

الباب الثامن

**أجهزة القياس ومعاملات التحويل**

## الفهرس

| الصفحات | الموضوعات                       | البنود |
|---------|---------------------------------|--------|
| ٤٢٥     | قياس الضغط                      | ١      |
| ٤٢٨     | قياس التدفق                     | ٢      |
| ٤٣٣     | قياس التدفق فى القنوات المفتوحة | ٣      |
| ٤٣٥     | قياس المنسوب                    | ٤      |
| ٤٣٨     | قياس السرعة فى محطات المعالجة   | ٥      |
| ٤٣٩     | معاملات التحويل                 | ٦      |

## أجهزة القياس:

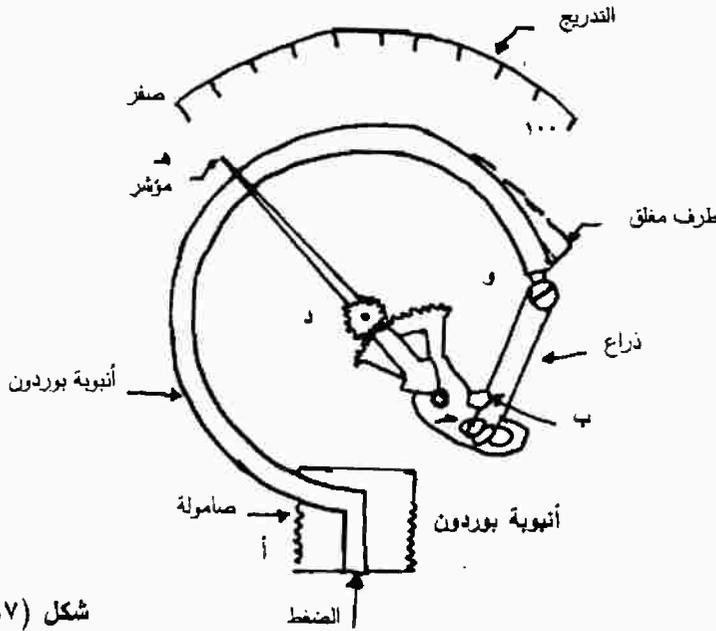
## ١- قياس الضغط: Pressure شكل (١٩٧، ١٩٨، ١٩٩)

أ - يَقياس الضغط بأنبوبة بوردون (Bourdon Tube) شكل (١٩٧) وتتكون أنبوبة بوردون من ماسورة من النحاس ببيضاوية المقطع في شكل دائرة غير مكتملة. يتصل أحد طرفي الدائرة بصامولة مسننة (مقلوطة) (أ) للدخول في فتحة الماسورة (أو الوعاء) لقياس الضغط. يتصل الطرف الآخر الحر (و) بالطرف (ب) للذراع يتحرك حول المحور (ج)، والطرف الآخر للذراع على شكل ترس مسنن (س) على شكل جزء من دائرة يتحرك عليه ترس صغير دائري مسنن (د) ومثبت في محور هذا الترس (د) مؤشراً يتحرك أمام تدريج.

عند ربط طرف المانوميتر (أ) بالمكان المطلوب قياس ضغط الماء عنده وانتقال الضغط الى الماسورة النحاسية الذي يؤثر عليها بما يسبب فردها وتحرك الطرف (و) للخارج. كلما زاد مقدار الضغط كلما زاد فرد الماسورة وزاد تحرك الطرف (و) للخارج بما يسبب سحب الطرف (ب) للخارج وعليه دوران الذراع حول المحور (ج) ودوران الترس (س) الى الداخل مسبباً دوران الترس الصغير (د) في اتجاه عكس اتجاه عقرب الساعة محرّكاً المؤشر (هـ) أمام التدريج معطياً ضغط الماء بالوحدات المناسبة للتدريج.

والماتوميتر يقيس الضغط إما بالمتراً (ماء) أو الكيلو جرام / سم<sup>٢</sup> أو بالرطل على البوصه المربعة. مانوميترات الضغط (Pressure Gauges) تقيس الضغوط الموجبة ومانوميترات السحب (Vacuum Gauges) تقيس الضغوط السالبة. يلزم معايره الماتوميترات كل فترة للتأكد من صحة قراءتها ويتم ذلك بضبط صفر التدريج بأن يكون مؤشر الماتوميتر عند صفر التدريج. ثم يتم التأثير على المانوميتر بضغوط معلومة ومقارنة قراءة المانوميتر للتأكد من مطابقتها.

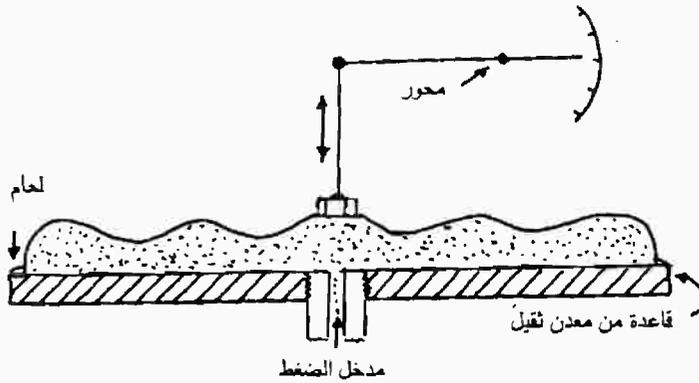
والماتوميترات التي تقيس الضغط باستخدام مادة مرنة تسمى أنبوبة بوردون (Bourdon Tube).



شكل (١٩٧)

ب- قياس الضغط بالرداخ أو المنفاخ (Diaphragm or Bellows Elements):

النوع الآخر من المواد التي تتشكل بالضغط هو المنفاخ أو الرداخ شكل (١٧٨) حيث عند تسلط الضغط يتحرك المنفاخ حركة صغيرة، كميته الحركة مرتبطه ميكانيكيا بحركة مؤشر



لقراءة الضغط الموجود. وقياس الضغط بالمنفاخ يستخدم في حالات الضغوط المنخفضة من صفر حتى ١٠ بوصة (٢٥,٤ سم) ماء.

شكل (١٩٨) يستخدم الرداخ (المنفاخ) المعدني لقياس الضغط

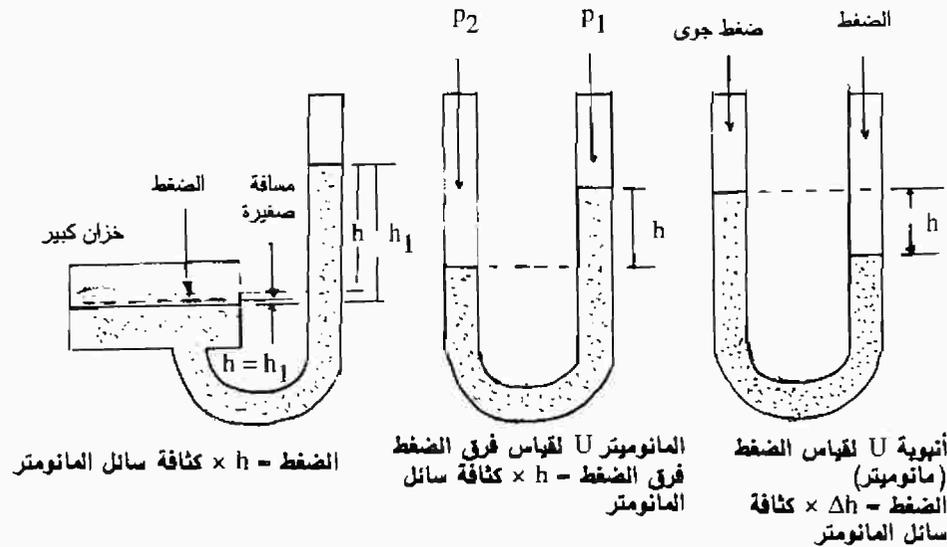
ج- قياس الضغط بالمانوميتر (Manometer)

المانوميتر هو أنبوب من الزجاج مملوء بالماء أو الزئبق شكل (١٩٩) ينخفض السائل في الأنبوب أو يرتفع طبقاً لضغط الماء أو السائل أو الغاز الجارى قياس ضغطه. الضغط المسلط على أحد طرفى الأنبوب للمانوميتر U (والطرف الآخر مفتوح للضغط الجوى) يساوى ارتفاع السائل  $\times$  الكثافة. يمكن زيادة قدرة وحساسية المانوميتر عند ميل طرف القياس للمانوميتر.

عند قراءة المانوميتر بالأنبوب U، فإن قيمة h هو الفرق فى الارتفاع ما بين قمة السائل على طرفى الأنبوب الأيمن والأيسر. والبدليل لهذه الخطوة يستخدم بئر للمانوميتر، حيث أن مساحة البئر كافية مقارنة بفتحة المانوميتر بما يمكن من القراءة المباشرة للمانوميتر.

كذلك يمكن معايرة التدرج على المانوميتر للتعويض عن الإنخفاض للسائل فى البئر.

يمكن قراءة الضغط الكلى بالبارومتر. البارومتر عبارة عن أنبوب مانوميتر مقل مع وجود تفريغ فى الفرع المغلق. قياسات الضغط مطلقة نظراً لأن الضغط داخل الطرف المغلق يكون دائماً صفراً.



شكل (١٩٩) مانوميتر البئر لقياس الضغط

## ٢- قياس التدفق في المواسير: Flow

توجد أنواع كثيرة من الأجهزة المستخدمة لقياس التصرف في القنوات المفتوحة والمواسير. كل هذه الأجهزة تعمل بقياس سرعة التدفق والمساحة حيث كمية التصرف = السرعة × المساحة ( $Q = VA$ )

في معظم أجهزة قياس التدفق يتم تقدير السرعة بقياس فرق الضغط عند مرور السائل خلال إختناق مثل الفنشوري أو فتحة ضيقة (Orifice)

## أ- الفنشوري: (Venture)

جهاز القياس الفنشوري ميتر عبارة عن جزء من ماسورة به إختناق وطرفيها يساوي قطر خط المواسير الذي سيركب عليه الجهاز شكل (٢٠٠) المسافة من أول الفنشوري حتى الإختناق تسمى المدخل، والمسافة من الإختناق حتى خروج المياه تسمى المخرج.

مدخل الفنشوري قد يكون مخروطي أو علق شكل فنيه (Nozzle) وكذلك المخرج يستعمل الفنشوري لقياس تصرف المركب عليه وتدرجه يعطى قراءة التصرف مباشرة. وقد يجهز بمسجل لتسجيل التصرفات التي تمر بموقع تركيبه باستمرار على قرص أو شريط بياني.

فكره جهاز الفنشوري في قياس التصرف بنيت على نظرية ثبوت مجموع الطاقات التي تنص على.

$$\text{طاقة الحركة} + \text{طاقة الضغط} + \text{طاقة الوضع} = \text{مقدار ثابت}$$

ف نجد أن طاقة الوضع بالنسبة لنقطة الدخول أو الإختناق أو الخروج ثابتة حيث أن الفنشوري يكون عادة في وضع أفقي في خطوط المواسير. أما طاقة الحركة فإنها تتناسب مع مربع السرعة عند كل نقطة حيث تزيد عند الإختناق لزيادة سرعة الماء عند هذه النقطة وذلك نظرا لأن السرعة تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع والذي يتناسب مع مربع القطر. ولذا فإن طاقة الحركة عند الإختناق تكون أكبر منها عند مدخل الفنشوري. وطبقا لنظرية

ثبوت مجموع الطاقات يحدث نقص في طاقة الضغط عند الإختناق عنه عند مدخل الفنشورى وبذلك يكون هناك فرق في الضغط بين نقطة الاختناق ونقطة مدخل الفنشورى، ويتناسب هذا الفرق مع كمية التصرف المار بالجهاز أى الجزء من ماسورة المياه عند هذا المكان. وتخضع العلاقة للمعادلة .

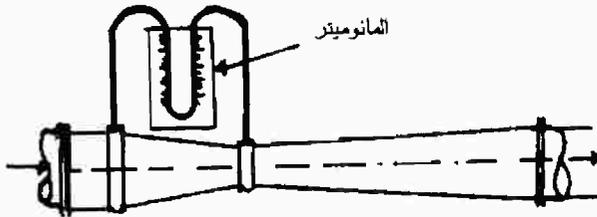
$$\text{التصريف} = \text{مقدار ثابت} \times \sqrt{\text{فرق الضغط}}$$

ويمكن قياس فرق الضغط بواسطة الأنبويه ذات الفرعين (U) ثم تحويل هذا الفرق في الضغط الى قراءة تعطى التصريف المار بالجهاز كما يمكن إضافة امكانيات تسجيل هذا التصريف .

ويوصول الماء الى نقطة آخر مخرج الفنشورى ثم الى قطر الماسورة الأصلي تعود سرعة الماء الى ما كانت عليه قبل دخولها الى الفنشورى طبقا لنظرية ثبوت الطاقات. إلا أن ذلك لا يحدث عمليا حيث يفقد جزء من ضغط الماء نتيجة الاحتكاك والتيارات المعاكسة والذي لا يتجاوز ٢٪ من قيمة فرق الضغط الناشئ. وهذه الأجهزة تعطى وتسجل تصرفات الخطوط ويستفاد بها فى رسم خرائط التصريفات الموحدة فى الشبكة.

العلاقة بين فرق الضغط الناتج من صفر مقطع الفنشورى وبين تصرف الماء طبقا للمعادلة  $Q = C\sqrt{H}$

حيث  $Q =$  تصرف المياه،  $H =$  فرق الضغط الناتج،  $C =$  ثابت والنسبة بين قطر رقبه الفنشورى (d) وقطر الماسورة (D) تكون مساوية ٢٥، ٠



شكل (٢٠٠)

فنشورى القياس

ب - قياس السرعة والتصريف بأنبوب بيتوت: (Pitot Tube)

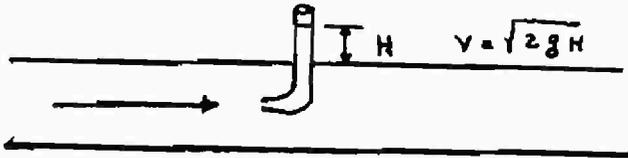
تصرف المياه في الماسورة = متوسط سرعة المياه  $\times$  المساحة الفعلية لمقطع الماسورة.  
تصل سرعة المياه في أعلا نقطة الى حوالي ٠,٤ من سرعة المياه عند المركز والى ٠,٦ عند أوطى نقطة. و تصل أقصى سرعة أسفل مركز الماسورة بقليل.

تعتمد نظرية أنبويه بيتوت عن أن سرعة المياه  $v = \sqrt{2gH}$  شكل (٢٠١)، حيث يوضع رأس قياس الجهاز عند موقع نصف القطر للماسورة. وبمعرفة نصف القطر الداخلى للماسورة (نق) يمكن حساب مقطع الماسورة ط نق<sup>٢</sup>.

وباستخدام المعادلة  $v = \sqrt{2gH}$  يمكن تعيين سرعة المياه.

ويمكن تعيين معدل التصريف باستخدام المعادلة  $AV = Q$  حيث  $A = \text{ط نق}^2$ .

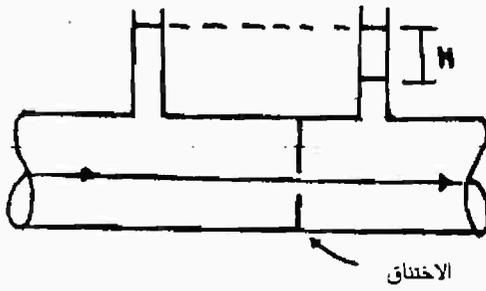
يمتاز هذا الجهاز عن الفنشورى لامكان استخدامه بسهولة للقياس للتصرف والسرعة فى أكثر من نقطة فى الشبكة حيث لا يلزم تركيبه بصفة مستمرة بل عند استعماله للقياس فقط. ويتوفير تجهيزات مغناطيسية وكهربية يمكن القياس المباشر للتصرف والسرعة على مقياس مدرج.



شكل (٢٠١)  
أنبوب بتوت

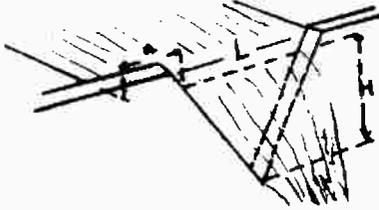
ج - عدادات المياه المنزلية: Water Meters

تقاس التصريفات بعدادات المياه فى محطات الطلمبات أو محطات التنقيه أو فى المواسير الرئيسية أو الفرعية أو على الوصلات المنزلية أو على فروع تغذية المصانع والمحلات ويقاس التصريف فى هذه العدادات عن طريق مؤشر أو أرقام. وتوجد أنواع مختلفة من العدادات وطرازات مختلفة منها التريبنى والمروحي واللولى وكذلك العمل بمجموعات تروس

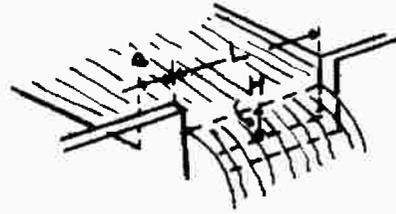


وبالمغناطيس . وجميعها تعمل  
بفكره دوران مروحة مع مرور  
المياه حيث يزداد دوران المروحة  
مع زيادة السرعة للمياه . يتم نقل  
وترجمة حركة المروحة الى معدل  
تدفق باستخدام تجهيزات مختلفة .

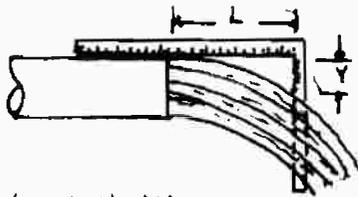
شكل (٢٠٢) الاختناق في الماسورة لقياس التدفق



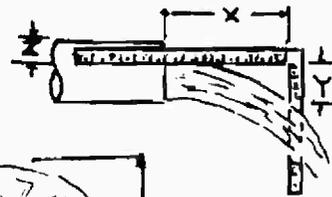
شكل (٢٠٤ - ب)



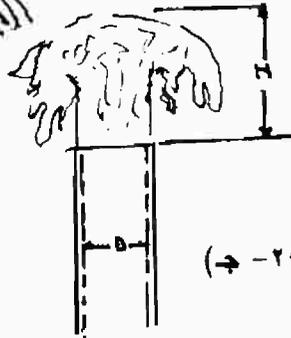
شكل (٢٠٤ - أ)



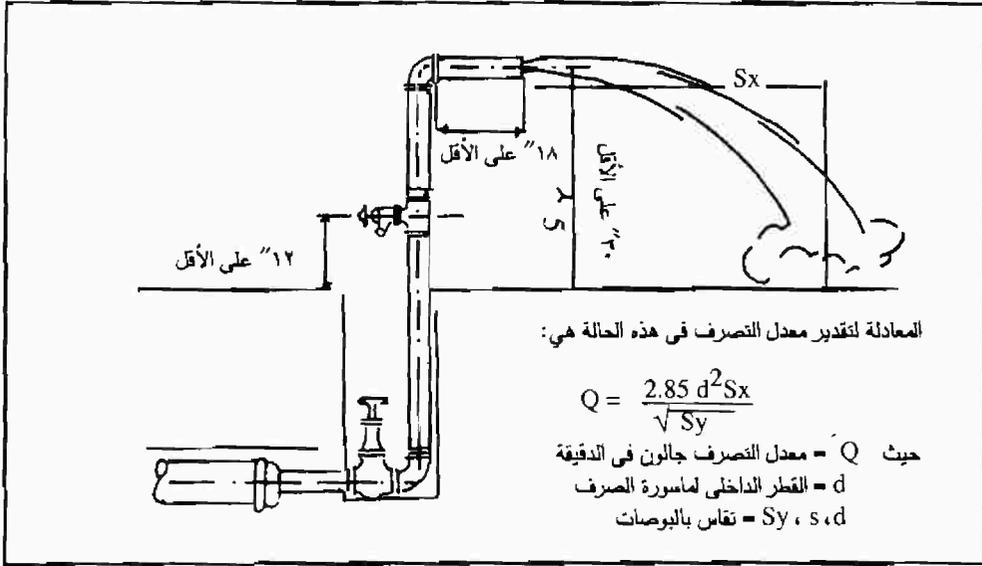
شكل (٢٠٤ - د)



شكل (٢٠٤ - ج)



شكل (٢٠٤ - هـ)



شكل (٢٠٤ - هـ) قياس معدل التصريف بتجهيزات خاصة

#### د- الاختناق في مسار تدفق المياه في الماسورة:

قياس معدل التدفق بعمل إختناق في قطر الماسورة بما يسبب نقص في القطر شكل ٢٠٢ يوضع الإختناق في مسار التدفق للماء حيث يسبب زيادة في السرعة خلال الإختناق. وهذا يسبب خفض في الضغط عند الإختناق. الفرق في الضغط عند دخول المياه الى العداد والضغط المنخفض عند الإختناق يستخدم لإيجاد معدل التدفق وذلك باستخدام أجهزة تحويلية أخرى.

#### هـ- الروتاميتير: (Rotameter)

عبارة عن عوامة موضوعة في أنبوية مستدقة (Tapered Tube) في مجرى المياه شكل (٢٠٣). الفرق في الضغط فوق وأسفل العوامة يسبب تحرك للعوامة مع تغير التدفق معدل التدفق اللحظي تقرأ مباشرة على مقياس معاير ملتصق بالأنبوية وذلك عند قراءة التدرج أعلى العوامة.

### ٣- قياس التدفق في القنوات المفتوحة:



شكل (٢٠٣) الروتاميتير

قياس التدفق في القنوات المفتوحة يجرى بوضع إختناق أو حاجز في مسار تدفق المياه بما يسبب ارتفاع في تدفق المياه شكل (٢٠٤) هذا الارتفاع (H) له علاقة رياضية بالسرعة المياه وعند استخدام قياس الارتفاع يمكن تعيين معدل التدفق كما في الحالات الآتية

أ - الهدار المستطيل شكل (٢٠٤ - أ)

$$\text{معدل التدفق } Q = 3,33 \sqrt{1.5H} (0.2H - L)$$

حيث  $Q =$  معدل التدفق قدم مكعب في الثانية

$L =$  طول فتحة الهدار بالقدم (يجب أن يكون ٤ - ٨ ضعف H)

$H =$  الارتفاع على الهدار بالقدم ويقاس على مسافة لا تقل عن ٦ قدم من فتحة الهدار

$$a = \text{لا تقل عن } 3 \text{ ضعف } H$$

ب - الهدار المثلث شكل (٢٠٤ - ب)

$$Q = 2,4381 H^{3/2} \text{ في حالة فتحه المثلث } 90^\circ$$

$$Q = 1,4076 H^{3/2} \text{ في حالة فتحه المثلث } 45^\circ$$

حيث  $Q =$  تدفق المياه قدم مكعب في الثانية

$L =$  طول فتحة الهدار بالقدم

$H =$  ارتفاع المياه فوق رأس مثلث الفتحة بالقدم

$$a = \text{لا تقل عن } (L^{3/4})$$

ج - قياس التدفق من المواسير الرأسية شكل (٢٠٤ ج) يتم لقياس

الارتفاع والمعادلة

$$Q = 5,68 H^{3/2} / K$$

حيث  $Q =$  التدفق جالون في الدقيقة

$D =$  القطر الداخلي للماسورة بالبوصة

$H =$  ارتفاع عامود المياه بالبوصة

$K =$  ثابت للمواسير  $2-6 = 0.87 - 0.97 = H, 0.97 - 0.87 = 0.10$

د - لتقدير التدفق من المواسير المفتوحة شكل، (٢٠٤ - د)

• في حالة الماسورة المملوءة بالتدفق وعلى فرض

قطر الماسورة  $10 = 10$

$11 = x$

$6 = Y$

من الشكل (٢٥٠) باستخدام زاوية مدرجة وصل  $11$  العامود  $A (6 = I)$  مع  $10$  على

العامود  $B$  ثم اقرأ التدفق على العامود  $C = 1300$  جالون في الدقيقة

قطر الماسورة  $10 = 10$

$11 = x$

$6 = Y$

$$0.2 = \frac{2}{10} \quad \frac{Z}{D} = \therefore 2 = Z$$

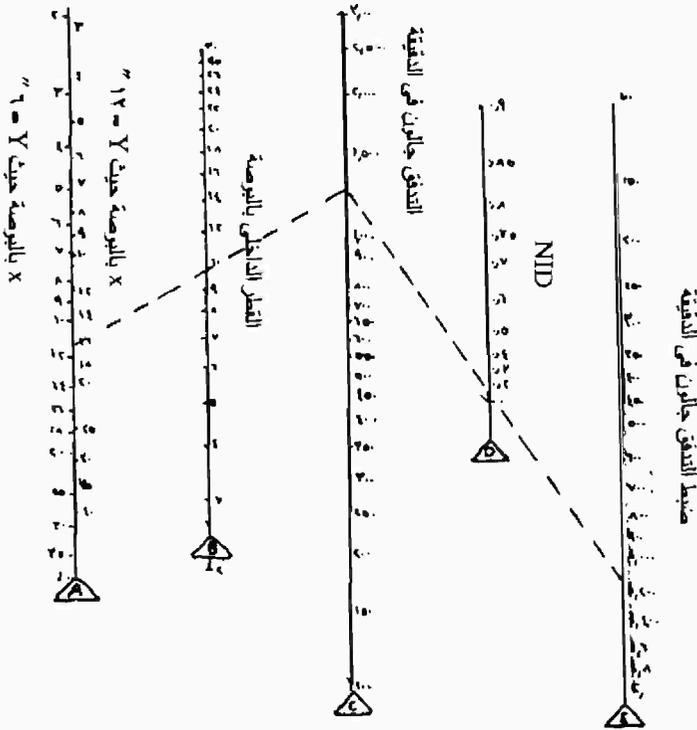
يفترض الماسورة مملوءة بالتدفق ونفذ الخطوات في المثال السابق. ثم بخط مستقيم

وصل  $1300$  جالون في الدقيقة على العامود  $C$  مع  $0.2$  على العامود  $E$  وقرأ التصرف

$1100$  جالون في الدقيقة.

في حالة اعداد تجهيزة صرف مياه بأبعاد معينة كما في الشكل (٢٠٤ هـ).

$$\text{حيث } Q = \frac{S_x d^2 2.83}{\sqrt{S_r}}$$



شكل (٢٠٥) تقدير التدفق من المواسير

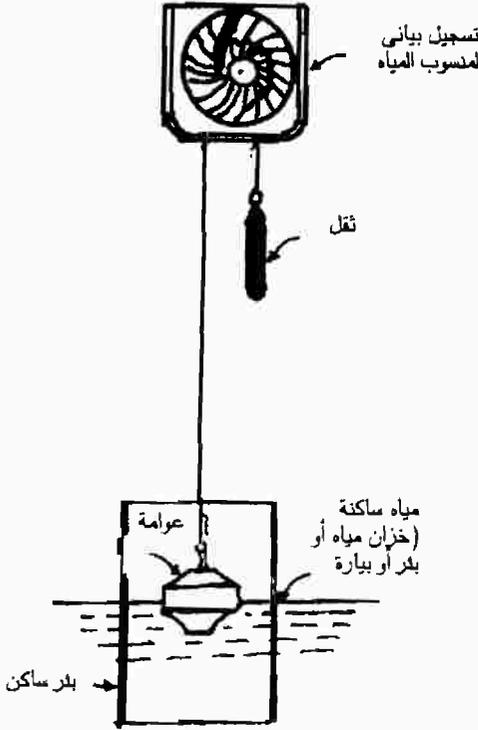
يجب أن تكون الماسورة أفقية هذه القيم تقريبيه

#### ٤- قياس المنسوب: Level

أبسط طريقة مباشرة لقراءة المنسوب للمياه المعالجة النظيفة في الخزانات هي الأنبوية الزجاجية المدرجة خارج الخزان. ولكن في بعض الحالات يكون من الصعب تركيب أنبويه قراءة المنسوب (Sight Tube)، ولهذا تستخدم بعض أجهزة قياس المنسوب الأخرى.

#### أ- نظام العوامة: Float System شكل (٢٠٦).

في هذا النظام تربط العوامة بقضيب أو حبل. العوامة تطفو على سطح السائل الجارى قياس منسوبه حيث ترتفع العوامة وتنخفض مع سطح السائل. وقد يتم ربط العوامة بتجهيزه



شكل (٢٠٦)

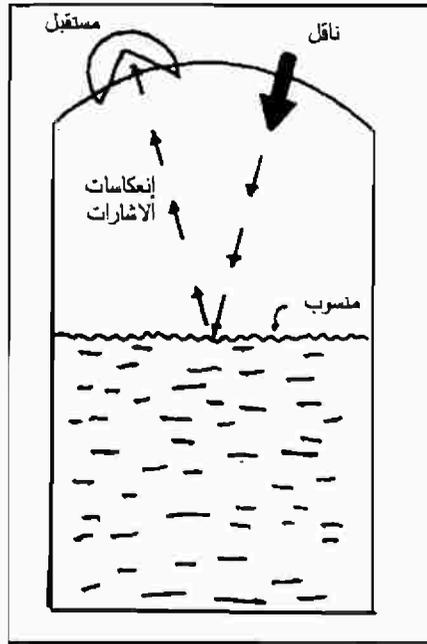
عوامة لقياس منسوب السائل

ميكانيكيه بما يمكن من قراءة منسوب السائل شكل (٢٠٦). كما تستخدم أسلاك كهربيه معزولة لربط العوامة، عندئذ في حالة إرتفاع منسوب السائل يحدث إتصال بين طرفي السلك الكهربي. وعند إنخفاض منسوب عن حد معين يحدث عدم الاتصال الكهربي وفي كلا الحالتين يتحول الاتصال أو الفصل الكهربي الى اشارة كهربية. ومثل الكابل الكهربي يمكن كذلك استخدام أسلاك المكثف (Capacitance Proes) حيث التغير في المكثف عند إرتفاع منسوب السائل أو إنخفاضه المتصق بسلك المكثف والذي بالتالي يحرك ناقل (Raley) والذي ينقله الى تجهيزات تالية أو إشارات.

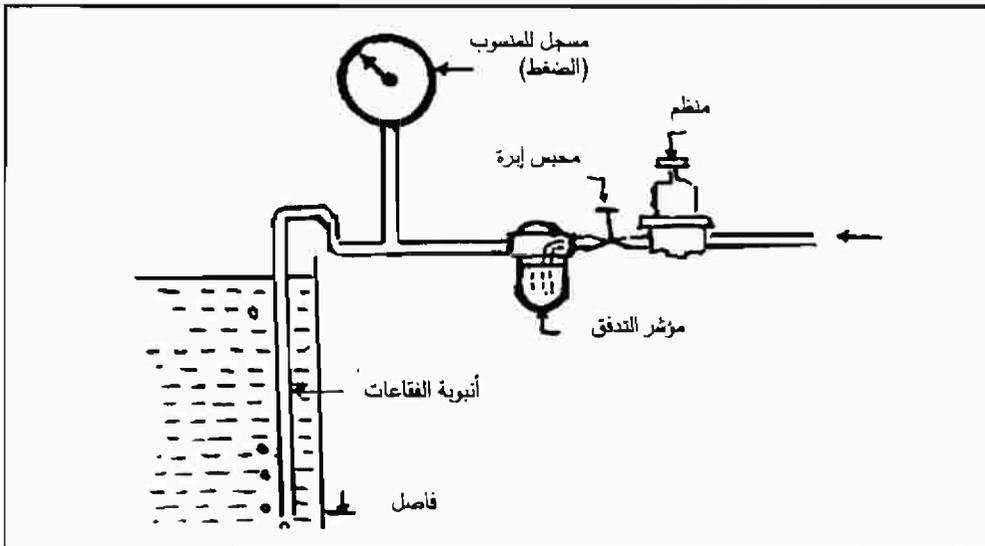
### ب - كما يمكن كذلك استخدام سلك الموجات فوق الصوتيه (Ultrasonic)

وذلك باستخدام ناقل ومستقبل عند نهايات السلك حيث الاشارات المنقولة من الناقل الى المستقبل تتغير عند وجود السلك داخل أو خارج السائل والذي بالتالي يحرك ناقل (Relay) لتوضيح الموقف. كما يمكن استخدام الموجات فوق الصوتيه في التسجيل المستمر للمنسوب. حيث في هذه الحالة فإن الناقل والمستقبل يكونوا مثبتين على سطح الخزان. الزمن اللازم لانعكاس الموجه فوق الصوتيه على سطح السائل أو المادة الصلبه وعودتها الى المستقبل والتي يمكن ترجمتها اليكترونيا الى منسوب شكل (٢٠٧) وفائده القياس بالموجات فوق

الصوتيه أنه يمكن استخدامها في الخزانات الكبيره والصغيره وكذلك في حالات الضغط والتفريغ.



شكل (٢٠٧) استخدام الموجات فوق الصوتيه لقياس المنسوب



شكل (٢٠٨) أنبويه الفقاعات لقياس المنسوب

**ج- صندوق المنفاخ (الرداخ): (Diaphragm Box)**

عند استخدام صندوق المنفاخ المقفل المرن المعرض للسائل المطلوب قياس منسوبه فإن الضغط الهيدروستاتيكي المسلط على المنفاخ المغمور بسبب تغير في حجم صندوق المنفاخ المقفل وهذا التغير يحدث طبقا لتغير منسوب السائل. هذا التغير هو تغير في حجم الهواء (ضغط) حيث ينقل خلال سلك موصل الى عداد ضغط معاير لقراءة مسافات (ستيمترات أو بوصات).

**د- أنبوبة الفقاعات (Bubbler Tube) شكل (٢٠٨):**

في أنبوية الفقاعات يستخدم ضغط الهواء لقياس منسوب السائل. ويبنى هذا النظام على أساس ضغط الهواء اللازم لمقاومة الضغط الهيدروستاتيكي عند قاع الخزان. ومن الناحية العملية توضع أنبوية عمودية في الخزان، وضغط الهواء يزداد الى الحد الذي يعمل على دفع الماء من الأنبوية وبدء خروج فقاعات الهواء. الضغط اللازم لدفع الهواء خارج الأنبوية يختلف طبقا لمنسوب السائل والكثافة النوعية للسائل والجاذبيه الأرضيه وهذه العلاقة يتم تحويلها الى قياس للمنسوب. ويستخدم هذا النظام فقط في حالة الخزانات المكشوفه للضغط الجوي وليس في حالة الخزانات المقفولة شكل (٢٠٨). كما يستخدم هذا الجهاز لقياس منسوب السوائل العدوانيه والتي يصعب تداولها وكذلك السوائل ذات اللزوجة العاليه وكذلك المياه المحمله بالمواد العائقة مثل الروية (Sludge) الخارجة من أحواض الترسيب.. وذلك نظرا لأن أنبوية الفقاعات هي الجزء الوحيد المتصق به السائل.

**هـ- قياس السرعة في محطات المعالجة.**

عادة القياس للسرعة في محطات المعالجة هو بمقياس سرعة الدوران. ويتم ذلك باستخدام مقياس سرعة الدوران (Tachometer). مقياس سرعة الدوران الكهربي- الميكانيكي يستخدم تجهيزه أو قضيب مرن لالتقاط حركة الدوران. وقد يستخدم صندوق تروس لزيادة أو خفض حركة الدوران. وتستخدم حركة الدوران هذه لتشغيل مولد كهربي صغير حيث الخرج الكهربي يعاير طبقا لعدد اللفات في الدقيقة. كلما زاد عدد اللفات كلما زاد الخرج الكهربي وبالعكس.

٦- معاملات التحويل:

جدول (٥٧) معاملات التحويل للأطوال

| الضرب في | الى           | للتحويل من |
|----------|---------------|------------|
| ٢٥,٤     | ملمتر         | بوصة       |
| ٠,٣٠٤٨   | متر           | قدم        |
| ٠,٩١٤٤   | متر           | ياردة      |
| ١,٦٠٩٣   | كيلومتر       | ميل        |
| ٠,٠٣٩٤   | بوصة          | ملمتر      |
| ٣,٢٨٨    | قدم           | متر        |
| ١٠٩٣,٦   | ياردة         | كيلومتر    |
| ٠,٦٢١٤   | ميل           | كيلومتر    |
| ٥٢٨٠     | قدم           | ميل        |
| ١٦٠٩,٣   | متر           | ميل        |
| ٠,٠٢٥٤   | متر           | بوصة       |
| ١        | سنتيمتر مكعب  | مليتر      |
| ١,٦٠٩    | كيلومتر       | ميل        |
| ١,٠٩٤    | ياردة         | متر        |
| ٠,٠٠١    | ميكرون        | مليمكرون   |
| ٦-١٠     | متر           | ميكرون     |
| ٤-١٠     | سنتيمتر       | ميكرون     |
| ١٠٠٠     | ميكرون        | ملمتر      |
| ٤١٠      | وحدة أنجسترون | ميكرون     |
| ٤١٠      | ميكرون        | سنتيمتر    |
| ٣        | قدم           | ياردة      |
| ١٢       | بوصة          | قدم        |
| ١٧٦٠     | ياردة         | ميل        |
| ٨١-      | وحدة أنجسترون | سنتيمتر    |

جدول (٥٨) معاملات التحويل المساحات

| اضرب في   | الى           | للتحويل من    |
|-----------|---------------|---------------|
| ٦,٤٥١٦    | سنتيمتر مربع  | بوصة مربعة    |
| ٠,٠٩٢٩    | متر مربع      | قدم مربع      |
| ٠,٨٣٦١    | متر مربع      | ياردة مربعة   |
| ١٠,٧٦٣٩   | قدم مربع      | متر مربع      |
| ٦,٤٥٢     | سنتيمتر مربع  | بوصة مربعة    |
| ٢,٥٩      | كيلو متر مربع | ميل مربع      |
| ٠,٤٠٤٧    | هكتار         | فدان          |
| ٢,٤٧١     | فدان          | هكتار         |
| ١٠٠٠٠     | متر مربع      | هكتار         |
| ٠,٠٠٣٨٦   | ميل مربع      | هكتار         |
| ٠,٣٨٦١    | ميل مربع      | كيلو متر مربع |
| ٢٤٧,١٠٥   | فدان          | كيلو متر مربع |
| ٠,٠٠١٠٧٦٧ | قدم مربع      | سنتيمتر مربع  |

جدول (٥٩) معاملات التحويل المكابيل والأحجام

| إضرب في    | الى             | للتحويل من                           |
|------------|-----------------|--------------------------------------|
| ٠,٠٠٣٧٨٥   | متر مكعب        | جالون (أمريكي)                       |
| ١,٣٣٦٨١    | قدم مكعب        | جالون (أمريكي)                       |
| ٣,٧٨٥٣٣    | لتر             | جالون (أمريكي)                       |
| ٠,٠٣٥٣٢    | قدم مكعب        | لتر                                  |
| ٠,٢٢       | جالون (إنجليزي) | لتر                                  |
| ٠,٢٦٤١٨    | جالون (أمريكي)  | لتر                                  |
| ٤,٥٤٦٠٩    | لتر             | جالون (إنجليزي)                      |
| ٠,٠٠٤٥٤٦٠٩ | متر مكعب        | جالون (إنجليزي)                      |
| ٠,٢٦٠٥٤٤   | متر مكعب        | جالون (إنجليزي)                      |
| ٠,٢٦٤١٧٢   | جالون (أمريكي)  | لتر                                  |
| ١٠٠٠       | سنتيمتر مكعب    | لتر                                  |
| ٣٥,٨١٥٠٠   | قدم مكعب        | متر مكعب                             |
| ٠,٠٢٨٣     | متر مكعب        | قدم مكعب                             |
| ١٦,٨٨٧١    | سنتيمتر مكعب    | بوصة مكعبه                           |
| ١,٦٠٧٩٥    | يارده مكعبه     | متر مكعب                             |
| ١          | سنتيمتر مكعب    | مليالتر                              |
| ١٠٠٠       | متر مكعب        | ١ ملميتز مياه أمطار/ كم <sup>٢</sup> |
| ٢٨,٣       | لتر             | قدم مكعب                             |
| ٤٥٤٦٠٩     | سم <sup>٣</sup> | جالون (إنجليزي)                      |

جدول (٦٠) معاملات تحويل الأوزان والكثافة

| إضرب في | الى                       | للتحويل من                |
|---------|---------------------------|---------------------------|
| ٢,٢٠٤٦٢ | رطل                       | كيلو جرام                 |
| ٠,٤٥٤   | كيلو جرام                 | رطل                       |
| ٠,١٣٨٢٦ | نيوتن                     | رطل                       |
| ٠,١٠١٩٧ | كيلو جرام                 | نيوتن                     |
| ٩,٨١    | نيوتن                     | كيلوجرام                  |
| ٩,٨١    | كيلو نيوتن                | طن                        |
| ٢٨,٣٤٩٥ | جرام                      | أوقيه                     |
|         | أوقيه                     | رطل                       |
| ٠,٠٦٤٨  | جرام                      | حبه (Grain)               |
| ١٦,٠١٨٥ | كيلو جرام في المتر المكعب | رطل في القدم مكعب         |
| ١٦,٠١٨٥ | جرام في اللتر             | رطل في القدم المكعب       |
| ٠,٠٦٢٤  | رطل في القدم المكعب       | كيلو جرام في المتر المكعب |

جدول (٦١) معاملات التحويل للطاقة

| إضرب في  | الى         | للتحويل من       |
|----------|-------------|------------------|
| ٠,٧٤٥٧   | كيلووات     | ١ قوة حصان $h_p$ |
| ٧٤٥,٧    | واحد وات    | واحد قوة حصان    |
| ١,٣٤١٠٢  | قوة حصان    | واحد كيلووات     |
| ٤,٢      | جول         | كالورى           |
| ٠,٠٠٣٩٧  | B.T.U       | كالورى           |
| ٠,٢٣٩    | كالورى      | جول              |
| ٠,٧٣٧    | قدم-رطل     | جول              |
| ٠,٢٧٧٧٨  | كيلوات ساعة | جول              |
| ٠,٢٧٧٧٨  | وات ساعة    | كيلو جول         |
| ٠,٠٠٠٢٥٣ | كيلوات ساعة | BTU              |
| ١,٠٥٥٠٦  | كيلو جول    | BTU              |
| ٢٥٢      | كالورى      | BTU              |
| ٣,٦      | ميجا جول    | كيلوات ساعة      |

جدول (٦٢) معاملات التحويل للضغوط والإجهاد (Pressure And Stress)

| إضرب في  | الى                        | للتحويل من                 |
|----------|----------------------------|----------------------------|
| ٠,٠٧٠٣   | كيلو جرام/ سم <sup>٢</sup> | رطل/ بوصة مربعة            |
| ٤,٨٨٢٤٣  | كيلو جرام/ سم <sup>٢</sup> | رطل/ قدم مربع              |
| ١٤,٦٩٥٩  | رطل/ بوصة مربعة            | ضغط جوى                    |
| ١٠١٣٢٥   | نيوتن/ المتر المربع        | ضغط جوى                    |
| ٧٦٠      | ملميتزر زئبق               | ضغط جوى                    |
| ١,٠١٣٢٥  | بار                        | ضغط جوى                    |
| ١٤,٦٩٥٩  | قدم/ بوصة مربعة            | ضغط جوى                    |
| ٣٣,٨٩٨٤  | قدم ماء                    | ضغط جوى                    |
| ١,٠٣٣٢٢  | كيلو جرام/ سم <sup>٢</sup> | ضغط جوى                    |
| ١٠٣٣٢,٢  | كيلو جرام/ متر مربع        | ضغط جوى                    |
| ١٤,٢٢٣   | رطل/ بوصة مربعة            | كيلو جرام/ سم <sup>٢</sup> |
| ١٠       | متر ماء                    | كيلو جرام/ سم <sup>٢</sup> |
| ٠,٩٦٧٨٤  | ضغط جوى                    | كيلو جرام/ سم <sup>٢</sup> |
| ٠,٢٠٤٨١٦ | رطل/ البوصة المربعة        | كيلو جرام/ متر مربع        |
| ٠,٦٨٥    | طن/ قدم مربع               | كيلو جرام/ ملميتزر مربع    |
| ٢,٧٨٤٥   | رطل/ قدم مربع              | ملميتزر زئبق               |
| ٩,٨      | كيلو باسكال                | واحد متر ضغط               |
| ٠,١٤٥    | رطل/ البوصة المربعة        | كيلو باسكال                |
| ٠,٠٠٩٨٧  | ضغط جوى                    | كيلو باسكال                |
| ١٠,١٩٧   | كيلو جرام/ سم <sup>٢</sup> | نيوتن/ ملميتزر مربع        |
| ١٤٥,٠٣٨  | رطل/ بوصة مربعة            | نيوتن/ ملميتزر مربع        |
| ٠,٠٠٦٩٥  | نيوتن/ ملميتزر مربع        | رطل/ بوصة مربعة            |
| ٠,٢٠٥    | رطل/ قدم مربع              | كيلو جرام/ متر مربع        |
| ٤٧,٨٨    | نيوتن/ متر مربع            | رطل/ قدم مربع              |

جدول (٦٣) معاملات التحويل للقوة Force ، عجلة الجاذبية الأرضية (g)

| إضرب في  | الى             | عند التحويل من    |
|----------|-----------------|-------------------|
| ٤,٤٤٨٢٢  | نيوتن           | رطل / قدم         |
| ٠,٤٥٣٥٩٢ | كيلو جرام / قدم | طن قدم            |
| ٩,٩٦٤٠٢  | كيلو نيوتن      | نيوتن             |
| ٠,١٠١٩٧٢ | كيلو جرام / قدم | ١٠ داین           |
| ٠,١٠١٩٧٢ | كيلو جرام / قدم | نيوتن             |
| ٠,٢٢٤٨٠٩ | رطل / قدم       | كيلو جرام قدم     |
| ٢,٢٠٤٦٢  | رطل قدم         | عجلة الجاذبية (g) |
| ٣٢,١٧٤   | قدم / (ثانية)²  |                   |
| ٩٨٠,٦٦٥  | سم / (ثانية)²   |                   |

جدول (٦٤) معاملات تحويل السرعة

| اضرب في  | الى                | عند التحويل من |
|----------|--------------------|----------------|
| ٣,٢٨٠٨   | قدم في الثانية     | متر في الثانية |
| ٢٢٣٦٩    | ميل في الساعة      | متر في الثانية |
| ٠,٤٤٧    | متر في الثانية     | ميل في الساعة  |
| ١,٦٠٩٣   | كيلو متر في الساعة | ميل في الساعة  |
| ٠,٣٤٠٨   | متر في الثانية     | قدم في الثانية |
| ٠,٠٩٤٧   | كيلو متر في الساعة | قدم في الثانية |
| ١,٤٦٦٧   | قدم في الثانية     | ميل في الساعة  |
| ٠,٠١١٣٦٤ | ميل في الساعة      | قدم في الدقيقة |

جدول (٦٥) الوحدات

|       |   |             |
|-------|---|-------------|
| ١٢١٠  | = | Tera تيرا   |
| ٩١٠   | = | giga جيجا   |
| ٦١٠   | = | Miga ميغا   |
| ٣١٠   | = | Kilo كيلو   |
| ١٠    | = | Hecto هيكتو |
| ١-١٠  | = | Deci ديسي   |
| ٢-١٠  | = | Centh سنتي  |
| ٣-١٠  | = | Milli مللي  |
| ٦-١٠  | = | Micro ميكرو |
| ٩-١٠  | = | Nano نانو   |
| ١٢-١٠ | = | Pico بيكو   |
| ١٥-١٠ | = | Femto فيمتو |
| ١٨-١٠ | = | Atto أتر    |

جدول (٦٦) معاملات التحويل لمعدلات التحميل السطحي - للمعالجات

| إضرب في    | الى                               | للتحويل من                                   |
|------------|-----------------------------------|--|
| ٠,٠٠٧٠٥٥٥٥ | ملمتر في الثانية                  | بوصة في الساعة                               |
| ١١٧٤٤١     | متر مكعب / متر مربع / اليوم       | جالون (انجليزي) / قدم <sup>٣</sup> في الساعة |
| ١,١٢٧٣٦    | متر مكعب / متر مربع / اليوم       | مليون جالون (انجليزي) على                    |
| ٠,٠١٣٠٠١٦  | متر في الثانية                    | الفدان في اليوم                              |
| ٠,٠١٤٩١٥   | متر مكعب / اليوم / المتر          | جالون (انجليزي) في اليوم / القدم             |
| ١٤١,٧٣٢    | بوصه في الساعة                    | ملمتر في الثانية                             |
| ٧٣,٥٦٨٩    | جالون / قدم <sup>٣</sup> / الساعة | ملمتر في الثانية                             |
| ٧٦,٩١٣     | مليون جالون / الفدان / اليوم      | ملمتر في الثانية                             |
| ٠,٨٥١٤٩    | جالون / قدم مربع / يوم            | ١ متر مكعب / متر مربع / اليوم                |
| ٠,٨٩٠١٨٧   | مليون جالون / الفدان / اليوم      | ١ متر مكعب / متر مربع / اليوم                |
| ٦٧,٤٦٦     | جالون / اليوم / المتر             | ١ متر مكعب / اليوم / المتر                   |

## المراجع

- 1 - General Publications, Texts, Hand books, And Manvals (Re Fer to the American Water Works Association (AWWA)) for Complete list of publications And Recommended Texts.
- 2- Moni Factures And Materiols Associations Books And Data
  - El Nasr Casting Company Abost Grey And Dnctile Castirom Pipes
  - El Nasr Company For Steel P.pes And Commodoties.
  - Segwart Company For Manufactaure of Aspestos Cement pipec And Vitrifiedclay Pipes.
  - Local Companies Producing Plastic Pipes And Fiber Glass Reinforced Plastic Pipes (GRP).
  - Prestressed Concrete Pressure Pipes Company.
- 3 - Text Books And Hand books
  - T.G. Pumps Selection And Application, Ac Graw-Hill, New York (1957)
  - Standard Hand Book of Environmental Engineering RobertA. Corbitt-McGraw Hill, ZN
  - Pipe Trades Hand Book by Robert A.L.EE. Publied by Albert, Canda, T6E 5X2
  - Hand Book of Water Resources and Pollution Contral Edifed by Harryw. Gehm and Iacobl. Bregman, Published by Van Nostrans Reinold Company.
  - Technolog of Water Supply Systems Indevolving Countries by H.F. HOFKes
  - Corrosion And Protection of Meta Gosta Wrangler (United Kingdon-London)
  - Design of Municipal water Pipe Systems By American Society of Civil Engineers
  - Corrosion Control of water waste water Pipe Systems for operators. H.F. HOF Kes.