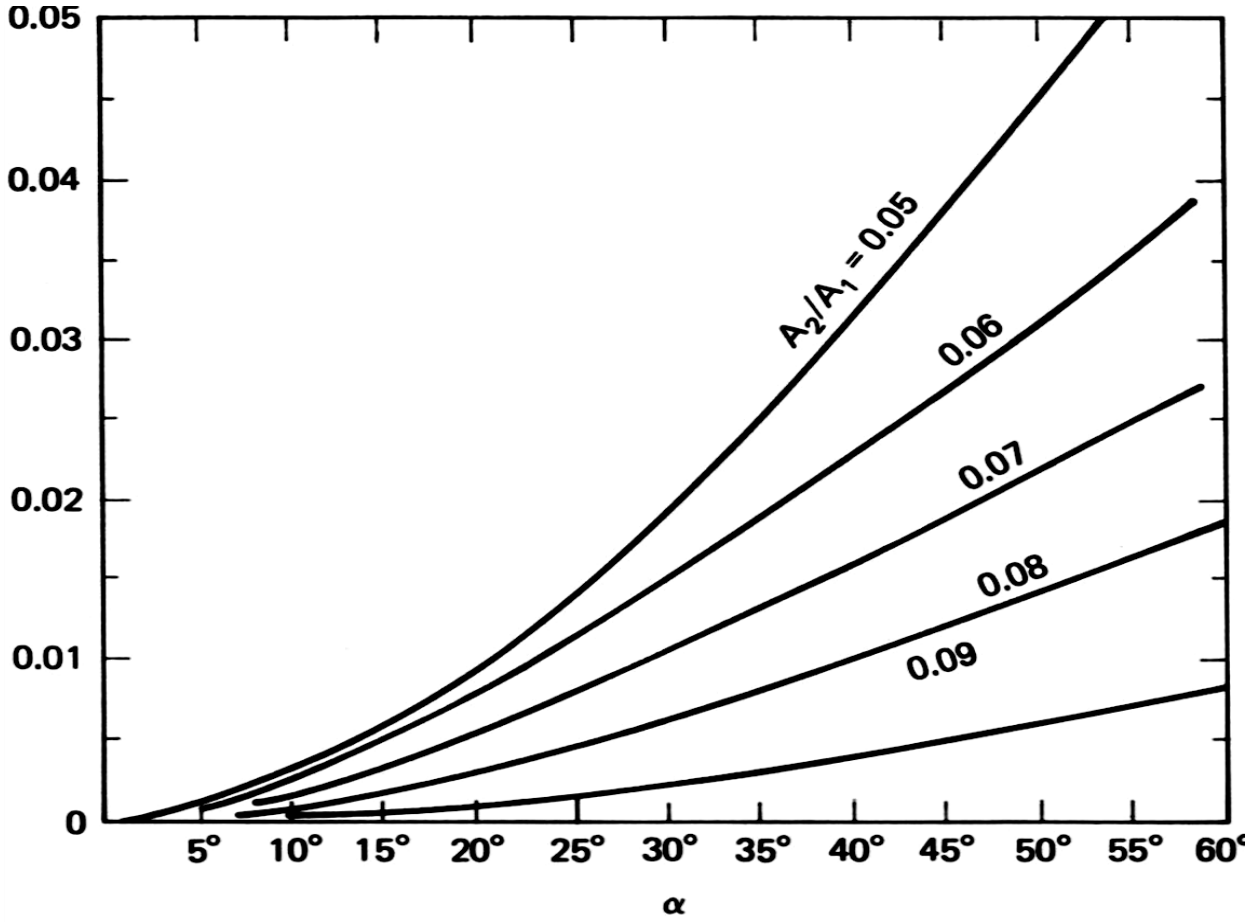
Hydraulic grade line خط الانحدار الهايدروليكي

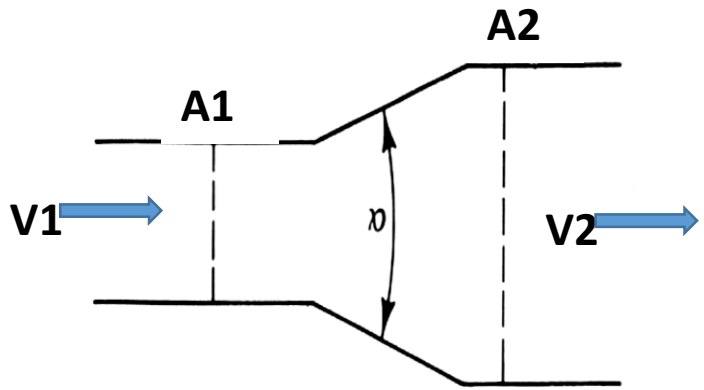
TABLE 8.2 Loss coefficients for sudden contraction

D_2/D_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
k_c	0.50	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.28	0.22	0.15	0.06	0.00
Cc	**0.62**	**0.624**	**0.632**	**0.632**	**0.643**	**0.66**	**0.681**	**0.712**	**0.755**	**0.813**	**0.892**

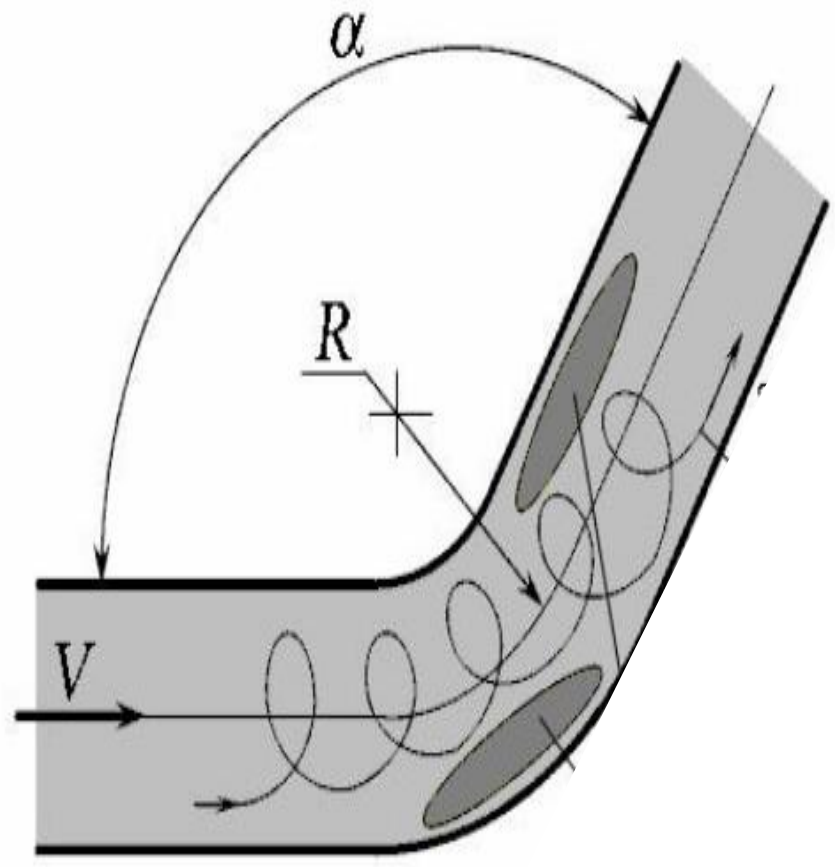
3.الخسارة بسبب التوسع التدريجي في الانبوب

$$h_{gL} = k_L \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

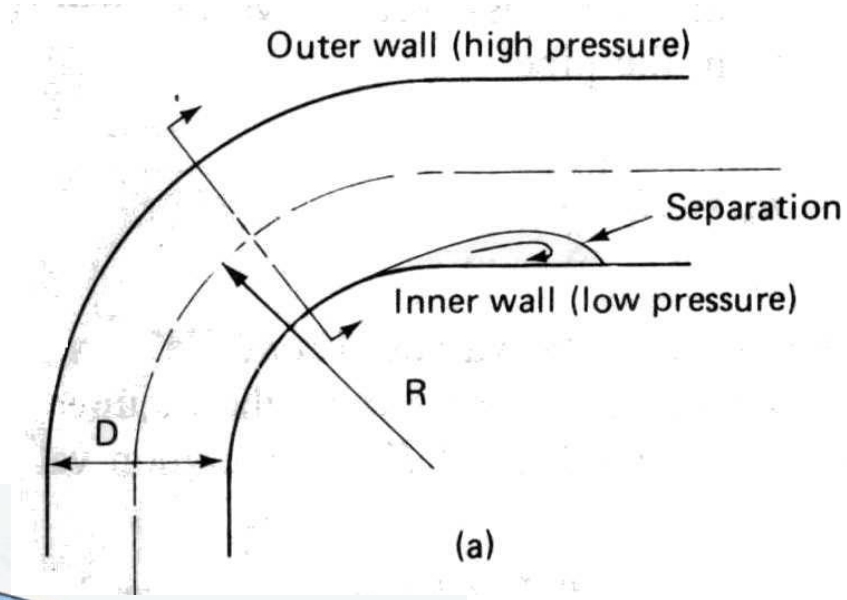


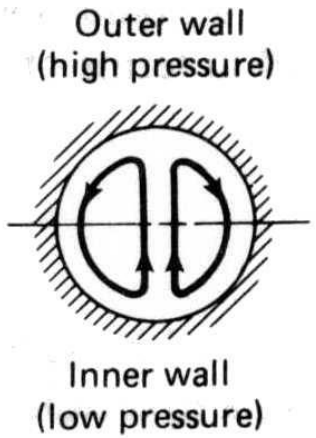


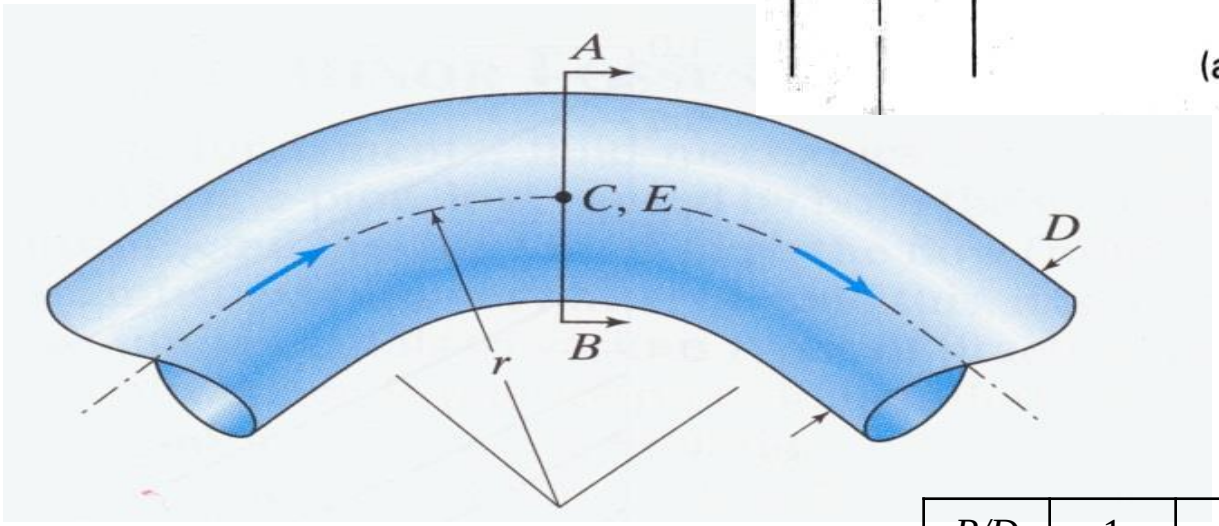
4. الخسارة بسبب الانحناء في الانابيب



يعتمد على زاوية الانحناء ونسبة نصف قطر الانحناء الى قطر الانبوب.

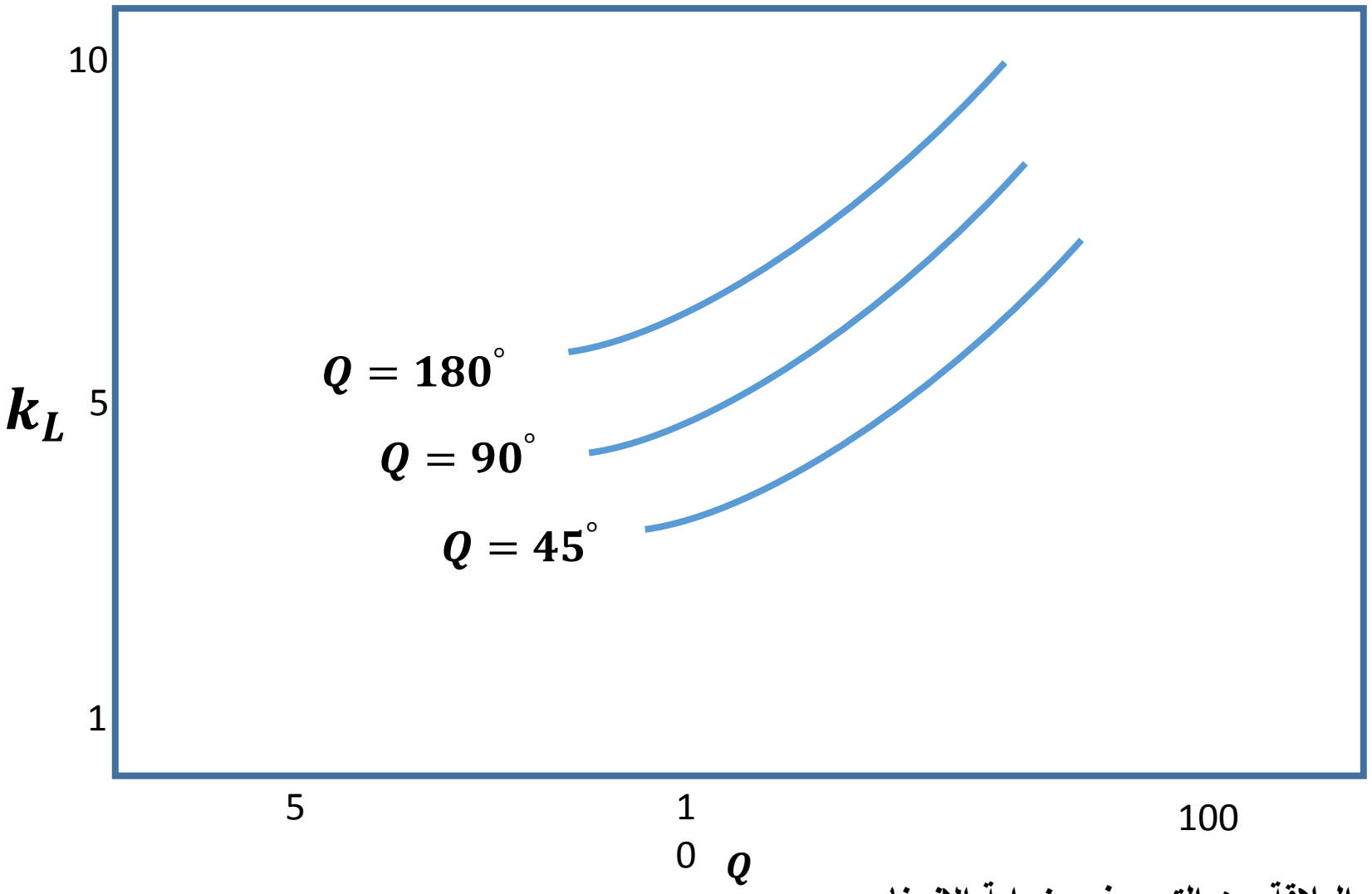






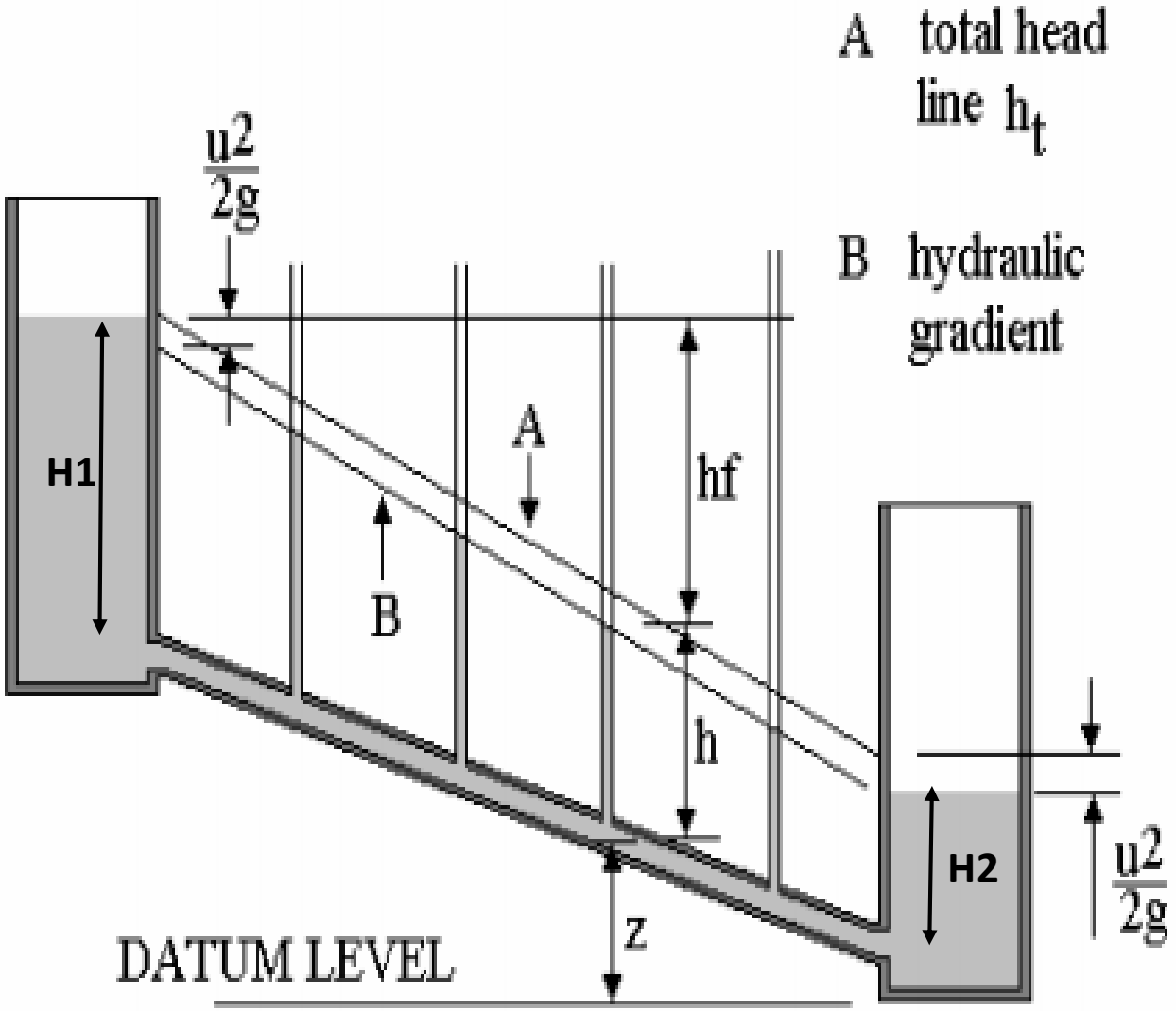
$$h_b = k_b \frac{V^2}{2g}$$

R/D	1	2	4	6	10	16	20
K_b	0.35	0.19	0.17	0.22	0.32	0.38	0.42



العلاقة بين التصريف وزواية الانحناء للانبوب

الجريان بين خزانين بمستويين مختلفين
في هذه الحالة فان السائل يتحرك من المنسوب الأعلى الى الأوطأ وفق الشكل



$$H_1 + Z_1 = H_2 + Z_2 + h_f$$

(h_f) الخسارة بالطاقة الكلية

وتساوي الفقد عند مدخل الانبوب

والفقد عند الخروج من الانبوب .