KINGDOM OF SAUDI ARABIA
KSU
FACULTY OF SCIENCES
DEPARTMENT OF PHYSICS

المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء

Biophysics (209 Phys)

Marwa Telba

1441

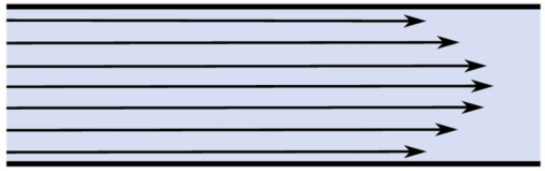
الفصل الثالث:
سريان الموائع

تعتمد طبيعة سريان المائع على سرعته , و ينقسم تدفق السائل إلى نوعين:

1) تدفق طبقي أو خطي:

عندما تكون سرعة السريان منخفضة عندها ينساب السائل بشكل منتظم على شكل طبقات تنزلق بعضها فوق بعض.

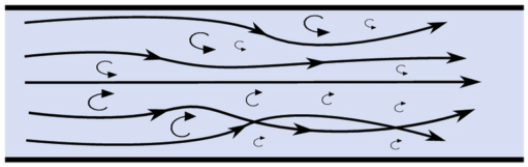
- كل الطبقات لها نفس السرعة.



2) تدفق مضطرب :

وفيه تكون سرعة السائل أكبر من سرعة معينة تعرف بالسرعة الحرجة تصبح بعدها حركة السائل عشوائية ويفقد خاصية الانسياب الطبقي ويصبح في حالة تدفق مضطرب فيتميز بوجود دوامات صغيرة دائرية عشوائية.

- أسرع طبقة من طبقات السائل هي الطبقة الوسطى.



المائع المثالي

سنقتصر في هذا الفصل على الموائع المثاليه و هي التي تخضع للشروط التالية:

1) يكون المائع في حالة انسياب طبقي.

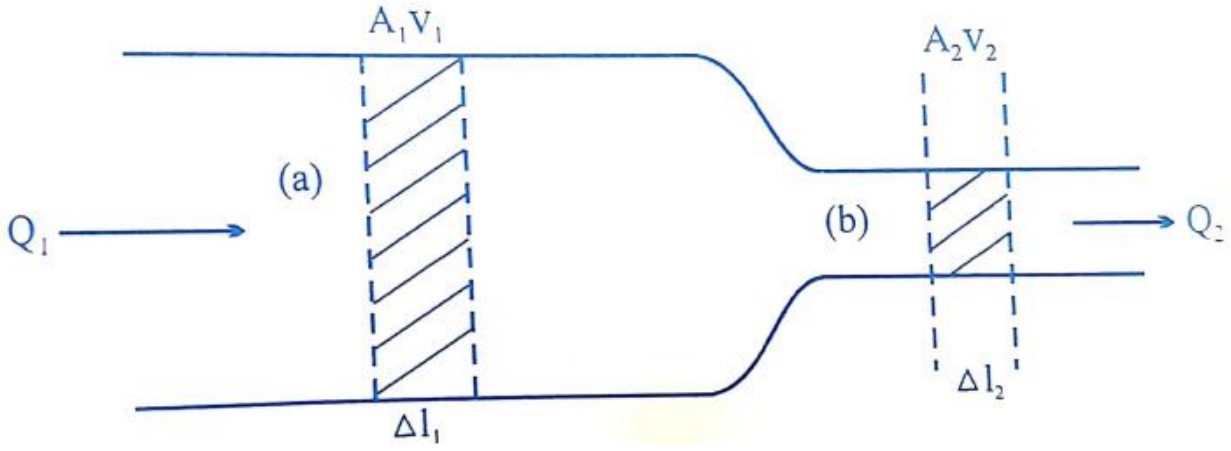
2) تكون لزوجة المائع منخفضة بحيث يكون اهمال اللزوجة واعتبار أن الاحتكاك بين الطبقات معدوم و يمكن وصف المائع في هذه الحالة بأنه غير لزج.

3) يكون المائع غير قابل للانضغاط فلا تعتمد كثافته على الضغط و تكون الكثافة ذات مقدار ثابت.

The equation of Continuity : معادلة الاتصال أو الاستمرارية

- كما ذكرنا سابقا أن انسياب المائع يكون انسياب خطي أي أن كمية السائل المارة في أنبوب خلال فترة زمنية تكون ثابتة على طول السطح مهما كانت مساحة مقطعة مختلفة.

- أي أن معدل دخول السائل للأنبوبة Q_1 يساوي معدل خروجة من الأنبوبة Q_2



• فلو لدي أنبوب يمر فيه مائع و هذا الأنبوب مساحة مقطعه متغيرة , تظل كمية المادة المارة خلال الزمن ثابتة (معدل التدفق الكتلي ثابت).

$$\because m_1 = m_2$$

$$\because \quad m_1 = \rho V_1 = \rho A_1 \Delta x_1 = \rho A_1 v_1 t$$

$$\text{and} \quad m_2 = \rho V_1 = \rho A_2 \Delta x_2 = \rho A_2 v_2 t$$

$$\Rightarrow \rho A_1 v_1 t = \rho A_2 v_2 t$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

• أيضا يمكن الوصول لمعادلة الاستمراريه باعتبار أن معدل التدفق الحجمي ثابت أي أن حجم المادة الماره في الانبوب خلال فتره زمنيه ثابته على طول الانبوب.

$$V_1 = V_2$$

$$A_1 \Delta x_1 = A_2 \Delta x_2$$

$$A_1 v_1 \Delta t = A_2 v_2 \Delta t$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

معادلة الاستمرارية

$$\because \quad Q_1 = Q_2$$

$$\Rightarrow \quad A_1 v_1 = A_2 v_2$$

معدل التدفق الحجمي = حجم السائل الذي يمر به في وحدة الزمن = سرعة السائل × مساحة مقطع الانبوب

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = A\upsilon$$

وحدة معدل التدفق : $m^3 / \sec$

- سرعة المائع تتناسب عكسيا مع مساحة مقطع الأنبوبة التي ينساب خلالها. لذلك ينساب السائل في الأنبوبة ببطء شديد عندما تكون مساحة مقطعها كبير و ينساب بسرعة عندما تكون مساحة مقطعها صغير.

مثال :

يسري ماء في أنبوبة أفقية بمعدل ثابت قدره $0.012\ m^3/min$. احسبي سرعة الماء المار خلال الأنبوبة إذا كانت مساحة مقطعها $1\ cm^2$.

$$Q = 0.012 m^3/min = \frac{0.012}{60} = 0.0002\ m^3/s$$

$$A = 1\ cm^2 = 10^{-4}\ m^2$$

$$\because Q = AV$$

$$\Rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0002}{10^{-4}} = 2\ m/s$$

مثال:

أنبوبة مياة نصف قطرها $1\ cm$ تنتهي بخرطوم نصف قطره $0.5\ cm$ و الماء يتدفق من الخرطوم بمعدل $3\ lit/min$. أوجدي:

أ) سرعة الماء في الأنبوبة.

$$\because 1\ lit = 10^{-3} m^3$$

ب) سرعة تدفق الماء من الخرطوم.

$$\Rightarrow Q = \frac{3\ lit}{min} = \frac{(3 \times 10^{-3})\ m^3}{60\ s} = 0.5 \times 10^{-4}\ m^3/s$$

$$\because Q_1 = Q_2 = 0.5 \times 10^{-4}\ m^3/s$$

$$\because A = \pi R^2$$

$$\because Q_1 = A_1 v_1 = \pi R_1^2 v_1$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{Q_1}{\pi R_1^2} = \frac{0.5 \times 10^{-4}}{3.14 \times (1 \times 10^{-2})^2} \approx 0.16\, m/s$$

ملحوظة مهمه:

كلما قل القطر زادت السرعة.

$$\because Q_2 = A_2 v_2 = \pi R_2^2 v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{Q_2}{\pi R_2^2} = \frac{0.5 \times 10^{-4}}{3.14 \times (0.5 \times 10^{-2})^2} \approx 0.64\, m/s$$

مثال (واجب) :

يمر ماء خلال أنبوبة من المطاط قطرها $2.4\ cm$ بسرعة $6\ m/s$. أوجدي قطر فوهتها الضيقة إذا كانت سرعة خروج الماء منها $34.56\ m/s$

حالة خاصة:

إذا تفرع السائل المار في أنبوبة إلى عدة فروع عددها n و متساوية في مساحة المقطع فإن:

$$A_1 v_1 = n \times A_2 v_2$$

مثال:

شريان يتشعب إلى 80 شعيرة نصف قطر كل منها $0.1\ cm$ فإذا كان نصف قطر الشريان $0.35\ cm$ و سرعة سريان الدم $0.044\ m/sec$ فما سرعة الدم في الشعيرة الواحدة ؟

$$\because A_1 v_1 = n \times A_2 v_2$$

$$\Rightarrow \pi R_1^2 v_1 = n\pi R_2^2 v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{R_1^2 v_1}{n R_2^2} = \frac{(0.35 \times 10^{-2})^2 \times (0.044)}{80 \times (0.1 \times 10^{-2})^2} = 0.00674\ m/sec$$