الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعـــــة الـــــوادي
كلية العلـوم والتكنولـوجيا

رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليســـانـس أكـــاديـمي

مجـال: علـوم المـادة

فـرع: فيزيــاء

تخصص: فيزيــاء الإشعــاع

من إعـداد: الأرقط شهيناز و أحميم فاطمة

الموضوع:

خــصائــص المــوائــع

نوقشت يوم: 2014/06/03

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

اللبي عبد القادر	رئيسا
حاج عمار محمد علي	مناقشا
الأرقط حنان	مؤطرا

المـــوسم الجـامـعي: 2014/2013

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر و عرفان

قال الله تعالى: ﴿**رب أوزعني أن لشكر نعمك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن اعمل صالحا ترضاه وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين**﴾

-صدق الله العظيم-

فالثناء أولا وآخرا لله على ما أنعم و الشكر له على ما تفضل وتكرم أن يسر لنا الطريق وذلل لنا الصعاب لإنجاز هذا العمل المتواضع.

ومصداقا لقوله صلى الله عليه وسلم : ﴿**من لم يشكر الناس لم يشكر الله**﴾ ، ووفاءا للجميل الذي يحملنا أن نرفع أقلام الشكر إلى كل من مد لنا يد المساعدة لإنجاز هذا العمل خاصة:

الأستاذة المشرفة **الأرقط حنان** التي لم تبخل علينا بنصائحها و إرشاداتها طوال فترة إنجاز هذا البحث - فلها منا كل الشكر و التقدير و العرفان-

الأستاذ **خشخوش عبد الرحمان** على ما تفضل به علينا من نصائح و مساعدات ،

و الأستاذ **بقاص عز الدين** الذي ساعدنا في الترجمة

إلى الذين لم يبخلوا علينا بكتبهم ونصائحهم وتوجيهاتهم الزملاء و الزميلات – جزاهم الله عنا كل خير-

إلى كل من أمدنا بالمساعدة من قريب أو بعيد وتذكرنا بالدعاء.

فــهــرس المحـتويــات

فهرس المحتويات
فـهـرس الأشـكال
مـقـدمـة عـامــة.....02

الفصل الأول: عـمـوميـات حـول الـمـوائـع

1-1- تمهيد.....04
1-2- تعريف الموائع.....04
1-3- أنواع الموائع.....04
1-3-1- الموائع المثالية 04
1-3-2- الموائع الحقيقية.....04
1-4- حالات المادة.....04
1-4-1- الحالة الصلبة.....04
1-4-2- الحالة السائلة.....04
1-4-3- الحالة الغازية.....05
1-5- خواص الموائع.....05
1-5-1- الكثافة.....05
1-5-2- الوزن النوعي.....06
1-5-3- الحجم النوعي.....06
1-5-4- الثقل النوعي.....06
1-5-5- اللزوجة.....06
1-5-6- الإنضغاطية.....07
1-5-7- التوتر السطحي.....08
1-6- أهمية الموائع.....10

الفصل الثاني: المعادلات الأساسية في ميكانيكا الموائع

2-1- تمهيد.....12
2-2- معادلة الإستمرارية.....12
2-3- معادلة برنولي.....13
2-4- معادلة نافيير ستوكس.....14

الفصل الثالث: أجـهـزة قـيـاس الـمـوائـع

3-1- تمهيد.....20
3-2- جهاز فنتوري.....20
3-3- أنبوب بيتوت.....21
3-4- جهاز قياس اللزوجة.....22
3-5- جهاز قياس الكثافة.....23
خاتمة عامة
المراجع

فـهـرس الأشـكـال

الشكل (1-1): حالات المادة.....05

الشكل (1-2): منحنى يوضح تغيراللزوجة بدلالة درجة الحرارة بالنسبة للغازات والسوائل.....07

الشكل(1-3): رسم تخطيطي لجزيئات السائل.....08

الشكل(1-4): رسم تخطيطي يوضح إرتفاع السائل وزاوية التلامس. 10

الشكل(2-1): رسم تخطيطي يوضح إنسياب مائع في أنبوب.....12

الشكل(2-2): رسم تخطيطي يوضح تدفق مائع في أنبوبة سريان.....13

الشكل(2-3): مركبات السرعة في الإتجاهات الثلاثة.....15

الشكل(2-4): القوى المؤثرة في الإتجاهات الثلاثة.....16

الشكل(2-5): سائل حقيقي في إتجاه x.....17

الشكل(3-1): رسم تخطيطي لجهاز فنتوري.....20

الشكل (3-2): رسم تخطيطي لأنبوب بيتوت.....21

الشكل(3-3): أنبوب بيتوت.....21

الشكل(3-4): يوضح الشكل توضع أنبوبة بيتوت على جناح طائرة.....21

الشكل(3-5): رسم تخطيطي يوضح سقوط كرة حديدية في سائل (أ)-وإنسياب سائل عبر أنبوبة(ب).....22

الشكل(3-6): جهاز فسكومتر.....23

الشكل(3-7): جهاز قياس الكثافة (الهيدرومتر).....23

الشكل(3-8): يوضح الشكل كيفية قياس الكثافة.....23

مقدمة عامة

مقدمة عـامة

يشهد الوقت المعاصر تطورا متسارعا في كافة مناحي الحياة ويرجع ذلك للبحث العلمي ونواتجه المعرفية وتطبيقاته التكنولوجية التي تزداد من حين إلى آخر، ومن ثم أصبحت المعلوماتية أهم سمات العصر الحالي، مما يلقي على المجتمع وأجهزته الرسمية وغير الرسمية تحديات كبيرة لعل أقلها متابعة التطورات ومحاولة اللحاق بها ومواكبة مستحدثاتها وقد أصبحت العلوم والتقنية تقدم شرحا وافيا لقوانين الطبيعة والمعرفة المكتسبة الموجودة لدى البشر عن الكون والعالم المحيط بهم.

فعلم الموائع هو علم يتعلق بدراسة خواص السوائل والغازات وحالتها حيث يهدف هذا الفرع من العلوم الهندسية لدراسة حالة سكون الموائع والإجابة عن المسائل والمعضلات المتعلقة بها وأثر القوى المختلفة عليها كما ينحو هذا الفن إلى توضيح أساسيات استاتيكا الموائع وميكانيكيتها وتطبيقاتها العملية لمشاكل واقعية.

يرجع تاريخ ميكانيكا الموائع إلى حقب بعيدة عبر العصور الحضارية المختلفة و يعد من العلوم التي تحظى بإهتمام الكثير من العلماء والباحثين نظرا لأهمية هذا العلم في حياة الإنسان وتقدمه الحضاري، كما أنها من الركائز التي قامت عليها بعض العلوم الهندسية ومنها المدنية والميكانيكية والكيميائية وارتبطت بعلوم أساسية أخرى مثل الفيزياء و الأرصاد الجوية، وتعتمد بعض مشاريع التشييد على دراسة ميكانيكا الموائع وعلم المياه كما هو الحال في مشاريع شبكات المياه والسيول والصرف الصحي ومشاريع السدود والقنوات المائية ومحطات التحلية.

وفي هذا البحث سوف نتطرق إلى دراسة خصائص الموائع والتي سنتناولها عبر ثلاثة فصول، ومن ثم يتعلق الفصل الأول بمفاهيم عامة حول الموائع حيث نركز إهتمامنا على خواصها ، و في الفصل الثاني سنعرج عن المعادلات الأساسية في ميكانيكا الموائع، أما في الفصل الثالث سوف نختص بدراسة بعض أجهزة القياس الخاصة بالموائع.

الفصل الأول

عموميات حول الموانئ

1-1- تمهيد:

يتكون المائع من مجموعة من الجزئيات المرتبة عشوائياً وتكون القوى بين الجزيئات ضعيفة، كما أن المائع يتأثر بسهولة بالقوى الخارجية المؤثرة عليه من جوانب الإناء الذي يحويه أو من خارجه لذلك لا يكون له شكل محدد. وفي هذا الفصل سوف نتطرق إلى تعريف الموائع وأنواعها و بعض من خواصها بالإضافة إلى أهميتها.

1-2- تعريف الموائع:

هي كل مادة (سائلة أو غازية) لها خاصية الإنتشار أو الجريان بحيث يمكن لها أن تتدفق وتنسلب لتأخذ شكل الوعاء الموجودة فيه، أي أن لكل جزيء من جزيئاتها القدرة على الحركة النسبية بالنسبة لجزيء آخر، وهي لا تمتاز بالمرونة تجاه إجهادات القص التي تتعرض لها، والتي من خلالها تتسبب في تغيير شكلها بإستمرار ولا تملك إمكانية الرجوع إلى هيئتها الأصلية عند زوال هذا التأثير.[1-2]

1-3- أنواع الموائع :

يمكن تصنيف الموائع بناءا على معدل إنسيابها و درجة لزوجتها إلى موائع مثالية و موائع حقيقية.

1-3-1- الموائع المثالية:

يعرف المائع المثالي بأنه مائع غير لزج أي لا يوجد بين جزيئاته قوى مماسية (قاصة) مهما كانت صغيرة أو بعبارة أخرى فإن بين جزيئاته سواء أثناء الاتزان أو أثناء الحركة لا يوجد سوى قوى الضغط العمودي.

1-3-2-الموائع الحقيقية:

هو المائع الذي أثناء حركته فإن جزيئاته تؤثر على بعضها البعض ليس فقط بقوى الضغط العمودي بل أيضا بقوى مماسية والتي تسمى بالاحتكاك الداخلي،وهي الموائع التي لا يمكن وصف جريانها بإستخدام ثابت اللزوجة.[3]

1-4- حالات المادة:

تتواجد المادة في الطبيعة على ثلاث حالات:

1-4-1- الحالة الصلبة:

وهي التي تتحرك جزيئاتها بحركة موضعية إهتزازية، ويكون لها شكل وحجم ثابتين، وتكون غير قابلة للإنضغاط وطاقتها الحركية منخفظة.[3]

1-4-2- الحالة السائلة :

وهي التي تكون فيها الجزيئات تتحرك بحركة إنتقالية،دائمة وعشوائية بحيث تأخذشكل الوعاء الذي توضع فيه، والتي تتميز بحجمها الثابت من أجل كتلة معينة، وقابليتها للإنضغاط ضئيلة ،كما تتميز بأنها قابلة للجريان وطاقتها الحركية عالية.[3]

1-4-3- الحالة الغازية:

وهي التي تتحرك فيها الجزيئات بحركة إنتقالية ودائمة وعشوائية وسريعة، وفي خطوط مستقيمة وفي كافة الإتجاهات، وحجمها غير ثابت ويعتمد على حجم الوعاء الموجودة فيه، كما أنها قابلة للإنضغاط بسهولة و تمتاز بخاصية الإنتشار، وطاقتها الحركية عالية جدا.[3]والشكل التالي يوضح الحالات الثلاثة للمادة.

الحالة الصلبة الحالة السائلة الحالة الغازية

الشكل (1-1):حالات المادة.[4]

1-5- خواص الموائع:

تتميز الموائع بعدة خصائصو دراستها تعد ضرورية من الناحية الهندسية، فمثلا الكثافة والإنضغاطية تعتبر من الخواص المهمة في حالة السوائل الساكنة بينما اللزوجة تكون مهمة في حالة الموائع المتحركة.[5]

1-5-1-الكثافة:

كثافة أي مائع هي كتلة وحدة الحجم أو كتلة المتر المربع الواحد من تلك المادة. وتسمى أيضا الكثافة الكتلية وهي لا تتغير بتغير النظام الجانبي وتبقى ثابتة في حال ثبوت درجة الحرارة و الضغط.[5]يرمز لها بالرمز: "ρ"، ووحدتها الأساسية:"Kg/m^3"

$$\rho = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1-1)$$

والجدول رقم (1-1) يبين كثافة بعض الموائع والمواد الشائعة الإستخدام .

المـــــــادة	الكـثافـة kg/m^3
المـــاء	1000
الزجاج	2700
ثاني أكسيد الكربون	298
الهيدروجين	70.7
النحاس	8900

جدول(1-1):الكثافة لبعض المواد الشائعة الإستخدام.

1-5-2- الوزن النوعي :

يعرف الوزن النوعي بأنه وزن وحدة الحجم أو وزن المتر المربع الواحد من المادة.[5]
يرمز له بالرمز "γ"، ووحدته : "N/m^3"، ويعبر عنه رياضيا كالتالي:

$$\gamma = \frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}} = \frac{W}{V} \cdots\cdots (2-1)$$

كما يمكن أن يعبر عن الوزن النوعي بدلالة الكثافة كالتالي:

$$\gamma = \rho \cdot g = \frac{m \cdot g}{V} \cdots\cdots (3-1)$$

1-5-3- الحجم النوعي:

يعرف الحجم النوعي بأنه الحجم الذي تشغله وحدة الكتلة أو حجم الكيلوغرام الواحد من المادة.[5]وهو مقلوب الكثافة، ويرمز له بالرمز: "υ"،ووحدته: "m^3/Kg" ، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho} \cdots\cdots (4-1)$$

1-5-4- الثقل النوعي:

يسمى في بعض الأحيان الكثافة النسبية، وهي النسبة بين كثافة المائع و كثافة الماء النقي عند درجة الحرارة القياسية، حيث يبلغ الماء كثافته العظمى تحت الضغط الجوي الإعتيادي. يرمز له بالرمز "SG"، ولأنه نسبة بين وزنين نوعيين فلا وحدة له. ويعطى بالعلاقة :

$$SG = \frac{\rho_f}{\rho_\omega} \cdots\cdots (5-1)$$

1-5-5- اللزوجة :

هي المقاومة التي تلاقيها طبقة من السائل أثناء سريانها مقابل طبقة أخرى (وبالتالي هي مقياس لسرعة جريان السائل بتأثير قوى معينة) حيث تبدي جميع السوائل مقاومة معينة للسريان تختلف من سائل لآخر، فالماء أسرع في سريانه من العسل وبذلك يعد الماء أقل لزوجة من العسل عند نفس درجة الحرارة[6]. وكما يمكن إعتبار اللزوجة بمثابة الإحتكاك الداخلي للمائع ،وتقسم اللزوجة إلى :

1-5-5-1- اللزوجة المطلقة:

وهي النسبة بين إجهاد القص وإنحدار السرعة،وحداتها: "$N.s/m^2$" و"Pa.s"،وتعطى بالعلاقة:

$$\mu = \frac{\tau_\omega}{du/dy} \cdots\cdots (6-1)$$

حيث: τ_ω: إجهاد القص (ويكون مقاوما للحركة) ويعطى بالمعادلة التالية:

$$\tau_\omega = \frac{F}{A} \cdots\cdots (7-1)$$

حيث: **F**: القوة المؤثرة على السطح. **A**: مساحة المقطع.

$\frac{du}{dy}$: التغير في السرعة **u** بالنسبة للتغير في المسافة.

1-5-5-2- اللزوجة الحركية:

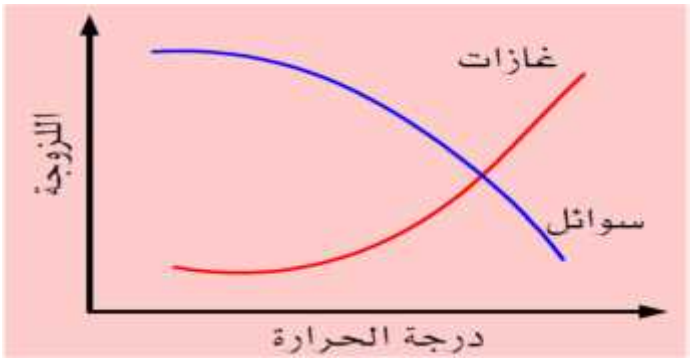
وهي تمثل النسبة بين اللزوجة الديناميكية و الكثافة،وحدتها : **"m^2s/"**، وتعطى بالعلاقة التالية :

$$\gamma = \frac{\mu}{\rho} \cdots\cdots (8-1)$$

وتجدر هنا الملاحظة أن اللزوجة الحركية **للغازات مرتفعة بالنسبة للسوائل وذلك بسبب إنخفاض كثافة الغازات**، بينما اللزوجة المطلقة **للسوائل مرتفعة بالنسبة للغازات**، كما تتغير اللزوجة الحركية للغازات بتغير **الضغط** و ذلك لأن الضغط يؤثر على الكثافة .

تأثير درجة الحرارة على اللزوجة:

إن لدرجة الحرارة تأثير كبير على اللزوجة حيث أن بزيادتها تقل اللزوجة في السوائل وتزيد في **الغازات**،وذلك راجع إلى أن قوى التماسكبين جزيئات السائل تقل بزيادة درجة الحرارة **وبالتالي تقل اللزوجة**، أما في الغازات فيؤدي إرتفاع درجة الحرارة إلى زيادة حركة الجزيئاتمما يؤدي إلى زيادة معدل تصادم الجزيئات بعضهابعض و بالتالي تزيد قوة**الإحتكاك وقوة** القص بين الجزيئات مما يزيد من لزوجة الغازات كما يوضحه الشكل التالي .[5]



الشكل (1-2):منحنى يوضح تغيراللزوجة بدلالة درجة الحرارة بالنسبة للغازات والسوائل.

1-5-6- الإنضغـــاطـــية:

هي مقدار قابلية تغير حجم المائع نتيجة تغير الضغط المؤثر فيه، وتعرف الإنضغاطية **بدلالة متوسط معامل مرونة الحجم** ، ويرمز لها **بالرمز: "k"**حسب المعادلة التالية:

$$k = -\frac{(P_2 - P_1)}{\frac{(V_2 - V_1)}{V_1}} = -\frac{\Delta P}{\frac{\Delta V}{V}} \dots\dots (9-1)$$

حيث: V_2، V_1: حجم المادة عند الضغط P_2، P_1 على التوالي.

وتشير علامة السلب في المعادلة إلى أن زيادة الضغط تؤدي إلى إنخفاض الحجم، وكما ذكرنا سابقا أن قابلية السوائل للإنضغاط في حدود أقل بكثير من الغازات. وعندما يكون التغير في الضغط والحجم متناه في الصغر فإن المعادلة (1-9) تصبح:

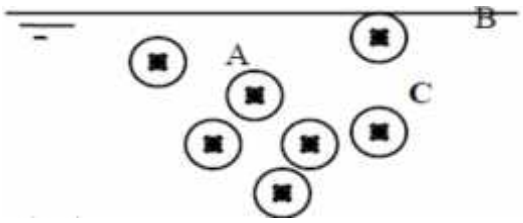
$$k = -\frac{dP}{\frac{dV}{V}} \cdots\cdots (10-1)$$

أما إنضغاطية الموائع فهي مقلوب معامل المرونة الحجمي وأبعادها هي مقلوب أبعاده ويرمز لها بالرمز: "χ" ووحدتها في النظام العالم " Pa^{-1}"كما في المعادلة التالية :[5]

$$\chi = \frac{1}{k} \cdots\cdots (11-1)$$

1-5-7- التوتر السطحي:

تنشأ ظاهرة التوترالسطحي من قوى التجاذب الموجودة بين الجزيئات والتي تؤثر على بعد صغير جدا كما هو مبين في الشكل(1-3).



الشكل(1-3):رسم تخطيطي لجزيئات السائل.

حيث يوضح الرسم التخطيطي أن الجزيء عند النقطة **C** البعيد عن سطح السائل سوف يبقى منجذب بالتساوي من جميع الاتجاهات بواسطة الجزيئات المجاورة له بينما الجزيء عند النقطة **B** القريب من السطح سيتأثر بقوى غير متساوية من جميع الإتجاهات حيث تقل في الجانب الأعلى جزيئات السائل مما يجعله متأثرا بقوى جذب أقل . ولهذا فإن الجزيئات القريبة من سطح السائل سوف تصبح معرضة لمحصلة قوة تؤثر إلى أسفل والمركبة المماسية لهذه القوة سوف تولد شدا في سطح المائع يعرف بالتوتر السطحي،والذي يقاس بإعتباره القوة المؤثرة على وحدة الطول من عنصرطولي ، وتكون في اتجاه عمودي على اتجاه الشد ويرمز له بالرمز"σ"،وأبعاده في النظام الفرنسي المطلق:"Dyne/cm"وبسبب هذا الشد يحاول المائع دائما أن يحيط نفسه بأقل سطح ممكن مما يؤدي إلى تكور السائل (مثلا تكون قطرات الماء) وتتناسب محصلة الشد السطحي في السطوح المنحنية مع إنحناء السطح وتسمى الضغط الشعيري ويرمز له :"ΔP"ويعطى بالعلاقة التالية:

$$\Delta P = \sigma\left(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)\cdots\cdots(12-1)$$

حيث: r_1وr_2: أنصاف الأقطار الأساسية للسطح المنحني .وإذا كان السطح كروي فإن $r_1 = r_2$ وعليه:

$$\Delta P = 2\sigma\left(\frac{1}{r}\right)\cdots\cdots(13-1)$$

ومن الظواهر التي تعتمد على قوة التوتر السطحي هي الخاصية الشعرية ومضمونها يكمن في أنه إذا غمسنا بعض الأنابيب الشعرية في إناء به سائل فإن السائل سوف يرتفع في هذه الأنابيب ويتوقف إرتفاعه على قطر كل أنبوبة فكلما كان قطر الأنبوبة صغيرا كان إرتفاع السائل كبيرا.[1]

فإذا فرضنا أن نصف قطر الأنبوبة الشعرية($\mathbf{r}$) فإن محيطها:($\mathbf{2\pi r}$)وعليه تكون قوة التوتر السطحي هي($\mathbf{2\pi r\sigma}$) وهذه القوة تتعادل مع عمود السائل ونكتب:

$$2\pi r\sigma = \pi r^2\rho gh\cdots\cdots(14-1)$$

حيث: **h**: إرتفاع أو إنخفاض للسائل في الأنبوبة **r**: نصف قطر الأنبوبة
σ: قوة التوتر السطحي. **g**: عجلة الجاذبية الأرضية.
ρ: كثافة المائع.
ومن العلاقة (1-14) نجد:

$$\sigma = \frac{r.\rho.g.h}{2}\cdots\cdots(15-1)$$

حيث أن كثافة الماء تساوي الواحد فإنه يمكن كتابة:

$$\sigma = \frac{r.g.h.}{2}\cdots\cdots(16-1)$$

أما في حالة السوائل التي يكون لها زاوية تماس θ فإن قوة التوتر السطحي تعطى من العلاقة:

$$2\pi r\sigma\cos\theta = \pi r^2\rho gh\cdots\cdots(17-1)$$

حيث أن قوة التوتر السطحي في هذه الحالة عبارة عن مركبة الشد السطحي على جدار الأنبوبة.ومنه فإن:

$$\sigma = \frac{r.\rho.g.h.}{2\cos\theta}\cdots\cdots(18-1)$$

حيثθ: زاوية التلامس بين الأنبوبة والمائع. ويعطى إرتفاع أو إنخفاض السائل في الأنبوبة بالعلاقة التالية:

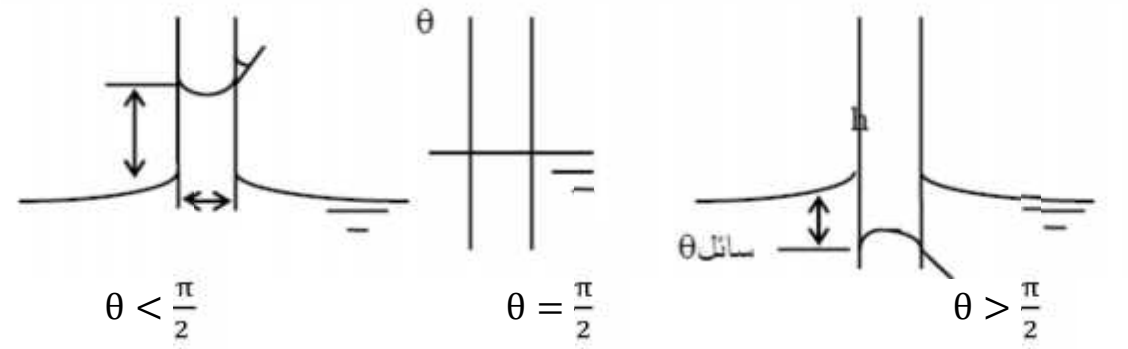
$$h = \frac{2\sigma\cos\theta}{\rho gr}\cdots\cdots(18-1)$$

حيث:

-عندما تكون: $\theta<\pi/2$يحدث إرتفاع شعري.

-عندما تكون: $\theta=\pi/2$لا يوجد أي إرتفاع أو إنخفاض شعري في سطح السائل داخل الأنبوبة

-عندما تكون: $\theta>\pi/2$يكون هناك إنخفاض في سطح السائل داخل الأنبوبة.(أنظر الشكل)[1]



الشكل(1-4):رسم تخطيطي يوضح إرتفاع السائل وزاوية التلامس.

1-6- أهمية الموائع :

إن أهمية ميكانيك الموائع تتضح تماما عندما نفكر في الدور الذي تلعبه في حياتنا اليومية. ففي مجال التكييف والتبريد هناك الماء المثلج الذي يضخ بواسطة المضخات خلال المواسير والهواء البارد يدفع بواسطة المراوح خلال مجاري الهواء لتكييف المنازل. والكهرباء التي نستخدمها وطرق توليدها من المساقط المائية التي تدفع الماء خلال التوربينات والتي تولد الطاقة الكهربية أو من الطاقة الحرارية من البخار الذي يدفع خلال التوربيناتالبخارية لتوليد الطاقة الكهربية، ووقود السيارة الذي يضخ عبر أنابيب، ومقاومة الهواء تكون كابحة للسيارة في مجملها،كما أن لديها دور كبير في العديد من الصناعات المهمة في حياتنا.[5]

الفصل الثاني

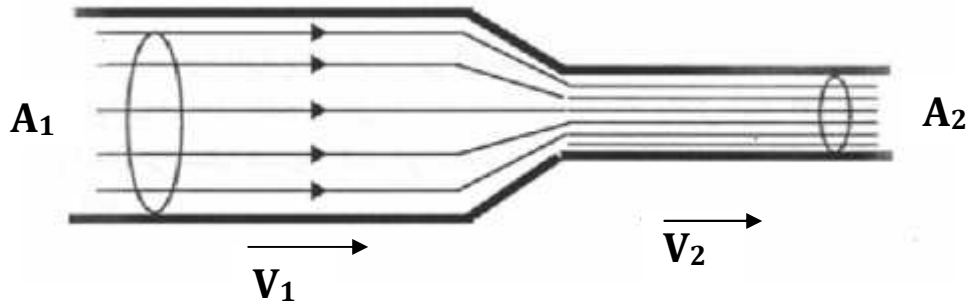
المعادلات الأساسية في ميكانيكا الموائع

2-1- تمهيد:

يعتبر علم ميكانيكا الموائع من العلوم النظرية والعلوم التطبيقية معا، ويختص هذا العلم بدراسة حركة الموائع و سكونها، ويعتمد أساسا على نفس المبادئ المستخدمة في ميكانيكا المواد الصلبة، وفي دراسة ميكانيكا الموائع لابد من دراسة المعادلات الأساسية الخاصة بها والتي تتمثل في معادلة الإستمرارية ، معادلة برنولي ، معادلة الطاقة الحرارية ، معادلة الطاقة الميكانيكية ، معادلة ضياع الطاقة ، معادلة نافيير ستوكس.. وفي هذا الفصل سوف نختص بدراسة بعض منها.

2-2- معادلة الاستمرارية:

تعبر معادلة الاستمرارية عن أن المطلوب عند سريان المائع أن تكون العملية مستمرة، وأن الكتلة التي تمر عبر أي مقطع في وحدة الزمن تكون ثابتة، ولابد أن يكون نوع الانسياب معلوما.[1]
فبفرض أن سرعة جريان المائع(V_1) في مقطع الأنبوب الذي مساحته(A_1)، وأن سرعة جريان المائع (V_2) في مقطع الأنبوب الذي مساحته(A_2)، كما هو موضح في الشكل الموالي.



الشكل(2-1): رسم تخطيطي يوضح إنسياب مائع في أنبوب.

وبالتالي فإن حجم المائع (السائل) الذي ينساب في وحدة الزمن خلال المساحة(A_1) يساوي(V_1)، وعليه فإن معدل الإنسياب خلال المساحة (A_1) يساوي ($\rho_1 A_1 V_1$)، حيث:(ρ_1) كثافة السائل عبر المقطع الذي مساحته (A_1) ، و كذلك يكون معدل الإنسياب خلال المساحة (A_2) يساوي ($\rho_2 A_2 V_2$)، حيث(ρ_2) كثافة السائل عبر المقطع الذي مساحته(A_2)، ولأن معدل الإنسياب يكون ثابتا في طرفي الأنبوبة (المقطعين في حالة السريان المستقر) فإن[7]:

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 \dots\dots (1-2)$$

وعلى إعتبار أن المائع مثالي (أي نوع الإنسياب غير قابل للإنضغاط) فإن الكثافة تكون ثابتة أي أن:

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho$$

وبالتالي يمكن كتابة المعادلة(2-1) على النحو التالي:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 = Constant \dots\dots (2-2)$$

وتعرف هذه المعادلة بمعادلة الإستمرارية أو قانون حفظ الكتلة.

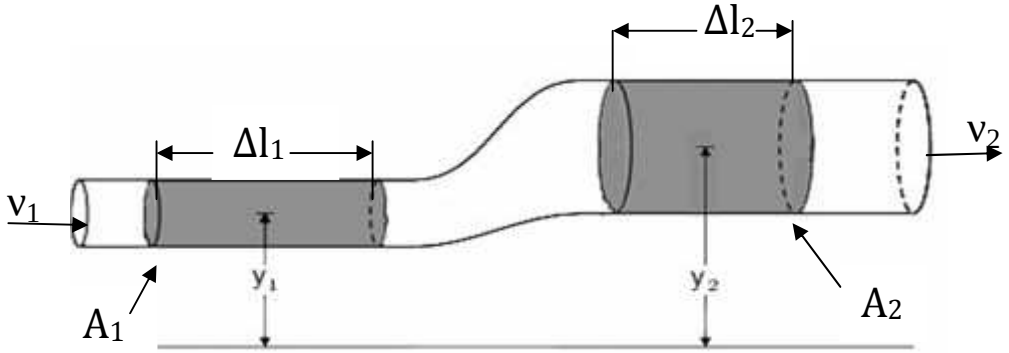
ويسمى المقدار(AV) معدل التدفق الحجمي للسائل، ووحدتها في النظام الدولي (m^3/s)، وأن بقاء الكمية (AV) ثابتة يمكننا من تصور شكل خطوط السريان، فمثلا عند إختناق أنبوبة السريان فإن خطوط السريان تتكاثف والعكس عند إتساع الأنبوبة، من هنا يمكن الإستنتاج أنه كلما تباعدت الخطوط عن بعضها

فإن السرعة تتضائل والخطوط المتراصة تمثل منطقة ذات سرعة عالية.[8.15]

2-3- معادلة برنولي:

تعتبر معادلة برنولي أساسية في حركة الموائع مع أنها ليست مبدءا جديدا لأنها معادلة مشتقة من قوانين نيوتن في الحركة ولإشتقاق هذه المعادلة لابد من التذكير بنظرية الشغل والطاقة التي تنص على مايلي:"الشغل المبذول نتيجة تأثير قوة ما على جسم يعادل التغير في طاقة حركة هذا الجسم".

نعتبر في مثالنا مائعا مثاليا يتدفق في أنبوبة سريان كما هو موضح في **الشكل**(2-2)، وللتسهيل نفترض أن يسار الأنبوبة ذو مقطع منتظم(A_1) ويرتفع(y_1) عن مستوى إسناد معين، يتسع مقطع هذا الأنبوب تدريجيا إلى أن يصبح (A_2) عند اليمين ويرتفع(y_2) **عن مستوى الإسناد.**



الشكل(2-2): رسم تخطيطي يوضح تدفق مائع في أنبوبة سريان.

ونركز إهتمامنا على جزء بسيط من المائع (الجزء المظلل) ولنتابع حركة هذا الجزء عند إنتقاله من **الوضع** (1) **إلى الوضع** (2) ، ولنفترض أيضا أن الضغط في الجزء الضيق (الأيسر) هو(P_1) **وأن سرعة المائع** (v_1)، كذلك فإن ضغط وسرعة المائع عند الطرف المتسع(الأيمن) هو(P_2) **و**(v_2) على الترتيب.

القوى المتولدة في الوضع (1) هي ($P_1\ A_1$) على الطرف الأيسر، **و**($P_2\ A_2$) على الطرف الأيمن، بالإضافة إلى قوى الجاذبية.

للإنتقال من الوضع (1) **إلى الوضع** (2) يتم نقل الجزء المظلل من الإرتفاع (y_1) **إلى الإرتفاع** (y_2) **مع** إعتبار كتلة الجزء المظلل ثابتة في الطرفين.

يكون الشغل المبذول كما يلي:

1)- الشغل المبذول على الجزء المظلل الأيسر بفعل القوة($P_1\ A_1$) هو:

$$\omega_1 = P_1 A_1 \Delta l_1 \dots\dots (3-2)$$

2)- الشغل المبذول على الجزء المظلل الأيمن بفعل القوة($P_2\ A_2$) هو:

$$\omega_2 = -P_2 A_2 \Delta l_2 \dots\dots (4-2)$$

وتعني إشارة السلب أن الضغط في هذه الحالة يعيق حركة المائع.

3)- الشغل المبذول بفعل الجاذبية لنقل الجزء المظلل من الوضع (1) **إلى الوضع** (2) هو:

$$\omega_3 = -mg(y_2 - y_1) \dots\dots (5-2)$$

حيث : **m:** كتلة الجزء المظلل.

g: الجاذبية الأرضية.

ويكون مجموع الشغل المبذول خلال هذه العملية هو:

$$\omega = P_1 A_1 \Delta l_1 - P_2 A_2 \Delta l_2 - mg(y_2 - y_1) \dots\dots (6-2)$$

يكون حجم الجزء المظلل ثابت لأن (P) ثابت :

$$\frac{m}{\rho} = A_1 \Delta l_1 = A_2 \Delta l_2 \dots\dots (7-2)$$

ومنه تصبح المعادلة (1-6) كما يلي : :

$$\omega = (P_1 - P_2)\frac{m}{\rho} - mg(y_2 - y_1) \dots\dots (8-2)$$

حيث أن الشغل هو مقدار التغير في طاقة حركة الجزء المظلل للإنتقال من الأسفل إلى الأعلى فإننا نحصل على العلاقة:

$$(P_1 - P_2)\frac{m}{\rho} - mg(y_2 - y_1) = \frac{1}{2}m(V_2^2 - V_1^2) \dots\dots (9-2)$$

وهذه تؤول بعد ترتيبها إلى معادلة برنولي:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g y_2 \dots\dots (10-2)$$

وتعبر هذه المعادلة عن طاقة وحدة الكتل من السائل المتحرك، فإذا كان السائل ساكنا فإنه يمكن إعتبار (V=0)في المعادلة (2-10) ، وتصبح:

$$P_1 + \rho g y_1 = P_2 + \rho g y_2 \dots\dots (11-2)$$

أو: $$P_1 - P_2 = \rho g (y_2 - y_1) \dots\dots (12-2)$$

لذلك يسمى الحدان ($P + \rho g y$) بالضغط الستاتيكي أو ضغط السكون ، أما الحد ($\frac{1}{2}\rho V^2$) فهو ضغط الحركة.[8-16]

2-4- معادلة نافيير ستوكس:

تعتبر معادلة نافيير ستوكس من أهم المعادلات الفيزيائية حيث تصف عدد كبير من الظواهر ذات التطبيقات في العديد من المجالات البحثية والتطبيقية كما تصف أيضا حركة الموائع المثالية حيث تحدد مثلا حركة الهواء، التيارات البحرية، جريان السوائل في المجاري و الأنابيب.[9]

نعتبر الجسم الصغير في الشكل (2-3) يتحرك خلال الزمن (δt) من النقطة P_1 (x,y,z) إلى النقطة P_2 (x+δx,y+δy,z+δz).

بحيث : $\delta x = u\,\delta t$ $\delta y = v\,\delta t$ $\delta z = \omega\,\delta t$

التغيير في مركبة السرعة (u) هو عبارة عن (δu) التي تساوي مجموع التغييرات الحملية **وسبب** تغيرات ($\delta x, \delta y, \delta z$) من أماكنها (تغيير إنتقالي أو تغيير الموضع) والتغييرات المحلية بسبب مرور الزمن ($\delta\tau$) **من عند النقطة** $P_1(x,y,z)$ وعليه تكون الصيغ الرياضية كما هي مبينة بالمعادلة التالية:

$$u = f(t,x,y,z)$$

$$\delta u = \frac{\partial u}{\partial t}\delta t + \frac{\partial u}{\partial x}\delta x + \frac{\partial u}{\partial y}\delta y + \frac{\partial u}{\partial z}\delta z \dots\dots (13-2)$$

بقسمة الجانبين على (δt) **تصبح المعادلة كالآتي:**

$$\frac{\delta u}{\delta t} = \frac{\partial u}{\partial t}\frac{\delta t}{\delta t} + \frac{\partial u}{\partial x}\frac{\delta x}{\delta t} + \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\delta y}{\delta t} + \frac{\partial u}{\partial z}\frac{\delta z}{\delta t} \dots\dots (14-2)$$

بتعويض : $\frac{\delta z}{\delta t} = \omega$ ، $\frac{\delta y}{\delta t} = v$ ، $\frac{\delta x}{\delta t} = u$ ، $\frac{\delta t}{\delta t} = 1$ **تصبح المعادلة** (2-14) **كالآتي:**

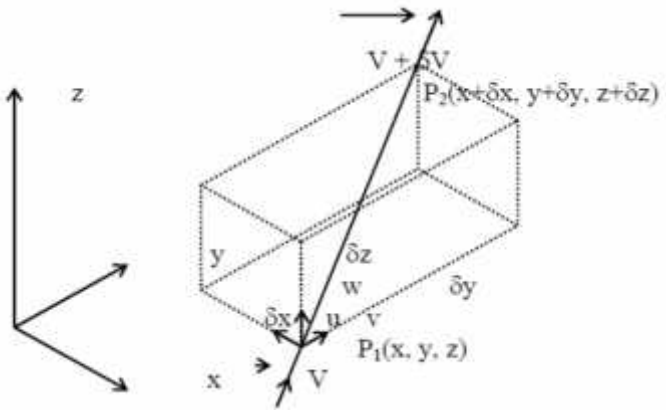
$$\frac{\delta u}{\delta t} = \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + \omega\frac{\partial u}{\partial z} \dots\dots (15-2)$$

عندما تقترب ($\delta t \to 0$) تصبح المعادلة كما يلي:

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + \omega\frac{\partial u}{\partial z} \dots\dots (16-2)$$

حيث:

- **التسارع الكلي** $= \frac{du}{dt}$
- **التسارع المحلي** $= \frac{\partial u}{\partial t}$
- **التسارع الحملي أو الإنتقالي** $= u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + \omega\frac{\partial u}{\partial z}$



الشكل(2-3): مركبات السرعة في الإتجاهات الثلاثة.

بتطبيق نفس الطريقة على المركبتين في إتجاهي (y وz) يمكن كتابة المعادلة في الإتجاهات الثلاثة كالآتي:

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + \omega\frac{\partial u}{\partial z}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial}{\partial x}v + v\frac{\partial v}{\partial y} + \omega\frac{\partial v}{\partial z} \quad \ldots\ldots(17-2)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\partial \omega}{\partial t} + u\frac{\partial \omega}{\partial x} + v\frac{\partial \omega}{\partial y} + \omega\frac{\partial \omega}{\partial z}$$

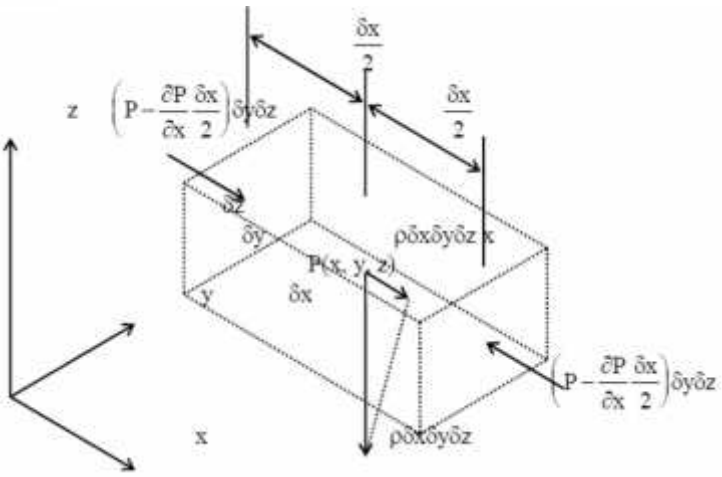
إذا كان السريان مستقرا لا زمني: $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial \omega}{\partial t} = 0$

إذا كان السريان غير منتظم : $\frac{\partial u}{\partial x} \neq 0$

إذا كان السريان منتظم : $\frac{\partial u}{\partial t} \neq 0$

نعتبر الشكل (2-4) لتطبيق قانون نيوتن الثاني على الإتجاهات الثلاثة - **نعتبر الكثافة** (ρ) – **و الضغط** (P) – **كذلك نعتبر**(X,Y,Z) **مركبات قوى الجسم لوحدة الكتلة في** الإتجاهات الثلاثة (x,y,z) **عند الزمن** (t)، (قوى الجسم = قوى الجاذبية وتسمى القوى الداخلية).

محصلة القوى في الإتجاه $\sum F_x = x$ **تساوي كتلة الجسم**(m) × **التسارع الكلي في** الإتجاه x ($a = \frac{du}{dt}$)



الشكل(2-4): القوى المؤثرة في الإتجاهات الثلاثة.

كتلة الجسم $m = \rho\,\delta x\delta y\delta z$

$$\sum F_x = \rho\delta x\delta y\delta z\,\frac{du}{dt} \quad \ldots\ldots(18-2)$$

$$\sum F_x = \rho\delta x\delta y\delta z X + P\delta y\delta z - \frac{\partial P}{\partial x}\frac{\delta x}{2}\delta y\delta z - P\delta y\delta z - \frac{\partial P}{\partial x}\frac{\delta x}{2}\delta y\delta z \ldots(19-2)$$

$$\sum F_x = \rho\delta x\delta y\delta z\,\frac{du}{dt} = \rho\delta x\delta y\delta z X - \frac{\partial P}{\partial x}\delta x\delta y\delta z \ldots\ldots (20-2)$$

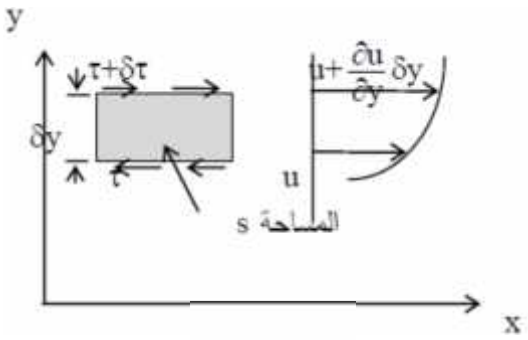
بقسمة جانبي المعادلة (20-2) **على** $(\rho\,\delta x\delta y\delta z)$ نحصل على:

$$\frac{du}{dt} = X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} \ldots\ldots (21-2)$$

وعليه يمكن كتابة المعادلات للإتجاهات الثلاثة كما يلي:

$$\begin{cases} \dfrac{du}{dt} = \dfrac{\partial u}{\partial t} + u\dfrac{\partial u}{\partial x} + v\dfrac{\partial u}{\partial y} + \omega\dfrac{\partial u}{\partial z} = X - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial x} \\ \dfrac{dv}{dt} = \dfrac{\partial v}{\partial t} + u\dfrac{\partial}{\partial x}v + v\dfrac{\partial v}{\partial y} + \omega\dfrac{\partial v}{\partial z} = Y - \dfrac{1}{\rho} \\ \dfrac{d\omega}{dt} = \dfrac{\partial \omega}{\partial t} + u\dfrac{\partial \omega}{\partial x} + v\dfrac{\partial \omega}{\partial y} + \omega\dfrac{\partial \omega}{\partial z} = Z - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial z} \end{cases} \quad \ldots\ldots (22-2)$$

المعادلات (22-2) هي معادلات أويلر للموائع غير الحقيقية (غير اللزجة) أما الموائع الحقيقية فلها **لزوجة**، ولإدخال عامل اللزوجة نعتبر الجسيم الصغير في الشكل(2-5) لمائع لزج غير قابل للإنضغاط ذو بعدين في إتجاه x .



الشكل(2-5): سائل حقيقي في إتجاه x

$$\tau = \mu\frac{du}{dy} \ldots\ldots (23-2)$$

$$\tau + \delta\tau = \mu\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial y}\delta y + u\right) = \mu\frac{\partial u}{\partial y} + \mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\delta y \ldots\ldots (24-2)$$

$$\delta\tau = \tau + \delta\tau - \tau = \mu\frac{\partial u}{\partial y} + \mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\delta y - \mu\frac{\partial u}{\partial y} = \mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\delta y \ldots\ldots (25-2)$$

مساحة القص العمودية على الورقة(S) **بذلك تكون محصلة قوى اللزوجة بإتجاه** x :

$$S\,\delta\tau = \mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\delta y\,S \ldots\ldots (26-2)$$

المعادلة (2-26) يمكن إعادة كتابتها كما مبين في المعادلة (2-27):

$$S\,\delta\tau = \frac{\mu}{\rho}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\rho\,S\,\delta y \ldots\ldots (27-2)$$

معلوم أن : $\rho\,S\,\delta y = \delta m$ ، $\frac{\mu}{\rho} = V$

على نفس النمط السابق قوى اللزوجة الكلية في إتجاه (x) هو $(F\tau)$

$$V\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right) = F\tau \ldots\ldots (28-2)$$

بتعويض (2-28) قوى اللزوجة الكلية $(F\tau)$ في معادلات أويلر (2-22):

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + \omega\frac{\partial u}{\partial z} = X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} + \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right) \ldots (29-2)$$

أي أن المعادلات تصبح كالآتي:

$$\begin{cases} \dfrac{du}{dt} = X - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial x} + V\left(\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right) \\ \dfrac{dv}{dt} = Y - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial y} + V\left(\dfrac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\dfrac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right) \\ \dfrac{d\omega}{dt} = Z - \dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial z} + V\left(\dfrac{\partial^2 \omega}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 \omega}{\partial y^2}+\dfrac{\partial^2 \omega}{\partial z^2}\right) \end{cases} \quad \ldots\ldots (30-2)$$

ومنه فإن المعادلات أعلاه تمثل معادلات نافيير ستوكس.[1]

الفصل الثالث

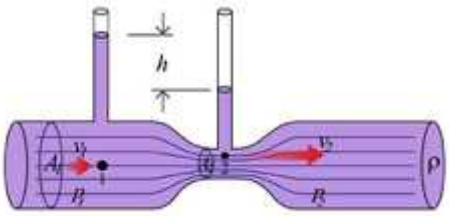
أجهزة قياس وسائط حركة المرائع

3-1-تمهيد:

يعد الجانب العملي التطبيقي من الجوانب المهمة في تنفيذ أي خطة تعليمية للحصول على المعرفة و الإستفادة منها. ومن هذا المنطلق فإننا في هذا الفصل سوف نعطي لمحة عن بعض الأجهزة المستخدمة في قياس الموائع وكيفية إستعمالها.

3-2- مقياس فنتوري:

وهو عبارة عن أنبوبة سريان فيها إختناق ويتصل بها مانومتر لقياس فرق الضغط بين نقطتين كما هو موضح في الشكل(3-1). ويستخدم هذا المقياس لقياس معدل السريان أو التصرف في الأنابيب حيث تعتمد طريقة القياس على قراءة الفرق بين المانومترات التي من خلالها تحسب السرعة ومن ثم معدل السريان أو التصرف المار بالأنبوب.[8]



الشكل(3-1): رسم تخطيطي لجهاز فنتوري.

فإذا كانت كثافة السائل (الزئبق) في المانومتر هي(ρ')، وعلى إعتبار أن الأنبوبة أفقية، فإن معادلة برنولي عند الموقعين (1) و(2)في الشكل تصبح :

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 \dots\dots (1-3)$$

بإستخدام معادلة الإستمرارية نعبر عن (V_2)بدلالة(V_1)ومساحة مقطعي (1) و(2) أي أن:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{A_1 V_1}{A_2} \dots\dots (2-3)$$

بالتعويض في معادلة برنولي في حالة سائل ساكن فإن:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho V_1^2 \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1\right) \dots\dots (3-3)$$

لكن الفرق في الضغط من المانومتر هو:

$$P_1 - P_2 = (\rho' - \rho)gh \dots\dots (4-3)$$

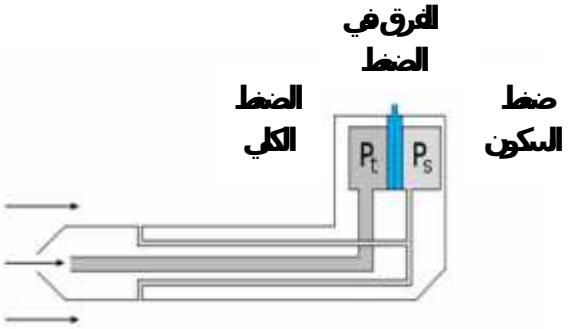
وسرعة السائل عند الموقع (1) هي:[8]

$$V_1 = A_2\sqrt{\frac{2(\rho' - \rho)gh}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}} \dots\dots (5-3)$$

3-3- أنبوب بيتوت:

أنبوبة بيتوت هي عبارة عن جهاز بسيط الشكل مكون من أنبوبة على شكل حرف (L)، كما هو موضح في الشكل التالي.

الشكل (3-2): صورة لأنبوب بيتوت.



الشكل(3-3): رسم تخطيطي لأنبوب بيتوت.

حيث يستخدم هذا الجهاز في الأساس لقياس سرعة السريان في الأنابيب أو القنوات. ولقياس سرعة السريان في الأنابيب نضع الأنبوبة بشكل رأسي في الماء المتدفق بحيث يكون جزء الأنبوبة القصير في وضع موازي ومعاكس لإتجاه سريان الماء في الأنبوب المراد قياس سرعة الماء فيه فيدخل الماء أنبوبة بيتوت ويستمر في الإرتفاع فيها لغاية أن تتحول طاقة الماء الحركية إلى طاقة كامنة وتقاس السرعة بقياس إرتفاع الماء في الأنبوب (h) ، ويمكن التعبير عن السرعة بواسطة المعادلة التالية:

$$V = \sqrt{2gh} \dots\dots (6-3)$$

وبمعرفة مساحة مقطع الأنبوب أو القناة التي يسري بها الماء يمكن حساب معدل السريان أو التصرف.

كما يستخدم هذا الجهاز أيضا لقياس سرعة الهواء المطبق على الطائرة مثلا وذلك بإتباع نفس الطريقة المستخدمة في قياس سرعة السريان ويكون وضع الجهاز كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل(3-4): يوضح الشكل توضع أنبوبة بيتوت على جناح طائرة.[10]

3-4- جهاز قياس اللزوجة:

هناك طريقتان يمكن من خلالهما قياس اللزوجة:

1)- تقاس عادة اللزوجة بقياس المسافة التي تقطعها كرة حديدية خلال زمن معين في عمود من السائل ومنها تقاس السرعة التي تتناسب عكسيا مع اللزوجة.

ويتم قياس اللزوجة بقياس الزمن اللازم لقطع المسافة (س-ص) إما من قبل كرة معدنية ساقطة في السائل كما في الشكل (3-5-أ)، أو من قبل سائل ينساب عبر أنبوبة كما في الشكل(3-5-ب) بحيث أنه كلما كان الزمن للإنسياب طويلا كلما كان السائل أكثر لزوجة. [6]

(ب) (أ)

الشكل(3-5): رسم تخطيطي يوضح سقوط كرة حديدية في سائل (أ)-وإنسياب سائل عبر أنبوبة(ب)

2)- بإستخدام طريقة بوازيليه حيث إستخدم جهاز الفسكومتر (الشكل(3-6))، وبقياس الزمن الذي يستغرقه السائل للإنسياب خلال زمن معين وذلك في عمود يحتوي على هذا السائل(الشكل(3-5-ب)) وبمقارنته بسائل معروفة لزوجته وزمن إنسيابه يمكن إيجاد لزوجة السائل ويرمز لها بالحرف (η) حيث:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2} \quad \ldots\ldots (2-3)$$

حيث: t_1: زمن إنسياب السائل المجهول بالثانية.

t_2: زمن إنسياب الماء بالثانية.

η_1: معامل لزوجة السائل المجهول.

η_2: معامل لزوجة الماء.

d_1: كثافة السائل (g/cm^3).

d_2: كثافة الماء (g/cm^3).

ومن القانون يتضح أنه كلما زادت كثافة السائل (d_1) فإن لزوجته(η_1) تزداد.

الشكل(3-6): جهاز فسكومتر.[11]

3-5- جهاز قياس الكثافة:

ويسمى المكثاف أو الهيدرومتر وهو عبارة عن أنبوب أسطواني مدرج ينتهي بإنتفاخ صغير مملوء بالرصاص كما هو موضح في الشكل التالي.

الشكل(3-7): جهاز قياس الكثافة (الهيدرومتر).[12]

وهو جهاز يستخدم لقياس الكثافة النوعية للسوائل ويعتمد على ثقل المعدن الذي يحويه (الرصاص)، وتكون عملية القياس بهذا الجهاز عن طريق وضع كمية من السائل المراد قياس كثافته في بيشر ويوضع المكثاف داخل البيشر بحيث ينزل إلى عمق معين في السائل يقاس عنده الكثافة بواسطة القراءة العمودية للمكثاف كما هو موضح في **الشكل**(3-8).[13]

الشكل(3-8): يوضح الشكل كيفية قياس **الكثافة**.[14]

خاتمة عامة

خـاتمة عامة

تعرف الموائع بصفة عامة بأنها مواد قادرة على الإنسياب و على التشكل بشكل الأوعية المحتوية لها ولا تظل الموائع ساكنة إذا أثرت عليها قوى مماسية، وتقسم إلى سوائل وغازات ، فالسوائل عمليا غير قابلة للإنضغاط وتشغل أحجاما محددة ويمكن أن يكون لها أسطح حرة ، أما الغازات فهي قابلة للإنضغاط وإن كانت في بعض الأحيان يمكن إعتبارها في السرعات الصغيرة غير قابلة للإنضغاط والموائع جميعها تكاد لا تقاوم أي تغيير في الشكل.كما أن لها خواص تطلق على الصفات الثابتة فيها والتي لا تتغير في الأحوال الإعتيادية من نقطة إلى أخرى ومن حين إلى آخر.

وميكانيك السوائل هو فرع من فروع ميكانيكا الموائع يهتم بحركة وتوازن السوائل فقط ويعتمد في تحليل سلوك سائل معين على القوانين الأساسية للميكانيك التطبيقي مثل معادلات إنحفاظ الكتلة والطاقة وكمية الحركة وغيرها من المفاهيم والمعادلات التي سبق لنا التعرف عليها في ميكانيكا الجسم الصلب ولقد إرتبط علم ديناميك الموائع تاريخيا بحل مشكلة تحديد قوة المقاومة التي يقاوم بها مائع حركة جسم فيه.

بالإضافة إلى أن هناك أجهزة سبق ذكرها والتي من بينها مقياس فنتوري وأنبوبة بيتوت ، حيث يعتمد قياس معدل السريان بهما على أساس التغير في طاقة وضع المادة (الضغط الإستاتيكي) والكثافة والضغط والسرعة.

المراجع

الكتب:

[1] :أ-د: عصام عبد الماجد أحمد،أ-د: صابر محمد صالح إبراهيم،م: ساتي ميرغني محمد أحمد،د:عباس عبد الله إبراهيم – الموائع- الدار السودانية للكتب- الخرطوم، السودان-الطبعة الثانية- منتصف2001.

[2]: المؤسسة العامة للتعليم الفني و التدريب- الهيدروليك(1)

[5]: مكتبة البخاري- أساسيات الحراريات والموائع – ميكانيكا الموائع.

[6]: د:عمر بن عبد الله الهزازي – الفصل الخامس- تجارب في الكيمياء- التجربة العاشرة- تعيين لزوجة السوائل والمحاليل

[7]: شاهر ربحي عليان – أساسيات الفيزياء ميكانيك، حرارة، كهرباء، موائع- دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، الطبعة الثانية 2008-1428.

[8]: د. أحمد فؤاد باشا، د. فوزي حامد عبد القادر، د.محمد نبيل يس البكري، د.شريف أحمد فيري- أساسيات العلوم الفيزيائية –دار الفكر العربي 2004/3578.

[15]: محمد هاشم صديق – ميكانيكا الموائع- الإصدارة الثانية 2006.

[16]: فريديريك . ج . بوش، دافيد . أ. جيرد – أساسيات الفيزياء- الدار الدولي للإستثمارات الثقافية، مصر- الطبعة العربية الأولى.

المواقع:

[3]:http://WWW.arabchemical.com/?module=m-articles&id=1095&task=print. 25/03/2014.

[4]: http://encysco.blogspot.com/2013/11/blog-post_5.html.02/03/2014

[9]: http://ar.wikipedia.org/wiki.02/03/2014
[10] : http://commons.wikimedia.org/wiki/Pitot_tube.05/03/2014
[11] : http://arabic.alibaba.com/product-gs/selon-viscometer-price-digital-viscometer-viscometer-types-502073256.html.25/03/2014
[12] : http://arabic.alibaba.com/product-free/hydrometer-densimeter-122748317.html.02/04/2014

[13] :http://www.almaany.com/home.php?language=arabic&lang_name . 25/04/2014
[14]:http://www.marefa.org/index.php/:Saccharometer.jpg.25/04/2014

الملخص:

تعتبر الموائع بما فيها السوائل و الغازات من أهم العناصر الطبيعية الموجودة في حياتنا، بحيث تتميز بشكل عام بضعف قوى التماسك بين جزيئاتها لذلك تأخذ الغازات خاصية الإنتشار في حين تتصف السوائل بخاصية الجريان.

ويعد علم ميكانيكا الموائع من العلوم الواسعة جدا، حيث توجد أعداد هائلة من المسائل التي يهتم بها العاملون في مجال ديناميك الموائع في الوقت الحالي، ومنها التصميم الأمثل لخطوط نقل الماء و النفط وغيرها...وهذه الأمثلة هي عبارة عن دراسة نظرية في حدود التطبيق العملي. ولقد تم التوصل إلى الكثير من الإنجازات المرضية في هذا المجال ونأمل في نجاحات أكثر في المستقبل إن شاء الله.

Summary:

Fluids, including liquids and gases is one of the most important natural elements in our life. so, which characterized generally by weak cohesion forces between the molecules of gas . therefore, gas partials speed a part or diffuse in order to homogeneously distribute themselves throught any contrainer, while a liquids can flow, assume the shape of a container.

The science of fluid mechanics one of the very large science, actually there is a very large numbers of issues of concern workers in the field of fluid mechanics , including the optimal design of transmission lines water, oil… these examples are study theory within the practice has been to reach a large numbers of satisfactory achievements in this field and hopefully more successful in the future God willing.