ميكانيك الموائع

منشورات جامعة البعث
كلية الهندسة الكيميائية والبترولية

ميكانيك الموائع

الجزء النظري

تأليف:

الدكتور المهندس:
جان سعد
مدرس في قسم الهندسة البترولية

الدكتور المهندس:
ماهر سعادة
أستاذ في قسم الهندسة البترولية

مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية
للعام الجامعي 2008-2009

الفهرس

مقدمة..... 11

الفصل الأول- **مدخل إلى ميكانيك الموائع**.

1.1- البعد وواحدات القياس..... 15

1.2- الخصائص الفيزيائية للموائع. 22

1.2.1- الكثافة 24

1.2.2- الوزن النوعي..... 25

1.2.3- الكثافة النوعية..... 26

1.2.4- اللزوجة..... 30

1.2.5- قابلية الانضغاط..... 45

1.2.6- معادلة الحالة..... 47

1.2.7- التوتر السطحي..... 54

1.2.8- الخاصة الشعرية..... 57

الفصل الثاني- **سكون الموائع (هيدروستاتيك)**.

2.1- مفهوم الضغط الهيدروستاتيكي..... 61

2.2- المعادلات التفاضلية للسوائل المتوازنة. 64

2.3- مفهوم التابع الكموني لحقل القوى..... 69

2.4- تحديد قيمة الضغط الهيدروستاتيكي داخل مائع متوازن يخضع فقط لقوة الثقالة. 71

2.4.1- حالة سائل متجانس... 71

2.4.2- حالة سائل غير متجانس..... 74

2.5- تغير الضغط بالعلاقة مع الارتفاع في حالة الموائع الساكنة والقابلة للانضغاط. 77

2.6- مفهوم الجو القياسي. 80
2.7- تطبيقات المعادلة الهيدروستاتيكية الأساسية..... 82
2.7.1- الضغط الزائد وارتفاع الضغط البيزومتري..... 89
2.7.2- الضغط الناقص وارتفاع السحب..... 92
2.8- الطاقة الكمونية لسائل، ارتفاع الضغط الكموني. 93
2.9- السكون النسبي للسوائل. 97
2.10- تحديد قوة الضغط المؤثرة على السطوح المستوية..... 102
2.10.1- الحالة العامة لجدار مستو مائل..... 102
2.10.2- حالة جدار مستو أفقي وشاقولي..... 107
2.10.3- تحديد قوى الضغط المؤثرة على جدران منحنية. 110
2.11- قوة الرفع الهيدروستاتيكية أو دافعة أرخميدس. 117
2.12- قانون باسكال وتطبيقاته. 123

الفصل الثالث- **حركة وتحريك السوائل** (**هيدروكينيماتك-هيدروديناميك**).

3.1- الطرق التحليلية الأساسية لدراسة حركة السوائل..... 127
3.1.1- طريقة لاغرانج لدراسة حركة السوائل. 127
3.1.2- طريقة أويلر..... 129
3.2- معادلات أويلر الحركية لجريان السوائل المثالية. 130
3.3- الجريانات المستقرة وغير المستقرة..... 132
3.4- خط التيار وأنبوبة التيار..... 134
3.5- المقطع الفعال (الحي) للجريان. 136
3.6- الغزارة والسرعة المتوسطة. 138
3.6.1- معادلة الاستمرارية لجريان أحادي البعد..... 140
3.6.2- معادلة الاستمرارية لجريان ثلاثي البعد (غير قابل للانضغاط). 141
3.7- الجريان المنتظم وغير المنتظم للسوائل غير القابلة للانضغاط. 143

3.7.1- الجريان المستقر. 143
3.7.2- الجريان غير المستقر. 145
3.8- معادلة برنولي..... 146
3.8.1- معادلة برنولي كقانون لانحفاظ القدرة لجريان مستقر. 146
3.8.2- معادلة برنولي كتكامل لمعادلة أويلر الحركية. 151
3.8.3- المعادلة الهيدروليكية للطاقة الحركية (معادلة برنولي المطورة لجريان حقيقي مستقر). 152
3.9- المعادلة الهيدروليكية لكمية الحركة عند الجريان المستقر. 154
3.10- تأثير عدم انتظام توزع السرعة على كمية الحركة وكمية الطاقة للسائل المار من المقطع الحي للجريان..... 160
3.11- الضغط الستاتيكي والتحريكي والكلي. 166
3.12- تطبيقات معادلة برنولي... 170
3.12.1- مقياس ڤينتوري لتحديد التدفق. 170
3.12.2- تفريغ خزان من فتحة جانبية صغيرة تحت تأثير الثقالة..... 173
3.12.3- تفريغ خزان من فتحة جانبية صغيرة تحت تأثير ضغط زائد. 176
3.13- أنظمة جريان السوائل..... 176

الفصل الرابع- **حركية الغازات (الجريان أحادي البعد للموائع القابلة للانضغاط)**.

4.1- أساسيات تمهيدية..... 181
4.1.1- مقدمة. 181
4.1.2- العلاقات الترموديناميكية للغاز المثالي. 182
4.1.3- انتشار الموجة المرنة.... 186
4.1.4- مخروط ماخ. 192
4.1.5- ملاحظة على الجريان الأحادي البعد للموائع القابلة للانضغاط. .. 195
4.2- الجريان متساوي الإنتروبية في منطقة متغيرة المقطع. 196
4.2.1- القوانين الأساسية والمساعدة في حالة الجريان متساوي الإنتروبية. 196

4.2.2- الخصائص المحلية للركود الإيزنتروبي. 199
4.2.3- الجريانات مادون وتلك التي تفوق سرعة الصوت الأحادية البعد..... 202
4.2.4- الجريان الإيزنتروبي للغاز المثالي..... 205
4.2.5- الجريان الحقيقي عبر المنفث عند شروط التصميم..... 208
4.3- الصدمة الطبيعية. 211
4.3.1- خطا فانو وريليغ..... 212
4.3.2- علاقات الصدمة الطبيعية. 216
4.3.3- علاقات الصدمة الطبيعية في حالة الغازات المثالية..... 218

الفصل الخامس- **ضياع الضغط عند حركة السوائل**.

5.1- المعادلة الأساسية للجريان المستقر للسوائل في المجاري المنتظمة (عمل قوى الاحتكاك الداخلي).. 224
5.2- ضياع الضغط على طول الأنبوب (h_L)- توزع السرعة في تيار السائل عند الجريان الخطي المستقر..... 228
5.2.1- توزع السرعة في حالة الجريان الخطي..... 228
5.2.2- ضياع الضغط في حالة الجريان الخطي المستقر. 230
5.2.3- توزع السرعة في حالة الجريان المضطرب..... 233
5.3- الطبقة الحدية. 236
5.3.1- نمو الطبقة الحدية الجدراية في أنبوب أفقي (مفهوم مسافة البدء في الأنابيب). 238
5.4- ضياع الضغط على طول الأنبوبة (h_L) عند الجريان المضطرب.... 239
5.5- الطرق العملية لتعيين معامل المقاومة الهيدروليكية (λ) في الأنابيب (مستديرة المقطع أو المربعة)..... 245
5.5.1- حسابات الأنابيب الصناعية ذات الخشونة غير المتماثلة. 245
5.5.2- حسابات الأنابيب الصناعية الملساء. 249
5.6- مميز تصريف المقطع (معادلة شيزي)..... 250

5.6.1- العلاقات المشتقة من معادلة شيزي. 251
5.6.2- معامل السرعة (W_o). 252
5.6.3- المعادلات الخاصة بتعيين معامل شيزي. 253
5.7- السوائل غير النيوتونية. 256
5.7.1- الخواص المرنه للسوائل غير النيوتونية. 256
5.7.2- اضطراب السوائل المرنه. 257
5.7.3- النماذج الرياضية المستخدمة عند نقل السوائل عبر الأنابيب..... 264
5.7.4- سلوكية السوائل غير النيوتونية (المرنة). 268
5.7.5- ضياع الضغط عند جريان السوائل غير النيوتونية 270
5.8- الفقد المحلي ومعامل المقاومة المحلية. 273
5.8.1- الفقد عند المدخل..... 274
5.8.2- الفقد عند المخرج..... 276
5.8.3- الفقد الكلي في الطاقة. 277
5.9- الصمامات..... 280
5.9.1- الصمامات الكروية. 280
5.9.2- الصمامات البوابية. 280
5.9.3- صمامات عدم الرجوع..... 281
5.10- الأكواع والوصلات..... 282
5.11- مفهوم الصدمة الهيدروليكية..... 284
5.12- ضياع الضغط عند الحركة المستقرة للسوائل في الأنابيب الدفعية (مفهوم الأنابيب القصيرة والأنابيب الطويلة). 287
5.12.1- معادلات حساب الضغط..... 287
5.12.2- الأنابيب القصيرة.... 290
5.12.3- الحالات الخاصة في الأنابيب القصيرة..... 293
5.12.4- الأنابيب الطويلة. 300
5.12.5- مسألة عن ثلاثة خزانات..... 304

الفصل السادس- **المضخات**.

6.1- المضخات الحجمية ذات الإزاحة الموجبة. 308

6.1.1- المضخات اللولبية. 309

6.1.2- المضخات المسننية. 310

6.1.3- المضخات ذات الفلقات. 311

6.1.4- المضخات الصفائحية. 312

6.1.5- المضخات المكبسية. 313

6.2- المفاهيم الأساسية المستخدمة في نظرية المضخات. 316

6.2.1- الارتفاع التفريغي للسحب. 317

6.2.2- دفع المضخة. 319

6.2.3- الأغطية الهوائية والغاية منها. 321

6.2.4- قدرة المضخة. 322

6.2.5- منحنيات أداء المضخة. 324

6.2.6- المردود الحجمي للمضخة. 325

6.2.7- مردود المضخة. 326

6.3- مضخات الطرد المركزي. 326

6.3.1- منحنيات الأداء لمضخة الطرد المركزي. 330

6.3.2- التكهف. 331

6.3.3- ضغط السحب الصافي للمضخة. 332

6.3.4- ضغط السحب الصافي المطلوب والمتوفر. 333

6.4- قوانين التشابه. 335

المصطلحات العلمية المستخدمة. 337

المراجع العلمية. 351

المقدمة

إن ميكانيك الموائع هو أحد العلوم الأساسية، التي انشقت منذ بداية القرن التاسع عشر عن العلوم الأساسية العامة كالفيزياء والكيمياء لتدرس قوانين اتزان وحركة الموائع، وتضع طرق استخدام هذه القوانين لحل المسائل التكنيكية المختلفة.

ونظراً لأن هذه القوانين تعتبر أساساً نظرياً لمجموعة أخرى من الموضوعات الخاصة، فقد لاقى علم ميكانيك الموائع تطبيقاً واسعاً في الهندسة الهيدروليكية وخاصة في تصميم الآلات الهيدروليكية (مضخات، توربينات، ضواغط،.... الخ) وفي أعمال نقل السوائل والغازات وتخزينهما وري الأراضي وفي الملاحة وغير ذلك.

يأتي الكتاب في ستة فصول، حيث يعتبر الفصل الأول منه مدخلاً إلى ميكانيك الموائع ويتناول الصفات الفيزيائية والميكانيكية للموائع، مع اعتبار أن كلمة مائع تشمل الحالة السائلة والغازية.

أما الفصل الثاني فيتناول توازن السوائل، والفصل الثالث يبحث في حركة وتحريك السوائل أما الفصل الرابع فيستعرض دراسة حركة الموائع القابلة للانضغاط في حين يتناول الفصل الخامس دراسة مقدار الضياع في الطاقة عند الجريان داخل الأنابيب أما في الفصل السادس فقد استعرض أهم المفاهيم الأساسية في نظرية المضخات.

ونظراً لأن هذا الكتاب يخص بالدرجة الأولى طلاب الهندسة البترولية ولأن معظم السوائل التي يتعامل معها مهندس البترول هي سوائل غير نيوتونية (كالنفط الثقيل وسوائل الحفر والسوائل الإسمنتية) فقد حازت دراسة سلوكية هذه السوائل وحركتها عبر الأنابيب على قسط كبير من الاهتمام.

أخيراً وبسبب أن دور المدرس هو أبعد مايكون عن تلقين المعلومات الجاهزة لطلابه فقد أتت المعلومات في هذا الكتاب وفق منهجية معينه بحيث تتدرج المواضيع من الأسهل إلى الأكثر صعوبة، مع توضيح المفاهيم الأساسية بيانياً بشكل يسهل استيعاب الفكرة وينمي التفكير الهيدروليكي عند الطالب.

وعلى أن يعتبر هذا الكتاب وحدة متكاملة مع جزئه الثاني "القسم العملي" الذي يقدم التطبيقات العملية لميكانيك السوائل مع مجموعة من الأمثلة.فإنه من الممكن لجميع طلاب الهندسة الاستفادة من هذا الكتاب.

د.م. جان سعد　　د.م.ماهر سعادة

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

ميكانيك الموائع ـــــــ

المصطلحات العلمية المستخدمة

A

Absolute pressure		الضغط المطلق
Absolute roughness		الخشونة المطلقة
Absolute temperature		درجة الحرارة المطلقة
Absolute viscosity	*of air*	اللزوجة المطلقة للهواء
	of common gases	اللزوجة المطلقة للغازات الشائعة
	of common liquids	اللزوجة المطلقة للسوائل الشائعة
	of water	اللزوجة المطلقة للماء
Acceleration of gravity		تسارع الجاذبية الأرضية
Adiabatic flow		الجريان الأديباتي
American Society for Testing and Materials (ASTM)		الجمعية الأمريكية لاختبار المواد
Angular speed		السرعة الزاوية
Apparent viscosity		اللزوجة الظاهرية
Apparent weight		الوزن الظاهري
Archimedes' principle		دافعة أرخميدس
Atmosphere		الغلاف الجوي
Atmospheric pressure		الضغط الجوي
Average velocity		السرعة المتوسطة
Axial flow pumps		المضخات المحورية

B

Barometer	مقياس الضغط الجوي
Bends	الانحناءات
Bernoulli's equation	معادلة برنولي

Boiling temperature	درجة حرارة الغليان
Boundary layer	الطبقة الحدية
Bourdon pressure gage	مقياس بوردون لضغط السوائل
Brake horsepower	القدرة الحصانية المكبحية
Bulk modulus	معاير الحجم
Buoyancy	الطفو

C

Capillary tube viscometer	مقياس اللزوجة ذو الأنبوب الشعري
Cavitation	التكهف
Celsius temperature scale	مقياس سيلسيوس
Center of buoyancy	مركز الطفو
Center of pressure	مركز الضغط
Centrifugal compressors	ضواغط طاردة مركزية
Centrifugal pumps	مضخات طاردة مركزية
Changing head	الضخ المتغير
Chezy coefficient	معامل شيزي
Chezy equation	معادلة شيزي
Colebrook equation	معادلة كولبروك
Compressed air	الهواء المضغوط
Compressible flow	الجريان القابل للانضغاط
Conservation of energy	مصونية الطاقة
Conservation of mass	مصونية الكتلة
Continuity equation	معادلة الاستمرارية
Contraction coefficient	معامل التقلص
Control volume	حجم المراقبة

Converging-diverging nozzle		منفث مقارب مباعد
Converging nozzle		منفث مقارب
Conversion factors		عوامل التحويل
Critical flow		الجريان الحرج
Critical pressure ratio		نسبة الضغط الحرج
	D	
Darcy-Weisbach equation		معادلة دارسي-فيسباخ
Density	*of air*	كثافة الهواء
	of common gases	كثافة الغازات الشائعة
	of common liquids	كثافة السوائل الشائعة
	of water	كثافة الماء
Discharge coefficient		معامل التصريف
Drag		المقاومة
Drag coefficient		معامل المقاومة
Dynamic head		الضخ الديناميكي
Dynamic pressure		الضغط الديناميكي
Dynamic pumps		المضخات الديناميكية
Dynamic viscosity	*of air*	اللزوجة الديناميكية للهواء
	of common gases	اللزوجة التحريكية للغازات الشائعة
	of common liquids	اللزوجة التحريكية للسوائل الشائعة
	of water	اللزوجة التحريكية للماء
	E	
Efficiency	*overall*	المردود الكلي
	of pump	مردود المضخة

مردود التوربين	*of turbine*	
المردود الحجمي	*volumetric*	
كوع		*Elbow*
طاقة الجريان	*flow*	
الطاقة الحركية	*kinetic*	*Energy*
الطاقة الكامنة	*potential*	
معادلة الطاقة		*Energy equation*
خط الطاقة		*Energy line*
ضياعات الطاقة		*Energy losses*
ضياع الطاقة عند مدخل الأنبوب		*Entrance pipe loss*
الطول المكافئ		*Equivalent length*
ضياع الطاقة عند مخرج الأنبوب		*Exit pipe loss*
الجريان الخارجي		*External flow*

F

مقياس فهرنهايت		*Fahrenheit temperature scale*
مقياس اللزوجة ذو الكرة الساقطة		*Falling ball viscometer*
المرشحات		*Filters*
لوازم ملحقة		*Fittings*
جسم طاف		*Floating body*
معامل الجريان		*Flow coefficient*
التدفق الناتج عن تغيير الضخ		*Flow due to a changing head*
طاقة الجريان		*Flow energy*
معدل التدفق الكتلي	*mass*	*Flow rate*

	volume	معدل التدفق الحجمي
	weight	معدل التدفق الوزني
Flow rate measurement:		قياس معدل التدفق
Fluid mechanics		ميكانيك الموائع
Fluid power		قوة المائع
Fluid properties		خصائص الموائع
	ideal	الموائع المثالية
Fluids	*Newtonian*	الموائع النيوتونية
	non-Newtonian	الموائع غير النيوتونية
Fluid statics		توازن الموائع
	buoyancy	قوة الطفو (الرفع الستاتيكي)
	drag	قوة المقاومة
	gas	قوة الغاز
	gravity	قوة الجاذبية
	hydrostatic on curved surfaces	القوة الهيدروستاتيكية على السطوح المنحنية
Force	*hydrostatic on flat surfaces*	القوة الهيدروستاتيكية على السطوح المستوية
	lift	قوة الرفع
	pressure	قوة الضغط
	shear	قوة القص
	thrust	قوة الدفع
	viscous	قوة اللزوجة
Free surface		السطح الحر (السائب)
	laminar flow	الضياع بالاحتكاك عند الجريان الخطي (الصفحي)
Frictional losses		
	turbulent flow	الضياع بالاحتكاك عند

		الجريان المضطرب
Friction factor		عامل الاحتكاك
Frictionless flow		جريان بدون احتكاك
	G	
Gage fluid		مائع المقياس
Gage pressure		ضغط المقياس
Gas	*constant*	ثابت الغاز
	flow in pipes	جريان الغاز في الأنابيب
	flow through nozzle	تدفق الغاز خلال المنفث
	forces	قوى الغاز
Gear pumps		المضخات المسننية
General energy equation		معادلة الطاقة العامة
Grade line	*energy*	خط تدرج الطاقة
	hydraulic	خط التدرج الهيدروليكي
Gradual expansions		التمدد التدريجي
Gradually varied flow		التدفق المتغير بشكل تدريجي
Gravity		الجاذبية
	H	
Hagen-Poiseuille equation		معادلة هاجين-بوازيل
Head	*dynamic*	الضخ الديناميكي
	elevation	ارتفاع الضخ
	loss	فقدان الضخ
	piezometric	الضخ البيزومتري
	pressure	ضغط الضخ
	pump	مضخة الضخ
	static	الضخ الستاتيكي

	total	الضخ الكلي
	turbine	ضخ التوربين
	velocity	سرعة الضخ
Head loss	*in open channels*	ضياع الضغط في القنوات المفتوحة
	in pipe bends	ضياع الضغط في انحناءات الأنبوب
	in pipe entrance	ضياع الضغط في مدخل الأنبوب
	in pipe exit	ضياع الضغط في مخرج الأنبوب
	in pipes	ضياع الضغط في الأنابيب
	in sudden expansions and contractions	ضياع الضغط عند التوسعات والتضيقات المفاجئة
	in valves and fittings	ضياع الضغط في الصمامات والملحقات
Horsepower		القدرة الحصانية
Hydraulic diameter		القطر الهيدروليكي
Hydraulic grade line		خط التدرج الهيدروليكي
Hydraulic motors		المحركات الهيدروليكية
Hydraulic radius		نصف القطر الهيدروليكي
Hydrostatic force	*on curved surface*	القوة الهيدروستاتيكية على السطوح المنحنية
	on flat surface	القوة الهيدروستاتيكية على السطوح المستوية
Hydrostatic pressure distribution		توزع الضغط الهيدروستاتيكي

I

Ideal fluid		الموائع المثالية

Ideal gas law		قانون الغاز المثالي
Incompressible flow		الجريان غير القابل للانضغاط
Isentropic exponent		الأس الإيزنتروبي
Isentropic flow		الجريان متساوي الإنتروبية
Isothermal flow		الجريان متساوي درجة الحرارة
	J	
Jet engines		المحركات النفاثة
Joule		جول (وحدة قياس الطاقة)
	K	
Kelvin temperature scale		مقياس كلفن
Kilogram		كيلوغرام (وحدة قياس الكتلة)
Kinematic viscosity	*of air*	اللزوجة الحركية للهواء
	of common gases	اللزوجة الحركية للغازات الشائعة
	of common liquids	اللزوجة الحركية للسوائل الشائعة
	of water	اللزوجة الحركية للماء
Kinetic energy		الطاقة الحركية
Kinetic pumps		المضخات الحركية
	L	
Laminar flow		الجريان الخطي
Liquids		السوائل
Lobe pump		المضخة ذات الفلقات
Loss coefficient		معامل الضياع
Losses	*major*	الضياعات الكلية
	minor	الضياعات المحلية
	M	
Mach number		عدد ماخ

Major losses		الضياعات الكلية
Manometers	*differential*	مقياس الضغط التفاضلي
	inclined tube	مقياس الضغط ذو الأنبوب المائل
	piezometer tube	مقياس الضغط ذو الأنبوب البيزومتري
	U-tube	مقياس الضغط ذو الأنبوب على شكل حرف U
Mass		الكتلة
Mass flow rate		معدل التدفق الكتلي
Maximum velocity		السرعة الأعظمية
Metacentric height		ارتفاع مركز الطفو المستنتج
Minor losses		الضياعات المحلية
Moment of inertia of areas		عزم عطالة السطح
Momentum		الزخم الحركي
Momentum equation		معادلة الزخم الحركي
Moody diagram		مخطط مودي
Multiple pipe systems		أنظمة الأنابيب المتعددة

N

Net positive suction head	*available*	ضغط السحب الصافي المتوفر
	required	ضغط السحب الصافي المطلوب
Newton		نيوتن (وحدة قياس القوة)
Newtonian fluids		الموائع النيوتونية
Newton's law of motion		قانون نيوتن للحركة
Newton's law of viscosity		قانون نيوتن للزوجة
Non-Newtonian fluids		الموائع غير النيوتونية
Nonuniform flow		الجريان غير المنتظم
Nozzle	*converging*	المنفث المقارب

المنفث المقارب-المباعد	*converging-diverging*	
عنق المنفث	*throat*	
O		
النفط		*Oil*
الجريان في قناة مفتوحة		*Open channel flow*
قياس التدفق الفوهي		*Orifice meter*
P		
أنظمة الأنابيب المربوطة على التفرع		*Parallel piping systems*
باسكال (وحدة قياس الضغط)		*Pascal*
قانون باسكال		*Pascal's law*
قانون الغاز المثالي		*Perfect gas law*
الضخ البيزومتري		*Piezometric head*
الأنابيب		*Pipes*
المضخات المكبسية		*Piston pumps*
بواز (وحدة قياس اللزوجة التحريكية)		*Poise*
المضخات ذات الإزاحة الموجبة		*Positive displacement pumps*
باوند (وحدة قياس الكتلة في الجملة البريطانية)		*Pound*
القدرة		*Power*
توزع الضغط		*Pressure distribution*
مقاومة الضغط		*Pressure drag*
طاقة الضغط		*Pressure energy*
قوة الضغط		*Pressure force*
خصائص الهواء	*of air*	*Properties*
خصائص الغازات الشائعة	*of common gases*	

خصائص السوائل الشائعة	*of common liquids*
خصائص الماء	*of water*
المضخات	*Pumps*

R

مقياس رانكلن	*Rankine temperature scale*
الجريان السريع	*Rapid flow*
التدفق المتغير بشكل سريع	*Rapidly varied flow*
الخشونة النسبية	*Relative roughness*
السرعة النسبية	*Relative velocity*
عدد رينولدز	*Reynolds number*
تجربة رينولدز	*Reynolds's experiment*
محركات الصاروخ	*Rocket engines*
مقياس اللزوجة ذو الوعاء الدوار	*Rotating drum viscometer*
عامل الخشونة	*Roughness factor,*

S

الضواغط اللولبية	*Screw compressors*
المضخات اللولبية	*Screw pumps*
أنظمة الأنابيب المربوطة على التسلسل	*Series piping systems*
عمود الإدارة	*Shaft*
إجهاد القص	*Shear stress*
جملة الوحدات الدولية	*SI units*
قوانين التشابه	*Similarity laws*
السيفون	*Siphon*
سرعة الصوت	*Sonic velocity*
الطاقة النوعية	*Specific energy*
الكثافة النوعية	*Specific gravity*

Specific speed		السرعة النوعية
Specific weight		الوزن النوعي
	of air	سرعة الصوت في الهواء
Speed of sound	*of ideal gas*	سرعة الصوت في الغاز المثالي
	of water	سرعة الصوت في الماء
Stability	*of completely submerged bodies*	توازن الأجسام المغمورة كلياً
	of floating bodies	توازن الأجسام الطافية
Stagnation point		نقطة الركود
Stagnation pressure		ضغط الركود
Standard atmosphere		الجو القياسي
Static fluid pressure variation		تغيرات الضغط السكوني للموائع
Static head		الضخ الستاتيكي.
Static pressure		الضغط السكوني
Steady flow		الجريان المستقر
Stress		الإجهاد
Subcritical flow		التدفق تحت الحرج
Submerged area		مستو الطفو
Submerged bodies		الأجسام المغمورة
Suction pressure		ضغط السحب
Supercritical flow		التدفق تحت الحرج
Systems of units		جمل الواحدات

T

Temperature		درجة الحرارة
Terminal velocity		السرعة الحدية
Torque		العزم
Total energy line		خط الطاقة الكلي
Total head		الضخ الكلي

Total pressure		الضغط الكلي
Turbine flow -meter		مقياس التدفق التوربيني
Turbine power		قدرة التوربين
Turbulent flow		الجريان المضطرب
	U	
Uniform flow		الجريان المنتظم
Unsteady flow		الجريان غير المستقر
U.S. Customary units		الجملة الأمريكية التجارية
	V	
Vacuum		الخلاء
Valve		الصمام
	check	صمامات عدم الرجوع
Valves	*gate*	الصمامات البوابية
	globe	الصمامات الكروية
Vane pumps		المضخات الصفائحية
Vapor pressure		الضغط البخاري
Varied flow		الجريان المتغير
Velocity		السرعة
Velocity gradient		تدرج السرعة
Velocity measurement		قياس السرعة
Velocity profile		بروفيل السرعة
Venturi meter		مقياس فينتوري
Viscometers		مقاييس اللزوجة
Viscosity		اللزوجة
Viscosity index		مؤشر اللزوجة
Volume flow rate		معدل التدفق الحجمي

W

Wave speed	سرعة الموجة
Weight	الوزن
Weight flow rate	معدل التدفق الحجمي
Wind resistance	مقاومة الرياح
Work	العمل

المراجع العلمية

1) ANDERSON, J. D. *Fundamentals of Aerodynamics,* 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2005.
2) BENEDICT, R. P. *Fundamentals of Pipe Flow.* New York: John Wiley & Sons, 2005.
3) BLEVINS, R. D. *Applied Fluid Dynamics Handbook.* New York: Van Nostrand Reinhold, 2005.
4) CURRIE, I. G. *Fundamental Mechanics of Fluids,* 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1993
5) DAUGHERTY, R. L., and J. R. FRANZINI. *Fluid Mechanics,* 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2001.
6) Fox, R. W., and A. T. MCDONALD. *Introduction to Fluid Mechanics,* 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1985.
7) FRENCH, R. H. *Open Channel Hydraulics.* New York: McGraw-Hill, 2002.
8) HANSEN, A. G. *Fluid Mechanics.* New York: John Wiley & Sons, 1998.
9) INTRIC, B. W. *Compressible Fluid Flow.* New York: Halsted Press, 2006.
10) JOHN, E. A., and W. L. HABERMAN. *Introduction to Fluid Mechanics,* 3rd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1988.
11) JOHN, E. E. *Gas Dynamics,* 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, 2004.
12) KARASSICK, I. J., et al. *Pump Handbook.* New York, McGraw-Hill, 2005.
13) KRISTAL, F. A., and F. A. ANNETT. *Pumps: Types, Selection, Installation, Operation, and Maintenance.* New York, McGraw-Hill, 1953.
14) LYONS, J. L. *Lyons' Valve Designers Handbook.* New York, Van Nostrand, 2003.
15) MILLER, J. L. *The Reciprocating Pump: Theory, Design, and Use.* New York: John Wiley & Sons, 1987.

16) MILLER, R. W. *Flow Measurement Engineering Handbook,* 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1989.
17) MOODY, L. F. "Friction Factors for Pipe Flow." *Transactions of the AS ME* 66, 1944.
18) MUNSON, B. R., D. F. YOUNG, and T. H. OKIISHI. *Fundamentals of Fluid Mechanics,* 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2005.
19) POTTER, M. C., and D. C. WIGGERT. *Mechanics of Fluids.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1991.
20) REID, R. C., J. M. PRAUSNITZ, and T. K. SHERWOOD. *The Properties of Gases and Liquids,* 3rd ed. New York, McGraw-Hill, 1977.
21) ROUSE, H., and S. INCE. *History of Hydraulics.* Iowa City: Iowa Institute of Hydraulic Research, 1957. Reprint, New York: Dover, 1963.
22) SAAD, M. A. *Compressible Fluid Flow,* 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1993.
23) SCHLICHTING, H. *Boundary-Layer Theory,* 7th ed. New York: McGraw-Hill, 1979.
24) SHAMES, L. *Mechanics of Fluids,* 2nd ed. New York, McGraw-Hill, 1982.
25) STREET, R. L., G. Z. WATTERS, and J. K. VENNARD. *Elementary Fluid Mechanics,* 7th ed. New York: John Wiley and Sons, 1996.
26) STREETER, V. L., and E. B. WYLIE. *Fluid Mechanics,* 8th ed. New York: McGraw-Hill, 1985.
27) U.S. STANDARD ATMOSPHERE. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1976.
28) WALLIS, R. A. *Axial Flow Fans and Ducts.* New York, John-Wiley & Sons, 1983.
29) WHITE, F. M. *Fluid Mechanics,* 3rd ed. New York, McGraw-Hill, 1994.