الموائع
FLUIDS
(خصائصها وتصنيفاتها)

تأليف

م . فاروق عبد اللطيف

الناشر

دار طيبة للنشر والتوزيع
والتجهيزات العلمية

2008

الترقيم الدولي 5-42-6102-977
رقم الإيداع 97/17885

الموائع خصائصها وتطبيقاتها

تأليف: م . فاروق عبد اللطيف

© حقوق النشر والتوزيع محفوظة لدار طيبة للنشر والتوزيع والتجهيزات العلمية – 2007
23 شارع الفريق محمد ابراهيم - متفرع من مكرم عبيد – مدينة نصر القاهرة ج.م.ع
تليفون : 22725376-22725312 (02) 26706912
فاكس : 26706912(02)

لا يجوز نشر أى جزء من الكتاب أو أعادة طبعه أو اختصاره بقصد الطباعة أو اختزان مادته العلمية أو نقله بأى طريقة سواء كانت الكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو خلاف ذلك دون موافقة كتابية من الناشر مقدماً .

مُقَدِّمَة

هذا الكتاب يفيد الطلبة والدارسين في هذا المجال بدرجة كبيرة واستفادة الطلبة والدارسين من مادة الكتاب تنحصر في مواجهة الامتحانات التي تقابلهم حيث أنه تم مراعاة مطابقة مادة الكتاب مع متطلبات جميع الطلبة .

كما أن الكتاب يحتوي على أسئلة وأجوبة للامتحانات الابتدائية والرئيسية .

وهذا الكتاب يستفيد منه أيضاً طلبة لدراسات العليا علاوة على احتواء الكتاب أيضاً على بعض الرسومات التوضيحية والتخطيطية التي تساعد على إدراك وفهم ما يتضمنه الكتاب من معلومات عن الموائع .

والله الموفق

المؤلف

م ٠ فاروق عبد اللطيف

• **خصائص وتصنيف الموائع Properties and classification of fluids**

ميكانيكات الموائع توضح لنا قسم الميكانيكيات المستخدمة التي تتعامل مع سلوك أو تصرف الموائع عند السكون أو في الحركة. وتشمل أيضاً تطور وإختبار النظريات المبتكرة لشرح الظواهر المختلفة التي تحدث.

• **تعريف المائع Definition of fluid**

الموائع هي المواد القادرة على السريان وعلى أن تأخذ شكل أو هيئة أوعية الإحتواء. وفي حالة التعادل أو التوازن لا تستطيع الموائع أن تدعم قوى التماس والقص. وجميع الموائع لها درجة بسيطة من الإنضغاطية Compressibility ولها مقاومة بسيطة لتغير الشكل.

• **تصنيف الموائع Classification of fluids**

الموائع يمكن تقسيمها إلى سوائل Liquids وغازات Gases.

• **السوائل Liquids**

الموائع التي تكون غير إنضغاطية عملياً وتشغل أحجام محددة ويكون لها أسطح حره تسمى بالسوائل.

• **الغازات Gases**

الموائع التي تكون إنضغاطية ومتمدده تعرف بالغازات. والكتلة المعلومة من الغاز تتمدد حتى تشغل جميع الأجزاء لأي وعاء يحتويها.

• **خصائص الموائع Properties of fluids**

في التطور الخاص لأساسيات ميكانيكيات المائع تلعب بعض خصائص المائع أدوار أساسية والبعض الآخر يكون له أدوار صغيرة أو لا يكون له أدوار بالمره.

- **أهم خصائص المائع :**

- **كثافة الكتلة أو الكثافة Mass density or density**

كثافة المادة هي كتلة وحدة الحجم للمادة. وفي السوائل تؤخذ الكثافة على أنها ثابتة للتغيرات العمليه للضغط. وكثافة الغازات يمكن حسابها بإستخدام معادلة الحالة للغاز.

$$\therefore \text{كثافة الكتلة} = \frac{\text{كثافة الوزن}}{g} \quad \text{أو} \quad \rho = \frac{\omega}{g}$$

وفي النظام المتري وحدة الكتلة تكون بالجرام وكثافة الكتلة للماء (P) = 1 جرام لكل سنتيمتر مكعب.

وكثافة المائع تتناسب مع التغير في درجة الحرارة.

- **الثقل النوعي Specific gravity**

الثقل النوعي للمائع هو النسبة بين كثافته لتلك التي للمادة القياسية عند درجة الحرارة القياسية. وبالنسبة للسوائل يؤخذ الماء النقي على أنه قياسي عند 4°م وبالنسبة للغازات الذي يؤخذ أما الهواء الخالي من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) أو الهيدروجين عند صفرم°.

$$\text{الثقل النوعي للسائل} = \frac{\text{الوزن النوعي للسائل}}{\text{الوزن النوعي للماء}}$$

وعدديا يكون هو نفسه مثل كثافة الكتلة p في الوحدات المترية. والثقل النوعي للماء هو واحد وتلك الذي للزئبق هو 13.57.

• السيولة Viscosity

سيولة المائع هي تلك الخاصية التي تحدد مقدار مقاومته لقوة القص Shearing force . والسيولة تكون قبل أي شيء نتيجة للفعل المتبادل بين جزيئات المائع.

وإجهاد القص Shear stress (أو مقاومة القص لكل وحدة مساحة) في مائع متحرك يكون متناسباً مع السرعة المتدرجة في إتجاه عامودي على المساحة المأخوذة في الإعتبار. ومعامل السيولة U هو إجهاد القص الناتج بواسطة وحدة السرعة المتدرجة.

إجهاد القص $\frac{d_v}{d_Y} \alpha\ f_s$ أو $u\frac{d_v}{d_Y} = f_s$

$$\text{أو } u = \frac{\text{داين سم}^{-2}}{\text{سم ثانية}^{-2}\ \text{سم}^{-1}} = \text{داين سم}^{-2}\ \text{ثانية}$$

وهذه الوحدة تسمى أيضاً بواز Poise

والسيولة هي دالة درجة الحرارة. وسيولة السائل تقل بإرتفاع درجة الحرارة. ومن جانب آخر فإن سيولة الغاز تزيد عندما ترتفع درجة الحرارة. وتغيرات الضغط يكون لها تأثير بسيط على السيولة المطلقة.

• **السيولة الكينماتيكية Kinematic viscosity**

وهي النسبة بين السيولة المطلقة إلى كثافة الكتلة.

$$V = \frac{u}{p}$$

وفي الوحدات المترية = $\frac{\text{داين سم}^{-2}\text{ ثانية}}{\text{سم ثانية}^{2}\text{ سم}^{-4}} = \frac{\text{جم. سم}^{-1}\text{ ثانية}^{-1}}{\text{جم. سم}^{-3}} = \text{سم}^{2}\text{ ثانية}^{-1}$

وهذه الوحدة تسمى ستوك.

والسيولة الكينماتيكية أو الحركية تتناسب تناسباً عكسياً مع الضغط وهي أيضاً دالة درجة الحرارة.

• **ضغط البخر Vapour pressure**

عندما يحدث تبخير من خلال حيز مغلق والضغط الجزئي الذي ينشأ بواسطة جزيئات البخر يسمى ضغط البخر Vapur pressure .

وضغط البخر يعتمد على درجة الحرارة ويزيد بواسطتها.

• **التماسك والتلاصق Cohesion and adhesion**

التماسك والتلاصق هما خصائص السوائل التي تتكون من التجاذب الجزئي.

• **التماسك cohesion**

التماسك هي خاصية المائع التي بواسطتها جزيئات نفس النوع من المائع تكون متجاذبة. وهذه الخاصية قادرة على أن تجعل السائل يقاوم إجهاد الشد.

• **التلاصق adhesion**

التلاصق هي خاصة المائع التي بواسطتها تكون الأنواع المختلفة للسوائل متجاذبة كل مع الآخر أو أن جزيئات السائل تكون متجاذبة مع جسم آخر.

• **التوتر السطحي surface tension**

الجزئ الذي في داخل السائل يكون تحت تأثير قوى تجاذب في جميع الاتجاهات والمجموع الجبري لتلك القوى يكون صفر. ولكن الجزئ الذي عند سطح السائل يكون مؤثر فيه بواسطة قوة التصاقيه في الإتجاه إلى الداخل والتي تكون عموديه على السطح. وبذلك فهي تتطلب شغل لتحريك جزيئات إلى السطح في مواجهة هذه القوى المضاده وجزيئات السطح لها طاقه أكثر عن التي في الداخل.

والتوتر السطحي للسائل هو الشغل الذي يجب بذله لجلب عدد كافي من الجزيئات من داخل السائل إلى السطح لتشكيل وحدة مساحه جديده لتلك السطح. وعدديا يكون الشغل مساوياً للقوة الإنقباضية التماسيه المؤثرة من خلال الخط الفرضي لوحدة الطول على السطح.

والتوتر السطحي يعبر عنه بالقوة لكل لكل وحدة طول.

• **الخاصة الشعرية Capillarity**

صعود أو هبوط السائل في أنبوبة شعرية يكون نتيجة للتوتر السطحي ويعتمد ذلك على المقادير النسبية لتماسك السائل وتلاصق السائل مع جدران وعاء الإحتواء. وصعود السوائل في أنابيب تبللها (التلاصق > التماسك) وصعود السوائل في أنابيب لا تبلل (التماسك > التلاصق).

والخاصة الشعرية تكون ذات أهميه عندما تستخدم أنابيب أصغر من حوالي 10 مم في القطر.

• **الإنضغاطية Compressibility**

إنضغاطيه مختلف المواد التي تشمل الموائع تتناسب تناسب عكسي مع مقياسهم الحجمي للمرونة.

والتغير في حجم المائع بواسطة المقاومة يعرف بالإنضغاطية Compressibility وتقل الإنضغاطية مع الزياده في درجة الحرارة.

والماء يفترض بصفة عامة أنه غير إنضغاطي في المسائل الهيدروليكية.

وإنضغاطية المائع يعبر عنها بواسطة معامله الحجمي للمرونة.

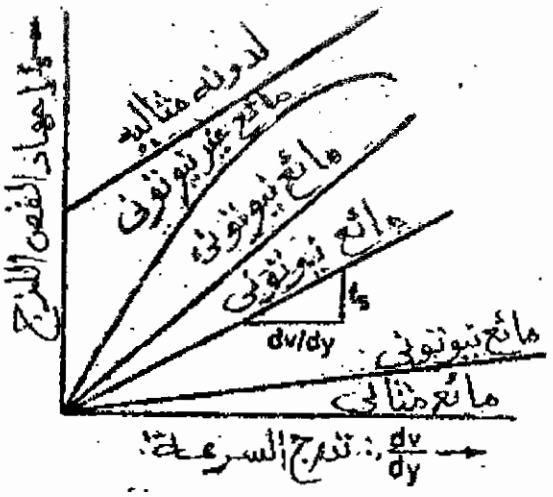
$$\rho \alpha - \frac{d_v}{v} \text{ or } k = -\frac{p}{\frac{d_v}{v}}$$

حيث أن K = ثابت ويسمى معامل الإنضغاطية،

P = القوه لكل وحدة مساحة.

- **خصائص القص للموائع Shear charac eris ics of fluids**

(أ) سلوك الموائع النيوتونية يكون طبقاً لقانون $f_s = u\, c \frac{d_v}{d_y}$ أو إجهاد القص يكون متناسب مع تدرج السرعة أو معدل إنفعال القص. وهكذا بالنسبة لتلك الموائع فإن تخطيط إجهاد القص المقابل لتدرج السرعة يكون خط مستقيم مارا من خلال الأصل وإنحدار الخط يحدد السيولة.



شكل (1) منحنيات خصائص القص للموائع

(ب) في الموائع المثالية المقاومة لتشوه القص تكون صفر ومن هنا يتطابق التخطيط مع المحور x وأينما لا توجد موائع مثالية في التحاليل الفعلية فإن الإفتراض للمائع المثالي يكون مفيد ومبرر.

(ج) الموائع الغير نيوتونية التي تشوه بتلك الطريقه بأن إجهاد القص لا يكون متناسب مع تشوه القص ما عدا الذي عند إجهادات القص المنخفضة جداً. وتشوه تلك الموائع يمكن تصنيفه باللدونه.

(د) والمادة اللدنة المثالية يمكن أن تساهم في مقدار معين لإجهاد القص بدون تشوه ولذلك فإنها سوف تشوه بالنسبة لإجهاد القص.

- **المائع المثالي Ideal fluid.**

هو أحد الموائع الذي لا يعطي مقاومة قص والمائع المثالي لا يمكن ضغطه وهو غير لزج.

- **شدة الضغط Intensity of pressure**

شدة ضغط المائع هي الضغط لكل وحدة مساحة. وإذا كان هناك مائع يقع تحت تأثير ضغط منتظم يبذل ضغط كلي P كجم على مساحة A متر مربع وبعد ذلك فإن شدة الضغط P يمكن تعيينها بواسطة $\frac{P}{A}$ كجم/ متر مربع.

- **الضغط الكلي Total pressure**

القوة الكلية المبذولة على سطح معين في تلامس مع السائل تسمى الضغط الكلي على السطح.

- **الضغط عند نقطه في السائل Pressure at a point in the liquid**

الضغط عند أي نقطه للسائل ⟵ يتناسب مع عمق هذه النقطة تحت سطح السائل.

$$\therefore P = W H$$

حيث أن W = كثافة الماء.

H = هو عمق النقطة تحت سطح الماء.

- **مركز الضغط Centre of pressure**

شدة الضغط على السطح تكون غير منتظمة ولكنها تتزايد مع العمق. وبما أن الضغط سوف يكون أكبر حول الجزء الأسفل فإنه يدل على أن الضغط المحصله سوف يؤثر عند نقطة ما في إتجاه الحافة السفلية للشكل ونقطة السطح التي تؤثر عندها هذا المحصلة تسمى مركز الضغط Centre of pressure ويمكن تحديده بالآتي:

$$\bar{h} = \frac{I_o}{A\bar{y}}$$

حيث أن $\bar{h}$ = عمق مركز الضغط تحت السطح الحر.

A = مساحة الطبقة.

$\bar{Y}$ = عمق المركز المتوسط للطبقة تحت السطح الحر.

- **مبدأ ارشميدس Archimedes**

وهذا المبدأ ينص على أنه عندما يكون هناك جسم مغمور كلية أو جزئياً في مائع فإنه يطفو إلى أعلى بواسطة قوة والتي تساوي وزن المائع المزاح بواسطة الجسم.

- **الطفوية Buoyancy**

قابلية الجسم المغمور للصعود في السائل بسبب ضغط المائع في الإتجاه إلى أعلى والذي يكون مضاد القوة في الإتجاه إلى أسفل نتيجة للتثاقل تعرف بالطفوية .Buoyancy

• **مبدأ الطفو Principle of floatation**

وهذا المبدأ ينص على أن وزن الجسم الذي يطفو على أو مغمور جزئياً في المائع يكون مساوياً لوزن المائع المزاح بواسطة الجسم.

• **مركز الطفوية Centre of Buoyancy**

نقطة الإستخدام للدفع الكلي في الإتجاه إلى أعلى أو القوة الطفوية في جسم تعرف بمركز الطفوية.

• **المركز البيني Meta centre**

إذا كان جسم يطفو في مائع وله إزاحة زاوية صغيرة فالنقطة التي يمكن أن تؤخذ لدورانه تسمى بالمركز البيني. وهي نقطة تقاطع الخط المار من خلال المركز الأصلي للطفوية Buoyancy ومركز ثقل الجسم والخط الرأسي من خلال الوضع الجديد للطفوية عندما يكون الجسم مائل.

وفي شكل (2) النقطه m هي المركز البيني والنقطة B1 هي الوضع الجديد لمركز الطفوية بعد الإمالة.

• **إرتفاع المركز البيني Meta centric height**

المسافة بين مركز ثقل الجسم والمركز البيني ويمثلها Gm تسمى ارتفاع المركز البيني meta centric height.

• **التقدير التجريبي لإرتفاع المركز البيني**

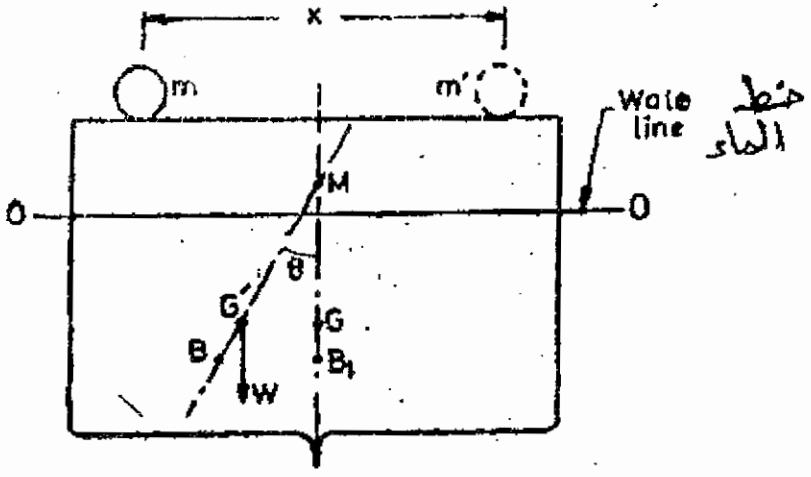
Experimental determination of meta centric height

نفترض أن W هي وزن الجسم أو السفينة والذي يكون معلوماً ونفترض أن G هي مركز الثقل. ونفترض أن الوزن أو الكتلة المتحركة m موضوعة على جانب واحد من السفينة. والكتلة m تتحرك بعد ذلك على السطح من خلال

مسافة x ووضع m الجديد يتم بيانه بواسطة m. وهذا سوف يجعل السفينة تميل من خلال زاوية صغيرة θ حول مركزها البيني M. والعزم الناتج بواسطة W حول M يساوي العزم حول M الناتج من تحريك m إلى m

$$w \times G m \tan\theta = m \times \qquad Gm = \frac{mx}{W \tan\theta}$$ أو

والزاوية θ يمكن قياسها بواسطة الإنحراف الواضح من البندول داخل السفينة.



شكل (2) تحديد إرتفاع المركز البيني

- **حالات التوازن للجسم الطافي**

Conditions of equilibrium of a floating body

هناك ثلاث حالات لتوازن الجسم الطافي المستقر Stable والغير مستقر unstable والمتعادله neutral .

(1) إذا كان الجسم الطافي له إزاحة زاوية بسيطة مثل الدرفلة السفينة والتي بعدها يعود إلى وضعه الأصلي فيقال في هذه الحالة أن الجسم مستقر stable. وفي هذه

الحالة المركز البيني meta centre يكون أعلى من مركز الثقل centre of gravity

(2) إذا كان الجسم في حالة إزاحة زاوية بسيطة وحدث له إماله أكثر فيقال في هذه الحالة أن الجسم في توازن غير مستقر unstable. والمركز البيني يكون أسفل مركز الثقل للجسم.

(3) إذا كان الجسم له إزاحه صغيرة داخل موضع جديد ويظل في سكون في تلك الوضع الجديد فيقال في هذه الحالة أن الجسم في توازن متعادل. وفي هذه الحالة المركز البيني ومركز الثقل يكون متابطقان.

- **زمن التذبذب لجسم طافي في السائل**

Time of oscillation of a body floating in a liquid

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{k^2}{Gmg.}}$$

حيث أن K = نصف قطر الحركة التدويمية للجسم حول G.

Gm = إرتفاع المركز البيني.

- **المبين والضغط المطلق Gauge and absolute pressure**

يؤخذ الضغط الجوي المحلي كمرجع لقياس الضغط في الهيدروليكيات. ولذلك فإن الضغط الجوي يكون صفر الضغط على هذا المقياس. والقياس الضغطي على هذا المقياس يعرف بمبين الضغط. والضغوط الجويه الأقل تعطى قراءات سالبة على مبينات الضغط. وهذا يرجع غالباً لكونه ضغط تفريغ أو ضغط سحب Suction pressure.

وضغط المبين يجب أن يكون مدرج من الضغط المطلق الذي يكون محسوب من الصفر المطلق للضغط.

∴ الضغط المطلق = الضغط الجوي + ضغط المبين.

• **قياس الضغط measurement of pressure**

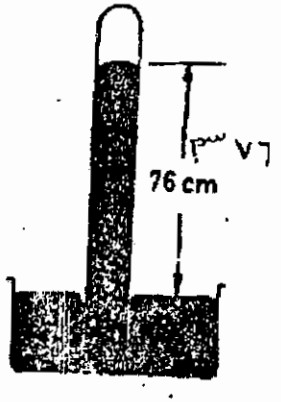
جميع الأجهزة المصممة لقياس شدة الضغط الهيدروليكي تكون مبنية على أساس:

(أ) موازنة عامود السائل بنفس العامود أو عامود آخر من السائل.

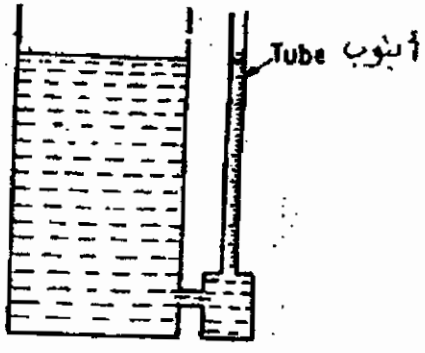
(ب) موازنة عامود من السائل بواسطة الياي Spring أو الوزن الساكن Dead weight .

• **بعض أجهزة القياس الهامة some important instrument**

* **البارومتر Barometer**: الضغط الجوي يمكن قياسه بواسطة هذا القياس، والبارومتر الزئبقي يتركب من أنبوب زجاجي طويل مملوء بالزئبق. وبعد ذلك يكون مقلوب بحيث يكون الطرف المفتوح مغمور في الوعاء وهو مملوء أيضا بالزئبق والزئبق في هذا الأنبوب سوف يظل على إرتفاع 76سم أعلى من مستوى الزئبق في الوعاء والحيز الذي أعلى الزئبق سوف يحتوي على أبخرة الزئبق. وطبقاً إلى توريسيللي Torricelli فإن الضغط الجوى على السطح الحر للزئبق في الوعاء ينتقل للزئبق في الأنبوب بواسطة قانون باسكال Pascal's law



شكل (3) البارومتر



شكل (4) إنبوب بارومتري مركب في السفينة

• **مقياس إنضغاطية السوائل Piezometer**

الضغط المتواجد في ماسورة أو وعاء مملوء بالسائل يمكن قياسه بواسطة إدخال رأسي لأنبوب زجاجي ذات أطراف مفتوحة في داخل الوعاء. سوف يرتفع السائل في الإنبوب إلى ارتفاع مساوى للعلو الإستاتيكي المكافئ للضغط في الوعاء. وهذا النوع المبسط لمبين الضغط يعرف بأنبوب قياس إنضغاطية السوائل.

• **المانوميترات Manometers**

يتم تصنيف المانوميترات كالآتي:-

(1) المانوميتر البسيط Simple manometer

(2) المانوميتر التفاضلي (فرقي) Differential manometer

• **المانوميتر البسيط:**

وهذا المانوميتر البسيط يقيس الضغط في الماسورة أو الوعاء المملوء بالسائل بواسطة أنبوب زجاجي أحد طرفيه داخل في الماسورة أو الوعاء والطرف الآخر يكون مفتوح على الجو الخارجي.

• **المانوميتر الذي على شكل حرف u:**

ضغط المائع يمكن قياسه بواسطة أنبوب زجاجي على شكل حرف u يحتوي على مائع أثقل والذي لا يختلط مع المائع المطلوب معرفة ضغطه.

يتم ثني أنبوبة شعرية على شكل حرف u وأحد طرفيها يكون متصل بالمبين Gauge والطرف الآخر يكون مفتوح على الجو الخارجي. وقطر الأنبوب يجب أن يكون حوالي 10مم والسائل الذي يستخدم بصفة عامة في تلك المانوميتر هو الزئبق.

ولقياس الضغوط العالية يملأ الأنبوب الذي على شكل حرف u بسائل أثقل من الماء والثقل النوعي للزئبق هو 13.57 وهو أكثر بعدة مرات عن الماء وهو

المستخدم عامة في هذا الغرض وبذلك فإن الإرتفاع في الأنبوبة التي على شكل حرف u يمكن أن تقل بنفس مقدار الضغط والزئبق سوف يرتفع لإرتفاع قدره 1/ 13.57 مثل تلك الذي للماء.

والمعادلة الخاصة بالمانوميتر ترجع إلى شكل (5) وهي كالآتي:

$$h_x = \frac{Wmh_2}{W} - h_2$$

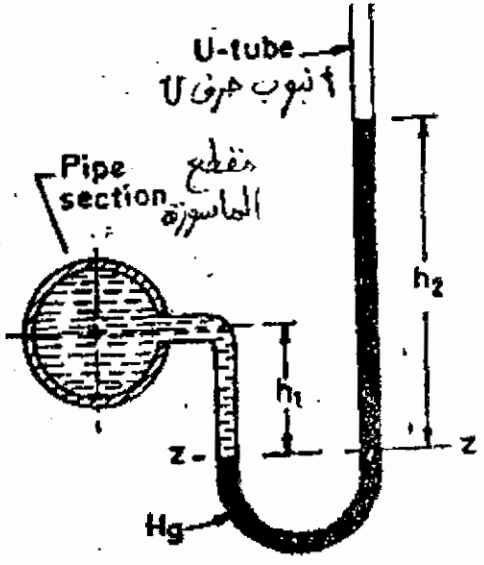
أو $$h_x = S.h_2 - h_1$$

حيث أن h_x = الضغط المطلوب عند x بالسنتيمتر أو متر سائل في الوعاء.

Wm = الوزن النوعي للسائل القياس في الأنبوبة حرف u

W = الوزن النوعي للسائل في الوعاء.

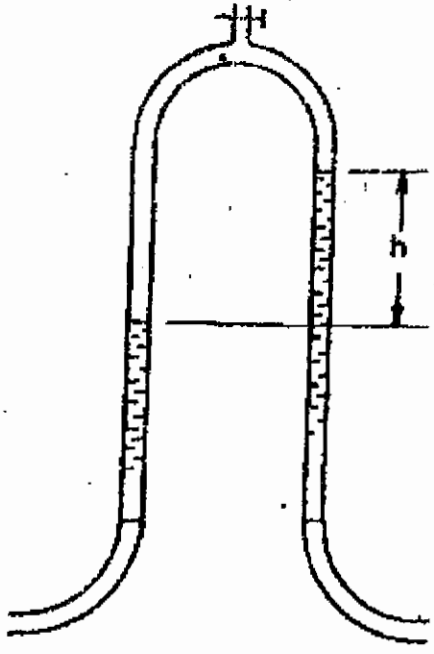
S = الوزن النوعي لسائل القياس.



شكل (5) مانوميتر بأنبوب على حرف u

• **المانوميتر ذات الأنبوب حرف U المقلوب Inverted U – tube manometer**

فرق الضغط بين قطاعي الماسوره أو الأنبوب المحتوى على الماء يمكن قياسه بواسطة أنبوب حرف U مقلوب. الجزء العلوي من الأنبوب يحتوي على هواء بينما الماء الذي في قطاعي الأنبوب الذي تم قياسه يمر إلى داخل الفرع الشمال واليمين على التوالي كما في شكل (6) وإرتفاعات أعمدة الماء يجب ضبطها على إرتفاعات ملائمه وذلك عن طريق إخراج الهواء من خلال الصمام الذي أعلى الأنبوب.

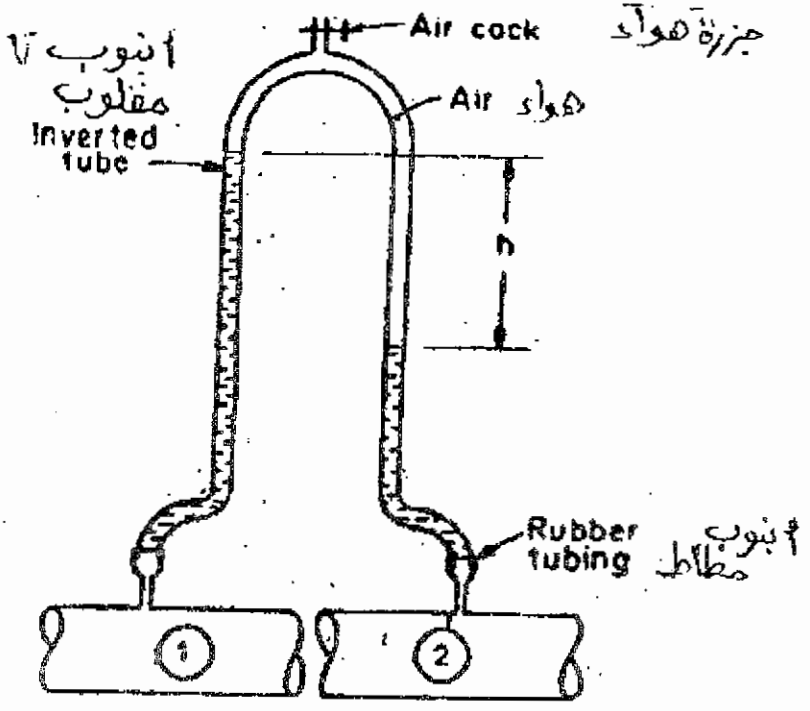


شكل (6) أنبوب حرف U مقلوب

• **المانوميتر التفاضلي (الفرقي):**

أنبوب حرف U المقلوب يجب أن يصنع بطريقة حساسه جداً يجعل السائل أعلى من الماء في الجزء العلوي من الأنبوب في مكان الهواء وجميع المبينات التي

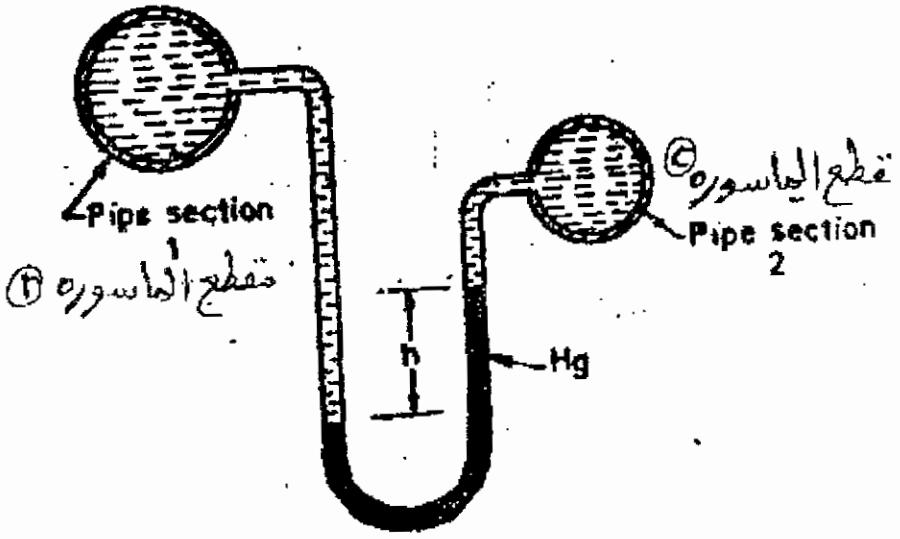
تكون حساسه عن طريق إستخدام سوائل ذات ثقل نوعي Specific gravity مختلف تعرف بالمانوميترات الفرقية.



شكل (7)

- **المانوميتر التفاضلي (الفرقي) على شكل حرف U.**

إذا كان الضغط في الوضعين عالي بالنسبة للضغط الجوي فيجب أن يكون المستخدم هو مانوميتر ذات الأنبوب حرف U فإن سائل القياس الذي سيملأ جزء من الأنبوب حرف U سوف يكون أثقل من الماء الساري في الماسوره أو المواسير (شكل 8).



شكل (8) مانوميتر تفاضلي (فرقي) على شكل حرف U

فرق الضغط بين الوضعين (1) ، (2)

$$\Delta h = h_1 - h_2 = h\left(\frac{Wm}{W} - 1\right) = h\,(S-1)$$

- **كينماتيات سريان المائع Kinematics of fluid flow**

تعرف الهيدروكيناتيات بأنها فرع من العلم والذي يتعامل مع دراسة الموائع في الحركة بدون معرفة القوى المسببه لتلك الحركة.

وسريان المائع يمكن أن يكون مستقر أو غير مستقر ومنتظم وغير منتظم وطبقي أو دوامي وأحادي البعد وثنائي البعد أو ثلاثي البعد ودوراني أو لا دوراني.

يحدث السريان الأحادي البعد الحقيقي لمائع غير إنضغاطي عندما يكون الإتجاه ومقدار السرعة عند جميع النقاط متطابقة.

والسريان الثنائي البعد يحدث عندما تتحرك جزيئات المائع في مستويات أو مستويات متوازيه وأشكال خطوط السريان الإنسيابي تكون متطابقه في كل مستوى.

• **السريان أو التدفق المستقر Steady flow**

السريان المستقر يحدث عند أي نقطة إذا كانت سرعة جزئيات المائع المتعاقبة هي نفسها عند الفترات المتعاقبه للزمن. وهكذا فإن السرعة تكون ثابتة بالنسبة للزمن، ولكنها يمكن أن تتغير عند نقاط مختلفة أو بالنسبة للمسافة. ومثال ذلك خط الماسوره الناقل للسوائل في حالات العلو الثابته توضح السريان المستقر.

• **السريان الغير مستقر Unsteady flow**

يكون السريان غير مستقر عندما تكون الحالات عند أي نقطة في المائع متغيرة بالنسبة للزمن. والسرعات هي دالة الزمن.

• **السريان المنتظم uniform flow**

يحدث السريان المنتظم عندما لا يتغير مقدار وإتجاه السرعة من نقطة إلى نقطة في المائع. والحالة توضح أن متغيرات المائع الأخرى لا تتغير بالنسبة للمسافة. وسريان السوائل تحت تأثير ضغط خلال خطوط ماسورة طويله ذات قطر ثابت يكون سريان منتظم سواء كان السريان مستقر أو غير مستقر.

• **السريان الغير منتظم non – uniform flow**

يقال على السريان أنه سريان غير منتظم عندما تتغير السرعة والعمق والضغط من نقطة إلى نقطة في سريان المائع.

• **السريان الطبقي Laminar flow**

السريان الطبقي هو الذي فيه السرعة عند أي نقطة لخط الإنسياب تظل ثابته في المقدار والإتجاه. وجزيئات السائل سوف تتحرك في طبقات أو طبقة. وسرعة السريان تكون صغيرة جداً. كما أنها أيضاً تسمى بسريان خط الإنسياب أو السريان اللزج Viscous flow .

• **السريان أو التدفق الدوامي Turbulent flow**

عندما يصل السريان إلى سرعة معينه فلا يستقر السريان لفتره أطول وتظهر التيارات الدوامية. والسرعات التي لتلك السريان تتغير من نقطة إلى نقطة في المقدار والإتجاه وكذلك من حاله إلى حاله. وهذا السريان المشوش يسمى بالسريان الدوامي ويعرف أيضاً بالسريان الغير لزج. ويكون غير مستقر وغير منتظم.

• **السريان الإنضغاطي Compressible flow**

عندما يتغير حجم المائع بواسطة المقاومة فيقال أن السريان هو سريان إنضغاطي والغازات غالبيتها تكون إنضغاطية.

• **السريان الغير إنضغاطي Incompressible flow**

عندما يظل حجم المائع تقريباً بدون تغير بواسطة إستخدام المقاومة ويقال على السريان في هذه الحالة أنه سريان غير إنضغاطي. والسوائل بصفة عامة تعتبر غير إنضغاطية السريان.

• **السريان الدوراني Rotational flow**

إذا كان بعنصر المائع بعض السرعة الزاوية عند أن نقطة فيقال لسريان المائع في هذه الحالة بأنه سريان دوراني والسريان الدوراني يشمل الحركة الحلزونية vortex motion مثل الدردور المائي whirlpool أو الدواميات eddies.

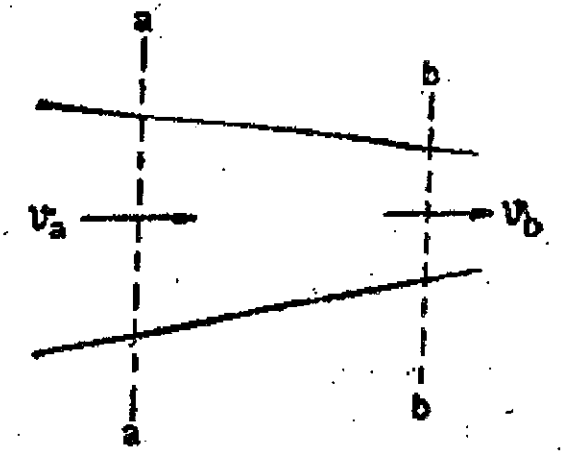
• **السريان اللادوراني Irrotational flow**

إذا كان عنصر المائع عند كل نقطة ليس له سرعة زاوية حول تلك النقطة فإن سريان المائع يكون لا دوراني Irrotational وفي مثل تلك السريان نجد أن كمية التحرك الزاوية سوف لا يكون لها أي دور. وإذا كان السريان لا دوراني مثل المستقر فيعرف السريان في هذه الحالة بسريان الوضع Potential flow.

• **معادلة الإستمراريه Equation of continuity**

معادلة الإستمرارية تنتج من مبدأ الحفاظ على الكتلة وبالنسبة للسريان المستقر نجد أن كتلة المائع المارة بجميع القطاعات بتيار المائع لكل وحدة زمن تكون هي نفس الكتلة.

وشكل (9) يمثل ماسورة مستدقة الذي يسري السائل من خلالها ونفترض أن الماسورة في أقصى تشغيلها.



شكل (9)

نفترض أن a_a = مساحة المقطع aa

a_b = مساحة المقطع bb

W = وزن سريان المائع لكل ثانية.

وفي حالة السائل يفترض أن الكثافة تظل ثابته وبذلك:

$$W_a = W_b$$

وفي أي حاله كمية السريان في الثانية والتي تمر بأي قطاع تكون ثابتة.

ويمكن لمعادلة الاستمرارية أن تكتب كالآتي:

الكمية Q = av = ثَابِت

$Q = a_a va = a_b vb$ = ثابت (م3 / ثانية)

- **الهيدروديناميكيات Hydrodynamics**

هو العلم الذي يتعامل مع الحركة للمائع المثالي والعملي. إذا كان التعامل مع القوى المسببة للسريان.

- **علو السرعة Velocity head**

علو السرعة يمثل الطاقة الكيناتيكية لكل وحدة وزن التي تتواجد عند نقطة معينة. وإذا كانت السرعة منتظمة عند مساحة مقطع فإن علو السرعة المحسوب بهذه السرعة المنتظمة أو السرعة المتوسطة سوف تكون الطاقة الكيناتيكية لكل وحدة وزن من المائع.

$$\text{علو السرعة} = \frac{\text{الطاقة الكيناتيكيه}}{\text{وحدة الوزن}}$$

$$H = \frac{Wv^2}{2_g} / W = \frac{v^2}{2_g}$$

$$V = \sqrt{2gH} \quad \text{أو}$$

- **العلو الكلي للسائل The total head of liquid**

العلو الكلي لجزئ السائل عند أي حاله هو المجموع لعلوه الإسنادي (Z) وعلو سرعته $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ وعلو ضغط $\left(\frac{p}{w}\right)$ وعلو الإسناد يتم حسابه أعلى مستوى إسناد متوافق.

ويكون العلو الكلي: $H = Z + \frac{p}{w} + \frac{v^2}{2g}$

• **نظرية بيرنولي Bernouli's theorem**

لأي كتلة من السائل المتدفق والذي يكون فيه إتصال مستمر بين جميع الجزيئات العلو الكلي لكل جزئ يكون هو نفس العلو. وهذا يعرف بنظرية بيرنولي.

$$Z+\frac{v^2}{2g}+\frac{p}{w}=H$$

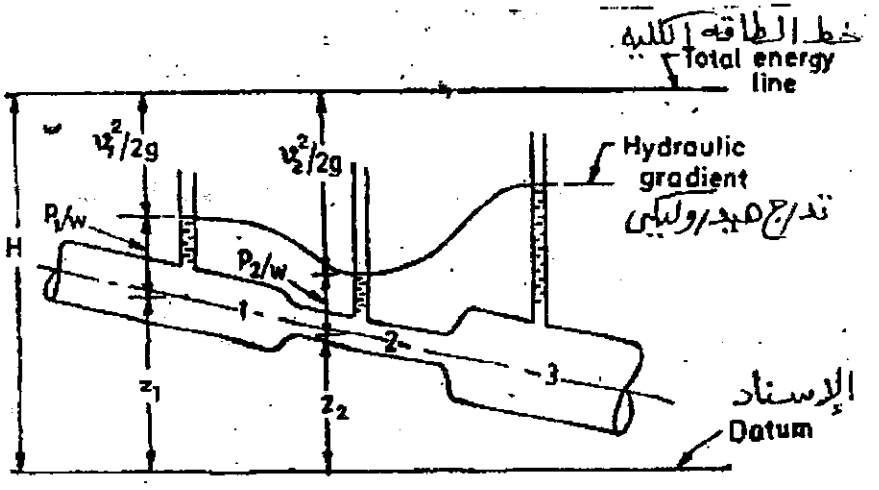
وهكذا عند القناط (1)، (2)، (3) $H_1 = H_2 = H_3$

$$Z_1+\frac{P_1}{W}+\frac{V_1^2}{2g}=Z2+\frac{p_2}{w}+\frac{v_2^2}{2g}$$ أو

• **الصمود Proof**

نفترض أن حجم من الماء الساري عند أي مقطعين (1)، (2) كما هو موضح في شكل (10). حجم الماء الساري في الأنبوب يكون هو نفسه عند النقطة (1)، (2).

وهكذا فإن الشغل الصافي المبذول بواسطة الماء بإزاحة حجمه v عند النقاط (1)، (2).



شكل (10) نظرية بيرنولي

الشغل المبذول Work done = $P_1 V - P_2 V = (P_1 - P_2) V$

وهذا الشغل المبذول على الماء بواسطة طاقة الضغط يكون هو المسؤول عن الكسب في طاقة الوضع وأيضاً الفقد في الطاقة الكيناتيكيه للماء.

(الكسب) Gain in potential energy = $W.V.(Z_2 - Z_1)$

الفقد= Loss in Kinetic energy $\frac{W.V}{2g}(V_1^2 - V_2^2)$

والفقد في الطاقة = الكسب في الطاقة

$$(p_1 - p_2)V + \frac{W.V}{2g}(V_1^2 - V_2^2) = W.V.(Z_2 - Z_1)$$

أو $$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_2}{w} = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p^2}{W}$$

وبذلك: ثابت = $$Z + \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{W}$$

- **التطبيقات العملية لنظرية بيرنولي**

Practical application of Bernoulli's theorem

يمكن إستخدام هذه النظرية عمليا في إنشاء الأجهزة الآتية والتي تستخدم في قياس الطرد discharge :-

(أ) مقياس فينتوري Venturi meter

(ب) الأنبوب الدليلي Pilot tube

(ج) لوحة الفتحة Orifice plate

- **مقياس فينتوري:**

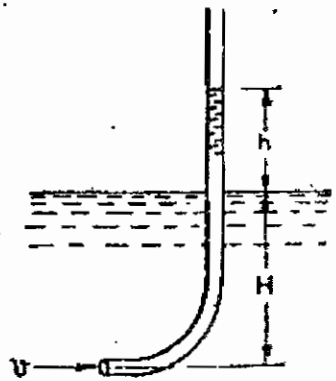
التطبيق العملي لنظرية بيرنولي يتواجد في مقياس فينتوري وهو جهاز لقياس كمية السائل الساري في ماسورة وهذا الجهاز في أبسط شكل له يتركب من طول قصير لماسورة مستدقة في حلق ضيق في المنتصف. والأنابيب تدخل

الماسوره من عند الطرف الواسع ومن عند الحلق بواسطة ما يمكن قياسه لضغط السائل عند تلك المقاطع والمستخدم هي أنابيب مقياس إنضغاطية السوائل. وعندما يسري السائل خلال المقياس فإن السرعة سوف تزيد عند الحلق بسبب النقص في المساحة وبالتالي فإن الضغط سوف ينخفض. وهذاالإنخفاض في الضغط يتم قياسه بواسطة أنابيب مقياس إنضغاطية السوائل.

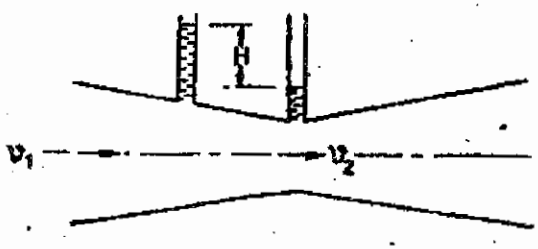
وبعد ذلك بإستخدام معادلة بيرنولي للطرف الواسع وللحلق يمكن حساب كمية السائل المتدفق.

- **أنبوب دليلي:**

الأنبوب الدليلي هو الجهاز الذي بواسطته يتم قياس علو السرعة للسائل المتدفق. وفي شكله المبسط فهو يتركب من أنبوب زجاجي بالطرف السفلي من خلال 90° ويوضع في السائل المتحرك من جهة الفتح السفلي المواجه لإتجاه الحركة.



شكل (12) أنبوب دليلي



شكل (11) مقياس فينتوري

ويسري السائل إلى أعلى الأنبوب حتى تتحول كل طاقته الكيناماتية إلى طاقة وضعية ويمكن بعد ذلك تحديد سرعة السائل بواسطة إرتفاع السائل في الأنبوب ولذلك:

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

- **السريان الثنائي البعد للسائل Two dimensional flow of liquid**

حركة السائل في المستوى الثنائي البعد يمكن أن يكون في شكل حلزون اسطواني حر وحلزون الحر وحلزون جبري وسريان نصف قطري.

1- السريان الحلزوني الإسطواني الحر:

في هذا النوع من السريان تتحرك خطوط الإنسياب بحرية في دوائر متحدة المركز الأفقيه ولا يوجد هناك تغيير في الطاقة الكلية E عبر خطوط الإنسياب وبعد ذلك يكون: $dE = O$

والسريان الحلزوني الإسطواني الحر لا يمكن أن يداوم في الطبيعة كما أنه له قابليه النمو في سريان حلزوني حر.

2- السريان الحلزوني الجبري:

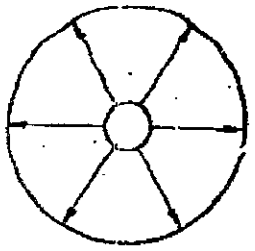
السريان الحلزوني الجبري هو إسم يطلق للإنسياب الدائري للسائل والدوامية الناتجة بالقدرة من مصدر خارجي. ومثال السريان الحلزومي الجبري هو إنسياب تيار الماء في غلاف المضخة الطاردة المركزية. وفي السريان الحلزوني الجبري يكون للسائل سرعة زاوية ثابته.

3- السريان النصف قطرd:

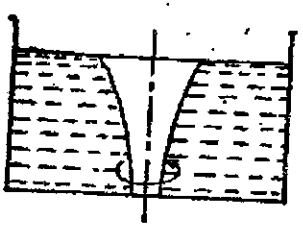
وفي هذه الحالة من المفترض أن يكون سريان السائل نصف قطري في الإتجاه إلى الخارج بين قرصين مسطحين أفقيين متوازية الوضع بمسافة بينية ثابتة. ودخول السائل يكون على أساس فتحة عند المركز وتنتهي عند المحيط.

4- السريان الحلزوني الحر:

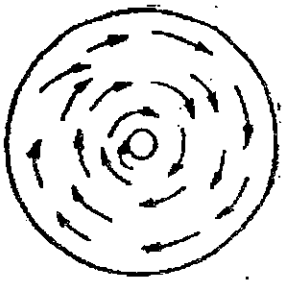
هذا النوع من السريان مكون من سريان نصف قطري وحلزوني إسطواني حر. وفي السريان الحلزوني الحر يكون السائل دائر وساريا بطريقة نصف قطرية عند نفس التوقيت وهكذا يتحرك في شكل حلزوني أفقي.



شكل (13) سريان نصف قطري



شكل (14) سريان حلزوني حر



شكل (15) سريان حلزوني

• معادلة كمية التحرك للسريان Momentum equation of flow

سريان السائل يكون إما دفعي impulsive أو متغير تدريجياً. وإذا كان السريان دفعي فإن منتج القوة F يسبب الدفع والزمن dt الذي تكون مؤثرة فيه يكون معادل للتغير في كمية التحرك للجسم.

$$Dt = m (V_2 - V_1)$$

حيث أن m هي كتلة السائل، V_2 , V_1 هي السرعات عند البداية وعند نهاية الحالة، وإذا كانت حالة الزمن dt هي ثانية واحدة.

فيكون $F = m (V_2 - V_1)$

ولكن $m = PQ$

حيث أن P = كثافة الكتلة

Q = الطرد في كل ثانية

ولذلك $F = PQ (V_2 - V_1)$

• **معادلة الطاقة Energy equation**

معادلة طاقة السريان قد تم ذكرها بالفعل وهي المعروفة بمعادلة بيرنولي Bernoulli equation

• **قيمة معامل تصحيح السرعة value of velocity correction factor**

والقيمه 2 المعطاة لقيمة معامل تصحيح السرعة α للسريان الطبقي الذي يكون له توزيع مكافئ للسرعة حول مقطع الماسورة.

• **معامل تصحيح كمية التحرك momentum correction factor B**

إذا كان توزيع السرعة حول مقطع الماسورة غير منتظم فإنه يؤثر في تحديد القيمه المضبوطة لكمية التحرك في الثانية.

القيمة المضبوطة لكمية التحرك في الثانية = $B\frac{W}{g}\bar{v}$

حيث أن V هي السرعة المتوسطة للسريان

• **نظرية الطبقة الحدية Concept of boundry layer**

عند سريان المائع قبل الجسم أو السطح تتواجد هناك طبقه من المائع بالقرب من السطح من خلال تغير السرعة بين المائع والسطح تكون منقوله. وهذه الطبقة تعرف بالطبقة الحدية boundry layer.

ويمكن التخيل بأن هذه الطبقة تتركب من عدد من الحزم الإنسيابية المتوازية كل واحده منها لها سرعة أكبر بدرجه بسيطه عن الداخليه المجاورة لها والحزمة تقترب في الحال إلى سطح الجسم وتكون ملاصقة للسطح ولا يكون لها سرعة.

والحزمة التاليه يكون لها سرعة صغيرة جداً وكل حزمة متعاقبة من الخلف سوف يكون لها سرعة أعلى بدرجة بسيطة عن الداخلية المجاورة لا حتى تكون أخيرا الحزمة قد وصلت تقريبا للسرعة القصوى للمائع. وهذه الحزمة الأخيره تكون الحد الخارجي للطبقة الحدية.

والسريان من خلال الطبقة الحدية يمكن أن يكون طبقي laminar أو دوامي turbulent طبقا للوضع المعين أو لبعده من الحافة الأمامية للسطح. وأحيانا وتحت تأثير حالات معينة سوف تترك الطبقة الحدية boundary layer السطح وتلتف إلى أعلى في حلزونية أو دوامية وهذه الظاهره تعرف بالفصل separation أو التشتت.

وسمك الطبقة الحدية يزيد ببعده من الحافة الأمامية بالتناسب بالجذر التربيعي للمسافة وسوف يعتمد ذلك أيضاً على قيمة رقم رينولدز للجسم.

- **الجر أو السحب Drag**

الجر أو السحب هو مركب من القوة المحصلة المبذولة بواسطة مائع على جسم موازي للحركة النسبية للمائع.

والمعادلة المعتادة هي كالآتي:

$$N = CDpA\frac{V^2}{2} \quad \text{(السحب)}$$

- **الرفع Lift**

الرفع أو الإصعاد هو مركب من القوة المحصلة المبذولة بواسطة مائع على جسم عامودي على الحركة النسبية للمائع.

والمعادلة المعتاده هي كالآتي:

$$\text{Lift } N = C_{LPA}\frac{V^2}{2} \quad \text{(الرفع)}$$

حيث أن :

CD = معامل السحب وهو غير بعدي.

CL = معامل الرفع وهو غير بعدي.

P = كثافة المائع بالكيلو جرام/ م3

A = المساحة بالمتر المربع (م2). وعادة تكون المساحة مسقطه على مستوى متعامد مع الحركة النسبية للمائع.

V = السرعة النسبية للمائع بالنسبة للجسم بالمتر / ثانية.

N = السرعة الدورانية بعدد اللفات في الدقيقة.

- **قوة السحب الكلية Total drag force**

قوة السحب الكلية تتكون من السحب الإحتكاكي والسحب الضغطي. ومع ذلك نادراً ما تكون تلك التأثيرات للمقدار المتوافق في وقت واحد. وبالنسبة للأشياء التي لا تظهر رفع يكون السحب الجانبي مترادف مع السحب أو المقاومة الكلية.

- **معاملات السحب Drag co – efficients**

معاملات السحب تعتمد على رقم رينولدز عند السرعات المنخفضة والمتوسطة وتكون طليقة عند السرعة العالية. ومع ذلك فعند السرعات العالية يكون معامل السحب مرتبط برقم ماخ Mach number الذي يمكن إهمال تأثيره عند السرعات المنخفضة.

وبالنسبة للألواح المستوية والأسطح الإنسيابية الهوائية تكون معاملات السحب عادة مجدولة لمساحة اللوح والمنتج الطول الوتري على التوالي.

- **معاملات الرفع lift co-efficients**

يعطى كوتا Kutta قيم الحد الأقصى النظرية لمعاملات الرفع للألواح المستوية الرقيقة الغير متعامدة مع السرعة النسبية للمائع:

$$CL = 2\pi \sin\alpha$$

حيث أن:

α = الزاوية التي تكون بين اللوح والسرعة النسبية للمائع. والزاوية α يجب ألا تزيد عن 25°.

- **رقم ماخ mach number**

رقم ماخ هو المعدل الغير بعدي بين سرعة المائع إلى السرعة الصوتية.

$$Nm = \frac{V}{C} = \frac{V}{\sqrt{E/P}} \quad \text{(رقم ماخ)}$$

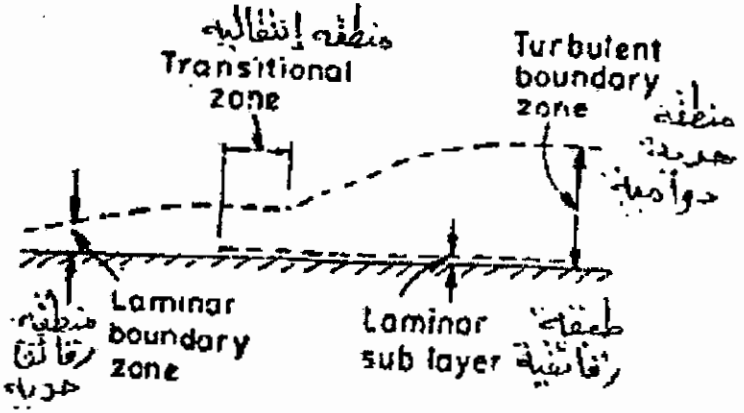
بالنسبة للغازات $C = \sqrt{KRT}$

وقيم $\frac{V}{C}$ حتى القيمة الحرجة 1 توضح لنا السريان الغير صوتي subsonic وعند القيمة 1 يكون هناك سريان صوتي sonic flow والقيمة التي تكون أعلى من 1 توضح لنا السريان فوق الصوتي super sonic flow .

- **طبقة الرقائق والطبقة الحدية الدوامية**

Laminar and turbulent boundary layer

نعتبر أن السريان يكون قبل اللوح الرقيق. وسمك الطبقة الحدية عند خط الانسياب العلوى سوف يكون صغير نسبياً. وعندما تتحرك هذه الطبقة عبر الجسم فإن كثير من جزئيات المائع ستبطئ ويزيد سمك الطبقة الحدية. وإذا كان السريان في الطبقة الحدية رقائقي فتسمى الطبقة في هذه الحالة بالطبقة الحدية الرقائقية. والطبقة الحدية الرقائقية تحدث عندما يكون السريان حول الأسطح الناعمة.



شكل (16) طبقة حدية رقائقية ودوامية

وسمك الطبقة الحدية يزيد مع المسافة ويصبح غير مستقرويتحول أخيرا إلى طبقة حدية دوامية. وفي الطبقة الحدية الدوامية تتحرك الجزيئات بطريقة المصادفة بالرغم من إنخفاض سرعتها بواسطة فعل السيولة عند الحد المتاخم.

- **الألواح المستوية Flat plates**

بالنسبة للألواح المستوية بطول L متر والتي تكون موازيه للحركة النسبية للمائع والمعادلات المستخدمه لها كالآتي:

(1) الطبقة الرقائقية الحدية (برقم رينولد حتى حوالي 500000)

(أ) معامل السحب المتوسط

$$C_D \frac{1.328}{\sqrt{R_E}} = \frac{1.328}{\sqrt{\frac{VL}{V}}}$$

(ب) – سمك الطبقة الحدية δ (بالمتر) عند أي مسافة X كالآتي:

$$\frac{\sigma}{\chi} = \frac{5.20}{\sqrt{R_{EX}}} = \frac{5.20}{\sqrt{VX/V}}$$

(ج) إجهاد القص t_o (نيوتن/ م2) ويحدد كالآتي:-

$$\tau_o = 0\ 33PV^{3/2}\sqrt{v/x} = 0.33\left(\frac{uv}{x}\right)\sqrt{R_{EX}} = \frac{0.33PV^2}{\sqrt{R_{EX}}}$$

حيث أن:

V = سرعة المائع القريبة من الحد المتاخم

X = المسافة من الحافة الأماميه (بالمتر)

L = الطول الكلي للوح (بالمتر)

R_{EX} = رقم رينولد للمسافة x

ويلاحظ أن سمك الطبقة الحدية سوف يزيد بزيادة الجذر التربيعي للبعد X وأيضاً بزيادة الجذر التربيعي للسيولة الكيناماتيه بينما δ (سمك الطبقة الحدية) سوف يقل بزيادة الجذر التربيعي للسرعة. وبالمثل إجهاد القص t_o سوف يزيد بزيادة الجذر التربيعي في U , P وسوف يقل بزيادة الجذر التربيعي للبعد x وسوف يزيد بزيادة قدرة V عن 1.5 مرة.

(2) الطبقة الحدية الدوامية:

(أ) معامل السحب المتوسط:

$$C_D = \frac{0.074}{R_{E^{0.20}}} \text{.....for } 2X10^5 \langle R_E \langle 10^7$$

$$= \frac{0.455}{\log_{10} R_{E^{2.28}}} \text{.....for } 10^5 \langle R_E \langle 10^9$$

وبالنسبة للحد الخشن يتغير معامل السحب بالنسبة للخشونه النسبية وليس مع رقم رينولدز

(ب) سمك الطبقة الحدية δ يمكن تحديده كالآتي:

$$\frac{\sigma}{x} = \frac{0.38}{R_E 9.20} \text{ for } 5 \times 10^7 \langle R_E \langle 10^5$$

$$= \frac{0.22}{R_E 0.167} \text{ for } 10^6 \langle R_E \langle 5x10^8$$

(ج) إجهاد القص يمكن تحديده كالآتي:-

$$t_o = \frac{0.023PV^2}{\left(8V/V\right)^{1/4}} = 0.0587 \frac{V^2}{2} P \left(\frac{V}{XV}\right)^{1/5}$$

(3) الطبقة الحدية وتحولها من طبقة رقائقية إلى طبقة دوامية على سطح اللوح (R_E تكون حوالي من 500000 إلى حوالي 20000000)

(أ) معامل السحب المتوسط

$$C_D = \frac{0.455}{(\log_{10} R_E)^{2.58}} - \frac{1700}{R_E}$$

- **الطبقة السفليه الرقائقية The laminar sub-layer**

في الطبقة الحدية الدوامية نجد أن الجزء الضيق من الطبقة القريبه من سطح الجسم ذات سريان من النوع الطبقي وإستمرار الطبقة الحدية الرقائقية يبدأ من عند الحافة الأمامية وهذه الطبقة الرقائقية الرفيعة تحدث من خلال الطبقة الدوامية التي تعرف بالطبقة السفليه الرقائقية Laminar sub-layer

- **الأثر Wake**

عند نقطة الفصل تكون جزيئات المائع عند السكون وخلف هذه النقطة لأن تدرج الضغط المضاد يسري عكسياً بالقرب من الحد المتاخم. والمنطقة أسفل الإنسياب من خط الإنسياب والتي تنفصل من الحد المتاخم تعرف بالأثر.

• **التكهف cavitation**

عندما يسري السائل في منطقة يكون ضغطها يصل إلى ضغط البخار فإنه يغلي وتنشأ جيوب بخار في السائل. وعندما يحدث هذا يفشل مبدأ إستمرارية السريان في تطبيقه ويحدث تغير ملحوظ في السريان وإنتاج أبخرة ملئ التجويفات في الماء المتدفق أو في أي سائل هي ما تعرف بما يسمى بمصطلح التكهف Cavitation

وإذا كانت التجويفات المملوءة بالبخار قريبه من الحد المتاخم المصمت وعندما يحدث لها إنهيار فإن القوى المبذولة بواسطة إندفاع السائل إلى داخل التجويفات تحدث ضغوط موضعية عالية وهي التي تسبب نقر للسطح المصمت.

• **السرعة الصوتية والغير صوتية والفوق صوتية**

Sonic, subsonic and supersonic speed

عندما تكون السرعة النسبية بين المائع والسطح في حالة تلامس مساوية لسرعة الموجة الضغطيه في المائع في هذه الحالة يقال على السرعة النسبية أنها صوتيه Sonic. وإذا كانت السرعة النسبية أقل من هذا المقدار فتعرف بالغير صوتية وأذا كانت أكبر فيقال أنها فوق صوتية.

والسرعات الفوق صوتيه تغير كلية طبيعة السريان ومعامل السحب مرتبط برقم ماخ Mach number (Nm) لأن السيولة لها تأثير بسيط على السحب Drag. والإضطراب الضغطي الذي يحدث يشكل مخروط مع القمة عند مقدم الجسم أو المقذوف. والمخروط يمثل صدر الموجة wave front أو الموجة الصدمية shock wave والزاوية المخروطيه أو الزاوية الماخية.

يتم تحديدها كالآتي:

$$\sin\alpha = \frac{\text{celerity}}{\text{viscosity}} = \frac{1}{v/c} = \frac{1}{Nm}$$

- **الفتحة orifice**

هي الجزء المفتوح مثل الفتحة أو الثقب الذي يوجد في جدار الوعاء أو الصهريج والذي من خلاله يطرد المائع (فتحة الطرد أو التصريف) وهي ربما تكون متواجدة في جانب أو في قاع الوعاء.

وكمية السائل المتدفقة من خلال هذه الفتحة في زمن معين تعتمد جزيئاً على شكل وحجم وتكوين الفتحة. وتيار السائل الذي يمر من الفتحة ينكمش بواسطة الفتحة في منطقة مروره منها وبالتالي سينخفض معدل الطرد أو التصريف. وإنكماش المساحة سعتمد على شكل وحجم الفتحة وعلى العلو المسبب للسريان. ومقطع تيار المائع الذي يخرج من الفتحة والذي عنده تصبح أولاً خطوط الإنسياب المتوازية في شكل متقلص.

- **المعاملات الهيدروليكية Hydraulic – co-efficients**

المصطلحات التي تسمى معامل السرعة ومعامل الإنكماش ومعامل الطرد جميعها تعرف بالمعاملات الهيدروليكية.

- **معامل السرعة Co-efficient of velocity**

النسبة بين السرعة الفعلية لتيار المائع عند منطقة التقلص والسرعة النظرية تعرف بمعامل السرعة.

باعتبار أن Cv = معامل السرعة

Cv = السرعة الفعلية عند منطقة التقلص / السرعة النظرية

وباعتبار H = العلو المسبب للسريان

، V = السرعة الفعلية.

إذن السرعة النظرية = $\sqrt{2gh}$

$\therefore \quad v = Cv.\sqrt{2gh}$ أو $Cv = \frac{v}{\sqrt{2gh}}$

والقيمة المتوسطة Cv تكون حوالي 0.97

ومعامل Cv يمكن إيجاده بالتجربة للفتحة الرأسية وذلك بواسطة قياس الإحداثيات الأفقية والرأسية لتيار المائع الصادر.

$$Cv = \sqrt{\frac{X^2}{4gh}}$$

- **معامل التقلص أو الإنكماش The co-efficient of contraction**

النسبة بين مساحة تيار المائع عند منطقة التقلص ومساحة الفتحة تعرف بمعامل التقلص أو الإنكماش.

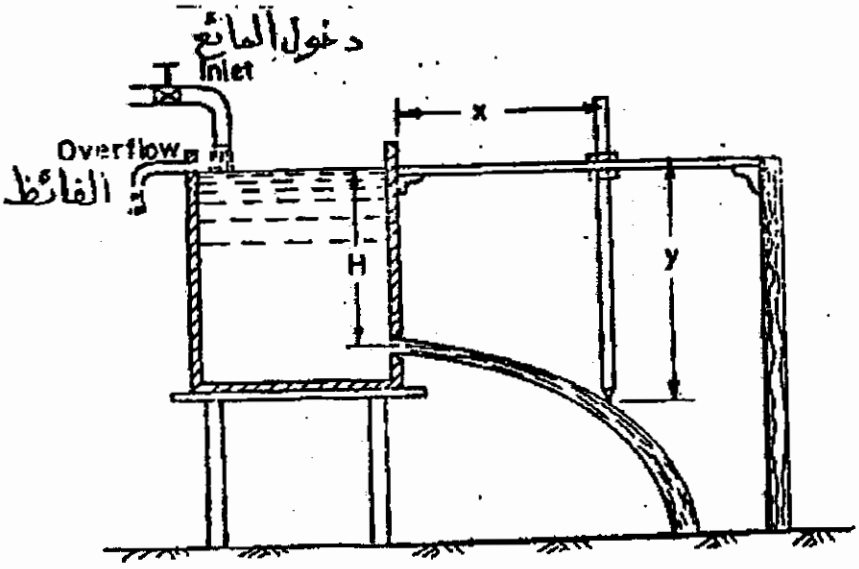
بإعتبار Cv = معامل الإنكماش

Cc = مساحة تيار المائع عند منطقة التقلص ÷ مساحة الفتحة

وهذا المعامل يتغير نسبياً مع العلو Head ومع حجم وشكل الفتحة.

والقيمة المتوسطة بالنسبة للفتحات الصغيرة ذات الحافة الحادة تكون 0.64.

ومعامل الإنكماش يمكن إيجاده بالتجربة بواسطة القياس المباشر لمساحة تيار المائع عند التقلص.



شكل (17) تحديد المعاملات

- **معامل الطرد The co-efficient of discharge**

بسبب الإنخفاض في السرعة وإنكماش تيار المائع سوف يكون الطرد الفعلي أقل بكثير عن النظري والنسبة بينهم تعرف بمعامل الطرد.

وبإعتبار Cd = معامل الطرد.

a= مساحة الفتحة

$$\therefore Cd = \frac{\text{الطرد الفعلي}}{\text{الطرد النظري}} = \frac{\text{الطرد المقاس}}{\sqrt{2gh.xa}}$$

ولكن الطرد النظري = $a.\sqrt{2gh}$

ولذلك Cc x Cv = Cd

ولذلك فإن معامل طرد الفتحة يمكن إيجاده بواسطة أولاً تحديد معامله للسرعة Cc , Cv ثم يتم بعد ذلك ضربهما في بعض.

ومعامل الطرد أيضاً سوف يتغير مع العلو Head ونوع الفتحة. وعادة قيمته تكون بين 0.61، 0.64.

وأبسط طريقة لتحديد معامل الطرد تكون بواسطة القياس الفعلي لكمية السائل المطرود من خلال الفتحة في زمن معين t تحت تأثير علو ثابت معروف H ثم بواسطة قسمة هذه الكمية على الطرد النظري.

وبإعتبار أن Q هي الحجم الفعلي للسائل الذي تم قياسه في زمن قدره t ثانية فيكون الآتي:

$$Cd = \frac{Q}{a.\sqrt{2gh.t}}$$

- **الفتحات الغاطسه أو المغموره Drowned orifices**

إذا كانت الفتحة لا تطرد إلى الجو الخارجي ولكنها تطرد إلى سائل أكثر فإن جانب الخارج الكلي للفتحة الذي يكون أسفل السائل يعرف بالفتحة الغاطسه أو المغموره.وإذا كان جانب الخارج للفتحه تحت سطح السائل جزئياً فقط فتعرف الفتحة في هذه الحالة بالفتحة الغاطسة أو المغمورة جزئياً.

وهذا الطرد الذي يتم من خلال الفتحة الغاطسة يمكن الحصول عليه من نفس المعادلات مثل الفتحة ذات التشغيل الحر بإستثناء العلو المسبب للسريان سيكون هو الفرق بين العلوات على كل جانب من الفتحة.

والطرد الذي يتم من خلال الفتحة الغاطسه جزئياً يمكن إيجاده بالتعامل مع الجزء السفلي كأنه فتحه غاطسه والجزء العلوي كأنه فتحة تشغيل حر وبإضافتهم مع بعض يمكن إيجاد الطردين.

• **زمن تفريغ الصهريج Time of emptying tank**

نعتبر أن السائل يتم طرده من خلال فتحة مساحتها a في قاعدة الصهريج بحيث أن مستوى السائل يهبط من إرتفاع H_1 إلى إرتفاع H_2 في زمن T ثانية. ومعدل الطرد سوف ينخفض عندما يهبط مستوى السائل.

$$\therefore T = \frac{2A}{C_d.a.\sqrt{2g}} - \left(H_1^{1/2} - H_2^{1/2}\right)$$

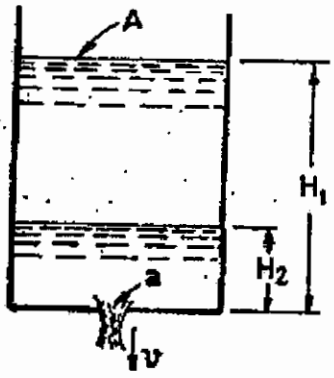
وإذا تم تفريغ الصهريج كلية $H_2 = 0$

$$T = \frac{2A}{C_d.a.\sqrt{2g}}\sqrt{H_1}$$

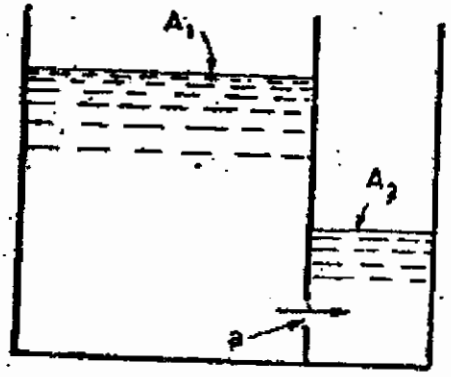
• **زمن السريان من وعاء إلى آخر time of flow from one vessel to another**

(أ)- إذا كان كلا الوعائين لها مساحات مختلفة A_1 & A_2

$$T = \frac{2A_1\left(H_1^{1/2} - H_2^{1/2}\right)}{C_d.a.\left(1+\frac{A_1}{A_2}\right)\sqrt{2g}}$$



شكل (18)



شكل (19)

(ب) إذا كان كلا الوعائين لهما نفس المساحة $A_1 = A_2$

$$\therefore T = \frac{A_1\left(H_1^{1/2} - H_2^{1/2}\right)}{C_d.a.\sqrt{2g}}$$

- **فقودات في علو الموائع المتدفقة Losses of head of flowing fluids**

الموائع المتدفقه تخضع أيضاً لفقودات في العلو نتيجة لتغيرات المقطع وتغيرات الإتجاه والعوائق. وجميع مثل تلك الفقودات في مصطلحات علو السرعة.

- **أنواع الفقودات:**

(1) الفقدفي العلو نتيجة للإحتكاك لجوانب الممر:

وهذا الفقد يعبر عنه بالداله $V^2/2g$ وهذا سيعتمد على رقم رينولدز للسريان والذي بدوره يعتمد على طول وقطر الماسورة والسرعة ومعامل السيولة وكثافة المائع وخشونة السطح.

(2) فقد العلو نتيجة لتغير الإتجاه:

وهذا الفقد يكون نتيجه لمقاومة الثنايا الحادة والتكويعات ويعبر عنه بدالة $V^2/2g$ أو فقد العلو = $Kv^2/2g$.

(3) الفقد في الحرارة نتيجة لتغير مقطع الممر:

فقودات العلو التي تتبع هذا العنوان تكون نتيجة للتوسع المفاجئ للمقطع والأنكماش المفاجئ والفقد عند مدخل الماسورة.

(4) الفقد في الحرارة نتيجة عائق في الممر:

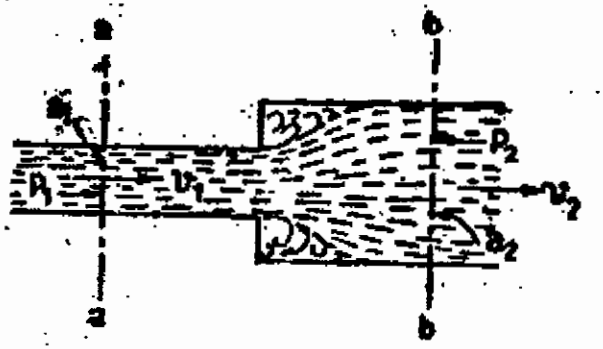
أي عائق في الممر سوف يتداخل مع السريان المستقر للمائع ويكون دواميات والطاقة التي سوف تفقد بالحد الأقصى في الإحتكاك.

• **الفقد في العلو نتيجة للتوسع المفاجئ**

Loss of head due to sudden enlargement

نعتبر أن السائل يتدفق عبر ماسورة مساحتها a_1 وبسرعة V_1 وبضغط P_1 ونفترض أن الماسورة توسعت فجأة إلى مساحة a_2 ونفترض أن سرعة المائع في القطاع المكبر هي V_2 والضغط P_2. وسوف يسري المائع كما هو موضح في شكل (20) وإرتداد الدواميات سوف يتشكل في الركن وهذا التكوين للدواميات هو الذي يسبب الفقد في العلو.

وتضغط الدواميات على المحيط الحلقي للمساحة (a_2-a_1) مع ضغط Po , Po يكون مساوى تقريبا إلى P_1 وبهذا الإفتراض يمكن الحصول على الحل.



شكل (20) التوسيع المفاجئ

نعتبر كمية المائع بين aa , bb

والقوة المحصلة المؤثره على هذه الكتلة للمائع تكون كالآتي:-

$$P_2a_2 - P_1a_1 - Po\ (a_2-a_1)$$

وبفرض أن $Po = P_1$

القوة الكلية = $a_2\ (p_2-p_1)$

والتغير في كمية التحرك في الثانية لهذه الكتلة للمائع يكون

$$\frac{Wa_1v_1^2}{g} - \frac{Wa_2v_1^2}{g}$$

ولكن $a_1v_1 = a_2v_2$

ولذلك التغير في كمية التحرك في الثَّانِيَة

$$= \frac{Wa_2v_2v_1}{g} - \frac{Wa_2v_2^2}{g}$$

وبعد ذلك تكون القوة مساوية لتغير كمية التحرك في الثانية

$$a_2(p_2 - p_1) = wa_2\left(\frac{v_2v_1}{g} - \frac{v_2^2}{g}\right)$$

أو $\frac{p_2}{w} - \frac{p_1}{w} = \frac{v_2v_1}{g} - \frac{v_2^2}{g}$ ..... (A)

نفترض أن h_L = الفقد في العلو نتيجة للتوسع وبإستخدام معادلة بيرنولي للمقطع bb , aa

$$\frac{p_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{w} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

$$\frac{p_2}{w} - \frac{p_1}{w} = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} - h \text{ .....(B)}$$

ومن المعادلتين (A) & (B) :-

$$\frac{v_2v_1}{g} - \frac{v_2^2}{g} = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} - h_L$$

$$h_L = \frac{v_1^2}{2g} - \frac{2v_1v_2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

$$\therefore h_L = \frac{(v_1 - v_2)}{2g}$$

• **الفقد في العلو نتيجة للإنكماش المفاجئ**

Loss of head due to sudden contraction

هذا الفقد لا يكون بسبب الإنكماش نفسه ولكن يكون نتيجة للتوسع الذي يتبع الإنكماش.

نفترض أن هناك ماسورة نفترض أن مساحة مقطع الماسورة تغير من مساحة a_1 إلى مساحة a . والمائع المتدفق إلى داخل المقطع الضيق سوف يكون منكمش أكثر عند المقطع cc ويشكل منطقة تقلص في نفس طريق تيار المائع الصادر من الفتحة. نفترض أن السرعة عند cc هي Vc والمنطقة المنكمشة a_c.

$$Ac = Cc.\ a$$

حيث أن Cc = معامل الإنكماش أو التقلص.

ونفترض v = سرعة المائع عند المقطع bb

وعند المقطع bb سيكون تيار المائع متمدد ويملأ الماسورة وبالتالي سوف يكون هناك فقد في العلو بين cc , bb نتيجة لهذا التمدد.

$$\text{الفقد في العلو} = \frac{(v_c - v)^2}{2g}$$

$$\text{ولكن } a.v = a_c.\ v_c = Cc.\ a\ .Vc$$

$$\text{ولذلك } V_c = \frac{v}{c_c}$$

وبعد ذلك يكون:

$$\text{الفقد في العلو} = \frac{v^2\left(\frac{1}{c_c} - 1\right)^2}{2g} \quad k\frac{v_2^2}{2g} =$$

$$\text{حيث أن } k = \left(\frac{1}{c_c} - 1\right)^2$$

قيمة K يمكن أن تتراوح من 0.5 إلى تقريباً صفر ويعتم ذلك على نسبة الإنكماش وتدرجه.

وبعد ذلك:

الفقد في العلو نتيجة للإنكماش المفاجئ = $0.5\left(\frac{v^2}{2g}\right)$

- **فوهات الرش Mouthpieces**

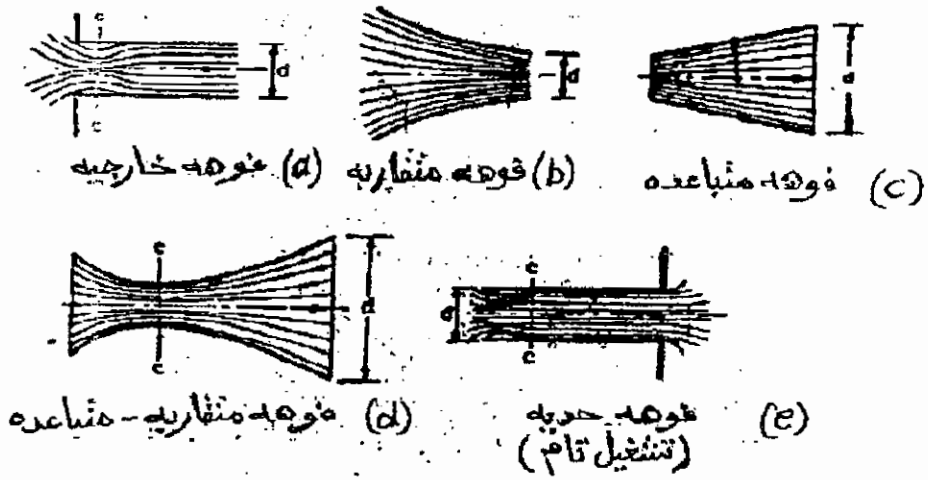
تستخدم فوهات الرش من أجل زيادة كمية الطرد بجعلهم في دوران مملوء بالماء وبذلك يزيد معامل الإنكماش Cc.

- **فوهة الرش الخارجية External mouthpiece**

يمكن زيادة الطرد من خلال فتحة بواسطة تركيب ماسورة قصيرة في الطول إلى الخارج. وتأثير فوهة الرش على الطرد هو تخفيض الضغط عند منطقه التقلص وهكذا يزيد العلو الفعال المسبب للسريان. وفي هذا النوع لفوهة الرش فإن طول الماسورة يجب أن يكون على الأقل ثلاث مرات مثل القطر لكي تعمل الماسورة بالدرجة القصوى.

- **الفوهة المتقاربة Convergent mouthpiece**

بجعل الفوهه على شكل النفاث حتى منطقة الإنكماش بذلك يمكن التخلص من الفقد الناتج من التوسيع. وهذا سوف يجعل معامل الطرد النظري يساوي واحد. ومثل تلك الفوهة تعرف بالفوهة المتقاربة.



شكل (22) أنواع الفوهات

- **فوهة متقاربة متباعدة convergent divergent mouthpiece**

في هذا النوع من الفوهات تكون الفوهة متقاربة حتى منطقة الإنكماش ثم تتباعد بعد ذلك كما هو موضح في شكل (22) وعندما يزيد التباعد تزيد السرعة عند CC وهذا سوف يسبب زياده في ضغط التفريغ عند منطقة الإنكماش. وهناك حد لكمية التباعد إذا تم الحفاظ على السريان المستقر.

- **الفوهة المقفلة أو الحدية Re-entrant or Borda's mouthpiece**

الفوهة الداخلية كما هو موضح في شكل (22) تعرف بالفوهة المقفلة أو الحدية. إذا كان تيار المائع بعد الإنكماش لا يتلامس مع جوانب الفوهة فيقال أنه تشغيل حر. وإذا كان النفاث أو تيار المائع. يتمدد بعد الإنكماش ويملأ الفوهة ويقال أنه تشغيل تام.

ومعامل الطرد عند التشغيل التام = 0.707

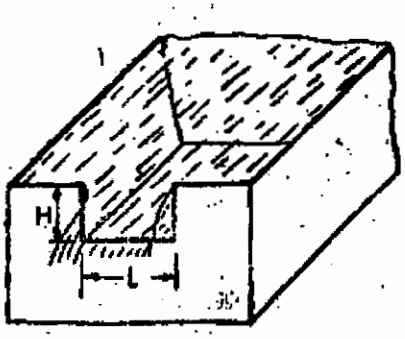
إذا كان العلو أكثر من 12.2 متر فإن الفوهة سوف يكون تشغيلها غير تام عند خروجه ولكن تيار المائع سوف يسري بإستقامة بدون لمس جدران الأنبوب أو الفوهة.

- **النقرات Notches**

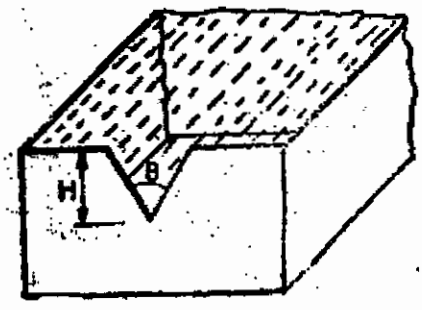
النقرة يمكن إعتبارها فتحة بحيث أن سطح الماء يكون أسفل حافتها العليا. وهذه النقرات Notches تستخدم في قياس تدفق الماء من الوعاء أو الخزان وتكون عامة مستطيلة أو مثلثة في الشكل.

- **النقرة المستطيله Rectangular Notch**

إذا كان الماء يسري من الصهريج أو الخزان حول النقرة فسوف يكون هناك إنكماش في الضلع مع مقاومة إحتكاكية بسيطة عند الجوانب مثل الذي يحدث في حالة الفتحة. وهذا سوف يسبب طرد أو تصريف فعلي ليكون أقل من الطرد النظري والنسبة بينهم سوف تكون هي معامل الطرد co-efficient of discharge للنقرة. والقيمة المتوسطة لهذا المعامل تكون حوالي 0.62.



شكل (23) نقره على شكل مستطيل



شكل (24) نقره على شكل حرف V

والطرد الكلي يمكن تحديده بالعلاقه الآتية:

$$Q=\frac{2}{3}C_d\cdot\sqrt{2g}.L.H^{3/2}$$

• **النقرة المثلثه أو التي على شكل حرف Triangular or V.Notch V**

في حالة النقرة المثلثه لا يكون هناك قاعدة تسبب الإنكماش والذي سوف يكون نتيجة للجوانب فقط. ولذلك فإن معامل الإنكماش سوف يكون ثابت لجميع العلوات. ولهذا السبب فإن النقرة المثلثة هي ذات القبول الأكثر.

ونعتبر أن:

H = إرتفاع سطح الماء.

θ = زاوية النقرة.

وبعد ذلك يكون عرض النقرة عند سطح الماء

$$2H\tan\frac{\theta}{2} =$$

الطرد الكلي Q من خلال النقرة:

$$\frac{8}{15}.C_d.\sqrt{2g}\tan\frac{\theta}{2}H^{5/2} =$$

بالنسبة لنقرة المثلث القائم الزاوية المتساوي الساقين حيث أن $\tan\frac{\theta}{2}=1$

$$\theta=\frac{8}{15}C_d.\sqrt{2g}H^{5/2}$$

• **السدود Weirs**

السد هو إسم يطلق على السد الذي يسري حوله الماء. ونظرياً لا يوجد هناك فرق بين السد المستطيل البسيط والنقرة المستطيله بإستثناء أن الأخيرة يمكن أن يكون لها حافات حاده ومعظم السدود تكون مستطيله والسد المانع الذي بدون إنكماشات طرفية يستخدم عامه للتدفقات الكبيرة والسد المنكمش يكون للتدفقات الأصغر. ومن أجل الحصول على نتائج دقيقة يجب أن يعاير السد في المكان الذي يستخدم فيه.

- **المعادلة النظرية للسد Theoretical weir formula**

المعادلة النظرية للسد المستطيل تكون كالآتي:

$$Q=\frac{2}{3}C_d.L.\sqrt{2g}.H^{3/2}$$

(بدون سرعة الإقتراب)

$$Q=\frac{2}{3}C_d.L.\sqrt{2g}\left[\left(H+\frac{V_o^2}{2g}\right)^{\frac{3}{2}}-\left(\frac{V_o^2}{2g}\right)^{\frac{3}{2}}\right]$$

(مع سرعة الإقتراب)

حيث أن:

Q = التدفق أو السريان بالمتر المكعب/ ثانية (m^3/s)

C_d= معامل الطرد

L = طول قمة السد بالمتر.

H = العلو على السد بالمتر (إرتفاع مستوى سطح السائل أعلى القمة).

V_o= السرعة المتوسطة للإقتراب بالمتر/ ثانية

- **معادلة فرنسيس Francis Formula**

$$Q=1.84(L-0.1nH)H^{3/2}$$

(بدون سرعة الإقتراب)

حيث أن $1.84=\frac{2}{3}C_d.\sqrt{2g}$.....$C_d=0.623$

$$Q=1.84[L-0.1n(H+ha)][(H+ha)^{3/2}-ha^{3/2}]$$ ،

(مع سرعة الإقتراب)

N = صفر للسد المانع.

N = 1 للسد مع إنكماش واحد.

N = 2 للسد المنكمش كلية.

- **معادلة بازن Bazin formula**

$$Q = (0.405 + \frac{0.03}{H}).\sqrt{2g}.L.H^{3/2}$$

(بدون سرعة الإقتراب)

$$Q = (0.405 + \frac{0.03}{H}).\sqrt{2g}.L.H_1^{3/2}$$

(مع سرعة الإقتراب)

حيث أن $H_1 = H + a.\frac{V_o^2}{2g}$

وقيمة α المتوسطة التي تعين بواسطة Bazin تساوي 1.6.

- **معادلة فتيلي وستيرنز Fteley and stearns**

معادلة فتيلي وستيرنز (أطوال 1.52 متر، 5.8 متر تحت تأثير علوات 21مم إلى 497مم) للسدود المانعة تكون كالآتي:

$$Q = 1.826\,L.\left(H + \alpha\frac{V_o^2}{2g}\right)^{3/2} + 0.00065L$$

عندما يكون α = المعامل معتمدا على إرتفاع القمة.

- **معادلة السد المثلثي Triangular Weir formula**

$$Q = \frac{8}{15}C_d \tan\frac{\theta}{2}\sqrt{2g}.H^{5/2}$$

حيث أن θ = زاوية النقرة

أو بالنسبة للسد: $Q = mH^{5/2}$

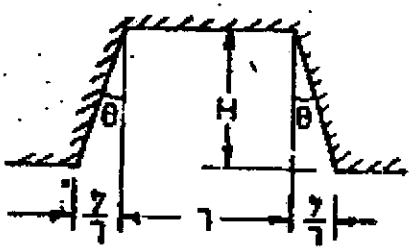
• **السدود الشبه منحرفة Trapezoidal Weirs**

السد الشبه منحرف يكون مركب من سد مستطيل وآخر مثلثي وبعد ذلك مجموع التصريفات حول تلك النوعين يكون هو التصريف حول مثل تلك السد Weir.

$$Q=\frac{2}{3}C_{d1}\cdot\sqrt{2g}.L.H^{3/2}+\frac{8}{15}C_{d2}\cdot\sqrt{2g}.\tan\theta.H^{5/2}$$

• **سد سيبوليتي Cippoletti weir**

وهو سد شبه منحرف له جانب منحدر بنسبه 1 أفقي إلى 4 رأسي. ومنحدر هذا الجانب مطلوب من أجل زيادة الطرد خلال الجزء المثلثي للسد الذي يكون منخفض بواسطة إنكماشاته الطرفيه في حالة السدود المستطيلة. لذلك ميزة سد سيبوليتي تكون هي عدم حاجة معادلة فرانسيس لمعامل تصحيح للإنكماش الطرفية $\therefore Q=1.84\,L\,H^{3/2}$



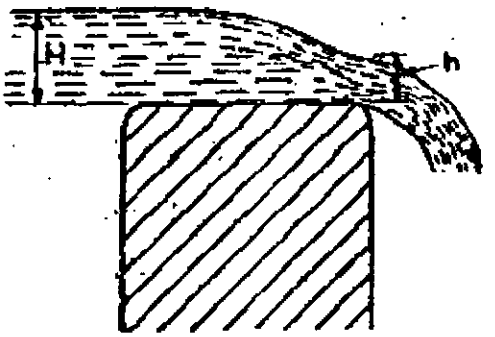
شكل (25) سد سيبوليتي

وهذا النوع من السد يستخدم على نطاق واسع للمياه المقاسة لأغراض الري. وللحصول على نتائج جيدة يجب ألا تقل L عن 2H

• **السدود ذات القمة العريضة Broad crested weirs**

السد الذي له عتبة عريضة يعرف بالسد ذات القمة العريضة وطرد السد

الذي من هذا النوع يعتمد على العلو H والعرض b والطول L للعتبه ويعتمد أيضاً على خشونة سطح العتبه وعلى السيولة Viscosity وعلى درجة الحرارة.



شكل (26) السد ذات القمة العريضه

وعندما يسري الماء حول العتبه sill فسيكون هناك فقد في العلو ونتيجة للمقاومة الإحتكاكية. وإذا كانت العتبه طويله جداً فإن هذه المقاومة سوف تكون مشابهه لتلك التي لطبقة المجرى المفتوح. وبالنسبة للحد الأقصى للطرد $h = \frac{2}{3}H$

$$\therefore Q_{max} = \frac{2}{3} C_d . L . H . \sqrt{2g(H - \frac{2}{3}H}$$

$$= 1.7\, C_d . L . H^{3/2}$$

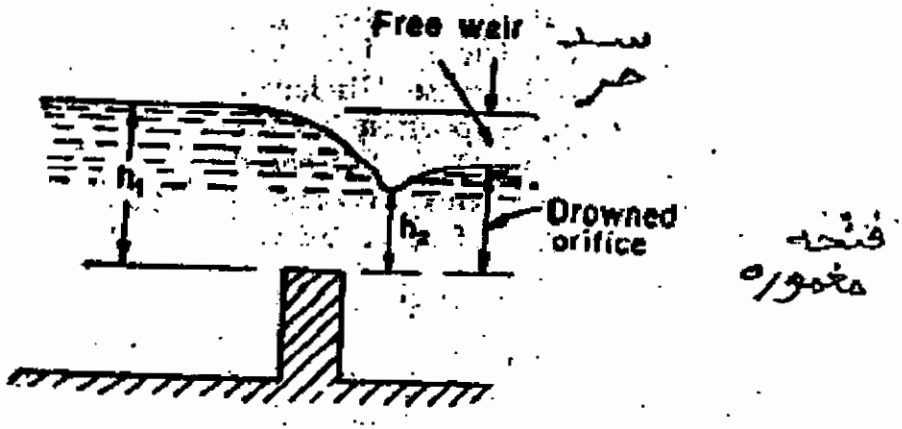
- **السدود المغمورة Submerged weirs**

أينما كان مستوى مجرى الماء لمؤخر السد أعلى من القمة فيقال أن السد مغمور. والطرد Q يمكن إعتبار تكوينه من الطرد q_1 المتدفق مثل الذي في النقرة المستطيلة في الجزء AB للسرياد + الطرد q_2 المتدفق مثل الذي في الفتحة في الجزء BC للسد. إذا كان h_1 & h_2 هي أعماق التدفق أعلى القمة للسد أعلى مجرى الماء.

$$q_1 = \frac{2}{3} C_{d1} \sqrt{2g} . (h_1 - h_2)^{3/2}$$

$$q_2 = C_{d2}.h_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

$$\therefore Q = q_1 + q_2$$



شكل (27) سد مغمور

- **سرعة الاقتراب velocity of approach**

إذا كانت مساحة المجرى التي من خلالها يقترب الماء من السد أكبر من السد نفسه فسوف يكون للماء سرعة للوصول للسد تعرف بسرعة الإقتراب. وهذه السرعة يمكن إفتراضها بأنها منتظمة حول السد كله.

- **زمن تفريغ الخزان مع السد المستطيل**

Time of emptying reservoir with rectangular weir

حيث أن A = مساحة الخزان

L = عرض السد المستطيل

مستوى الماء في الخزان للهبوط من إرتفاع H_1 إلى إرتفاع H_2 أعلى مستوى العتبة.

• **التدفق خلال المواسير Flow through pipes**

خطوط الماسورة الطويله تستخدم في نقل الأنواع المختلفة للموائع. وفي تجهيزات إمداد المياه يكون الغرض من خط الماسورة هو توزيع الماء من الخزان ويشكل خط الماسورة من مواسير صغيرة ذات أقطار منتظمة أو مختلفة وموصلين ببعضهما.

• **الإحتكاك في المواسير Friction in pipes**

الموائع المتدفقة خلال المواسير تكون خاضعه لمقاومة إحتكاكية تعتمد على السرعة ومساحة السطح المبتل وطبيعة السطح. وفي المواسير الطويله تكون المقاومة الإحتكاكية كبيره بحيث أن جميع المقاومات الأخرى تكون ضئيله بالمقارنة وتمتص الطاقة الكلية للمائع في التغلب عليها. والطاقة المفقودة في التغلب على المقاومة الإحتكاكية يعبر عنها بالسم أو المتر للمائع ويعرف بالحرارة المفقودة في الإحتكاك.

• **الفقد في العلو بواسطة الاحتكاك Loss of head by friction**

الفقد في العلو له نوعان:

(أ) فقد العلو للسرعة الثابتة.

(ب) فقد العلو للسرعة المتغيرة.

• **(أ) فقد العلو للسرعة الثابتة ويمكن تقسيمه إلى:**

(1) الفقد في العلو نتيجة للإحتكاك في الماسورة نفسها.

(2) الفقد في العلو عند الخروج نتيجة للتخلص من الطاقة الكيناتيكية.

• **(ب) فقد العلو للسرعة المتغيرة:**

الفقد في العلو نتيجة للسرعة المتغيرة يحدث عندما يكون هناك تغير لمساحة

المقطع مثل مداخل الماسورة التوسع المفاجئ والإنكماش المفاجئ وتجهيزات الماسورة إلى آخره.

- **المعادلة Formulae**

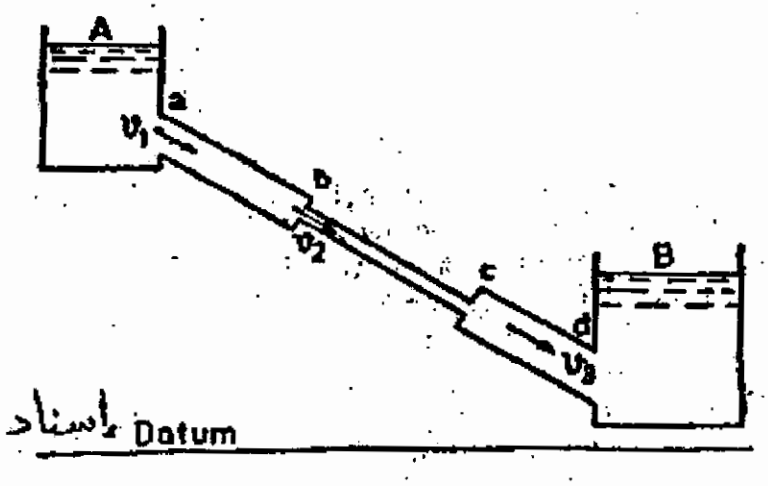
1- الفقد الناتج من مدخل الماسورة = $0.5\frac{V_1^2}{2g}$

2- الفقد نتيجة الإحتكاك = $\frac{4fLV_1^2}{2gd}$

3- الفقد نتيجة الإنكماش المفاجئ = $\frac{0.5V_2^2}{2g}$

4- الفقد نتيجة التوسع المفاجئ = $\frac{(V_2 - V_3)^2}{2g}$

5- الفقد نتيجة لعلو السرعة عند الخروج = $\frac{V_2^2}{2g}$



شكل (28)

- **تعريفات Definitions**

(1) العمق المتوسط الهيدروليكي $m = A/P$

حيث أن :

A = مساحة المقطع.

P = المحيط المبتل

(2) المحيط المبتل:

وهو السطح الذي يكون متلامس مع الماء وتوضيحه يكون بالرمز p.

(3) التدرج الهيدروليكي:

ويتم تحديد كالآتي:

$$i = \frac{\text{head lost due to friction}}{\text{الطول الكلي للماسورة}} = \frac{hf}{t}$$

(4) الخشونه النسبية:

$$8 = \frac{2S}{d}$$

حيث أن S = سمك السطح الخشن للماسورة.

- **المعادلات العامه:**

(أ) معادلة دارثي أوفيزباخ Darcy or weisbach

$$hf = \frac{uflv^2}{2gd}$$

حيث أن:

F = ثَابِت

ι = طول الماسورة

V = سرعة التدفق أو السريان

d = قطر الماسورة

(ب) معادلة شيزي Chezy's equation

$$V = C\sqrt{mi}$$

حيث أن:

C = ثابت ويعرف بثابت شيزي

M = العمق المتوسط الهيدروليكي

I = التدرج الهيدروليكي

- **خط التدرج الهيدروليكي Hydraulic gradient line**

هو الخط الذي يوصل النقاط التي يصعد فيها الماء في أنابيب قياس إنضغاطية السوائل الرأسيه والمجهزة عند مساحات المقاطع المختلفة لخط الماسورة. والقراءات الخاصة بأنابيب قياس إنضغاطية السوائل توضح لنا علو الضغط عند النقاط التي تركب عندها الأنابيب.

وهكذا فإن التدرج الهيدروليكي يوصل النقاط المختلفة التي تمثل علوات الضغط.

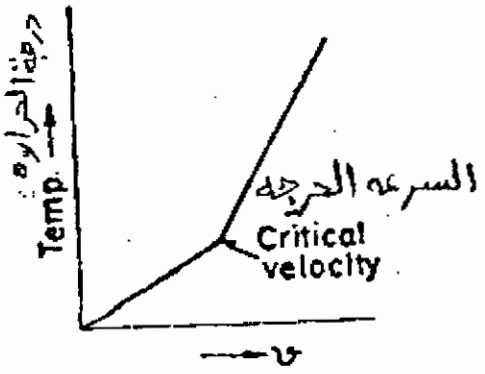
- **خط الطاقة الكلية Total energy line**

هذا الخط هو تمثيل تخطيطي بياني للعلو الكلي عند أي مقطع لخط الماسورة أعلى خط الإسناد.

- **السرعة الحرجة Critical velocity**

السرعة الحرجة هي السرعة التي تكون عندها كل الدوامية قد أخمدت بواسطة سيولة المائع. وقد وجد أن الحد الأعلى للسريان أو التدفق الطبقي في المجال العملي يمثل بواسطة رقم رينولدز حوالي 2000. والنقطة التي حدث

عندها التغير من السريان الطبقى إلى السريان أو التدفق الدوامي تعرف أيضاً بالسرعة الحرجة. والسرعة الحرجة سيكون تمثيلها بواسطة التواءات في المنحنى (شكل 29).



شكل (29)

- **رقم رينولدز Renolds number**

رقم رينولدز وهو رقم غير بعدي يمثل النسبة لقوى القصور الذاتي إلى القوى اللزجة Viscous forces

بالنسبة للمواسير الدائرية ذات التدفق أو السريان التام

$$\text{Rnolds number Re} = \frac{V_{dp}}{u} = \frac{V_d}{v}$$

حيث أن :

V = السرعة المتوسطة بالمتر / ثانية (m/s)

d= قطر الماسورة بالمتر (m)

V= السيولة الكيناماتية للمائع بالمتر المربع / ثانية (m^2/s)

P= كثافة كتلة المائع بالكيلو جرام / م^3 (Ng/m^3)

u= السيولة المطلقة.

• **التدفق أو السريان خلال خطوط الماسورة Flow through pipe lines**

سرعة السائل المتدفق خلال الماسورة يمكن إيجاده بواسطة إستخدام معادلة بيرنولي Pernoulli's equation لطرفي الماسورة والسماح لأي فقد في العلو في الماسورة. وفي جميع مثل تلك المسائل المعادلة التي تكون أكثر توافق لفقد العلو الإحتكاكي هي معادلة دارسي Darcy

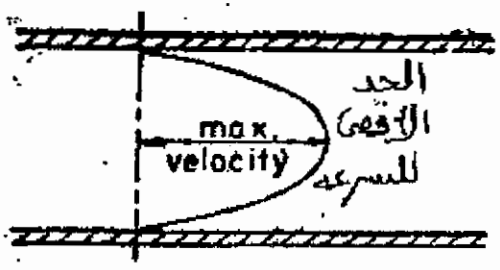
$$hf = \frac{uflv^2}{2gd}$$

• **توزيع السرعة في الماسورة distribution of velocity in a pipe**

سرعة المائع المتدفق عبر ماسورة لها تدفق دوامي سوف تتغير عند نقاط مختلفة لمساحة المقطع ومقدارها يعتمد على نصف القطر. وسرعة السريان أو التدفق عند أي نصف قطر يمكن قياسها بواسطة أنبوب بيتو pitot tube .

وقد وجد أن السرعة تكون بالحد الأقصى عند المركز وتكون بالحد الأدنى عند المحيط.

والتغير الموضح بالمنحنى في شكل (30) وفيه تكون السرعة مخططة أفقياً على قطر الماسورة كقاعدة. وقد وجد أن الحد الأقصى للسرعة يكون حوالي 1.2 مرة مثل السرعة المتوسطة.



شكل (30) منحنى تغير السرعة في الماسورة

• **نظام المواسير على التوالي Pipes in series**

إذا كان خط الماسورة مكون من عدة مواسير ذات أقطار مختلفة d_1 & d_2 للأطوال المناظرة l_1 & l_2 وموصلة على التوالي فإن الفرق في سطح الماء يكون مساوياً لفقودات العلو في جميع المقاطع أي أن $H = \Sigma hf$. وبالرجوع إلى شكل (30) مع إستبعاد الفقودات الصغيرة مثل التي عند مدخل الماسورة نتيجة للإنكماش المفاجئ ونتيجه للتوسع المفاجئ وعند الخروج.

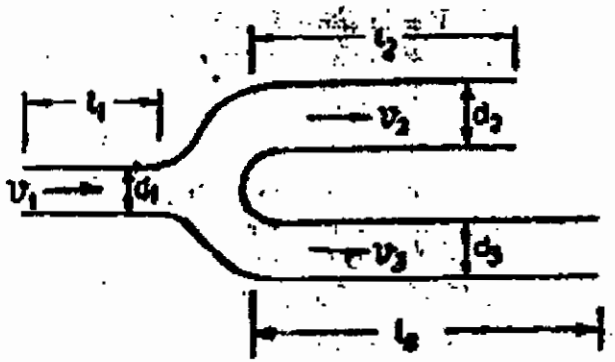
$$H = \frac{4fl_1}{d_1}.\frac{V_2^2}{2g} + \frac{4fl_2}{d_2}.\frac{V_2^2}{2g} + \frac{4fl_3}{d_3}.\frac{V_3^2}{2g} + ...$$

$$hf_1 + hf_2 + hf_3 + ... = \Sigma hf$$

• **نظام المواسير على التوازي Pipes in parallel**

توصل المواسير أحياناً على التوازي in parallel من أجل زيادة سعة الخط. والماء المتدفق خلال فروع خط المواسير إلى داخل خطين متوازيين. وتوزيع السريان في الأفرع يجب أن يكون مضبوط بالطريقة التي يكون فيها فقد العلو hf في كل ماسورة متوازية هو نفس الفقد شكل (31).

$$H = hf = \frac{4f_1l_1}{d_1}.\frac{V_1^2}{2g} = \frac{4f_2l_2}{d_2}.\frac{V_2^2}{2g} = ...$$



شكل (31) توصيل المواسير على التوازي

وأيضاً معدل الطرد في الخط الرئيسي يكون مساوى لمجموع معدلات الطرد في كل ماسورة متوازية.

$$Q = Q_1 + Q_2$$

- **الحجم المكافئ للماسورة المركبة Equvalent size of a compound pipe**

إذا كان هناك ماسورة مركبة تتكون من عدة مواسير ذات أقطار مختلفة وأطوال مختلفة يتم إستبدالها بماسورة ذات قطر منتظم وطول مساوى وتعرف هذه الماسورة الأخيرة بماسورة مركبة. والقطر المنتظم لماسورة مكافئه يعرف بالقطر المكافئ للماسورة المركبة.

بإعتبار ..... t_1, t_2, t_3 الأطوال، d_1, d_2, d_3 هي الأقطار على التوالي لمكونات الماسورة المركبة وبعد ذلك يكون الآتي:-

$$hf = \frac{4f}{2g} \cdot \frac{Q_2}{\left(\frac{\Pi}{4}\right)^2} \left(\frac{l_1}{d_1^5} + \frac{l_2}{d_2} + \frac{l_2}{d_2^5} + ... \right)$$

وإذا كانت d هي قطر ماسورة مكافئة التي لها نفس الطول الكلي وسوف تعطي نفس الطرد لنفس فقد العلو الناتج من الإحتكاك.

$$\frac{l_1 + l_2 + l_3 + ...}{d^5} = \frac{l_1}{d_1^5} + \frac{l_2}{d_2^5} + \frac{l_3}{d_2^5} + ...$$

ولتحديد الطول L للماسورة ذات القطر المنتظم D تستبدل أحياناً الماسورة المركبة وبعد ذلك يكون:

$$L = D^5 \left(\frac{l_1}{d_1^5} + \frac{l_2}{d_2^5} + \frac{l_3}{d_3^5} + ... \right)$$

• **زمن التدفق أو السريان من صهريج إلى آخر عبر الماسورة**

Time of flow from one tank to another through pipe

$$T = \frac{2A_1A_2}{a(A_1 + A_2)}\sqrt{\frac{1.5 + \frac{4ft}{d}}{2g}\left(H_i^{1/2} - H_2^{1/2}\right)}$$

حيث أن: A_1 & A_2 هي مساحات الصهاريج الكبيرة والصغيرة على التوالي ، H_1 & H_2 هي الفرق الإبتدائي والنهائي لمستوى الماء في الصهريجين.

، a & d & t هي المساحة والقطر والطول للماسورة على التوالي.

• **نقل القدرة عبر المواسير Transmission of power through pipes**

إذا كان هناك قدرة منقولة خلال مسافة كبيرة بواسطة الماء تحت تأثير ضغط فإن القدرة الإمدادية سوف تتناسب مع كمية الماء في الثانية الذي يمر من خلال الماسورة ومع العلو الكلي للماء.

$$H.P. = \left(\frac{\omega}{75}.\frac{\pi}{4}d^2\right)\left(Hv - \frac{4ft}{d}.\frac{v^3}{2g}\right)$$

والقدرة المنقولة تكون بالحد الأقصى عندما يكون الفقد في العلو نتيجة للإحتكاك ثلث العلو الكلي المورد.

$$H = 3hf$$

ولأي خط ماسورة ينقل القدرة:

$$\text{كفاءة النقل} = \frac{H - hf}{H}$$

• **طرق الماء وطرقة الماء water hammer and hammer blow**

إذا كان هناك ماء متدفق عبر ماسورة وفجأة وصل لحالة سكون بواسطة غلق الصمام أو لأي سبب مشابه فسوف يكون هناك إرتفاع مفاجئ في الضغط

نتيجة لكمية تحرك الماء الهالك. وهذا سوف يسبب موجة ضغطية تنقل عبر الماسورة التي يمكن أن تسبب ضوضاء تعرف بالخبط أو طرق الماء. ومقدار هذا الضغط سوف يعتمد على السرعة التي يكون عندها الصمام مغلق وعلى طول الماسورة.

والإرتفاع المفاجئ في الضغط في الماسورة نتيجة لإيقاف السريان يعرف بطرقة المطرقة hammer blow.

- **الضغط نتيجه للإيقاف المفاجئ pressure due to sudden stoppage**

إذا كان الماء يتدفق بسرعة v وفجأه وصل لحالة سكون عن طريق غلق مفاجئ للصمام بعد ذلك يكون تحديد إرتفاع ضغط الماء (بفرض أن الماسورة ذات صلابة وغير مرنة) كالآتي:

$$p=v\sqrt{\frac{kw}{g}} = v\sqrt{kp}$$

(مع إهمال تمدد الماسورة) .....

حيث أن k هي معامل الحجم

، كثافة الماء = $p = \frac{w}{g}$

- **تأثير مرونة الماسورة على طرقة المطرقة**

Effect of pipe elasticity on hammer blow

الإرتفاع في ضغط الماء نتيجة للإيقاف المفاجئ للسريان في الماسورة يسبب تمدد نصف قطري للماسورة. وزيادة الضغط النصف قطري للماء على الماسورة يسبب إجهادات محيطية وطولية في جدران الماسورة. وإذا كانت جدران الماسورة رفيعه بالمقارنة مع قطرها فيكون ضغط الماء p نتيجه لطرقه المطرقة تعيينه كالآتي:

$$P = V\sqrt{\frac{w}{g\left(\frac{1}{k}+\frac{2r}{tE}\right)}}$$

حيث أن r = نصف قطر الماسورة.

، t = سمك الماسورة.

، E = معامل المرونة الخطي لجدران الماسورة.

، K = المعامل الحجمي للماء.

، V = سرعة السريان.

• صهريج الإندفاع Surge tank

صهريج الإندفاع هو وعاء تخزين مركب عند فتحة ما مجهزة على خط الماسورة الطويل لإستقبال السريان المرتد عندما يتم الغلق المفاجئ لخط الماسورة بواسطة الصمام مركب على الطرف المنحدر steep end. وهكذا يتحكم في تغييرات الضغط الناتجه من التغيرات السريعه في سريان خط الماسورة وهكذا يتم التخلص من تأثير طرق الماء. ويستخدم هذا الصهريج أيضاً في تنظيم السريان في وحدات القدرة والضخ عن طريق التزود بالعلو الضروري المتسارع أو المتأخر.

وهذا الصهريج يجب أن يكون موقعه قريب بقدر الإمكان من وحدة القدرة أو الضخ.

• تدفق أو سريان السوائل خلال الفوانى Flow of liquids through nozzles

الفونية Nozzle هو فوهة متدرجة ويتم تركيبها عند طرف خروج السائل في الماسورة بغرض تحويل العلو الكلي total head للسائل إلى علو سرعة.

وتستخدم هذه الفواني عند طرف المواسير الخرطوميه وفي بعض أنواع التوربينات. وضغط نفاث السائل الصادر من الفونية إذا كان ضغط جوي فإن

كل الطاقة سوف تكون كيناتيكية. وفقد الطاقة في الفونية نفسها سوف يكون صغير بالنسبة للفقد الإحتكاكي في الماسورة التي تثبت عليها الفونية Nozzle ولذلك يمكن إهماله (شكل 32).

وبالنسبة للحد الأقصى لنقل القدرة يكون الآتي:

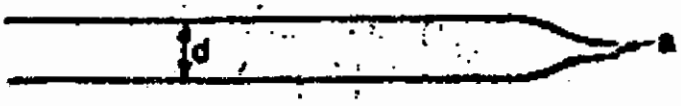
$$\frac{V}{v}=\frac{A}{a}$$

حيث أن V = السرعة في ماسورة الإمداد.

، A = مساحة مقطع الماسورة.

، v = سرعة النفاث الصادر من الفونية.

، a = مساحة طرف الخارج للفونية.



شكل (32) الفونية

القدرة الحصانية المنقوله = القدرة الحصانية للنفاث

$$=\frac{w.(av)}{75}.\frac{v^2}{2g}\ \text{Metric H.P.}$$

كفاءة النقل = العلو المنقول / علو الإمداد

$$\eta=\frac{V^2/2g}{H}=\frac{V^2}{2gH}\quad \text{أو}$$

- **السريان من خلال القنوات المفتوحة flow through open channels**

أي ممر يتدفق من خلاله الماء عندما يكون السطح الحر للماء في تلامس مع الجو الخارجي. وبعد ذلك يكون الماء جميعه تحت تأثير الضغط الجوي. والقناة أو المجرى يمكن تغطيتها من أعلى أو تفتح.

وسرعة السريان سوف تتغير عند نقاط مختلفة في مساحة مقطع القناة التي تكون أصغر من ناحية الجوانب.

- **معادلة السريان في القنوات المفتوحة formulae for flow in open channels**

(1) معادلة تشيزي Chezy's formulae

وهي كالآتي:

$$V = C\sqrt{mi}$$

حيث أن V = السرعة المتوسطة للسريان

= منحدر القناة أو المجرى

، m = العمق المتوسط الهيدروليكي = A/P

، A = مساحة مقطع القناة أو المجرى

، p = المحيط المبتل.

- **معادلة التوزيع manning's formulae**

وهي كالآتي:

$$V = \frac{1}{n} . m^{2/3} . i^{1/2}$$

حيث أن n = معامل rugosity وعامة يعرف بمعامل كيوتر n Rutter's

- **ثابت C للقنوات المفتوحة Constant C for open channels**

الثابت C في معادلة شيزي يعتمد على رقم رينولدز Renold's number (Re) والخشونه النسبية (8) وشكل مساحة مقطع القناة أو المجرى. والصيغة التجريبية الآتيه تستخدم في تحديد قيم الثابت C:

(أ) معادلة أو صيغة بازن Bazin's formula

العلاقة الآتيه ثم الوصول إليها بواسطة بازن لتحديد الثابت C

$$C = \frac{157.6}{1.81 + \frac{K}{\sqrt{m}}}$$

والثابت K المستخدم يعتمد على خشونة سطح القناة أو المجرى

(ب) صيغة معادلة كيوتر Kutter's formula

العلاقة الآتية لتحديد الثابت C تم الوصول إليها مهندسين سويسريين هما جانجليت Ganguillet وكيوتر Kutter

$$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{i} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{m}}}$$

حيث أن n = ثابت كيوتر ويعتمد على خشونة القناة أو المجرى.

• المقطع الأكثر إقتصاد في القناة أو المجرى most economical section of channel

المقطع الأكثر إقتصاد في المجرى هو المقطع الذي يعطي معدل الطرد الأقصى مع التكلفه المعينه للكشف. والطرد يكون بالحد الأقصى عندما تكون السرعة عند حدها الأقصى ومساحة مقطع المجرى تظل ثابته وفي المعادلة $V = C\sqrt{mi}$ تكون سرعة السريان عند حدها الأقصى عندما تكون m العمق المتوسط الهيدروليكي عند حده الأقصى كما أن I & C تكون بصفة عامة ثوابت. وإذا كانت المساحة ثابته بعد ذلك يكون العمق الهيدروليكي المتوسط عند الحد الأقصى عندما يكون P المحيط المبتل عند الحد الأقصى لأن $m = \frac{P}{A}$.

وأفضل شكل للقناة أو المجرى الذي يتوافق مع هذه الحالة هو الشكل الذي يكون له مساحة مقطع شبه دائرية. وبعض المقاطع الأكثر إقتصاداً هي كالآتي:-

• **المقطع المستطيل الأكثر إقتصاداً most economical rectangular section**

المقطع الأكثر إقتصاداً للقناة أو المجرى المستطيله الذي يعطي الحد الأقصى للطرد يكون في الحالات الآتيه:

(1) كل عمق يكون نصف العرض أي $d = \frac{b}{2}$

(2) العمق المتوسط الهيدروليكي يكون نصف العمق أي $m = \frac{d}{2}$ عندما تكون b هي العرض & d هي العمق لمساحة مقطع المستطيل.

• **المقطع الشبه منحرف الأكثر إقتصاداً most economical trapezoidal section**

المقطع الشبه منحرف الأكثر إقتصاداً يعطي الحد الأقصى للطرد عندما يتوافق مع حاله من الحالات الآتية:

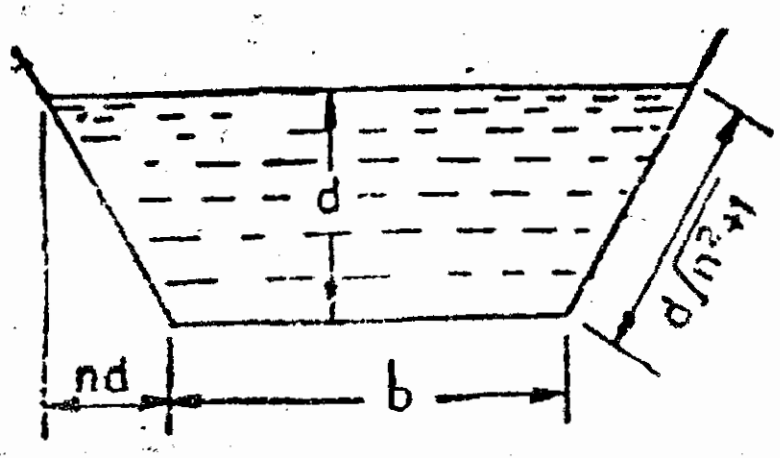
(1) العمق المتوسط الهيدروليكي = نصف العمق أي $m = \frac{d}{2}$

(2) نصف العرض العلوي = الجانب المنحدر أي:

$$\frac{b + 2nd}{2} = d\sqrt{h^2 + 1}$$

(3) الأعمدة المرسومة من مركز العرض العلوى على جوانب القاع والمنحدر تكون متساوية.

(4) تقريبا $\frac{b}{d} = 6Q^{1/6} - n$



شكل (33) مجرى شبه منحرف

وفي هذه الحالة تحدر الجانب يكون 1 رأسياً إلى n أفقياً أي: 1 : n

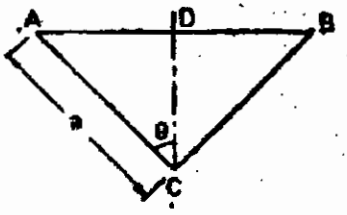
- **المقطع الدائري الأكثر إقتصاداً most economical circular section**

بالنسبة للمقطع الأكثر إقتصاداً للمجرى الدائري لكي يعطي الحد الأقصى للطرد يجب أن يتوافق مع واحدة من الحالات الآتية:

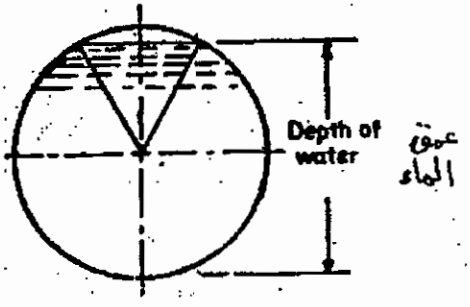
(1) العمق المتوسط الهيدروليكي = 0.29 من قطر المقطع الدائري.

(2) عمق الماء = 0.95 من قطر المقطع الدائري.

(3) المحيط المبتل = 2.60 من قطر المقطع الدائري.



شكل (34) مقطع مثلث



شكل (35) مقطع دائري

- **مقطع السرعة الثابته عند جميع الأعماق**

Constant velocity section at all depths

مقطع السرعة الثابتة يكون ذات أهمية لأنه مستقل بالنسبة للعمق وبالنسبة لمقطع المجرى المفتوح العادي ذات العمق الكبير تكون السرعة عرضة لأن تصبح كبيره جداً وتسبب ضرر لأنها سوف تتلف المجرى. ومن جانب آخر فإن السرعة يمكن أن تصبح صغيرة جداً إذا كان عمق المقطع منخفض ولذلك يصبح من الضروري عمليا أن يكون هناك مقطع ذات سرعة ثابتة.

- **العمق الحرج للمجرى critical depth of channel**

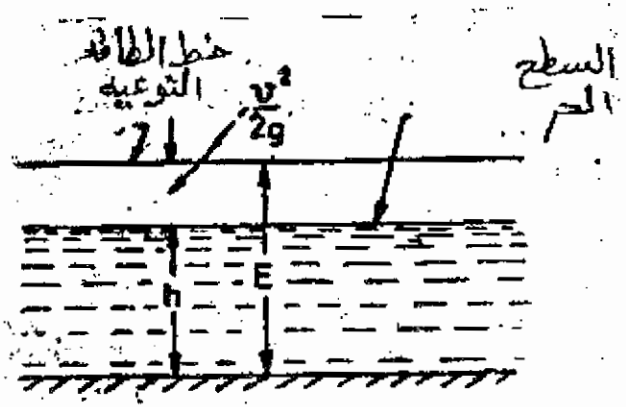
السرعة التي تكون عندها الطاقة النوعية في حدها الأدنى تعرف بالسرعة الحرجة critical velocity . وعمق الماء عندما تكون السرعة حرجه أو عندما تكون الطاقة النوعيه في حدها الأدنى يسمى بالعمق الحرج للمجرى وقيمته ستكون:

$$hc = V^2/2g$$

- **الطاقة النوعية specific energy**

الطاقة النوعية للمجرى عند أي مقطع هي مجموع الطاقات الإستاتيكيه والكيناتيكية ويرمز لها E.

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



شكل (36) الطاقة النوعية والعمق الخرج للمجرى المفتوحة

وهذا يوضح لنا أن الطاقة النوعيه هي الطاقة الكلية لوحدة الوزن للماء المتدفق في المجرى مثل الإسناد الموضح في شكل (36).

- **القفز الهيدروليكي Hydraulic Jump**

ويعرف بالظاهرة التي بواسطتها يمر السريان بطريقة فجائيه من حالة دفعية إلى حالة دفقية مسبباً إرتفاع مميز أو قفز الماء.

التغير النسبي في عمق الماء خلال القفز الهيدروليكي يعتمد فقط على رقم فرويد Froud's number لسريان الإقتراب.

التحليل البعدي والمماثله الهيدروليكية Dimensional analysis and hydraulic similarity

التحليل البعدي هو عبارة عن حسابات أبعاد الكميات كما أنه أداة تستخدم في ميكانيكيات المائع الحديثة. ومن الضروري أن تكون هناك معادلة تعبر عن العلاقة الطبيعية بين الكميات والعددية المطلقة والتسوية البعدية. وعامة فإن جميع هذه العلاقات الطبيعية يمكن إختصارها في الكميات الأساسية وهي الكتلة m ، الطول L ، والزمن T.

والمعادلات التي تستنتج بهذه الطريقة تعطي أيضاً الثابت اللابعدي Non-dimensional constant الذي يضبط المسأله بدرجة كبيرة. وهذا الثابت اللابعدي هام جداً في المجال الهندسي لأنه يساعد في التنبوء بسلوك المسائل التي من نفس هذا النوع التي فيها الأبعاد الخطيه تكون مماثلة هندسياً.

وحل المسألة بواسطة التحليل البعدي يتركز في كتابة المعادلة التي تتحكم في المسأله بالمصطلحات لجميع المتغيرات التي تعتمد عليها المسألة. والمفترض أن أدلة المتغيرات غير معروفة ويمثلها الرموز ....، a, b, c . وبعد ذلك وبواسطة موازنة الأبعاد الأساسية M, L, T لكل جانب من المعادلة يمكن إيجاد قيم الأدلة .... a, b, c مع بعضهم بالثابت البعدي.

- **إستخدامات التحليل البعدي Application of dimensional analysis**

الإستخدامات تشمل الآتي:

(1) معادلات التبسيط.

(2) التحويل لنظام من الوحدات إلى آخر.

(3) إختزال رقم المتغيرات المطلوبة للبرنامج التجريبي.

(4) تأسيس مبادئ التصميم الشكلي.

- **النماذج أو الأشكال الهيدروليكية Hydraulic models**

النماذج الهيدروليكية بصفة عامة إما أن تكون نماذج فعلية أو نماذج مشوهة. والنماذج يكون لها جميع الخصائص التامه للطراز البدئي المعاد إنتاجه (المماثلة الهندسية) إلى تصميم قياسي ومقبول.

والمقارنات للطراز البدئي الشكلي تظهر لنا بوضوح كما أن تطابق السلوك

يكون غالبا وراء الحدود المتوقعة والمصدق عليها بواسطة العملية الناجحة للعديد من الإنشاءات المصممة من الإختبارات النموذجية.

- **المشابهة أو المماثلة الهندسية Geometric similarity**

تتواجد المماثلة أو المشابهة الهندسية بين النموذج والطراز البدئي إذا كانت نسب جميع الأبعاد المناظره في الشكل والطراز البدئي متساوية. ومثل تلك النسب يمكن كتابتها كالآتي:-

$$\frac{\text{L model}}{\text{L prto type}} = \text{L ratio}$$

أو $\frac{L_m}{L_p} = L_r$

$$\frac{\text{A model}}{\text{A proto type}} = \frac{\text{L}^2 \text{ model}}{\text{L}^2 \text{ proto type}}$$ ،

$$= \text{L}^2 \text{ ratio} = \text{L}^3 \text{ r.}$$

- **المماثلة الكيناماتية Kinematric similarity**

تتواجد المماثلة أو المشابهة الكيناماتية في الحالات الآتية:-

(1) إذا كانت ممرات الجزيئات المتشاكلة المتحركة متشابهة هندسيا.

(2) إذا كانت معدلات سرعات الجزيئات المتشاكلة متساوية وبعض النسب المستخدمة كالآتي:

السرعة $\text{Velocity } \frac{V_m}{V_p} = \frac{L_m / T_m}{L_p / T_p}$

$$= \frac{L_m}{L_p} \div \frac{T_m}{T_p} = \frac{L_r}{T_r}$$

$$\text{Acceleration } \frac{a_m}{a_p} = \frac{L_m / T_m^2}{L_p / T_p^2} = \frac{L_m}{L_p} \div \frac{T_m^2}{T_p^2}$$ التسارع

$$= \frac{L_r}{T_r^2}$$

$$\text{Discharge } \frac{Q_m}{Q_p} = \frac{L_{m^3} / T_m}{L_{p^3} / T_p} = \frac{L_{m^3}}{L_{p^3}} \div \frac{T_m}{T_p} = \frac{L_{r^3}}{T_r}$$ الطرد

- **المماثلة أو المشابهة الديناميكية Dynamic similarity**

المشابهة الديناميكية تتواجد بين الأنظمة المتشابهة هندسياً وكينامتيكيا إذا كانت نسب جميع القوى المتشاكلة في النموذج والطراز البدئي هي نفس القوى.

والشروط المطلوبة للمماثلة أو المشابهة الكاملة تستنتج من قانون نيوتن الثاني للحركة. والقوى المؤثرة يمكن أن تكون بواسطة أي واحدة أو بواسطة عدة قوى متحدة من القوى اللزجة Viscous forces وقوى الضغط Pressure forces وقوى التثاقل Gravity forces وقوى الشد السطحية surface tension forces وقوى المرونة Elasticity forces.

والعلاقة الآتية بين القوى المؤثرة على الشكل والطراز البدئي وهي:

القوى الجمعية Σ (اللزجة، والضغط، والتثاقل، والشد السطحي، والمرونة)

القوى الجمعية Σ (اللزجة، والضغط والتثاقل، والشد السطحي، والمرونة)

$$= \frac{M_m a_m}{M_p a_p}$$

- **نسبة قوة القصور الذاتي The inertia force ratio**

هذه النسبة توضح بالشكل الآتي:

$$F = \frac{\text{force model}}{\text{force proto type}} = \frac{M_m a_m}{M_p a_p}$$

$$= \frac{P_m L^3{}_m}{P_p L^3{}_p} \times \frac{L_r}{T_r^2} = P_r^2 \left(\frac{L_r}{T_r}\right)^2$$

$$F_r = P_r L_r^2 V_r^2$$

$$= P_r A_r V_r^2$$

وهذه المعادلة تعبر عن القانون العام للمماثلة الديناميكية Dynamic similarity بين النموذج والطراز البدئي ومرجعها يكون مثل المعادلة النيوتونية.

- **نسبة قوة القصور الذاتي الضغطيه (رقم أيولر) Inertia – pressure force ratio**

وهي تعطى العلاقة الآتية (بإستخدام T = L/V)

$$\frac{M_a}{P.A} = \frac{PL^3 \times L/T^2}{PL^2} = \frac{PL^4\left(V^2/L^2\right)}{PL^2} = \frac{PL^2V^2}{PL^2} = \frac{PV^2}{P}$$

- **نسبة القوة اللزجه للقصور الذاتي**

Inertia viscous force ratio (Reynolds number)

والحصول على هذه النسبة يتم كالآتي:

$$\frac{M_a}{t_A} = \frac{M_a}{\mu\left(\frac{dV}{dy}\right)A} = \frac{PL^2V^2}{\mu\left(\frac{V}{L}\right)L^2} = \frac{PVL}{\mu}$$

- **نسبة قوة التثاقل للقصور الذاتي Inertia – gravity force Ratio**

ويتم الحصول على هذه النسبة من الآتي:

$$\frac{M_a}{M_g} = \frac{PL^2V^2}{PL^3g} = \frac{V^2}{Lg}$$

والجذر التربيعي لهذه النسبة، $\frac{V}{\sqrt{Lg}}$ يعرف برقم فرويد Froude number

• **نسبة قوة المرونة للقصور الذاتي (رقم كوشى)**

Inertia-elasticity Force Ratio (Cauchy number)

وهذه النسبة يمكن الحصول عليها من الآتي:

$$\frac{M_a}{EA} = \frac{PL^2V^2}{EL^2} = \frac{PV^2}{E}$$

والجذر التربيعي لهذه النسبة، $\frac{V}{\sqrt{E/P}}$ يعرف برقم ماخ Mach number

• **نسبة الشد السطحي للقصور الذاتي رقم وبر**

Inertia – surface tension Ratio (weber number)

وهذه النسبة يتم الحصول عليها من الآتي:-

$$\frac{M_a}{QL} = \frac{PL^2V^2}{QL} = \frac{PLV^2}{Q}$$

وفي معظم مسائل تدفق المائع غالباً ما يتم التحكم في التثاقل Viscosity والسيولة gravity ، أو المرونة elastisty ولكن ليس بالضرورة أن يكون ذلك في آن واحد.

• **نظرية باكينجهام Buckingham theorem**

وفي هذه النظرية يكون عدد الكميات الطبيعيه أو المتغيرات مساوياً أربع أو أكثر لمجموعات باكينجهام P_i. وهذه النظرية تقدم أداة ممتازة والتي بواسطتها تستطيع تلك الكميات أن تكون منظمه في العدد الأصغر للمجموعات اللابعديه التامة والتي منها يمكن تحديد المعادلة والمجموعات اللابعديه تسمى بمصطلح P_i. وتكتب في شكل رياضي (من الرياضيات) وإذا كان هناك عدد n من الكميات الطبيعية q (مثل السرعة والكثافة والسيولة والضغط والمساحة) وأبعاد أساسية K (مثل القوة والطول والزمن أو الكتلة والطول والزمن) وتكون بعد ذلك رياضياً

على الشكل الآتي.

$$f(q_1, q_2, q_3, \ldots\ldots q_n) = 0$$

ويمكن لهذه الصيغة أن تستبدل بالمعادلة الآتيه:

$$Q(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \ldots\ldots \pi_n \ldots k) = 0$$

حيث أن أي نص π يعتمد على ما لا يزيد عن (K+1) من الكميات الطبيعية q وكل نص π يكون حر ولا بعدي والدالات أحادية الحد للكميات q.

- **الطريقة Procedure**

(1) يتم تسجيل الكميات الطبيعية q الداخلة في مسألة معينة مع ملاحظة أبعادها وعدد k من الأبعاد الأساسيه. سوف يكون هناك (n-k) – terms – π.

(2) يتم إنتقاء k لتلك الكميات ولا يكون على الإطلاق كمية لا بعدية ولا يكون هناك كميتين لهم نفس الأبعاد. وجميع الأبعاد الأساسية يجب أن تكون متضمنة ومتجمعة في الكميات المنتقاة.

(3) النص π الأول يمكن أن يعبر عنه كمنتج للكميات المنتقاة وكل منها يكون لأس غير معروف وكمية واحدة أخرى لأس معروف (عادة يؤخذ على أنه واحد).

(4) تقيد الكميات في (2) كمتغيرات مكررة ثم يتم بعد ذلك إختيار واحدة من المتغيرات المتبقية لتسجيل النص π التالي وتكرر هذه الطريقة للنصوص π التالية.

(5) لكل نص π يتم الحل لكل الأسس الغير معروفة بواسطة التحليل البعدي.

- **العلاقات المساعده Helpful Relationships**

(أ) إذا كانت الكمية لا بعديه فتكون نص π بدون الرجوع للطريقة المذكوره أعلاه.

(ب) إذا كان لأي عدد أثنين من الكميات الطبيعية لها نفس الأبعاد فإن نسبهم سوف تكون إحدى نصوص π . ومثال ذلك L/L هو غير بعدي ونص π .

(جـ) أي نص π يمكن أن يستبدل بأي أس من تلك النص ويشمل π^{-1} ومثال ذلك π_3 يمكن أن يستبدل بواسطة π_3^2 أو π_2 بواسطة $\frac{1}{\pi_2}$

(د) أي نص π يمكن أن يستبدل بواسطة ضربه × الثابت العددي. مثال ذلك π يمكن أن يستبدل بواسطة $3\pi_1$.

(هـ) أي نص π يعبر عنه بأنه هو دالة النص π الآخر. ومثال ذلك أن هناك عدد أثنين نص π فيكون الآتي:

$$\pi_1 = \Phi(\pi_2)$$

- **آلات الموائع Fluid machines**

آلات الموائع إما أن تحول طاقة المائع إلى طاقة ميكانيكية أو العكس. والنوع الأول من هذه الآلات يسمى التوربينات والأخير يسمى المضخات.

وتصنف التوربينات إلى نوعين رئيسين هما:-

(1) التوربينات الدفعية Impulse turbines وتوربينات السرعة Velocity turbines

(2) التوربينات الرد فعلية Reaction turbines أو التوربينات الضغطية Pressure turbines.

- **التوربينات الدفعية Impulse turbine**

في التوربينة الدفعية نجد أن كل طاقة الماء تتحول إلى سرعة قبل الدخول العجلة بواسطة التمدد خلال الفونية أو الريش الدليليه. وضغط الماء يكون ضغط جوي وبذلك يجب ألا يكون هناك تشغيل تام للعجلة وعلى أية حال يجب أن يكون موقعها عند مقدم السقوط وأعلى مجرى الماء الطرفي. والماء يجب أن يتم سحبه حول جزء من المحيط فقط أو حول المحيط كله.

نفترض أن V = سرعة الماء الداخل فيكون $H = V^2/2g$

القدرة المتصة بواسطة العجلة لكل كيلو جرام من الماء.

$$= H - \frac{V_1^2}{2g} = \frac{V^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$$

حيث أن V_1 = سرعة الماء المغادر.

والتوربينات الدفعية يمكن أن تكون ذات تدفق نصف قطري أو توربينة ذات تدفق محوري.

$$\text{الكفاءة الهيدروليكية} = \frac{V^2 - V_1^2}{V^2}$$

• التوربينة الرد فعلية Reaction turbine

في التوربينة الرد فعلية يدخل الماء إلى العجلة تحت ضغط ويتدفق حول الريش Vanes. وعند المرور حول الريش يتحول علو الضغط إلى علو سرعة وأخيراً ينخفض إلى الضغط الجوي قبل مغادرة العجلة. ويترك الماء العجلة بسرعة نسبية كبيرة ولكن بسرعة صغيرة مطلقة وعمليا تكون كل طاقته الأصلية قد أعطيت للعجلة.

نفترض أن H = العلو الكلي للماء الداخل.

، V_1= سرعة الماء المغادر.

وبعد ذلك الطاقة المعطاة للعجلة لكل كيلو جرام من الماء

$$H - \frac{V_1^2}{2g}$$

وفي توربينة الرد فعلي يتكون العلو الكلي H جزئياً لعلو الضغط وجزئياً لعلو السرعة. وعندما يكون الماء تحت ضغط فيجب أن يكون تشغيل العجلة تام ولذلك يكون كلية مغمور تحت المجرى الطرفي ويمكن أيضاً أن يطرد إلى الجو

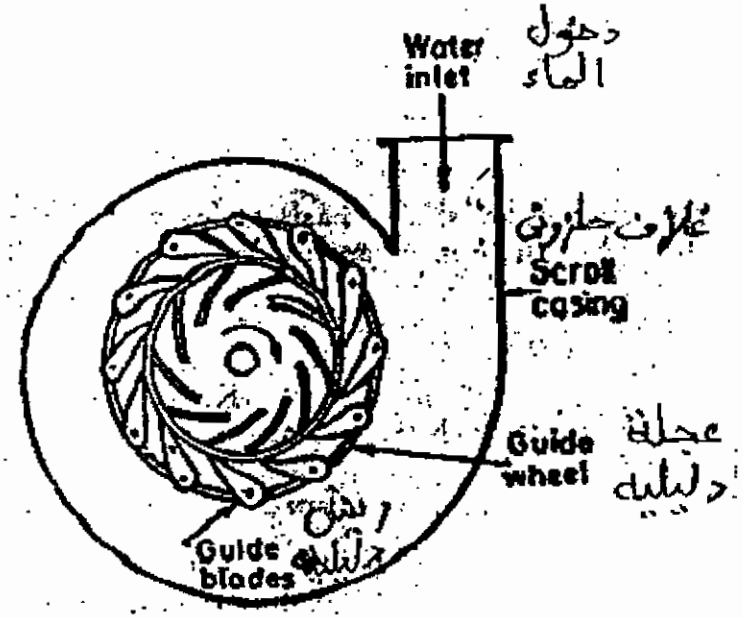
الخارجي أو يطرد إلى أنبوب السحب. والماء يجب أن يتم سحبه إلى داخل التوربينة الرد فعلية حول المحيط الكلي للعجلة.

وكلا نوعي التوربينة يمكن تصنيفهم على اساس إتجاه تدفق الماء خلال العجلة. وإذا كان تدفق الماء نصف قطري فتعرف بتوربينة التدفق النصف قطري ويكون التدفق في الإتجاه إلى الداخل أو تدفق في إتجاه إلى الخارج. وإذا كان الماء يتدفق بالتوازي مع محور التوربينة فيعرف التدفق أو السريان بالتدفق المحوري أو بتوربينة التدفق المتوازي. وفي بعض التوربينات يكون التدفق جزئياً نصف قطري وجزئياً محوري ومثل تلك التوربينات تعرف بتوربينات التدفق المختلط.

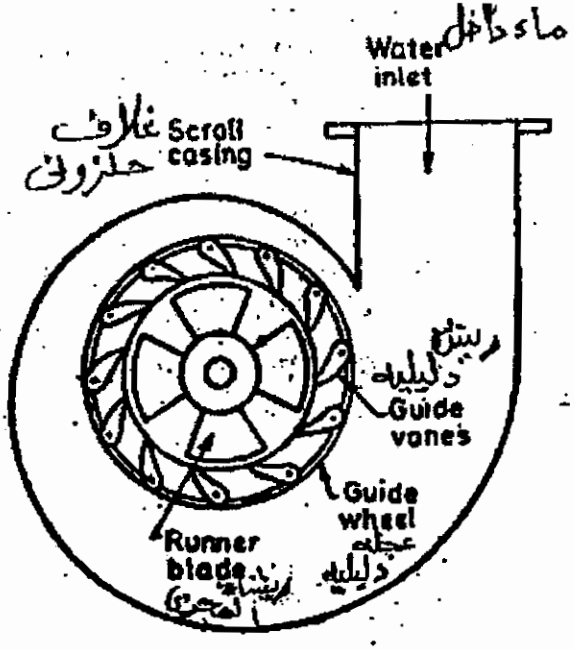
• توربينة فرنسيس Francis Turbine

توربينة فرنسيس تكون من النوع الرد فعلي ذات التدفق النصف قطري في الإتجاه إلى الداخل. ويدخل الماء تحت ضغط إلى المجرى من الريش الدليلية في اتجاه المركز وفي الإتجاه النصف قطري ويطرد من خارج المجرى محورياً. وهو يعمل تحت تأثير علوات متوسطة ويحتاج أيضاً إلى كمية متوسطة من الماء.

هناك جزء من تأثير العلو على التوربينة يتحول إلى طاقة كيناتيكيه والباقي يظل كعلو ضغط. وهناك فرق في الضغط بين الريش الدليليه والمجرى والذي يسمى بالضغط الرد فعلي ويكون هذا الضغط مسؤول عن حركة المجرى وهذا هو السبب أيضاً الذي من أجله تعرف توربينة فرنسيس بالتوربينة الرد فعلية. وفي هذه التوربينة يكون الضغط عند الداخل أكثر من تلك الذي عند الخارج outlet وفي توربينة فرنسيس يكون المجرى دائماً مملوء بالماء. وبعد بذل الشغل يصرف الماء إلى المجرى الطرفي Tail race من خلال أنبوب السحب. والطرف الحر من أنبوب السحب يكون مغمور يعمق في الماء الطرفي.



شكل (36) رسم تخطيطي لتوربينة فرنسيس



شكل (37) رسم تخطيطي لتوربينة كابلان

توربينة كابلان Kaplan turbine هي توربينة رد فعلية.

وهذه التوربينة تعمل في مجرى مغلق كلية من الداخل إلى مجرى المؤخر. وهذه التوربينة تستخدم عندما يكون العلو المنخفض نسبياً وكمية الماء الكبيرة متاحة.

جميع الأجزاء مثل الغلاف الحلزوني والآلية الدليلية وأنبوب السحب لتوربينة كابلان بإستثناء المجرى Runer تكون مماثلة لتلك التي في طراز فرنسيس. ومجرى كابلان يصطدم بالريش محورياً. وعدد الريش في توربينة كابلان يكون فقط من 3 إلى 6 أو على الأكثر 8 في الحالات الإستثنائيه. وهذا يقلل السطح المتلامس مع الماء ومن ثم المقاومة الإحتكاكية وتثبت ريش كابلان في الصرة موزعة على الطوق وهكذا يمكن التخلص من الفقودات الإحتكاكية المحتملة. والوحدة الأحادية يمكن أن تنتج قدرة خرج بيانية قدرها 50000 حصان بياني (b.h.p).

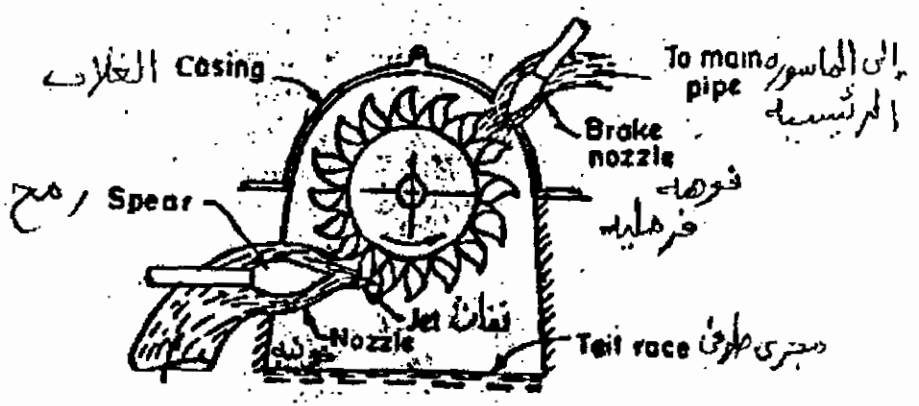
والسرعة النوعية تتراوح من 80 إلى 140.

- **عجلة بلتون pelton wheel**

وتسمى هذه العجلة أيضا بتوربينة بلتون وتعمل هذه العجلة أو التوربينة تحت تأثير علو عالى للماء ولذلك فهي تحتاج نسبياً لكمية أقل من الماء. وينقل الماء في هويس من المجرى الصاعد في السنادات إلى التوربينة في مبنى توليد القدرة. والهويس موصل بماسورة فرعية أو كوع سفلي مركب مع فوتيه عند الطرف. والماء الذي يأتي خارج الفواني والمطلوب للتوربينة يعتمد على سرعته النوعية. والماء الذي يكون له سرعة عالية يعمل على الإرتطام في الهواء على الجيوب المجهزة حول المحيط الخاص بالعجلة المركبة على العامود وإرتطام الماء على سطح الجيب

يحدث قوه تتسبب في دوران العجلة وهكذا تعطي عزم أو قدرة ميكانيكية على العامود.

ويرتطم الماء مع الجيوب المزدوجه التي هي على شكل كأس شبه كروي عند المركز وتنحرف على كلا الجانبين وهكذا تتخلص من الدفع الطرفي وبعد العمل الأدائي على الجيوب يطرد الماء إلى داخل المجرى الطرفي. وموقع العجلة يجب أن يكون بحيث ألا يكون هناك طرطشه من الجيوب إلى داخل مجرى الماء الطرفي عندما تدور العجلة



شكل (38) عجلة بلتون

ويمكن الحصول على كفاءات إجمالية قدرها حتى 88٪ والعجلات الأحاديه يتم إنشاؤها من أجل أن تنتج 50000 حصان بيان b.h.p .

- **السرعة النوعيه للتوربينة Specific speed of a turbine**

السرعة النوعية للتوربينة المائية هي السرعة التي عندها تدور توربينة مماثله هندسياً عندما تنتج واحد حصان بياني b.h.p تحت تأثير علو قدره 1 متر من الماء. وهذا يسمى أحياناً الخاصية النوعية للتوربينة.

وإذا كانت P هي القدرة الحصانية المنتجة والسرعة النوعية للتوربينة باللفة في الدقيقة:

$$n_s = \frac{n\sqrt{p}}{H^{5/4}}$$

* وحدة السرعة Unit speed

وحدة السرعة لتوربينة معينة هي سرعة التوربينة عند دورانها تحت تأثير وحدة العلو ومعادلتها تكون:

$$n \propto \sqrt{H} \text{ or } n = K\sqrt{H}$$

$$K = \frac{n}{\sqrt{H}}$$

• المضخة pump

المضخة هي أداة ميكانيكية لزيادة الطاقة الضغطية للمائع وفي معظم الحالات تستخدم المضخة من أجل رفع الموائع من المستوى السفلي إلى المستوى العلوي. وهذا يتم إنجازه عن طريق إحداث ضغط منخفض عند طرف الدخول أو السحب وإحداث ضغط عالي عند طرف الطرد أوالخروج من المضخة وهناك نوعان رئيسيان للمضخات هما:

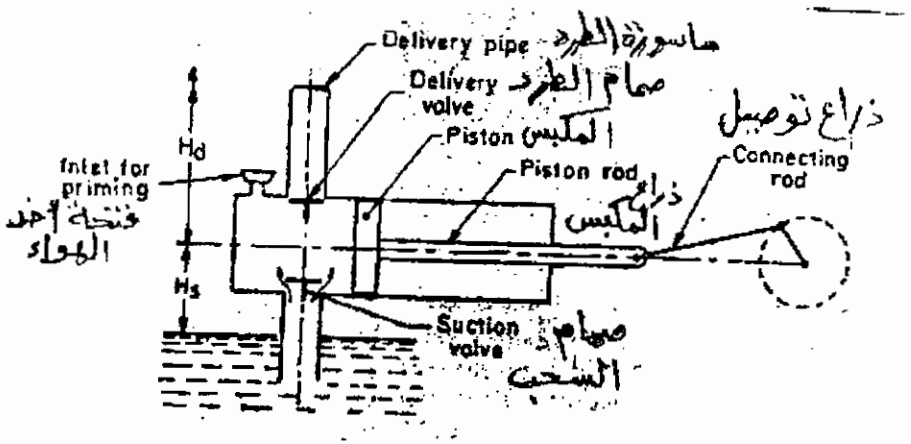
(أ) المضخات الترددية.

(ب) المضخات الطاردة المركزية.

• المضخه الترددية Reciprocating pump

تتركب المضخة الترددية من مكبس أو كباس ترددي داخل إسطوانة مقفلة وهكذا تؤدي مشاوير السحب والطرد. والمضخه الترددية تكون ذات إزاحة موجبة وهي تحدث رفع وضغط عن طريق إزاحة السائل بواسطة العضو المتحرك

(المكبس). والأسطوانة تملأ بالتبادل وتفرغ بواسطة دفع وسحب السائل بواسطة الحركة الميكانيكية. ومواسير السحب والطرد تكون موصلة مع مع الأسطوانة كما هو موضح في شكل (39). وكل ماسورة من الماسورتين تكون مجهزة بصمام غير رجاع. ووظيفة الصمام الغير رجاع هو المحافظة على الاتجاه الموحد للسائل. وهكذا فإن صمام ماسورة السحب يسمح للماء فقط بدخول الإسطوانة بينما صمام ماسورة الطرد يسمح فقط بطرده من الإسطوانة. والمضخة الترددية تعمل بصفة عامة عند السرعات المنخفضة ولذلك فهي توصل بموتور كهربائي.

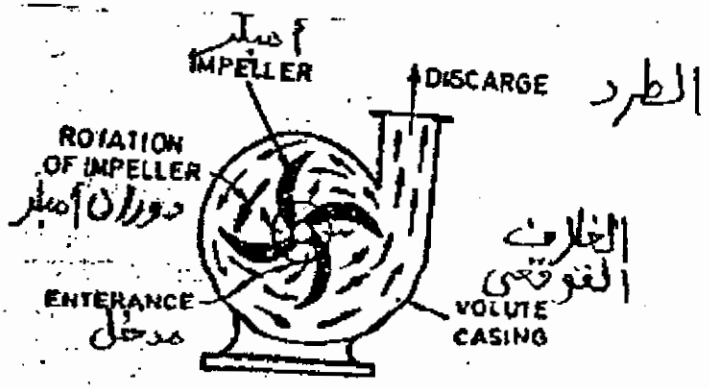


شكل (39) المضخة الترددية

- **المضخة الطاردة المركزية Centrifugal pump**

عمل المضخه الطاردة المركزية هو لتلك الذي للتوربينة الرد فعلية المعكوسه بإستثناء تلك الترتيب الخاص الذي يجب عمله من أجل زيادة الكفاءه. وجميع المضخات الطاردة المركزية تكون ذات تدفق في إتجاه الخارج كما أن السرعة النصف قطرية للماء تزيد بعد ذلك بواسطة علو الطرد المركزي المسلط عليه

بواسطة الريش الدوارة والمضخة يجب أن تكون مملوءة بالكامل عند التشغيل ولهذا السبب يجب عدم السماح بالتسريب. وتدار المضخه بواسطة من مصدر خارجي والتي عن طريقها تدور الريش. وهذا يعطي علو طرد مركزي للماء في المضخه وسوف يغادر الماء الريش عند المحيط الخارجي بسرعة عاليه وضغط عالي. وسوف يحدث تفريغ جزئي في المركز والذي في داخله يتدفق الماء من سريانات ماسورة السحب والضغط العالي للماء المغادر يستفاد منه في التغلب علو الطرد للمضخه والمضخات الطاردة المركزية تكون عادة من طراز التدفق أو السريان النصف قطري ولكن تصنع أيضاً المضخات ذات التدفق المختلط وذات التدفق المحوري Axial flow.



شكل (40) المضخه الطاردة المركزية

والمضخات ذات السريان أو التدفق المحوري تعرف بالمضخات المروحية وتستخدم للعلوات المنخفضة.

- **السرعة النوعيه للمضخة الطاردة المركزية**

Specific speed of a centrifugal pump

هذه السرعة مبنية على أساس الآتي:

(1) وحدة كمية الطرد.

(2) وحدة القدرة.

(3) السرعة النوعية هذه للمضخه الطاردة المركزية هي السرعة التي تسلم عندها مضخة متشابهة هندسيا واحد جالون من الماء في الدقيقة تحت تأثير وحدة العلو Head.

ويكون كالآتي:-

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{h^{3/4}}$$

حيث أن:

n = السرعة بعدد اللفات في الدقيقة.

n_s = السرعة النوعيه بعدد اللفات في الدقيقة.

h = العلو الكلي أو الرفع بالأمتار.

Q = الطرد في الدقيقة.

- **على أساس وحدة القدرة:**

وتعريف ذلك يكون بالسرعة التي للمضخه المشابهة هندسياً عندما تمتص واحد حصان بياني للقدرة وتعمل تحت تأثير وحدة العلو – ويكون الآتي:-

$$n_s = \frac{n\sqrt{P}}{h^{5/4}}$$

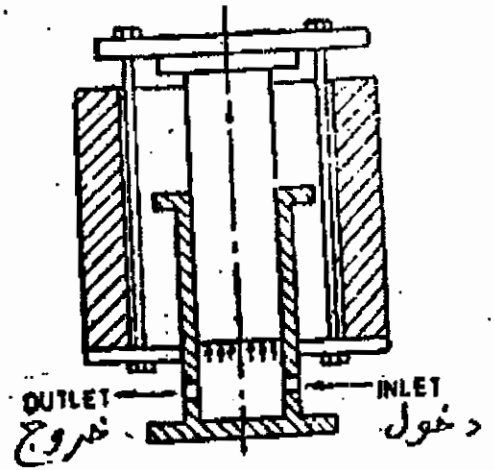
وعند ذكر السرعة النوعية للمضخة يجب أن نوضح الأساس التي بني عليه.

- **المجمع الهيدروليكي Hydraulic accumulator**

المجمع الهيدروليكي هو إسطوانة تستخدم في تخزين طاقة الماء بصفة مؤقته.

ويتركب المجمع من إسطوانة رأسيه تحتوي على الكباس المنزلق. والوعاء المركب مع الكباس ram يكون مزود بمادة ثقيلة مثل الخبث أو أن يكون الكباس محملا بأوزان ويسلم الماء بواسطة المضخات إلى داخل الأسطوانة عندما يكون غير مطلوب بواسطة الآله عندما تكون في حالة دوران.

وضغط الماء يرفع الكباس الثقيل إلى أعلى حتى تمتلئ الإسطوانة. وبعد ذلك يخزن المجمع الحد الأقصى من طاقته.



شكل (41) المجمع الهيدروليكي

وخلال فترة العمل الأقصى سوف تسحب الآله من المجمع وسوف يهبط الكباس. والحد الأقصى من طاقة المجمع التي يمكن تخزينها تعرف بسعة المجمع.

سعة المجمع = P.A.H = P x volume

حيث أن A = مساحة الكباس بالمتر المربع.

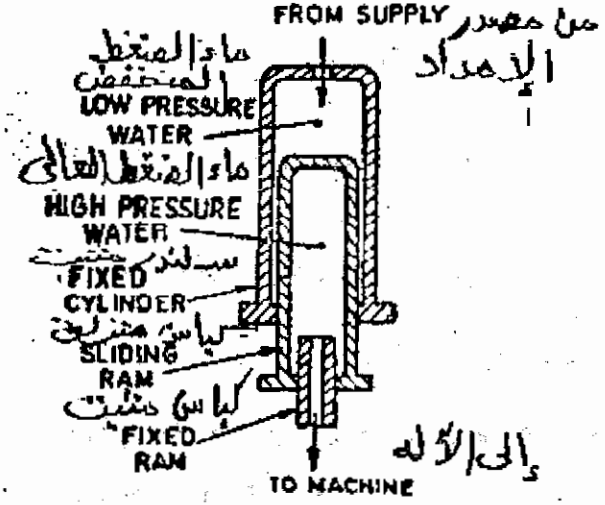
H= رفع الكباس بالمتر.

P = شدة ضغط الماء المورد بالكيلو جرام/ متر مربع.

• **مزيد الشده الهيدروليكية The Hydraulic intensifier**

مزيد الشده الهيدروليكية يستخدم في زيادة شدة الضغط للماء بواسطة طاقة الكمية الأكبر للماء عند الضغط المنخفض.

يتكون مزيد الشده الهيدروليكية من كباس مثبت بالطريقة التي يتدفق من خلاله ماء الضغط العالي إلى الآلة. وخارج الكباس المثبت يتم تركيب كباس منزلق أجوف يحتوي على ماء الضغط العالي والكباس المنزلق محاط بسلندر مثبت الذي به ماء الضغط المنخفض من الإمداد الرئيسي. وماء الضغط المنخفض يضغط على طرف الكباس المنزلق ويدفعه في الإتجاه إلى أسفل على الكباس المثبت وهذا يزيد من ضغط الماء في الكباس المنزلق. وماء الضغط العالي في السلندر المنزلق يتم دفعه إلى داخل الآله.



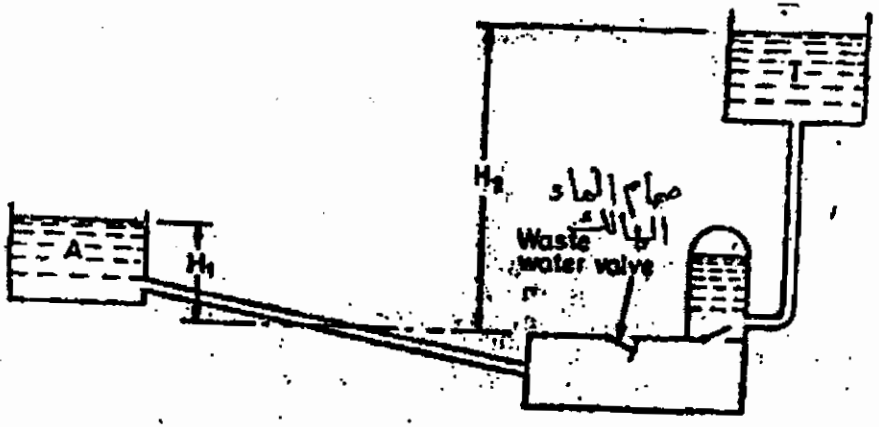
شكل (42) مزيد الشدة الهيدروليكي

مزيد الشدة الهيدروليكية يقوم بإمداد ماء الضغط العالي أثناء المشوار إلى أسفل فقط.

• **الكباس الهيدروليكية The Hydraulic ram**

والكباس الهيدروليكي هو مضخة أوتوماتيكيه بواسطة الكمية الكبيرة من الماء الهابط من خلال إرتفاع صغير والمستفاد منه في رفع كمية صغيرة من الماء إلى إرتفاع أكبر.

وشكل (43) يوضح رسم تخطيطي لكباس هيدروليكي



شكل (43)

والماء الآتي من مصدر الإمداد الطبيعي A له علو متاح H_1 وبواسطة الكباس ترفع كمية صغيرة من هذا الماء من خلال إرتفاع H_2 إلى داخل صهريج الخدمه T.

تعتبر W = وزن الماء المتدفق في الثانية من A

، w = وزن الماء المرفوع في الثانية إلى E

فيكون الآتي:

$$\omega = \frac{WH_1}{H_2}$$

$$\text{كفاءة الكباس} = \frac{\omega H_2}{WH_1}$$

أسئلة عامة وأجوبتها Questions & Answers

س1: بماذا تعرف المائع الذي بواسطة إزاحة أي جزئ منه لا يكون هناك مقاومة تلاقي؟

ج: يعرف هذا المائع بالمائع المثالي Ideal fluid

س2: بماذا تعرف الكتلة لكل وحدة حجم من المائع؟

ج: تعرف الكتلة لكل وحدة حجم من المائع بالكثافة Density

س3: بماذا تتغير كثافة المائع؟

ج: تتغير كثافة المائع مع تغير درجة الحرارة والضغط.

س4: ما هو الوزن النوعي للماء عند صفر م°؟

ج: الوزن النوعي للماء عند صفرْم هو 1000 كجم/ م3

س5: ما هي كثافة الكتلة للماء عند صفرم°؟

ج:كثافة كتلة الماء عند صفرْم هي 101.9.

س6: بماذا تعرف نسبة السيولة المطلقه لكثافة الكتلة؟

ج: نسبة السيولة المطلقه لكثافة الكتلة تعرف بالسيولة الكيناماتيكية

س7: بماذا تعرف التغير في حجم المائع بواسطة المقاومة؟

ج:التغير في حجم المائع بواسطة المقاومة يعرف بالإنضغاطية Compressibility

س8: بماذا تعرف خاصية المائع التي بواسطتها تنجذب جزئيات الأنواع المختلفة للسوائل كل مع الآخر أو جزئيات السائل تكون منجذبة إلى جسم آخر؟

ج: هذه الخاصية تعرف بالتلاصق Adhesion

س9: بماذا تعرف خاصية المائع التي بواسطتها تنجذب جزيئات نفس المائع؟

ج: تعرف هذه الخاصية بخاصية التماسك Cohesion

س10: ما هي الخاصية التي تستطيع أن تجعل السائل يقاوم إجهاد الشد؟

ج: الخاصية التي تستطيع أن تجعل السائل يقاوم إجهاد الشد هي خاصية التماسك Cohesion.

س11: ما هي قيمة معامل الإنضغاطية (K) للماء عند درجة الحرارة العادية والضغط؟

ج: قيمة معامل الإنضغاطية هي 21000 كجم/ سم2

س12: ما هي وحدة السيولة الكيناماتية؟

ج: وحدة السيولة الكيناماتية هي ستوك Stoke.

س13: ما هي درجة الحرارة لغليان الماء عند الإرتفاعات العاليه؟

ج: درجة حرارة غليان الماء عند الارتفاعات العاليه هي أقل من 100°م.

س14: ما هي دالة درجة الحرارة؟

ج: دالة درجة الحرارة هي السيولة الكيناماتية Kinematic viscosity

س15: بماذا يسمى الضغط المرحلي الناشئ بواسطة جزئيات البخار عندما يحدث تبخير خلال حيز مقفل؟

ج: يسمى الضغط المرحلي في هذه الحالة بضغط البخار Vapour pressure.

س16: بماذا تسمى الظاهرة التي تكون فيها القوة لكل وحدة طول مؤثرة على كل جانب لخط مسحوب على سطح السائل في حالة توازن واتجاه القوة يكون تماسي مع السطح وعمودي على الخط؟

ج: هذه الظاهرة تسمى بالشد السطحي Surface tension

س17: ما هي أبعاد الشد السطحي؟

ج: أبعاد الشد السطحي هي $M^1L^0T^{-2}$

س18: ما سبب ظاهرة أن جميع أسطح السائل لها قابلية للإنكماش؟

ج: هذه الظاهرة تكون نتيجة للشد السطحي Surface tension

س19: ما هي الخاصية المساوية عدديا للطاقة السطحيه لكل وحدة مساحة من السطح؟

ج:الخاصية المساوية هي الشد السطحي surface tension

س20: ما السبب الذي يجعل السطح الحر للسائل وسلوكه الرقائقي وقابليته للإنكماش لأصغر مساحة ممكنة؟

ج: السبب هو نتيجة لقوة التلاصق Force of adhesion

س21: ما هي وحدة قياس الشد السطحي؟

ج: وحدة قياس الشد السطحي هي داين / سم (Dynes/cm)

س22: بماذا يسمى الحد الأقصى للمسافة الذي عنده تستطيع قوة الإلتصاق أن تؤثر بين الجزئيات؟

ج: الحد الأقصى لهذه المسافة يسمى بالمعدل الجزئي Molecular range.

س23: ما هي العوامل التي تعتمد عليها زاوية التلامس في حالة السائل؟

ج: العوامل التي تعتمد عليها هذه الزاوية هي:

المادة التي تتواجد أعلى السطح الحر للسائل.

طبيعة السائل.

طبيعة المصمت.

س24: ما الذي يتناسب معه الضغط الزائد داخل قطرة أو فقاعة؟

ج: يتناسب هذا الضغط الزائد تناسباً عكسياً مع نصف قطر الفقاعة أو القطرة.

س25: إذا كان ضغط الهواء داخل فقاعة صابونية قطرها 8مم هو 1سم أعلى من الضغط الجوي فما هو الشد السطحي لمحلول الصابون؟

ج: الشد السطحي لمحلول الصابون هو 196 داين/ سم

س26: ما هي معادلة فرق الضغط بين داخل وخارج القطرة السائلة؟

ج: المعادلة هي كالآتي:

$$P = 2T / r$$

حيث أن : P = فرق الضغط

، T = الشد السطحي.

، r = نصف قطر القطره الكرويه.

س27: إذا كان السطح الجبري للسائل محدب فكيف تكون خاصية التماسك في هذه الحالة؟

ج: عندما يكون السطح الجبري للسائل محدب يترتب على ذلك زيادة ضغط التماسك Choesion pressure.

س28: في أي من الموائع تصل خاصية التماسك إلى حدها الأقصى؟

ج: تصل خاصية التماسك إلى حدها الأقصى في المصمتات Solids.

س29: ما هي العوامل التي تعتمد عليها سرعة الموجات المتنقلة حول سطح السائل؟

ج: العوامل التي تعتمد عليها سرعة هذه الموجات هي:

(1) الشد السطحي Surface tension

(2) قوة التجاذب أو التثاقل Force of gravity

س30: ما هو السبب الذي من أجله تكون جميع الجزئيات على طبقة سطح السائل منجذبه إلى أسفل؟

ج: تنجذب هذه الجزيئات إلى أسفل بقوة التماسك بين الجزيئات.

س31: لماذا يكون هناك سطحين لفقاعة الصابون؟

ج: يتواجد الهواء داخل الفقاعة مثل ما يتواجد داخلها ولذلك يكون هناك سطحين لفقاعة الصابون.

س32: ما هي قيمة طول الموجات المتكونة فوق سطح السائل وذلك في الموجات التي تعرف بالمويجات؟

ج:قيمة طول هذه الموجات تكون أقل من القيمة الحرجة.

س33: ماذا يكون وضع ضغط البخار في السطح المقعر بالنسبة للأسطح المستوية؟

ج: ضغط البخار حول السطح المقعر يكون أقل من ضغط البخار حول السطح المستوي.

س34: بماذا تسمى قوة التجاذب بين الجزيئات المتشابهة؟

ج:تسمى هذه القوة بالشد السطحي Surface tension.

س35: بماذا تسمى قيمة طول الموجة عندما تكون السرعة في الحد الأدنى؟

ج: يسمى طول الموجة في هذه الحالة بطول الموجة الحرج Critical wavelength

س36: ما هي أهمية طريقة جايجر لتحديد الشد السطحي للسائل؟

ج: طريقة جايجر لتحديد الشد السطحي تكون ذات أهمية للأغراض الآتية:-

لتحديد الشد السطحي للسائل عند درجات الحرارة المختلفة.

تحديد الشد السطحي للمحلول عند تركيزات مختلفة.

تحديد الشد السطحي للمعادن المنصهرة.

س37: بماذا تسمى الخاصية التي بواسطتها يعكس السائل الحركة النسبية بين طبقاته المختلفة؟

ج: تسمى هذه الخاصية بالسيولة Viscosity

س38: بماذا تسمى عملية إنتشار سائل واحد في الآخر من خلال غشاء شبه منفذ؟

ج:تسمى هذه العمليه بعملية الإنتشار الأسموزي osmosis

س39: كيف تحدد أبعاد معامل السيولة؟

ج: يمكن تحديد أبعاد معامل السيولة بواسطة الآتي:

$$M^{1}L^{-1}T^{-}$$

س40: بماذا تعرف السرعة الحرجة للتدفق؟

ج: هي سرعة التدفق أعلى التي يتوقف عندها التدفق ليكون خط إنسيابي

س41: ما هي تناسبات السرعة الحرجة للسائل؟

السرعة الحرجة تتناسب مع الآتي:

السرعة الحرجة للسائل تتناسب تناسب طردي مع سيولته.

السرعة الحرجة للسائل تتناسب تناسب عكسي مع نصف قطر الأنبوب.

السرعة الحرجة للسائل تتناسب تناسب عكسي مع كثافته.

س42: ما الذي يطلق على حركة السائل إذا كان مجموع علو الضغط وعلو الوضع وعلو السرعة ثابت عند كل النقاط؟

ج: يقال على حركة السائل في هذه الحالة أنها حركة إنسيابيه Streamline motion

س43: بماذا تسمى قوة التماس لكل وحدة مساحة مطلوبة للمحافظة على السرعة النسبية بين طبقتين؟

ج: تسمى قوة التماس في هذه الحالة بالسيولة Viscosity.

س44: ما هي العوامل التي تعتمد عليها السرعة الحرجة للسائل؟

ج: العوامل التي تعتمد عليها السرعة الحرجة للسائل هي:

نصف قطر الأنبوب الذي يتدفق من خلاله السائل.

معامل السيولة.

كثافة السائل.

س45: ما هو عمل الأغشية الشبه منفذيه؟

ج: المواد التي لمثل تلك الأغشية تسمح للسوائل المعينة بالمرور جزئياً من خلالها.

س46: ما هي العوامل التي يعتمد عليها حجم سائل تابع في الثانية خلال أنبوب ضيق؟

ج: العوامل هي كالآتي:

معامل السيولة للسائل.

فرق الضغط عند أطراف الأنبوب.

نصف قطر الأنبوب.

س47: إذا كان هناك جسم يزن 100 جرام في الهواء، ويزن 80 جرام في الماء، يزن 60 جرام في الزيت فكم سيكون الثقل النوعي للزيت؟

ج: الثقل النوعي للزيت هو 1.50.

س48: ما سبب إمكانية فصل خليط من الزيت والماء بمساعدة مصفة؟

ج: السبب هو أن الزيت له شد سطحي أقل من الماء.

س49: ما الذي يتناسب معه الضغط الزائد داخل فقاعة؟

ج: الضغط الزائد داخل فقاعة يتناسب مع نصف قطرها.

س50: بماذا تعرف خاصية تغير حجم الموائع تحت تأثير الضغط الخارجي.

ج: هذه الخاصية تعرف بإنضغاطية المائع Comprcssibility of fluid

س51: الموائع العملية هي التي لها خصائص معينة فما هي؟

ج: الموائع العملية هي التي تكون لها الآتي:

الانضغاطية Compressibility

السيولة Viscosity

الشد السطحي Surface tension

س52: إذا كان التماسك بين جزيئات المائع أكبر من التلاصق بين المائع والزجاج فماذا سيكون المستوى الحر للمائع في أنبوب زجاجي منغمس؟

ج: سيكون المستوى الحر للمائع أقل من سطح السائل.

س53: ما هي وحدات السيولة الكيناماتيه؟

ج: وحدات السيولة الكيناماتيه هي متر^2/ ثانية (Metre2/sec)

س54: ما الذي يتم قياسه بإستخدام مقياس إنضغاطية السوائل؟

ج: مقياس إنضغاطية السوائل يستخدم في قياس الضغط المنخفض جداً.

س55: ما الذي يتم قياسه بإستخدام البارومتر؟

ج: يستخدم البارومتر في قياس الضغط الجوي.

س56: ما الذي يتم قياسه بإستخدام المانوميتر؟

ج: يستخدم المانوميتر في قياس الضغط الجوي.

س57: إذا كان هناك جسم يطفو في مائع وهو في حالة سكون فإن القوة الكلية في الإتجاه إلى أعلى يجب أن تكون مساوية للقوه في الإتجاه إلى أسفل والقوة في الإتجاه إلى أعلى سوف تكون الضغط في الإتجاه إلى أعلى المحصلة للمائع

الـذي يطفـو فيـه الجسـم – بـماذا يعـرف هـذا الضـغط في الإتجـاه إلى أعـلى المحصلة؟

ج: هذا الضغط المحصلة يعرف بالطفوية Buoyancy.

س58: عنـدما يطفـو جسـم في سـائل فـإن الضـغط العـادي سـوف يكـون مبـذول بواسطة السائل عند نقاط معينه فما هي هذه النقاط؟

ج: يبذل الضغط العادي عند جميع النقاط على سطح الجسم.

س59: ما هو وضع تأثير المحصلة لجميع الضغوط العادية؟

ج: محصلة جميع الضغوط العادية سوف يكون تأثيرها رأسيا في الإتجاه إلى أعلى.

س60: ما هي العوامل التي يعتمد عليها رفع البالون أو المنطاد؟

ج: العوامل التي يعتمد عليها البالون أو المنطاد هي كالآتي:

درجة حرارة الجو.

سخونة الغاز الخاص به بواسطة أشعة الشمس.

قراءة البارومیتر.

س61: بماذا يسمى ضغط المحصلة في الإتجاه إلى أعلى للمائع على جسم مغمور؟

ج: الضغط المحصلة في الإتجاه إلى أعلى يسمى بالطفوية.

س62: بأي قانون يمكن تحديد ضغط نقل السوائل في جميع الإتجاهات؟

ج: تحديد هذا الضغط يكون بواسطة قانون باسكال.

س63: ما هي الحالة التي يكون عندها الجسم الطافي في حالة توازن مستقر؟

ج: يكون الجسم الطافي في حالة توازن مستقر في الحالات الآتية:

يجب أن يكون موقع المركز البيني أعلى مركز الثقل.

مركز الطفوية ومركز الثقل يجب أن يكون موقعهم على نفس الخط الرأسي.

التقارن الصحيح يجب أن يكون مشكلاً.

س64: بماذا تسمى وضع الجسم إذا كانت هناك نقطة في جسم والتي من خلالها يكون الوزن المحصلة للجسم مؤثراً؟

ج: هذا الوضع يسمى بمركز الثقل للجسم.

س65: ما هي القاعده التي تحدد أن الضغط المحصلة في الإتجاه إلى أعلى للمائع على جسم يطفو يكون مساوياً لوزن المائع المزاح بواسطة الجسم؟

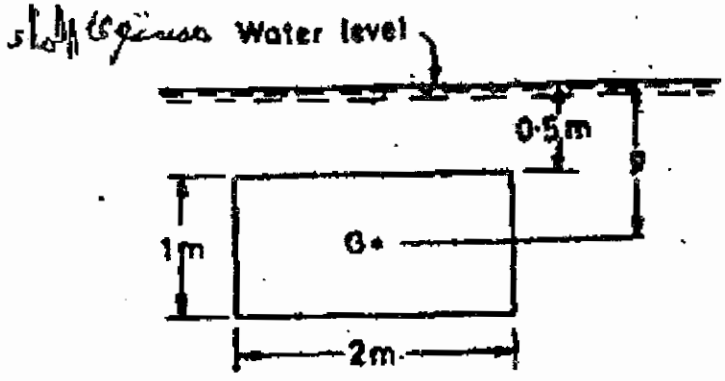
ج: القاعدة المحددة لذلك هي مبدأ أرشميدس.

س66: بماذا تعرف النقطة في الجسم المغمور التي من خلالها يمكن أن يؤثر الضغط المحصلة للسائل؟

ج: تعرف هذه النقطة بمركز الضغط Centre of pressure .

س67: كم يكون الضغط الكلي على سطح بوابة رأسية كما هو موضح في شكل (44)؟

ج: الضغط الكلي على السطح سوف يكون 2000 كجم.



شكل (44)

س68: عرف إرتفاع المركز البيني.

ج: إرتفاع المركز البيني هو المسافة بين مركز ثقل الجسم ومركز الضغط.

س69: كيف يمكن تحديد إرتفاع مركز الضغط في رقيقة مستطيلة إرتفاعها H لها جانب واحد على سطح السائل؟

ج: إرتفاع مركز الضغط يمكن تحديده بواسطة الآتي:

$$\frac{2h}{3}$$

س70: ماذا يقال على الجسم الذي يعطي إزاحة صغيرة ويصير في حالة سكون في الوضع الجديد؟

ج: يقال على الجسم في هذه الحالة أنه في حالة توازن متعادل Neutral equilibrium

س71: ما هو العامل الذي يعتمد عليه الطفو؟

ج: العامل الذي يعتمد عليه الطفو هو كتلة السائل المزاح.

س72: ما الذي يحدث للطاقة الكلية لكل جزئ في المائع اللاإنضغاطي المتدفق في خطوط إنسيابية متواصلة؟

ج: الطاقة الكلية لكل جزيئي بالنسبة لهذا المائع تظل هي نفس الطاقة.

س73: ما الذي تنص عليه نظرية بيرنولي بالنسبة للمائع اللاإنضغاطي المتدفق في إنسياب متواصل وحالة الطاقة الكلية لكل جزئ؟

ج: الطاقة الكلية لكل جزئ تظل كما هي نفس الطاقة بفرض أنه ليس هناك فقودات ناتجه من الإحتكاك.

س74: قطعة معدنية ثقلها النوعي 13.6 موضوعة في زئبق ثقله النوعي 13.6 فما الذي سيحدث بعد ذلك للقطعة المعدنية؟

ج: الذي سوف يحدث للقطعة المعدنية هو أن القطعة المعدنية كلها سوف تكون مغمورة.

س75: الطاقة الكلية للسائل تكون نتيجة لماذا؟

ج: الطاقة الكلية للسائل تكون نتيجة للآتي:

لوضعها.

نتيجة للضغط الذي يبذله السائل.

نتيجة للحركة.

س76: ما الذي يتناسب معه الضغط عند أي نقطة في السائل؟

ج: الضغط عند أي نقطة في السائل يتناسب مع الآتي:

كثافة السائل

عمق النقطة تحت السطح.

س77: ما هي معادل تحديد الكثافة؟

ج: معادلة تحديد الكثافه هي:-

$$M^1L^{-1}$$

س78: بماذا يسمى مركز الثقل لحجم السائل المزاح بواسطة جسم مغمور؟

ج: مركز الثقل هذا يسمى مركز الطفوية.

س79: متى يكون الجسم الذي يطفو في حالة توازن مستقر؟

ج: الجسم الذي يطفو يكون في حالة توازن مستقر عندما يكون مركز الثقل أسفل مركزه الطفوي.

س80: ما هو الجهاز الذي يستخدم في قياس الضغط المنخفض جداً؟

ج: الجهاز الذي يستخدم في قياس الضغط المنخفض جداً هو المانوميتر Manometer.

س81: ما هو الجهاز الذي يستخدم في قياس الضغط الجوي؟

ج: الجهاز الذي يستخدم في قياس الضغط الجوي هو البارومیتر هو Barometer.

س82: ما هو الجهاز الذي يستخدم في قياس الضغط في قنوات المياه والمواسير؟

ج: الجهاز الذي يستخدم في قياس الضغط في قنوات المياه والمواسير هو المانوميتر manometer.

س83: ما هو الجهاز الذي يستخدم في قياس الفرق في الضغط بين نقطتين؟

ج: الجهاز المستخدم في قياس هذا الفرق هو مانوميتر تفاضلي Differential manometer

س84: أين يكون موقع مركز الضغط على مستوى مائل؟

ج: موقع مركز الضغط يكون أسفل المركز المتوسط.

س85: ما الذي يتناسب معه الضغط الكلي في أعلى الوعاء الإسطواني المغلق ونصف قطره "r" ومملوء بالسائل؟

ج: الضغط الكلي يتناسب مع $\frac{1}{r^2}$

س86: ما نوع الضغط الذي يتم قياسه بواسطة المانوميتر التفاضلي؟

ج: يستخدم هذا المانوميتر في قياس الفرق في الضغط بين أي نقطتين على خط الماسورة للتشغيل التام للسائل.

س87: ما هي العوامل التي يتغير معها الضغط البارومتري؟

ج: يتغير الضغط البارومتري مع العوامل الآتية:-

(1) الإرتفاع.

(2) درجة الحرارة.

(3) الأحوال الجوية.

س88: عرف الضغط المطلق.

ج: الضغط المطلق هو: الضغط الجوي + ضغط المبين.

س89: بماذا تعرف الإرتفاع الرأسي عند أي نقطة في السائل الذي في السكون من السطح الحر؟

ج: هذا الإرتفاع الرأسي أو العمق الرأسي هو علو الضغط.

س90: ما الذي يستخدم في قياس ضغط السحب؟

ج: المانوميتر ذات الأنبوب على شكل حرف U

س91: ما الذي يتم قياسه بواسطة أنبوب بيتو؟

ج: سرعة التدفق هي التي يتم قياسها بواسطة أنبوب بيتو.

س92: ما هو مركز الطفوية؟

ج: مركز الطفوية هو المركز المتوسط للمائع المزاح.

س93: ما نوع التدفق الوحيد الذي بواسطته يمكن رسم التدفق الصافي؟

ج: نوع التدفق هو فقط التدفق اللادوراني Irrotational .

س94: بماذا تعرف النقطة التي لا يحدث عندها حركة في الحالة التي فيها عدد أثنين تدفق بعدي؟

ج: تعرف هذه النقطة بنقطة التعادل Meutral point

س95: ماذا يقال على السريان الذي يكون السائل فيه له ممر معروف وممرات الجزيئات الفردية لا يتقاطع فيها كل مع الآخر؟

ج: يقال على التدفق في هذه الحالة بأنه تدفق إنسيابي.

س96: ما هي الحالات التي تكون قابلة للتطبيق مع معادلة إستمرارية الموائع؟

ج: الحالات التي تلائم تطبيق هذه المعادلة هي:-

(1) التدفق يكون أحادي البعد.

(2) التدفق يكون منتظم.

(3) السرعة تكون منتظمة حول كل المقاطع.

س97: متى يحدث التدفق المنتظم بالنسبة للموائع؟

ج: حالات التدفق تتغير بإنتظام مع الزمن.

س98: ما نوع الطاقة التي للجزئ السائل في التدفق؟

ج: للجزئ السائل في التدفق أنواع الطاقة الآتية:

(1) الطاقة الكيناتيكيه.

(2) طاقة الوضع.

(3) طاقة الضغط.

س99: ما هي الحالة التي يكون عندها التدفق المثالي لأي سائل مقبول؟

ج: الحالة هي أن معادلة الإستمرارية تكون قابلة للتطبيق.

س100: متى يحدث التدفق المنتظم؟

ج: يحدث التدفق المنتظم عندما يظل حجم وشكل المقطع ثابت في طول معين.

س101: ما نوع التدفق الذي يمثل التدفق الغير منتظم الثابت؟

ج: التدفق من خلال أنبوب عند معدل ثابت.

س102: ماذا يطلق على التدفق إذا كانت جزيئات المائع تبلغ تلك السرعات التي تختلف من نقطة إلى نقطة في المقدار والاتجاه وكذلك من حالةإلى حالة؟

ج: يقال على التدفق في هذه الحالة أنه تدفق دوامي.

س103: ما نوع التدفق الذي يمثل التدفق المنتظم الثابت؟

ج: هو التدفق من خلال ماسورة طويلة عند معدل ثابت.

س104: ما هو نوع التدفق الذي يمثل التدفق المنتظم الغير ثابت؟

ج: هو التدفق من خلال ماسورة طويله عند معدل منخفض.

س105: ما هو نوع التدفق الذي يمثل التدفق الغير منتظم والغير ثابت؟

ج: هو التدفق من خلال أنبوب تمدد عند معدل متزايد.

س106: ما الذي يرتبط بمعادلة الإستمرارية؟

ج: معادلة الإستمرارية لها علاقه بمعدل كتلة التدفق عبر خط إنسيابي.

س107: ما نوع التدفق الذي تنطبق عليه معادلة الطاقة العامة؟

ج: هو التدفق الغير منتظم.

س108: في أي نوع من أنواع التدفق تكون فيه إجهادات القص أكثر من التدفق الطبقي المشابه؟

ج: في التدفق الدوامي إجهادات القص تكون أكثر مما في التدفق الطبقي المشابه.

س109: ما الذي تنص عليه معادلة الإستمرارية في تدفق المائع؟

ج: هذه المعادلة تنص على أن المعدل الصافي في الداخل إلى أي حجم صغير يجب أن يكون صفر.

س110: ما هو التدفق أحادي البعد؟

ج: التدفق أحادي البعد هو التدفق الذي يستبعد التغيرات في الاتجاه العرضي.

س111: متى يكون التدفق في المواسير طبقي؟

ج: يكون التدفق في المواسير طبقي إذا كان رقم رينولدز أقل من 2000.

س112: متى يكون التدفق في المواسير دوامي؟

ج: يكون التدفق في المواسير دوامي إذا كان رقم رينولدز أكثر من 4000.

س113: عرف رقم رينولدز؟

ج: يعرف رقم رينولدز بأنه هو نسبة قوة القصور الذاتي إلى السيولة.

س114: عرف رقم ماخ؟

ج: يعرف رقم ماخ بأنه هو نسبة قوة القصور الذاتي إلى المرونة.

س115: عرف رقم فرويد؟

ج: يعرف رقم فرود بأنه هو نسبة قوة القصور الذاتي إلى قوة التجاذب.

س116: عرف رقم ويبر؟

ج: يعرف رقم ويبر بأنه نسبة قوة القصور الذاتي إلى الشد السطحي.

س117: ما هو الفرض الذي بنيت على أساسه معادلة أيولر لحركة السوائل؟

ج: الفرض الذي بنيت على أساسه هذه المعادلة هو أن المائع يكون متجانس وغير إنضغاطي.

س118: ما هو المبدأ الذي على أساسه بنيت معادلة الاستمرارية للتدفق؟

ج: المبدأ الذي على أساسه بنيت معادلة الاستمرارية هو الكتلة.

س119: ما هو نوع الإزاحة التي تكون في جزئ المائع؟

ج: جزئ المائع يكون له إزاحة التشوه والدوران والنقل.

س120: متى يقال على التدفق أنه دوراني؟

ج: يقال على التدفق أنه دوراني إذا كان له سرعة عادية بالنسبة لمستوى المساحة وتساوي متجه السرعة الزاوية مرتين.

س121: ما هي محصلة العلو الكلي لجزئ السائل في الحركة؟

ج محصلة العلو الكلي لجزئ السائل في الحركة هي مجموع كل من العلو الكيناتيكي وعلو الوضع وعلو الصعط

س122: إذا كانت u، v، w هي مكونات سرعة الجزئ المتحرك فماذا تكون المعادلة الخاصة بذلك.؟

ج: المعادلة كالآتي.

$$\frac{u}{dx} = \frac{v}{dy} = \frac{w}{dz}$$

وهي المعادلة الخاصة بالتدفق الثلاثي البعد.

س123: ما هو المائع الذي يعتبر مائع غير إنضغاطي؟

ج: المائع الغير إنضغاطي هو السائل.

س124: ما هي المعادلة الأساسيه التي تحدد سلوك تدفق المائع؟

ج: المعادلة هي معادلة بيرنولي.

س125: بماذا يقاس فرق الضغط بين مقطعين للماسورة المحتوية على ماء؟

ج: الفرق في الضغط يتم قياسه بواسطة الأنبوب المقلوب على شكل حرف U.

س126: بماذا تعرف دراسة الموائع عند السكون والتي هي غير إنضغاطية وتتعامل في فرع الميكانيكيات؟

ج: يعرف فرع الميكانيكيات بالهيدروستاتيكات.

س127: ماذا يكون وضع الطاقة الكلية في كل جزئ بالنسبة للمائع الغيرإنضغاطي المتدفق في إنسيابيات متواصلة.

ج: الطاقة الكلية في كل جزئ تكون هي نفس الطاقة.

س128 بماذا تعرف نسبة قوة القصور الذاتي إلى قوة التجاذب المؤثر في أي ظاهرة تدفق والتي تهمل فيها القوى الأخرى.

ج: تسمى هذه النسبة برقم فرود.

س128: بماذا تعرف نسبة قوة القصور الذاتي إلى القوة اللزجة المؤثرة في أي ظاهرة تدفق عندما تؤخذ القوى الأخرى في الإعتبار؟

ج: تعرف هذه النسبة برقم رينولدز.

س130: بماذا يسمى التدفق في الحالة التي يكون فيها رقم ماخ لتدفق المائع أقل من 1؟

ج: يسمى التدفق في هذه الحالة بالتدفق الفوق صوتي.

س131: بماذا تعرف المشابهة التي توجد بين الأنظمة المتشابهة هندسياً وكيناماتيكيا إذا كانت جميع القوى المتجانسة في الشكل والطراز البدئي هي نفس القوى؟

ج: هذه المشابهة تعرف بالمشابهة الديناميكيه.

س132: إذا كان هناك n من المتغيرات في مسأله وهذه المتغيرات تحتوي على m أبعاد إبتدائيه (مثال M , L, T) فما هي المعادلة التي تربط بمتغيرات المجموعات اللابعدية؟

ج: المعادلة سوف تكون:-

$$n-m$$

س133: ما هو القياس اللابعدي؟

ج: القياس اللابعدي هو السيولة الكيناماتيكية.

س134: ما الذي يطلق على التدفق إذا كانت السرعة ثابته عبر أي خط إنسيابي كله؟

ج: يقال على التدفق في هذه الحالة تدفق منتظم.

س135: ما هي النظرية التي تنص على مبدأ الحفاظ على الطاقة؟

ج: النظرية هي نظرية بيرنولي.

س136: عندما يكون هناك سائل في حالة حركة فما هو نوع الجزيئات المكونة للسائل الخاضعه للحركة؟

ج: جزيئات السائل يمكن أن تكون ذات إزاحه نقل أو تشوه خطي أو تشوه زاوي أو دوران.

س137: لأي سبب يجب أن يتغلب الفرق في الضغط على القوة بالنسبة لحركة المائع في البدايه؟

ج: يجب أن يتغلب الفرق في الضغط على القوة بالنسبة لحركة المائع في البداية نتيجة للآتي:-

(1) السيولة Viscosity

(2) الشد السطحي Surface tension

(3) الإحتكاك بين السائل والجوانب.

س138: بماذا تسمى الحركة إذا كان أثناء حركة الجزئ أطوال الجوانب فقط تتغير ولا يكون هناك تغير في الزاوية بينهم؟

ج: تكون الحركة في هذه الحالة حركة تدفق لا دوراني.

س139: بماذا يسمى التدفق عندما يتغير حجم المائع بواسطة المقاومة؟

ج: يسمى التدفق في هذه الحالة بالتدفق الانضغاطي.

س140: ما هو مبدأ إستنتاج معادلة الاستمراريه؟

ج: مبدأ إستنتاج هذه المعادلة هو الكتلة.

س141: كم يكون معامل تصحيح الطاقة الكيناتيكية α للتدفق الطبقي؟

ج: المعامل هو 2.

س142: ما هو جهاز قياس الطرد أو التصريف المبني على أساس إستخدام نظرية بيرنولي؟

ج: الأجهزة التي تستخدم في هذا القياس هي كالآتي:-

1- جهاز فينتور ميتر Venturimeter

2- جهاز أنبوب بيتو Pitot tube

3- لوح الفتحة Orifice plate

س143: فيما تستخدم نظرية التحرك الدفعي؟

ج: تستخدم نظرية التحرك الدفعي في إيجاد الآتي:-

1- تحديد عمق الماء عند القفز الهيدروليكي.

2- تحديد الفقد في العلو الناتج من التوسع الفجائي لمقطع الماسورة.

3- تحديد القوى في إنحناءات الماسورة.

4- تحديد القوة المبذولة بواسطة نفاث المائع على الريش الثابته والمتحركة.

س144: بماذا يعرف التدفق عندما يتدفق المائع بإستمرار حول ممر منحنى وحول محور ثابت للدوران؟

ج: يعرف التدفق في هذه الحالة بالتدفق الحلزوني (دردوري)

س145: بماذا يعرف التدفق عندما يتدفق المائع في ممر منحنى ولا يتطلب قوى خارجيه منضغطه خارجيه؟

ج: يعرف التدفق في هذه الحالة بالتدفق الحلزوني الحر (دردوري)

س146: بماذا يعبر عن حركة السائل في الغلاف القوقعي للمضخه الطاردة المركزية؟

ج: هذه الحركة للسائل هي مثال للتدفق الدردوري الحلزوني.

س147: بماذا يعرف التدفق عندما يتدفق المائع في دوائر متحدة المركز؟

ج: يعرف التدفق في هذه الحالة بالتدفق الدردوي الإسطواني الحر.

س148: بماذا يعرف مبين القياس الذي يتم تركيبه في ماسورة الدفق لقياس سرعة المياه التي تمر من خلالها بإستخدام مبدأ نظرية بيرنولي؟

ج: هذا المبين للقياس يعرف بجهاز فينتوري ميتر Venturimeter

س149: بماذا تعرف الماسورة القصيرة التي يتم تدريجها أولاً لمساحة مقطع صغيرة ثم تدرج بعد ذلك من مساحة المقطع الأصغر إلى مساحة مقطعها الأصلية؟

ج: تعرف هذه الماسورة القصيره بمقياس فينتوري Venturimeter

س150: من هو مخترع مقياس فينتوري؟

ج: مخترع مقياس فينتوري هو كليمنز هيرشيل Clemens Herschel

س151: من هو مكتشف المقاومة اللزجه للمياه المتدفقة خلال أنابيب شعرية؟

ج: مكتشف هذه المقاومة هو Poiseulli.

س152: بماذا يعرف المعامل اللابعدي الذي يتحكم في المقاومة اللزجه أو الإحتكاكية؟

ج: هذا المعامل يعرف برقم ماخ Mach Number.

س153: بماذا تعرف المسافة الصغيرة من الحد المصمت الذي تحدث فيه معظم تغيرات السرعة؟

ج: هذه المسافة الصغيرة تعرف بالطبقة الحدية Boundary Layer

س154: ما هي العوامل التي يعتمد عليها طراز الطبقة الحدية؟

ج: نوع الطبقة الحدية يعتمد على نوع تدفق المائع.

س155: من أول من إكتشف فكرة الطبقة الحدية؟

ج: موضوع فكرة الطبقة الحدية اكتشف أولاً بواسطة براندل L.Brandtl.

س156: من الذي أوجد الفرق في سمك الطبقة الحدية على سطح منحنى من تلك الذي للوح المسطح؟

ج: الذي أوجد ذلك هو ميليكان Millikan.

س157: ما هو نوع التدفق الذي يكون من خلال الطبقة الحدية؟

ج: هذا التدفق يسمى بالتدفق الطبقي Laminar.

س158: من الأس العددي الذي يتناسب معه سمك الطبقة الحدية التي يزيد بمسافته من الحافة الأمامية؟

ج: يتناسب هذا السمك مع الجذر التربيعي للمسافة.

س159: بماذا تعرف ظاهرة أنه أحيانا وتحت تأثير حالات معينه تترك الطبقة الحدية السطح وتلتف في شكل دردوري أو دوامي؟

ج: هذه الظاهرة تعرف بظاهرة الإنفصال Separation.

س160: بماذا تعرف محاولة الدرادير التي تحدث في أثر الجسم بعد حدوث إنفصال الطبقة الحدية؟

ج: تعرف هذه المحاوله بملف كارمان Karman street

س161: أين تحدث الطبقة الحدية؟

ج: تحدث الطبقة الحدية عند الآتي:

1- تحدث بين أي سطح ومائع يكونوا في حالة تلامس.

2- في البينية التي يكون هناك فيها سرعة نسبية (مثال ذلك بين السطح والمائع).

3- عند سطح جميع الأجسام المغموره في المائع المتحرك نسبياً.

س162: ما الذي يحدث للطبقات الحدية في المواسير الطويلة؟

ج: في المواسير الطويلة سوف تتقاطع الطبقات الحدية عند مركز الماسورة وهكذا تتداخل مع التدفق.

س163: أين يحدث تكون الطبقة الحدية؟

ج: تكون الطبقة الحدية يحدث عند أسطح جميع الأجسام المغمورة في المائع المتحرك نسبياً.

س164: ما الذي يحدث للطبقة الرقائقية التي تبدأ عند الحافة الأماميه؟

ج: قد وجد أن الطبقة الرقائقية التي تبدأ عند الحافة الأمامية تستمر مجاوره للسطح من خلال جميع الطبقات الانتقالية والدوامية.

س165: ما هي المراحل التي يمر بها التدفق في الماسورة الطويلة؟

ج: المراحل هي كالآتي:-

1- مرحلة طبقية.

2- مرحله الانتقال أو التحول.

3- مرحلة دوامية.

س166: قوة المائع على الجسم تكون عامة مائلة بالنسبة لاتجاه حركة الجسم وبماذا يسمى مكون القوة الموازي لاتجاه الحركة؟

ج: مكون القوة في هذه الحالة يسمى بالسحب Drag.

س167: إذا كان رقم رينولدز منخفض بفرض أنه أقل من 500000 فماذا سيكون نوع التدفق من خلال الطبقة؟

ج: التدفق في هذه الحالة يكون طبقي.

س168: ما هي معادلة تحديد رقم رينولدز R للجسم المغمور في المائع؟

ج: المعادلة هي كالآتي:

$$R_e = V.{}^{1}\!/_{V}$$

س169: ما هي معادلة رقم رينولدز للتدفق في الماسورة؟

ج: معادلة رقم رينولدز للتدفق في الماسورة هي:

$$R_e = V.{}^{D}\!/_{V}$$

حيث أن D هو قطر الماسورة.

س170: ما هو الأثر Wake؟

ج: الأثر هو منطقة المجرى الهابط من الخط الإنسيابي الذي ينفصل من الحدية.

س171: في إختبار النماذج الصغيرة يكون رقم رينولدز منخفض فماذا يكون عادة تدفق الطبقة الحدية؟

ج: يكون التدفق طبقي في جميع الأنحاء.

س172: ماذا يكون نوع الطبقة الحدية للحشف الكامل المحيط بسفن البحار والغواصات وأجنحة الطائره؟

ج: تدفق الطبقة الحدية يكون دوامي.

س173: نظرية الطبقة الحدية أستخدمت للوح المسطح المحيط بواسطة المائع المتدفق طولياً. وبالنسبة لجزء الطبقة الحدية التي يكون التدفق فيه دوامي وتوزيع السرعة على أي مقطع يمكن تحديده بمعادلة فما هي هذه المعادلة؟

ج: المعادلة هي كالآتي:

$$\frac{U}{V}=\left(\frac{y}{\sigma}\right)^{n}$$

حيث أن الحروف المختلفة لها معانيها المعتادة.

س174: ما هو المعدل المتراوح لقيمة n في المعادلة السابقه والذي يمكن إيجاده من التجارب؟

ج: معدل هذه القيمة يتراوح من 5/ 1 إلى7/ 1.

س175: ما هي المسافة التي تتناسب مع سمك الطبقة الحدية التي تزيد من الحافة الأماميه إلى الحافة الخلفية؟

ج: سمك الطبقة الحدية يتناسب مع:

$$X^{1/2}$$

حيث أن x هي المسافة عبر المحور X عند أي مقطع.

س176: ماذا يكون وضع إجهاد القص للطبقه الحدية الدوامية والطبقة الرقائقية بنفس رقم رينولدز للتدفق؟

ج: إجهاد القص يكون أكبر في الطبقة الحدية الدوامية عما يكون في الطبقة الرقائقية.

س177: ما الذي يحدثه السطح المنحني مثل تلك جسم الخط الإنسيابي؟

ج: يحدث طبقه أقل سمك عند المقدم وطبقة أكثر سمك عند المؤخر.

س178: ما هي المعادلة التي أوجد بها بلاسيوس Blasius معامل السحب؟

ج: المعادلة هي كالآتي:

$$K_d = 1.327\sqrt{\frac{1}{R_e}}$$

حيث أن Re = رقم رينولدز.

س179: ما هي المعادلة التي يتناسب معها معامل السحب للتدفق الطبقي؟

ج: معامل التدفق الطبقي يتناسب مع: $\sqrt{1/Re}$

س180: من خلال طبقه التدفق الرقائقي كيف يتم تحول كمية التحرك من مجموعات متحركة أسرع إلى أبطأ؟

ج: تحول كمية التحرك يتم بواسطة السيولة.

س181: بماذا يتم تحول كمية التحرك في الطبقة الدوامية؟

ج: تتحرك جزيئات السرعة الأعلى في الإتجاه إلى الداخل وتعطي كميات تحركها بواسطة التصادمات.

س182: ما هي المعادلة التجريبية التي تحدد تأثير خشونة السطح على السحب الإحتكاكي؟

ج: المعادلة هي:

$$\frac{1}{k} = 2000\ V\sqrt{C_f}$$

حيث أن:

K = تمثل قياس الخشونة بالبوصة.

V = سرعة المائع بالمتر / ساعة

Cf = معامل السحب الإحتكاكي.

س183: ما هي الطبقة التي تقاوم إنتقال الحرارة؟

ج: الطبقة السفلية الرقائقية تعمل كوسيط عازل وهكذا تقاوم انتقال الحرارة.

س184: متى يكون التدفق الحراري أكثر إستعداد للحدوث؟

ج: التدفق الحراري يكون أكثر إستعداد للحدوث خلال الجزء الدوامي للطبقة مع الأخذ في الإعتبار لحركة الدوامات.

س185: ما الذي يحدد الخشونة المسموح بها للسطح؟

ج: الخشونة المسموح بها للسطح يتم تحديدها بواسطة سمك الطبقة السفلية الرقائقية.

س186: كيف يمكن التحكم في تدفق الطبقة الحدية حول سطح إنسياب؟

ج: تدفق الطبقة الحدية حول سطح إنسياب رافع يتم بواسطة الطرق الآتيه:

(1) قلابات الإتلاف مثبتة.

(2) تيار هواء مضغوط لإعادة الطاقة.

(3) إدخال مشقبيات جانبية.

(4) إدخال إسطوانه دواره تمثل الحافة الأماميه للسطح الإنسيابي الرافع.

س187: ماذا يوضح رقم رينولدز الكبير؟

ج: رقم رينولدز الكبير يوضح لنا التدفق الدوامي العالي.

س188: متى يصل إجهاد القص إلى القيم الكبيرة جداً في منطقة الطبقة الحدية؟

ج: إجهاد القص يصل إلى القيم الكبيرة جداً في منطقة الطبقة الحدية عندما يكون تدرج السرعة كبير.

س189: ما هو الخط الذي تقترب منه السرعة في الطبقة الحدية للسرعة في التدفق الرئيسي؟

ج: السرعة في الطبقة الحدية تقترب من السرعة في التدفق الرئيسي عند الخط المقارب.

س190: عندما يكون هناك بدء للحركة في المائع الذي له سيولة صغيرة جداً لماذا لا يكون التدفق لا دوراني في الحالة الأولى؟

ج: يكون التدفق لا دوراني في الحالة الأولى لأن سرعة المائع عند الطبقة الحدية يكون صفر.

س191: بماذا تعرف النسبة بين مساحة النفاث عند التقلص ومساحة الفتحة؟

ج:تعرف هذه النسبة بمعامل التقلص أو الإنكماش.

س192: ما هي المعادلة التي يمكن بواسطتها إيجاد السرعة النظرية للمائع من خلال فتحة؟

ج: المعادلة هي كالآتي:

$$V = \sqrt{2gh}$$

س193: ما هي القيمة المتوسطة لمعامل السرعة (بالنسبة لفتحة ذات حافة حادة)

ج: قيمة المعامل هي 0.98.

س194: ما هي القيمة المتوسطة لمعامل الطرد؟

ج: قيمة معامل الطرد هي 0.62.

س195: بماذا تعرف الفتحة ذات الحافات الممتدة أعلى سطح السائل؟

ج: تعرف هذه الفتحة بالقطعية أو النقرة.

س196: بماذا تعرف الفتحة المجهزة ببعض أنواع امتداد الماسورة؟

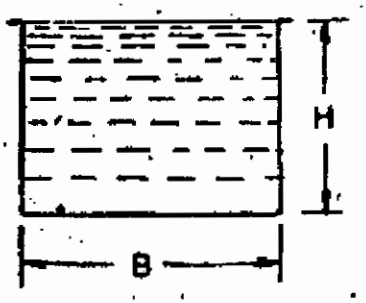
ج: تعرف هذه الفتحة بجزء الفوهة.

س197: بالنسبة للنقرة المستطيلة ذات الحافة الحادة كيف يتم تحديد الطرد Q؟

ج: يتم تحديد النقرة المستطيلة ذات الحافة الحاد بالمعادلة.

$$Q = \frac{2}{3} C_d . B \sqrt{2g} H^{3/2}$$

حيث أن B & H أبعاد موضحة في شكل (39)



شكل (39)

س198: ما هي معادلة تحديد الطرد Q بالنسبة للنقرة المثلثة ذات الحافة الحادة.

ج: المعادلة هي كالآتي:

$$Q = \frac{8}{15} C_d \sqrt{2g} \tan\theta H^{5/2}$$

س199: في سد سيبولتي كيف يكون تصميم نقرة سيبولتي؟

ج: تصمم نقرة سيبولتي بحيث أن إنحدار النقرة يكون 1 أفقي، 4 رأسي.

س200: ما شكل النقرة التي تنتمي لدلائل سد سيبولتي؟

ج: دلائل سد سيبولتي تنتمي إلى شكل النقرة المستطيلة بدون إنكماشات طرفية.

س201: ما هو سبب الفرق بين السرعة النظرية والفعلية؟

ج: الفرق بين السرعة النظرية والفعلية يكون نتيجة للإحتكاك عند الفتحة.

س202: بماذا يعرف مقطع النفاث الذي عنده تصبح الخطوط الإنسيابية متوازية؟

ج: يعرف مقطع النفاث في هذه الحالة بمقطع الانكماش.

س203: ما هي العوامل التي يعتمد عليها إنكماش المساحة بسبب السائل في الصهريج حول جوانب الفتحة؟

ج: العوامل التي يعتمد عليها هذا الإنكماش كالآتي:-

(1) شكل الفتحة.

(2) حجم الفتحة.

(3) العلو المسبب للتدفق.

س204: ما هي الأسباب التي سوف تجعل المائع المتدفق خاضعاً لفقد في العلو؟

ج: الأسباب كالآتي:-

(1) تغير مقطع الممر.

(2) إحتكاك جوانب الممر.

(3) تغير الإتجاه.

(4) عائق في الممر.

س205: ما هي معادلة تحديد الفقد في العلو الناتج من الإنكماش المفاجئ؟

ج: المعادلة هي كالآتي:-

$$0.5\,V^2/2g$$

س206: كيف يمكن زيادة الطرد من خلال فتحه؟

ج: زيادة الطرد من خلال فتحة يمكن أن يكون بالطرق الآتيه:

(1) تركيب ماسورة بطول قصير للخارج.

(2) تركيب ماسورة بطول أكبر للخارج.

(3) تركيب ماسورة بطول قصير ذات تشغيل حر.

س207: بماذا تعرف الفتحة أو الثقب؟

ج: الفتحة أو الثقب هي عباره عن فتحة مجهزة بنوع ما من إمتداد ماسورة.

س208: بماذا يعرف السد؟

ج: هو عباره عن فتحه التي يتدفق من حولها الماء.

س209: ما هو الشكل الأكثر كفاءة لمقطع المجرى؟

ج: الشكل الأكثر كفاءة لمقطع المجرى هو الشبه منحرف.

س210: إذا كانت Cd , Cv, Cc هي المعامل الهيدروليكي لفتحة ما فما هي صيغة المعادلة التي تجمعهما؟

ج: المعادلة هي:

$$Cd = Cv \times Cc$$

س211: إذا كان هناك فوهة خارجية في الماسورة ذات تدفق كامل عند الخارج فماذا سيكون معامل الإنكماش؟

ج: معامل الإنكماش سوف يكون 1.

س212: ما هو مقدار المسافة عند المكان الذي يحدث فيه التقلص أو الإنكماش في فوهة خارجية؟

ج: مقدار المسافة سوف يكون 1/ 4 (قطر الفتحة يكون من فتحة الخارج).

س213: ما هو عرض السد من الإنكماش الطرفي؟

ج: عرض السد أو الحاجز مع الإنكماش الطرفي يكون أقل من عرض المجرى.

س214: فيما تستخدم معادلة التوزيع؟

ج: تستخدم معادلة التوزيع في تحديد الفقد في العلو الناتج.

س215: ما هو مقدار زاوية النقرة للطرد الأقصى في حالة النقرة المثلثة؟

ج: مقدار الزاوية هو 90.

س216: بماذا تعرف المعادلة التجريبية الخاصة بالطرد حول السد المستطيل الكبير

$$Q = \left(0.405 + \frac{0.003}{H}\right)\sqrt{2g}\,.\,L.\,H^{3/2}$$

ج: تعرف هذه المعادلة بمعادلة بازن Bazin's formulae

س217: ما هي قيمة m في معادلة بازن للسدود المستطيله. $Q = m.\sqrt{2g}.L.H^{3/2}$ ؟

ج: قيمة m هي: $2/3\ C_d$

س218: في معادلة فرانسيز للسدود المستطيلة إذا كانت الإنكماشات منضغطة بشدة فما هي معادلة إيجادها؟

$$Q = 3.33\ L.\ H^{3/2}$$

س219: ما هو تناسب الطرد من خلال سد نقرة حرف V؟

ج: الطرد من خلال سد نقرة حرف V يتناسب مع: $H^{5/2}$.

س220: ما الذي يحدث بعمل الفوهة متباعده؟

ج: إذا كانت الفوهة متباعده فإن الفقد الناتج من التوسيع للنفاث يخفض بدرجه كبيره.

س221: ما هو تأثير الفوهة على الطرد؟

ج: تأثير الفوهة على الطرد هو تخفيض الضغط عند منطقة الإنكماش.

س222: ما هو مقدار الضغط عند منطقة الإنكماش.

ج: الضغط عند منطقة الإنكماش يكون أقل من الضغط الجوي بمقدار مساوي لعلو السائل في الوعاء.

س223: بماذا يعرف الفتح في جدار الوعاء أو الصهريج من خلال المائع الذي يطرد من ضغط عالي إلى ضغط منخفض؟

ج: يعرف هذا الفتح بالفتحة.

س224: بماذا تسمى الناتج للسرعة الفعلية للنفاث ومساحة مقطع منطقة الإنكماش؟

ج: هذا الناتج يسمى بالطرد الفعلي.

س225: ما هي القيمة المتراوحة لمعامل الإنكماش؟

ج: قيمة معامل الإنكماش تتراوح من 0.611 إلى 0.69.

س226: متى يحدث ضغط التفريغ عند منطقة الإنكماش التي تزيد من سرعة النفاث؟

ج: ينشأ هذا الضغط للتفريغ إذا كانت الفوهة ذات تشغيل تام عند الخارج.

س227: ما نوع الضغط الذي يكون عند خارج الأنبوب؟

ج: الضغط الذي عند خارج الأنبوب يكون ضغط جوي.

س228: في الفوهة المتقاربة – المتباعدة ما الذي يحدث نتيجة للتباعد؟

ج: نتيجة للتباعد تزيد السرعة عند منطقة الإنكماش كما أن التفريغ الجزئي ينشأ هناك حولها.

س229: ما الذي يحدث في فوهة بوردا Borda إذا كانت ذات تشغيل تام عند الخارج؟

ج: الذي يحدث هو أن ينشأ ضغط تشغيل عند منطقة الإنكماش التي تزيد السرعة.

س230: ما الذي يحدث إذا كانت الفوهة متقاربة؟

ج: إذا كانت الفوهة متقاربة فإن الفقد الناتج من التوسع المفاجئ يمكن تجنبه.

س231: ماذا يقال على السد إذا كان مستوى مجرى الماء الهابط لجسم السد أعلى من القمة؟

ج: يقال على السد في هذه الحالة أنه سد أو حاجز مغمور.

س232: بماذا يعرف الطراز الخاص من السد المستخدم في عمل الري والذي يكون تصميم مقطعه بحيث أن يلتصق الجسم مع سطح المجرى الهابط؟

ج: هذا الطراز من السد يعرف بسد أوجي Ogee weir.

س233: ما هي العلاقة التي تحدد معادلة التوزيع؟

ج: معادلة التوزيع يتم تحديدها بواسطة العلاقة الآتية:

$$V = \frac{1}{n} . m^{2/3} . i^{1/2}$$

حيث أن: I = إنحدار سطح الماء الحر.

، m = العمق المتوسط الهيدروليكي.

، n = ثابت كيوتر Kutter constant

، C = ثابت C في معادلة تشيزي.

، V = سرعة التدفق.

س234: ما هي الحالة التي يكون فيها الجزء الأكثر إقتصاد للمجرى المستطيل الذي يعطي الحد الأقصى للطرد؟

ج: تكون هذه الحالة عندما يكون العمق نصف العرض.

س235: ما هي الحالة التي يجب أن تكون للجزء الأكثر إقتصادا للمجرى شبه المنحرف للحد الأقصى للطرد؟

ج: الحالات كالأتي:

(1) 2/ 1 العرض العلوي = الإنحدار

(2) العمق المتوسط الهيدروليكي = 2/ 1 العمق

(3) الأعمدة المرسومة من مركز العرض العلوي على القاع والجوانب المنحدرة تكون جميعها متساوية.

س236: ما هي الحالات التي يجب أن تكون للجزء الأكثر إقتصاد للمجرى الدائري لإعطاء الحد الأقصى للطرد؟

ج: الحالات كالآتي:-

(1) العمق المتوسط الهيدروليكي = 0.29 قطر الجزء الدائري.

(2) المحيط المبتل = 2.60 قطر الجزء الدائري.

(3) عمق الماء = 0.95 قطر الجزء الدائري.

س237: ما عمق الماء الذي يجب أن يكون للجزء الأكثر إقتصاداً للمجرى الدائري لإعطاء الحد الأقصى للسرعة؟

ج: عمق الماء الذي يجب أن يكون هو 0.810d حيث أن d هي قطر الجزء الدائري.

س238: بماذا تعرف الظاهرة التي بواسطتها يمر التدفق بطريقة فجائية منحالة القذف الإنسيابي مسبباً إرتفاع مقيد للماء؟

ج: هذه الظاهرة تسمى بالقفز الهيدروليكي.

س239: أين يحدث التدفق بالقذف أو التسيل؟

ج: يحدث التدفق بالقذف أو التسيل في القنوات المفتوحة.

س240: أين يحدث التكهف أو التجوف؟

ج: يحدث التكهف أو التجوف عند الأماكن الآتية:

(1) جميع النقاط التي عادة السرعات تكون فيها عالية.

(2) عند جميع النقاط التي فيها الإرتفاع الرئيسي للنقطة يكون أعلى من خط الإسناد بدرجة كافية في المقياس مثعبي.

(3) عند أي نظام تدفق يسبب تخفيض الضغط لأقل من نقطة التبخير.

(4) في المنحنيات.

س241: ما هي أسباب التكهف؟

ج: أسباب التكهف هي كالآتي:

(1) النقر في السطح.

(2) إنخفاض معامل الطرد.

(3) الإهتزازات في الإنشاء نتيجة للصدمة الدورية.

س242: ما هي طرق تقليل تأثيرات التكهف؟

ج: طرق تقليل تأثيرات التكهف هي تجنب الأركان الحادة.

س243: ما هي النقاط التي تؤخذ في الاعتبار في حساب الطرد في مثعب قوقعي؟

ج: النقاط هي كالآتي:

(1) فقودات التكهف أو التجوف يجب أن تكون في الحد الأدنى.

(2) فقودات الطاقة الناتجة من الاحتكاك عند جميع النقاط يجب أن تخفض.

(3) علو التشغيل (مثال ذلك الفرق لمستوى الماء بين المجرى الصاعد ومركز ماسورة الخارج).

س244: ما هي العوامل التي تعتمد عليها المقاومة الكلية الاحتكاكية لتدفق المائع؟

ج: العوامل هي كالآتي:

(1) مساحة السطح المبتل.

(2) خشونة السطح.

(3) كثافة المائع.

(4) مربع السرعة.

س245: ما هو العامل الذي تستقل عنه المقاومة الكلية الإحتكاكية لتدفق المائع؟

ج: العامل الذي تكون المقاومة الكلية الإحتكاكية مستقله عنه هو ضغط المائع.

س246: السرعة الحرجة تحدث عندما يصل رقم رينولدز إلى قيمة معينة فما هو العامل الذي تعتمد عليه هذه القيمة؟

ج: العامل الذي تعتمد عليه هذه القيمة هو نوع التدفق.

س247: من مكتشف المقاومات الإحتكاكية للأسطح المتحركة في الماء؟

ج: مكتشف المقاومات الإحتكاكية للأسطح المتحركة في الماء هو فرود Froude.

س248: ما هي إستنتاجات تجربة فرود؟

ج: الإستنتاجات هي كالآتي:

(1) مقاومة الإحتكاك تتناسب تقريباً مع مربع السرعة.

(2) مقاومة الإحتكاك تتناسب مع طبيعة السطح.

(3) مقاومة الإحتكاك لكل متر مربع من السطح تقل عندما يزيد طول اللوح.

س249: ما هو دالة رقم رينولدز؟

ج: معامل فرود الإحتكاكي هو دالة رقم رينولدز.

س250: ما هي كمية المقاومة الإحتكاكية في المواسير الطويله؟

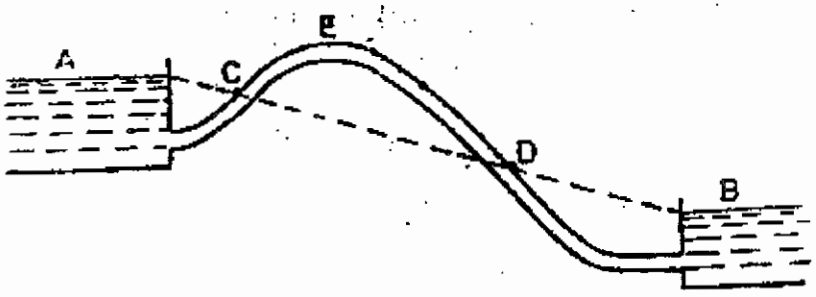
ج. المقاومة الإحتكاكية تكون صغيرة.

س251: كيف يكون الضغط إذا كان التدرج الهيدروليكي أعلى من خط مركز الماسورة؟

ج: الضغط في هذه الحالة يكون ضغط جوي.

س252: عند أي نقطة في الرسم الموضح في شكل (40) يكون ضغط الماء أقل؟

ج: يكون الضغط أقل عند نقطة E



شكل (40)

س253: ماذا يكون ضغط الماء بين النقاط C & D ؟

ج: بين النقاط C & D يكون الضغط أقل من الضغط الجوي.

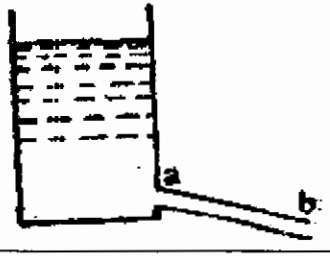
س254: ما الذي يعادل علو الضغط أعلى خط مركز الماسورة؟

ج: علو الضغط أعلى خط مركز الماسورة يساوي الآتي:

إسناد الطاقة الكلي – علو السرعة.

س255: إذا كانت V_1 هي سرعة التدفق في طول ماسورة معين ab ما هي معادلة تحديد الفقد نتيجة الدخول إلى الماسورة عند a؟

ج: المعادلة هي:



$0.5 \, V_1^2 / 2g$

شكل (41)

س256: ما هي المعادلة التي تتبعها $h_f = 4f_l \, V^2/2gd$ للعلو الإحتكاكي المفقود في الماسورة؟

ج: هذه الصيغة تابعة لمعادلة دارسي Darcy's.

س257: ما هي المعادلة التي تتبعها صيغة $V = C\sqrt{mI}$ ؟

ج: هذه الصيغه تابعة لمعادلة شيزي Chezy

حيث أن :

V = سرعة التدفق في الماسورة الأفقية.

I = إنحدار خط علو الضغط.

C = ثابت

M = العمق المتوسط الهيدروليكي.

س258: بما يساوي العمق المتوسط الهيدروليكي (m) بالنسبة للماسورة الدائريه ذات قطر d ذات تشغيل تام؟

ج: العمق المتوسط الهيدروليكي =d/4

س259: ماذا سيكون حد التدفق الدوامي بالنسبة لسرعة تدفق المائع بطول الماسورة؟

ج: التدفق الدوامي سوف يكون بالحد الأقصى عند المركز وبالحد الأدنى عند المحيط.

س260: ما مقدار السرعة القصوى بالنسبة للسرعة المتوسطة؟

ج: السرعة القصوى تكون 1.2 مرة مثل السرعة المتوسطة.

س261: ما هي المعادلة الأكثر ملائمة بالنسبة لفقد العلو الإحتكاكي؟

ج: المعادلة الأكثر ملائمة لفقد العلو الإحتكاكي هي معادلة دارسي Darcy وهي كالآتي:

$$h_f = 4fi \, V^2 / 2gd$$

س262: متى تكون القدرة الحصانية المنقوله في حدها الأقصى؟

ج: تكون القدرة الحصانية المنقولة في حدها الأقصى عندما يكون فقد العلو في الإحتكاك 3/ 1 العلو الكلي المورد.

س263: بماذا تعرف ظاهرة الإرتفاع المفاجئ للضغط في ماسورة نتيجة لإيقاف التدفق؟

ج: تعرف هذه الظاهرة بطرقة المطرقة Hammer blow.

س264: ما هو مدى سرعة جزئ المائع عند مركز مقطع الماسورة؟

ج: مدى السرعة هو الحد الأقصى للسرعة.

س265: ما هي النسبة الأكثر ملائمة لقطر الحلق والماسورة لكي يمكن تجنب قابلية الإنفصال لتدفق السائل؟

ج: النسبة الأكثر ملائمة هي 3/ 1 إلى 2/ 1.

س266: ما الذي يتضمنه الفقد في العلو بواسطة الإحتكاك؟

ج: الفقد في العلو بواسطة الإحتكاك يشمل فقد في الطاقة يشمل كل من الدوامية والسيولة.

س267: ما هي قيمة معامل تصحيح الطاقة الكيناتيكيه (α) للتدفق الطبقي خلال ماسورة دائرية؟

ج: القيمة هي 2.

س268: ما قيمة معامل تصحيح كمية التحرك (B) للتدفق الطبقي خلال الماسورة الدائريه؟

ج: القيمة تساوي 1.33.

س269: ما هي معادلة الطول المكافئ للماسورة التي تستبدل بواسطة ماسورة مركبة تتكون من عدة مواسير ذات أطوال وأقطار مختلفة؟

ج: المعادلة هي كالآتي:

$$L = D^5\left(\frac{I_1}{d_1^5} + \frac{I_2}{d_2^5} + \frac{I_3}{d_3^5} + \ldots\ldots\right)$$

س270: لماذا يكون هناك فرق ضغط عند طرفي خط ماسورة مائل؟

ج: فرق الضغط عند طرفي الماسورة يكون نتيجه للآتي:

(1) علو فقد الإحتكاك.

(2) علو الوضع.

(3) الهبوط المفاجئ للحرارة عند الداخل.

(4) إنخفاض علو الخروج.

س271: ما هو مقدار الحد الأقصى للكفاءه لنقل القدرة خلال الماسورة؟

ج: الحد الأقصى للكفاءة المنقوله هو 66.6٪.

س272: ما هو عمل صهريج التدفق أو الإندفاع المجهز في خط الماسورة؟

ج: يجهز هذا الصهريج من أجل تصريف الضغط الزائد الناتج من طرق الماء.

س273: ما هي معادلة العمق المتوسط الهيدروليكي (m) للماسورة التي بدون تشغيل تام؟

ج: المعادلة هي كالآتي:-

$$m = \frac{\frac{r^2}{2}(\theta - \sin\theta)}{r^{\theta}}$$

س274: في ماذا تستخدم معادلة شيزي؟

ج: تستخدم معادلة شيزي في إيجاد سرعة التدفق في المجرى أو القناة المفتوحة.

س275: ما هي العوامل التي يعتمد عليها مقدار طرق الماء؟

ج: مقدار طرق الماء يعتمد على العوامل الآتيه:-

(1) طول الماسورة.

(2) الخواص المرنة لمادة الماسورة.

(3) السرعة التي يكون عندها الصمام مغلق.

س276: إذا كان هناك عدد من المواسير (فرضا n) بقطر d وتم إستبدال هذه المجموعه بماسورة أحادية ذات قطر D فما هي المعادلة المستخدمه؟

ج: المعادلة المستخدمه هي كالآتي:

$$d = \frac{D}{n^{2/5}}$$

س277: ما هي المعادلة التي بواسطتها يمكن إيجاد الإرتفاع في الضغط الناتج من طرق الماء؟

ج: المعادلة هي كالآتي:-

$$P = \sqrt{pk}$$

حيث أن :

K = المعامل الحجمي.

P = كثافة الكتلة.

س278: ما هي الشروط التي يجب أن تتوفر في العمل المثالي للمواسير:-

ج: الشروط هي كالآتي:-

(1) التدفق إلى داخل كل وصله يجب أن يساوي التدفق الخارج من الوصله.

(2) المجموع الجبري لإنخفاضات الضغط حول كل دائرة يجب أن يكون صفر.

(3) العلاقه الصحيحة بين فقد العلو والطرد يجب المحافظة عليها للماسورة.

س279: ما الذي يسببه زيادة الضغط النصف قطري للماء على الماسورة؟

ج: زيادة الضغط النصف قطري للماء على الماسورة يسبب الآتي:

(1) إجهادات محيطية في جدران الماسورة.

(2) إجهادات طولية في جدران الماسورة.

س280: كيف يحدد العمق الحرج للمجرى أو القناة؟

ج: تحديد العمق الحرج للمجرى أو القناة كالآتي:

$$H=V^2/g$$

س281: ما هي الشروط الملائمة للجزء الأكثر إقتصاد للمجرى الشبه منحرف للحد الأقصى للطرد؟

ج: الشروط هي كالآتي:-

(1) العمق الهيدروليكي = 2/ 1 العمق.

(2) نصف العرض العلوى = الجانب المنحدر.

(3) الأعمدة المرسومة من المركز للعرض العلوي وعلى القاع والجوانب المنحدره تكون جميعها متساوية.

س282: ما شكل مقطع المجرى الأكثر كفاءه؟

ج: شكل المقطع الشبه منحرف.

س283: ما هي الحالات الأكثر ملائمة للقطاع الأكثر إقتصاداً للمجرى الدائرية التي تعطي الحد الأقصى للطرد؟

ج: الحالات الأكثر ملائمة هي كالآتي:

(1) المحيط المبتل يكون مساوي 2.82 مره مثل عمق الماء.

(2) عمق الماء يكون مساوى 0.95 مره مثل قطر المقطع الدائري.

(3) العمق المتوسط الهيدروليكي يكون مساوي 0.286 قطر المقطع الدائري.

س284: ما السبب الذي من أجله يتم تركيب الفونية ذات الفوهة المتدرجة التي تركب إلى الطرف الخارج للماسورة؟

ج: الغرض من تركيب الفونية ذات الفوهة المتدرجة هو تحويل العلو الكلي للسائل إلى علو السرعة.

س285: إذا كان النفاث ذات إسقاط رأسي في الإتجاه إلى أعلى فماذا يساوي الإرتفاع الذي يصل إليه السائل؟

ج: الإرتفاع الذي سوف إليه السائل سوف يكون مساويا = $V^2/2g$

س286: ما هي معادلة تحديد كفاءة النقل في حالة القواني؟

ج: المعادلة هي: $\frac{V^2}{2gH}$

حيث أن: H = العلو المنقول.

V= سرعة التدفق

س287: بماذا تعرف جزء الفوهة المتدرجه التي تركب للطرف الخارج للماسورة؟

ج: يعرف جزء الفوهة المتدرجه بالفونية.

س288: ما هي معادلة المعامل اللابعدي للمحامل المزيته المشابهة.

ج: المعادلة هي كالآتي: $\frac{\eta N}{p}$

حيث أن P = الضغط لكل وحدة مساحة على المحمل.

N = سرعة العامود بعدد اللفات في الدقيقه.

$\eta = ML^{-1} T^{-1}$

س289: ما هو الثابت اللابعدي في مقاومة الموجه السطحيه للسفن؟

ج: الثابت اللابعدي في مقاومة الموجة السطحية للسفن يعرف برقم ماخ mach number.

س290: ما هو الثابت اللابعدي للسد أو الحاجز؟

ج: الثابت اللابعدي للسد أو الحاجز هو رقم رينولدز وثابت الشد السطحي.

س291: بإستخدام مبدأ المشابهة البعديه ما هي معادلة الطرد لفتحة في الماسورة؟

ج: معادلة الطرد لفتحة ما في الماسورة هي كالآتي:

$$Q \alpha p^a d^b D^c p^d \eta^e$$

حيث أن D = قطر الماسورة.

، d = قطر الفتحة.

، P = الفرق في الضغط بين جانبي الفتحة

، p = الكتلة / الحجم = ML^{-3}

س292: إستخدام مبدأ المشابهة لفتحة ما يوضح أن معامل الطرد لا يكون ثابت ولكن ما الذي يتناسب معه؟

ج: معامل الطرد يتناسب مع الآتي:

(1) الكثافه.

(2) العلو.

(3) السيولة ودرجة الحرارة.

س293: ما شكل معادلة الثابت اللابعدي لفتحة ما؟

ج: معادلة الثابت اللابعدي هي كالآتي:-

$$\frac{PDV}{\eta}$$

حيث أن:

D = قطر الفتحة.

V = سرعة النفاث،

س294: في ماذا يستخدم التحليل البعدي؟

ج: التحليل البعدي يستخدم في الآتي:

(1) تحويل نظام واحد من الوحدات إلى آخر.

(2) تخفيض رقم المتغيرات المطلوب في برنامج تجريبي.

(3) تأسيس مبادئ تصميم النموذج.

س295: كيف تحدد قيمة الحد الأقصى النظرية لمعاملات الرفع للألواح المسطحه الرقيقه الغير عاديه بالنسبة للسرعة النسبية للمائع؟

ج: تحددي قيمة الحد الأقصى النظرية لمعاملات الرفع كالآتي:

$$C_L = 2\pi \sin\alpha$$

حيث أن α = زاوية اللوح التي تنشأ مع السرعة النسبية للمائع.

س296: ما الذي توضح قيم V/C (رقم ماخ Mach No.) حتى القيمة الحرجة 1؟

ج: هذه القيم توضح التدفق دون الصوتي subsonic flow

س297: ما هي معادلة تحديد سمك الطبقة الحدية 8 (بالمتر) عند أي مسافة X ؟

ج: تحديد هذا السمك كالآتي:

$$\frac{5.20}{\sqrt{R_{EX}}}$$

س298: ما هي السرعات التي عندها تكون معاملات السحب عندها معتمده على رقم رينولدز؟

ج: السرعة المنخفضه والسرعة المتوسطة.

س299: في ماذا يستخدم الكباس الهيدروليكي؟

ج: يستخدم الكباس الهيدروليكي في رفع كمية صغيرة من المياه لإرتفاع أكبر.

س300: في ماذا يستخدم مزيد الشدة الهيدروليكي؟

ج: يستخدم مزيد الشدة الهيدروليكي في زيادة شدة الضغط للماء بواسطة طاقة كميه أكبر من المياه عند الضغط المنخفض.

س301: في ماذا يستخدم المرفاع الهيدروليكي؟

ج: يستخدم المرفاع الهيدروليكي في رفع الأحمال الثقيلة.

س302: في ماذا يستخدم المجمع الهيدروليكي؟

ج: يستخدم المجمع الهيدروليكي في تخزين طاقة الماء.

س303: الماء الذي يتم إمداده إلى مزيد الشدة الهيدروليكي عند ضغط 25كجم/ سم^2 وأقطار الكباسات المنزلقة والثابتة لمزيد الشدة هي 5سم، 10سم على التوالي فماذا سيكون مقدار ضغط الماء المغادر لمزيد الشدة؟

ج: الضغط سيكون 100كجم/ سم^2.

س304: مما يتكون العلو الكلي في توربينة الماء الرد فعلية؟

ج: العلو الكلي يتكون جزئياً من علو الضغط وجزئياً من علو السرعة.

س305: ما هو نوع التوربينة المستخدمه بالنسبة للعلوات المنخفضة.

ج: التوربينة المستخدمة للعلوات المنخفضة هي توربينة كابلان.

س306: ما نوع التدفق في توربينة التدفق المختلط؟

ج: التدفق نصف قطري جزئياً ومحوري جزئياً.

س307: ما هو نوع التوربينة المستخدمه بالنسبة للعلوات العاليه؟

ج: نوع التوربينة هو عجلة بيلتون.

س308: ما نوع توربينة فرانسيس؟

ج: توربينة فرانسيس هي توربينة رد فعلية ذات تدفق نصف قطري في الإتجاه إلى الداخل.

س309: ما نوع توربينة كابلان؟

ج: توربينة كابلان هو توربينة رد فعلية ذات تدفق محوري.

س310: ما نوع عجلة بيلتون؟

ج: عجلة بيلتون هي توربينة دفعيه ذات تدفق محوري.

س311: في ماذا تستخدم توربينة كابلان؟

ج: توربينة كابلان تستخدم للعلوات المنخفضة.

س312: ما الذي يحدث في التوربينة الدفعية؟

ج: كل طاقة الماء تتحول إلى سرعة قبل دخول العجلة.

س313: ما الذي يحدث في التوربينة الرد فعلية؟

ج: الذي يحدث في التوربينة الرد فعلية هو كالآتي:

(1) يدخل الماء تحت ضغط للعجلة ويتدفق حول الريش.

(2) يتحول علو الضغط إلى علو سرعة وأخيراً يخفض إلى ضغط جوي قبل مغادرة العجلة.

(3) يترك الماء العجلة بسرعة نسبية كبيره ولكن بسرعة مطلقة صغيرة.

س314: ما الذي يحدث في التوربينة الرد فعلية عندما يكون الماء تحت ضغط؟

ج: يجب أن يسحب الماء حول جزء فقط من المحيط.

س315: في ماذا تستخدم عجلة بيلتون ذات الطراز الخاص كتوربينة دفعية ذات تدفق محوري؟

ج: تستخدم هذه العجلة في العلوات العاليه جداً.

س316: ما الذي تساويه سرعة عجلة بيلتون بالنسبة لكفاءة الحد الأقصى؟

ج: سرعة عجلة بيلتون سوف تكون مساويه لنصف سرعة النفاث.

س317: في حالة عجلة بيلتون إذا كانت r هي الزاوية الممتده بواسطة جيبين متجاورين فكيف يحسب عدد الدلو؟

ج: يحدد عدد الجيوب كالآتي: y /360

س318: إذا كانت p هي القدرة الحصانية المنتجه بتأثير علو H وسرعة n فكيف تحدد السرعة النوعيه n لتوربينة الماء؟

ج: تحدد السرعة النوعيه بواسطة الآتي:

$$\frac{\eta\sqrt{p}}{H^{5/4}}$$

س319: ما هو معدل السرعة النوعيه لعجلة بيلتون؟

ج: السرعة النوعيه تتراوح بين 3 إلى 7

س320: إذا كانت قيمة السرعة النوعيه أقل من 10 فماذا يكون نوع التوربينة المستخدم؟

ج: نوع التوربينة المستخدم هو توربينة دفعيه أو عجلة بيلتون.

س321: ما هو اسم التوربينة التي من الطراز المروحي؟

ج: التوربينة التي من الطراز المروحي هي توربينة كابلان.

س322: ما هي المادة التي يصنع منها مجرى عجلة بيلتون؟

ج: يصنع مجرى عجلة بيلتون من الصلب المصبوب.

س323: ما الذي يحدث لسرعة التوربينة إذا كانت التوربينة ناقله لحمل وجزء أو كل تلك الحمل يتم التخلص منه؟

ج: سرعة التوربينة يكون لها قابلية الزيادة.

س324: عند مايز الحد الأقصى لخرج التوربينة عن من 1000 إلى 2000 حصان بياني فمن المعتاد أن تجهز بمقتصد للوقود.

س325: ما هو نظام التدفق في التوربينات المروحية؟

ج: التوربينات المروحيه تكون من طراز الرد فعلي والتدفق المحوري.

س326: في ماذا تستخدم المضخة كأداة ميكانيكية؟

ج: تستخدم المضخة في زيادة الطاقة الضغطيه للمائع.

س327: ما هي السرعات التي تعمل عندها المضخات الترددية؟

ج: المضخات الترددية تعمل عادة عند السرعات المنخفضة.

س328: ما هو نوع العمل الذي تقوم به المضخة الطاردة المركزية؟

ج: المضخه الطاردة المركزية تعمل كتوربينة رد فعلي معكوس.

س329: في ماذا تستخدم مضخات التدفق المحوري؟

ج: مضخات التدفق المحوري تستخدم في العلوات المنخفضة.

س330: ما نوع التدفق الذي يكون عادة في المضخات الطاردة المركزية؟

ج: المضخات الطاردة المركزية تكون من نوع التدفق النصف قطري.

س331: ما هي الوسيلة في المضخات الطاردة المركزية التي بواسطتها تهيئ طريقة لتحويل الطاقة الكيناتيكية للماء المغادر إلى طاقة ضغطيه؟

ج: الوسائل التي بها يمكن تحقق ما سبق هي كالآتي:-

(1) غرفة قوقعية (شكل حلزوني)

(2) غرفة دردورية.

(3) ريش دليلية.

س332: ما هي وحدة كمية الطرد التي تخص السرعة النوعية للمضخه الطاردة المركزية؟

ج: وحدة كمية الطرد يمكن تحديدها كالآتي:-

$$\frac{\eta\sqrt{Q}}{h^{3/4}}$$

حيث أن n = السرعة بعدد اللفات في الدقيقة.

H = العلو الكلي أو الرفع بالمتر.

Q = الطرد أو التصريف في الدقيقة.

س333: السرعة النوعية للمضخه الطاردة المركزية مبنيه على أساس وحدة

القدرة فما هي معادلة تحديدها؟

ج: معادلة تحديد وحدة القدرة كالآتي:-

$$\frac{\eta\sqrt{p}}{h^{5/4}}$$

حيث أن:

P = القدرة الحصانية المطلوبه لإدارة المضخة.

الجداول الخاصة بالموائع وتصنيفاتها

• مقياسات الهيدروميتر المطلقة Arbitrary Hydrometer Scales

المقياس (والرمز المناسب له)	درجة الحرارة القياسية	المكافئ للثقل النوعي	
		سوائل أثقل من الماء	سوائل أخف من الماء
مقياس باركو N	—	$\frac{N}{1000} \times 1000$	—
درجة بيومي (الأصلية)°بيومي	150°م	$\frac{146.3}{146.3 - ° \text{بيومي}}$	$\frac{146.3}{146.3 + ° \text{بيومي}}$
درجة بيومية (الأمريكية)° بيومي	60°ف	$\frac{145}{145 - ° \text{بيومي}}$	$\frac{145}{145 + ° \text{بيومي}}$
درجة بيومي (الألمانية)	150°م	$\frac{144.3}{144.3 - ° \text{بيومي}}$	$\frac{144.3}{144.3 + ° \text{بيومي}}$
درجة توادل°توادل	—	$\frac{1000}{1000 + ° \text{توادل}}$	
بيك N	125°م	$\frac{170}{N - 170}$	$\frac{170}{N + 170}$
بركس N	—	—	$\frac{400}{N - 400}$
جاي لوساك N	—	—	$\frac{100}{N - 100}$

• الثقل النوعي لأي مائع = الوزن النوعي بالكيلو جرام / لتر

$$= \frac{\text{الوزن النوعي بالرطل / قدم مكعب}}{62.3}$$

- **جدول المعاملات المتوسطة للتمدد الحجمي للموائع**

المائع Fluid	المعامل $\times 10^{-5}$
حامض الأسيتيك	107.00
أميل كحول	93.00
أيثيل الكحول	110.00
ميثيل الكحول	122.00
أنيلين	85.00
بنزين	124.00
كربون غير كبريتيدي	121.00
كلوروفورم	126.00
أيثير إيثيل	163.00
بروميد أيثيل	137.00
جليسرين	53.00
زئبق	18.00
أيوديد ميثيل	121.00
زيت زيتون	70.00
برافين	90.00 (110.00 للحرارة من 20-199°م)
بانتين	159.00
حامض كبريتيك (100٪)	57.00

المانع Fluid	المعامل $\times 10^{-5}$
تولوين	109.00
ترابنتين	94.00
أكسيلول	101.00
ماء من 5 – 10°م	5.30
ماء من 10 – 20°م	15.00
ماء من 20 – 40°م	30.20
ماء من 40 – 60°م	45.80
ماء من 60 – 80°م	58.70

• جدول معاملات التصحيح الحجمي للزيوت

الثقل النوعي 60 / 60°ف	المعامل K الحجمي V لكل°ف	المعامل K الحجمي V لكل°م
0.6022 – 0.5094	0.00096	0.00173
0.6053 – 0.6023	0.00095	0.00171
0.6082 – 0.6054	0.00094	0.00169
0.6112 – 0.6083	0.00093	0.00167
0.6144 – 0.6113	0.00092	0.00166
0.6176 – 0.6145	0.00091	0.00164
0.6211 – 0.6177	0.00090	0.00162
0.6239 – 0.6212	0.00069	0.00160
0.6269 – 0.6240	0.00088	0.00159
0.6299 – 0.6270	0.00087	0.00157
0.6336 – 0.6300	0.00086	0.00155
0.6368 – 0.6337	0.00085	0.00153
0.6401 – 0.6369	0.00084	0.00151
0.6433 – 0.6402	0.00083	0.00149
0.6466 – 0.6434	0.00082	0.00148
0.6506 – 0.6467	0.00081	0.00146
0.6539 – 0.6507	0.00080	0.00144

المعامل K الحجمي V لكل°م	المعامل K الحجمي V لكل°ف	الثقل النوعي 60 / 60°ف
0.00142	0.00079	0.6582 – 0.6540
0.00140	0.00078	0.6634 – 0.6583
0.00139	0.00077	0.6677 – 0.6635
0.00137	0.00076	0.6719 – 0.6678
0.00135	0.00075	0.6765 – 0.6720
0.00133	0.00074	0.6810 – 0.6766
0.00131	0.00073	0.6849 – 0.6811
0.00130	0.00072	0.6902 – 0.6850
0.00128	0.00071	0.6958 – 0.6903
0.00126	0.00070	0.7007 – 0.6959
0.00124	0.00069	0.7064 – 0.7008
0.00122	0.00068	0.7108 – 0.7055
0.00121	0.00067	0.7161 – 0.07109
0.00119	0.00066	0.7212 – 0.7162
0.00117	0.00065	0.7262 – 0.7123
0.00115	0.00064	0.7315 – 0.7263
0.00113	0.00063	0.7368 – 0.7316
0.00112	0.00062	0.7412 – 0.7367

المعامل K الحجمي V لكل°م	المعامل K الحجمي V لكل°ف	الثقل النوعي 60°ف / 60
0.00110	0.00061	0.7471 – 0.7418
0.00108	0.00060	0.7523 – 0.7472
0.00106	0.00059	0.7574 – 0.7524
0.00104	0.00058	0.7621 – 0.7575
0.00103	0.00057	0.7672 – 0.7622
0.00101	0.00056	0.7725 – 0.7673
0.00099	0.00055	0.7777 – 0.7726
0.00097	0.00054	0.7833 – 0.7778
0.00095	0.00053	0.7894 – 0.7834
0.00094	0.00052	0.7949 – 0.7895
0.00092	0.00051	0.8006 – 0.7950
0.00090	0.00050	0.8074 – 0.8007
0.00088	0.00049	0.8158 – 0.8075
0.00066	0.00048	0.8244 – 0.8159
0.00085	0.00047	0.8329 – 0.8245
0.00083	0.00046	0.8424 – 0.8330
0.00081	0.00045	0.8519 – 0.8425
0.00079	0.00044	0.8626 – 0.8520

الثقل النوعي 60 / 60°ف	المعامل K الحجمي V لكل°ف	المعامل K الحجمي V لكل°م
0.8748 – 0.8627	0.00043	0.00077
0.8909 – 0.8749	0.00042	0.00076
0.9079 – 0.8910	0.00041	0.00074
0.9305 – 0.9080	0.00040	0.00072
0.9523 – 0.9306	0.00039	0.00070
0.9755 – 0.9524	0.00038	0.00068
1.00 – 0.9756	0.00037	0.00067
1.0184 – 1.0001	0.00036	0.00065
1.0375 – 1.0185	0.00035	0.00063
1.0562 – 1.0376	0.00034	0.00061
1.0759 – 1.0553	0.00033	0.00059
1.1249 – 1.0760	0.00032	0.00058

* العلاقة التي تربط المائع Fluid بسيولته هي كالآتي:-

$F = \eta \times A \times \iota$

حيث أن:-

F = القوة الإحتكاكية.

η = السيولة الديناميكية

A = سطح الإحتكاك

ι = إجهاد القص

• جدول ضغط بخار الماء عند درجات الحرارة المختلفة

درجة الحرارة م°	ضغط البخار (ميلليمتر زئبق)
صفر	4.579
1	4.926
2	5.294
3	5.655
4	6.101
5	6.543
6	7.013
7	7.513
8	8.045
9	8.609
10	9.209
11	9.844
12	10.518
13	11.231
14	11.987
15	12.788
16	13.634

درجة الحرارة م°	ضغط البخار (ميلليمتر زئبق)
17	14.530
18	15.477
19	16.477
20	17.535
21	18.650
22	19.827
23	21.068
24	22.377
25	23.756
26	25.209
27	26.739
28	28.349
29	30.043
30	31.824
31	33.695
32	35.663
33	37.729

درجة الحرارة م°	ضغط البخار (ميلليمتر زئبق)
34	39.898
35	4.175
36	44.563
37	47.067
38	49.692
39	52.442
40	55.324
41	58.34
42	61.50
43	64.80
44	68.26
45	71.88
46	75.65
47	79.60
48	83.71
49	88.02
50	92.51
51	97.20
52	102.09

درجة الحرارة م°	ضغط البخار (ميلليمتر زئبق)
53	107.20
54	112.51
55	118.04
56	123.80
57	129.82
58	136.08
59	142.60
60	149.38
61	156.43
62	163.77
63	171.38
64	179.31
65	187.54
66	136.09
67	204.96
68	214.17
69	223.73
70	233.7
71	243.9

درجة الحرارة م°	ضغط البخار (ميلليمتر زئبق)
72	254.6
73	265.7
74	277.2
75	289.1
76	301.4
77	314.1
78	327.3
79	341.00
80	355.1
81	369.7
82	384.9
83	400.6
84	416.8
85	433.6
86	460.9
87	468.7
88	487.1
89	506.1
90	525.8

درجة الحرارة م°	ضغط البخار (ميلليمتر زئبق)
91	546.1
92	567.00
93	588.6
94	610.9
95	633.9
96	657.6
97	682.1
98	707.3
99	733.2

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
• خصائص وتصنيف الموائع	(5)
• تعريف المائع – تصنيف المائع السوائل-	
• الغازات – خصائص الموائع.	
• أهم خصائص المائع	(6)
كثافة الكتلة أوالكثافة – الثقل النوعى –	
السيولة – السيولة الكيناماتيكية – ضغط –	
البخر – التماسك والتلاصق – التوتر –	
السطحى – الخاصة الشعرية – الإنضغاطية.	
• خصائص القص للموائع	(10)
المائع الثنائى – شدة الضغط –	
الضغط الكلى – الضغط عند نقطة فى السائل –	
مركز الضغط – مبدأ أرشميدس – الطفوية –	
مبدأ الطفو – مركز الطفوية – المركز البينى –	
إرتفاع المركز البينى – التقدير التجريبى –	
لإرتفاع المركز البينى – حالات التوازن للجسم	
الطافى	
• أجهزة القياس الهامة	(16)
البارومتر – مقياس إنضغاطية السوائل –	
المانوميترات	

الموضوع	رقم الصفحة

- كينماتيات سريان المائع ---------- (21)

أنواع السريانات – معادلة الإستمرارية

- الهيدروديناميكيات ---------- (25)

علو السرعة – العلو الكلى للسائل

نظرية بيرنولى – الصمود

- التطبيقات العملية لنظرية بيرنولى ---------- (27)

مقياس فينتورى – أنبوب دليلى –

السريان الثنائى البعد للسائل.

- المعاملات الهيدروليكية ---------- (39)

معامل السرعة - معامل التقلص او الإنكماش

معامل الطرد.

- أنواع الفقودات ---------- (44)

الفقد فى العلو نتيجة للتوسع المفاجئ –

الفقد فى العلة نتيجة الإنكماش المفاجئ .

- فوهات الرش ---------- (48)

فوهة الرش الخارجية – الفوهة المتقاربة –

فوهه متقاربة متباعدة – الفوهة المقفلة أو الحدية –

النقرات.

- السدود ---------- (51)

المعادلة النظرية للسد – معادلة فرنسيس –

معادلة بازن – معادلة فتيلى وستيرتر –

معادلة السد المثلثى.

الموضوع	رقم الصفحة

- تعريفات ومعادلات ---------- (58)

المعادلات العامة – خط التدرج الهيدروليكى –

خط الطاقة الكلية - السرعة الحرجة – رقم رينولدز.

- تدفق السوائل خلال الفواتى ---------- (67)

السريان من خلال القنوات المفتوحة –

معادلة السريان فى القنوات المفتوحة –

معادلة التوزيع.

- إستخدامات التحليل البعدى ---------- (75)

النماذج الهيدروليكية – المماثلة الهندسية –

المماثلة الكيناماتيكية – المماثلة الديناميكية.

- آلات الموائع ---------- (81)

التوربينات الدفعية – التوربينات الردفعلية –

توربينة فرنسيس – توربينة كابلان –

المضخة الطاردة المركزية

- أسئلة عامة وأجوبتها ---------- (94)

- الجداول الموضحة لخصائص الموائع ---------- (147)

مطابع الدار الهندسية/القاهرة

تليفاكس ٣٥٤٠٢٥٩٨ محمول ٠١٢٢٣٤٩٠١١