الباب الثامن

أجهزة القياس ومعاملات التحويل

obeikandl.com

الفهرس

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

obeikandl.com

أجهـــزة القيـــاس:

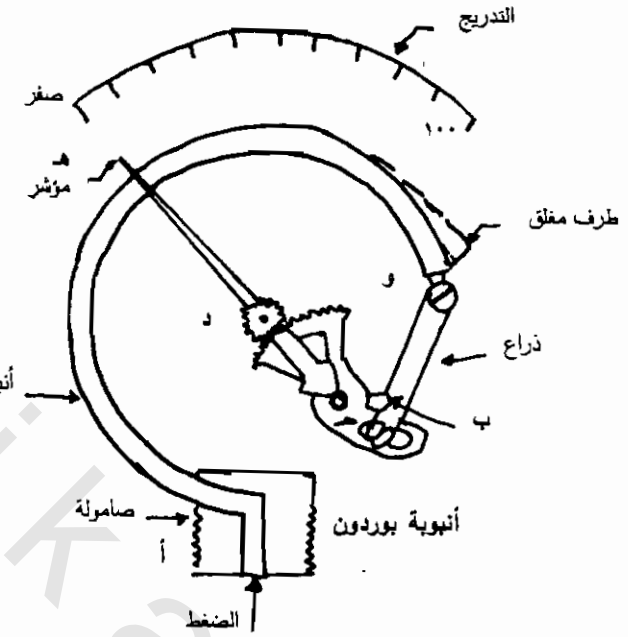
١- قياس الضغط: Pressure شكل (١٩٧، ١٩٨، ١٩٩)

أ – يقـاس الضـغط بأنبـوبة بوردون (Bourdon Tube) شكل (١٩٧) وتتكون أنبـوبة بوردون من ماسورة من النحاس بيضاوية المقطع فى شكل دائرة غير مكتملة. يتصل أحد طرفى الدائرة بصامولة مسننة (مقلوظه) (أ) للدخول فى فتحة الماسورة (أو الوعاء) لقياس الضـغط. يتصل الطرف الآخر الحر (و) بالطرف (ب) لذراع يتـحرك حول المحـور (جـ)، والطرف الآخر للذراع على شكل ترس مسنن (س) على شكل جزء من دائرة يتحرك عليه ترس صـغيـر دائري مسنن (د) ومـثبت فى محـور هذا الترس (د) مـؤشر هـ يتـحـرك أمام تدريج.

عند ربط طرف المانوميتر (أ) بالمكان المطلوب قياس ضغط الماء عنده وانتقال الضغط الى الماسورة النحاسية الذى 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) للخـارج وعليـه دوران الذراع حـول المحـور (جـ) ودوران التـرس (س) الى الداخل مسببا دوران الترس الصغير (د) فى إتجاه عكس إتجاه عقرب الساعة محركا المؤشر (هـ) أمام التدريج معطيا ضغط الماء بالوحدات المناسبة للتدريج.

والماتوميتر يقيس الضغط إما بالمتر (ماء) أو الكيلو جرام/ سم٢ أو بالرطل على البوصه المربعة. مانوميترات الضغط (Pressure Gauges) تقيس الضغوط الموجبة ومانوميترات السـحب (Vacuum Gauges) تقيس الضغوط السالبة. يلزم معايره الماتوميترات كل فترة للتأكد من صحة قراءاتها 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.

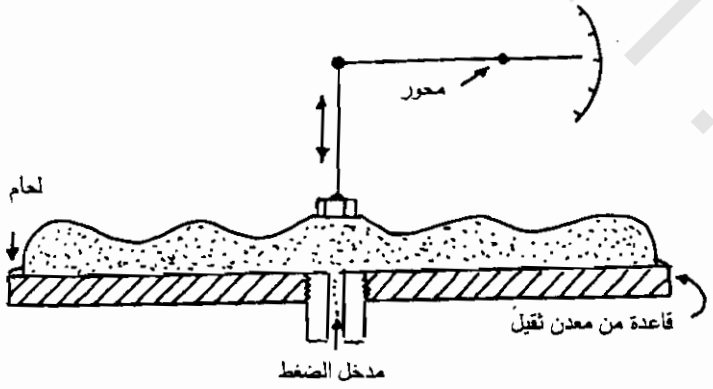
والمانوميترات التى تقيس الضغط باستخدام مادة مرنة تسمى أنبوبة بوردون (Bourdon Tube).



شكل (١٩٧)

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

النوع الآخر من المواد التى تتشكل بالضغط هو المنفاخ أو الرداخ شكل (١٧٨) حيث عند تسلط الضغط يتحرك المنفاخ حركة صغيره، كميه الحركة مرتبطه ميكانيكيا بحركة مؤشر لقراءة الضغط الموجود. وقياس الضغط بالمنفاخ يستخدم فى حالات الضغوط المنخفضة من صفر حتى ١٠ بوصة (٢٥,٤ سم) ماء.



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

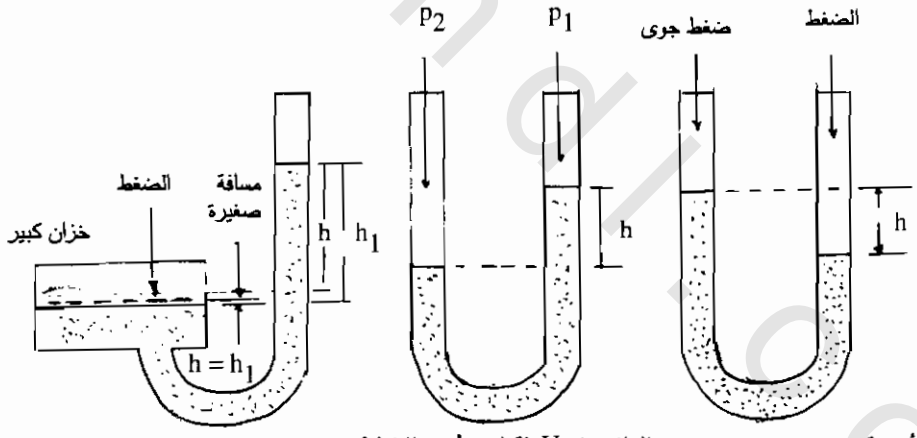
جـ- قياس الضغط بالمانوميتر (Manometer)

المانوميتر هو أنبوب من الزجاج مملوء بالماء أو الزئبق شكل (١٩٩) ينخفض السائل فى الأنبوب أو يرتفع طبقا 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 × 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. والبديل لهذه الخطوة يستخدم بئر للمانوميتر، حيث أن مساحة البئر كافية مقارنة بفتحة المانوميتر بما يمكن من القراءة المباشرة للمانوميتر .

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

يمكن قراءة الضغط الكلى بالبارومتر. البارومتر عباره عن أنبوب مانوميتر مقفل مع وجود تفريغ فى الفرع المغلق. قياسات الضغط مطلقة نظرا لأن الضغط داخل الطرف المغلق يكون دائما صفر.



أنبوبة U لقياس الضغط (مانوميتر)
الضغط = Δh × كثافة سائل المانومتر

المانوميتر U لقياس فرق الضغط
فرق الضغط = h × كثافة سائل المانومتر

الضغط = h × كثافة سائل المانومتر

شكل (١٩٩) مانوميتر البئر لقياس الضغط

٢- قياس التدفق في المواسير: Flow

توجد أنواع كثيره من الأجهزة المستخدمه لقياس التصرف فى القنوات المفتوحة والمواسير. كل هذه الأجهزة تعمل بقياس سرعة التدفق والمساحة حيث كمية التصرف = السرعة × المساحة (Q = VA)

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

أ- الفنشوري: (Venture)

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

مدخل الفنشورى قد يكون مخروطى أو علق شكل فنيه (Nozzle) وكذلك المخرج يستعمل الفنشورى لقياس تصرف الخط المركب عليه وتدريجه يعطى قراءة التصرف مباشرة. وقد يجهز بمسجل لتسجيل التصرفات التى تمر بموقع تركيبه باستمرار على قرص أو شريط بيانى.

فكره جهاز الفنشورى فى قياس التصرف بنيت على نظرية ثبوت مجموع الطاقات التى تنص على.

طاقة الحركة + طاقة الضغط + طاقة الوضع = مقدار ثابت

فنجد أن طاقة الوضع بالنسبة لنقطة الدخول أو الاختناق أو الخروج ثابته حيث أن الفنشورى يكون عادة فى وضع أفقى فى خطوط المواسير. أما طاقة الحركة فإنها تتناسب مع مربع السرعة عند كل نقطة حيث تزيد عند الاختناق لزيادة سرعة الماء عند هذه النقطة وذلك نظرا لأن السرعة تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع والذى يتناسب مع مربع القطر. ولذا فإن طاقة الحركة عند الاختناق تكون اكبر منها عند مدخل الفنشورى. وطبقا لنظرية

ثبوت مجموع الطاقات يحدث نقص فى طاقة الضغط عند الإختناق عنه عند مدخل الفنشورى وبذلك يكون هناك فرق فى 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.

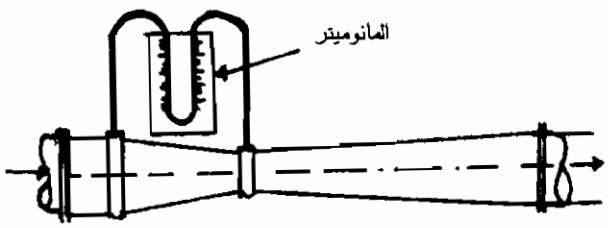
التصرف = مقدار ثابت × $\sqrt{\text{فرق الضغط}}$

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

وبوصول الماء الى نقطة آخر مخرج الفنشورى ثم الى قطر الماسورة الأصلى 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 والذى لا يتجاوز ٢ ٪ من قيمة فرق الضغط الناشىء. وهذه الأجهزة تعطى وتسجل تصرفات الخطوط ويستفاد بها فى رسم خرائط التصرفات الموحدة فى الشبكة.

العلاقة بين فرق الضغط الناتج من صغر 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 ٠,٢٥



شكل (٢٠٠)

فنشورى القياس

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

تصرف المياه فى الماسورة = متوسط سرعة المياه x المساحة الفعلية لمقطع الماسورة.

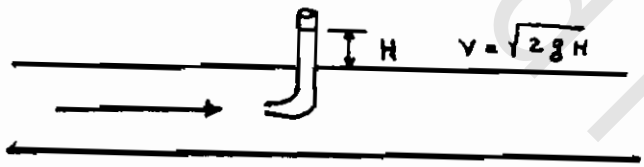
تصل سرعة المياه فى أعلا نقطة الى حوالى ٠,٤ من سرعة المياه عند المركز والى ٠,٦ عند أوطى نقطة. و تصل أقصى سرعة أسفل مركز الماسورة بقليل.

تعتمد نظرية أنبوبه 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^{٢} .

وباستخدام المعادلة $V = \sqrt{2g\,H}$ يمكن تعيين سرعة المياه.

ويمكن تعيين معدل التصرف باستخدام المعادلة $Q = AV$ حيث A = ط نق٢.

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. وبتوفير تجهيزات مغناطيسية وكهربية يمكن القياس المباشر للتصرف والسرعة على مقياس مدرج.

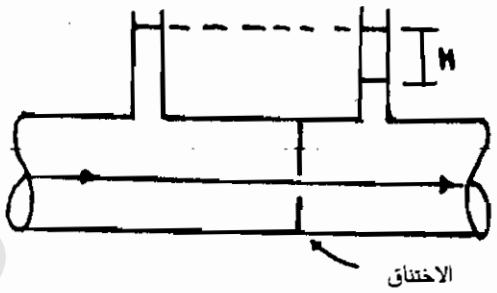


شكل (٢٠١)
أنبوب بتوت

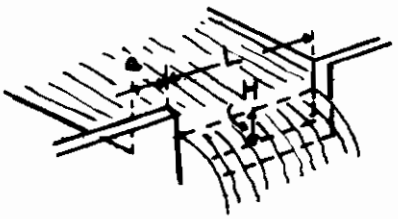
جـ - عدادات المياه المنزلية: Water Meters

تقاس التصرفات 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 التصرف فى هذه العدادات عن طريق مؤشر أو أرقام. وتوجد أنواع مختلفة من العدادات وطرازات مختلفة منها التربينى والمروحى واللولبى وكذلك العمل بمجموعات تروس

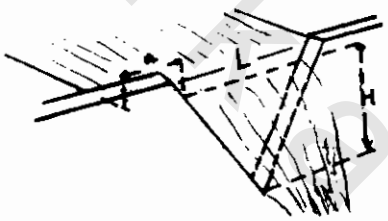
وبالمغناطيس. وجميعها تعمل بفكره دوران مروحة مع مرور المياه حيث يزداد دوران المروحة مع زيادة السرعة للمياه. يتم نقل وترجمة حركة المروحة الى معدل تدفق باستخدام تجهيزات مختلفة.



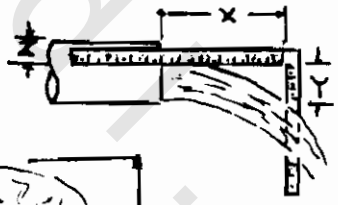
شكل (٢٠٢) الاختناق فى الماسورة لقياس التدفق



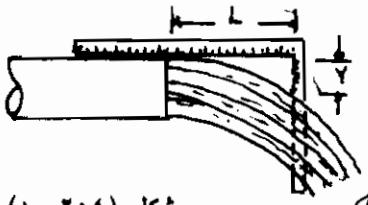
شكل (٢٠٤- أ)



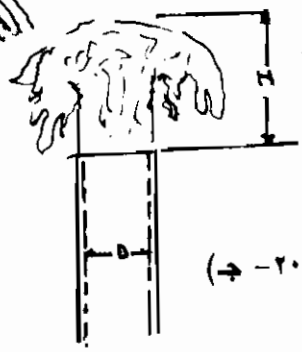
شكل (٢٠٤- ب)



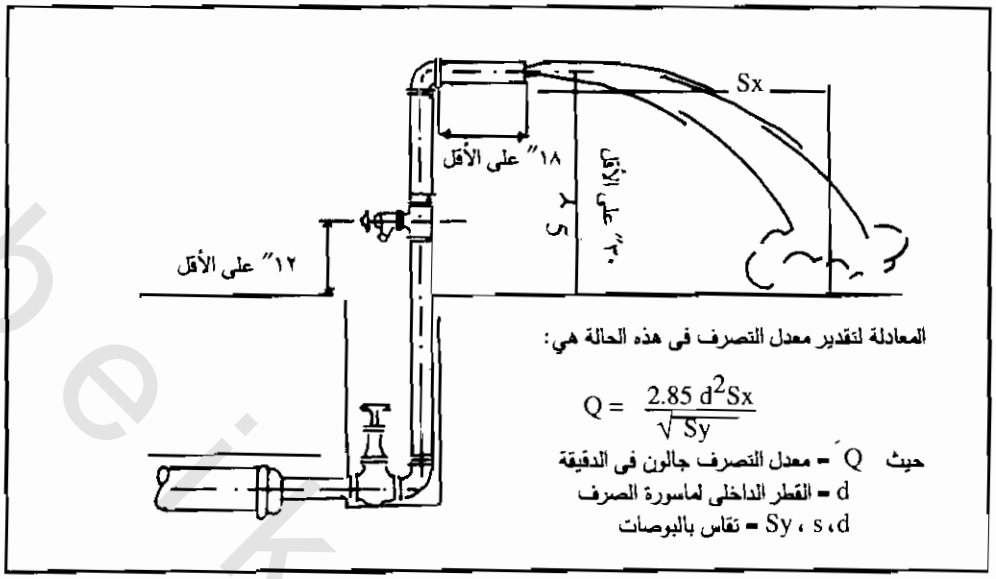
شكل (٢٠٤- د)



شكل (٢٠٤- د)



شكل (٢٠٤- جـ)



شكل (٢٠٤- هـ) قياس معدل التصرف بتجهيزات خاصة

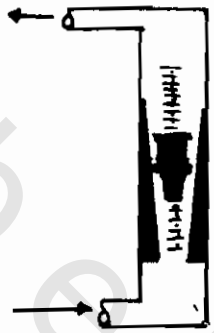
د- الاختناق في مسار تدفق المياه في الماسورة:

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

هـ- الروتاميتـــر: (Rotameter)

عبارة عن عوامة موضوعة فى أنبوبة مستدقة (Tapered Tube) فى مجرى المياه شكل (٢٠٣). الفرق فى الضغط فوق وأسفل العوامه يسبب تحرك للعوامة مع تغير التدفق معدل التدفق اللحظى تقرأ مباشرة على مقياس معاير ملتصق بالأنبوبة وذلك عند قراءة التدريج أعلى العوامه.

٣ - قياس التدفق في القنوات المفتوحة:



شكل (٢٠٣) الروتاميتر

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

أ - الهدار المستطيل شكل (٢٠٤- أ)

معدل التدفق $Q = ٣,٣٣ (0.2H- L) H^{1.5}$

حيث Q = معدل التدفق قدم مكعب فى 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 = لا تقل عن ٣ ضعف H

ب - الهدار المثلث شكل (٢٠٤- ب)

$Q = ٢,٤٣٨١ H^{٥/٢}$ فى حالة فتحه المثلث ٩٠°

$Q = ١,٤٠٧٦ H^{٥/٢}$ فى حالة فتحه المثلث ٤٥°

حيث Q = تدفق المياه قدم مكعب فى الثانية

L = طول فتحة الهدار بالقدم

H = ارتفاع المياه فوق رأس مثلث الفتحة بالقدم

a = لا تقل عن $(L^{٣/٤})$

حـ - قياس التدفق من المواسير الرأسية شكل (٢٠٤ حـ) يتم لقياس الارتفاع والمعادلة

$$Q = ٥,٦٨ H^{٢} K^{\frac{1}{2}}$$

حيث Q = التدفق جالون فى الدقيقة

D = القطر الداخلى للماسورة بالبوصة

H = ارتفاع عامود المياه بالبوصة

K = ثابت للمواسير ٢-٦″ = ٠,٨٧ - ٠,٠٩٧ H = ٦ - ٢٤″

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

• فى حالة الماسورة المملوءة بالتدفق وعلى فرض

قطر الماسورة = ١٠″

x = ١١″

Y = ٦″

من الشكل (٢٥٠) باستخدام زاوية مدرجة وصل ١١″ العامود A (r = ٦″) مع ١٠ على العامود B ثم إقرأ التدفق على العامود C = ١٣٠٠ جالون فى الدقيقة

قطر الماسورة = ١٠″

x = ١١″

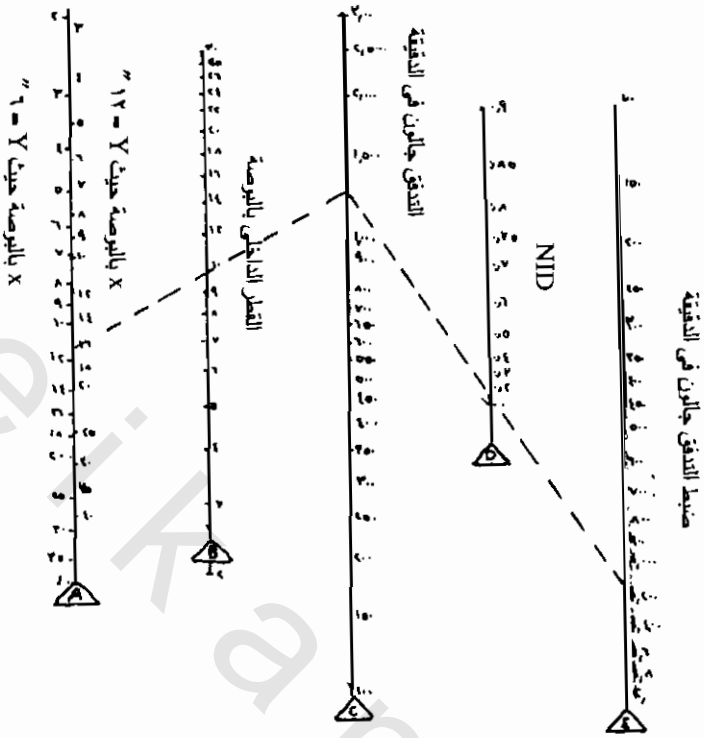
Y = ٦″

∴ Z = ٢″ $\frac{Z}{D}$ = $\frac{٢}{١٠}$ = ٠,٢

يفترض الماسورة مملوءة بالتدفق ونفذ الخطوات فى المثال السابق. ثم بخط مستقيم وصل ١٣٠٠ جالون فى الدقيقة على العامود C مع ٠,٢ على العامود E واقرأ التصرف ١١٠٠ جالون فى الدقيقة.

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

حيث $Q = \frac{Sx\ d^2\ 2.83}{\sqrt{Sr}}$



شكل (٢٠٥) تقدير التدفق من المواسير

يجب أن تكون الماسورة أفقية هذه القيم تقريبيه

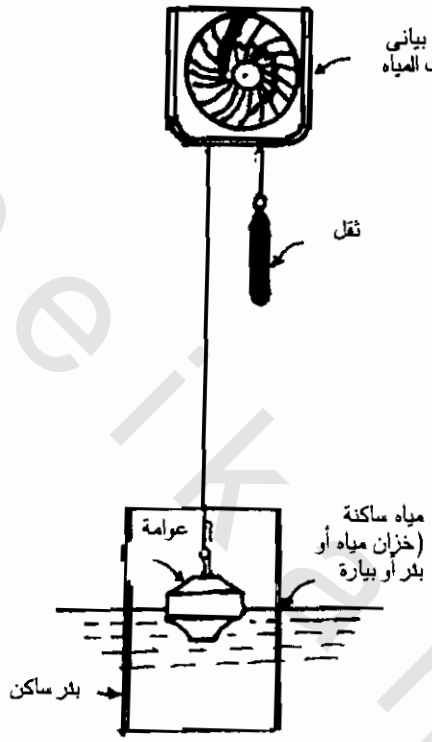
٤ - قياس المنسوب Level:

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

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

فى 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

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

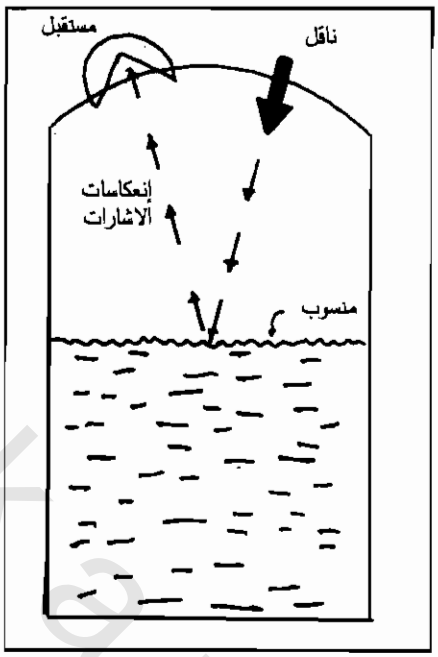


شكل (٢٠٦)
عوامة لقياس منسوب السائل

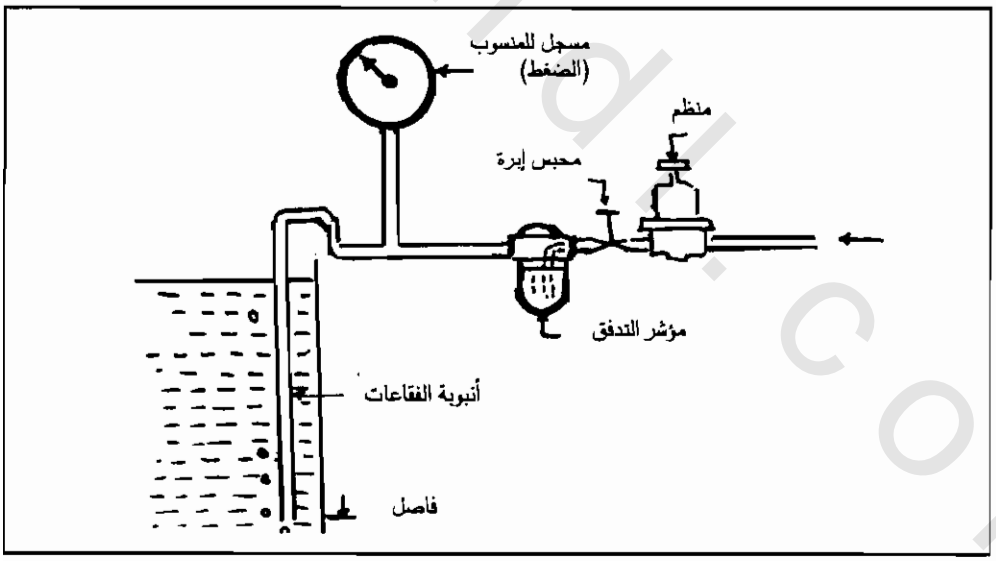
ب - كما يمكن كذلك استخدام سلك الموجات فوق الصوتيه (Ultrasonic)

وذلك باستخدام ناقل ومستقبل عند نهايات السلك حيث الاشارات المنقولة من الناقل الى المستقبل تتغير عند وجود السلك داخل أو خارج السائل والذى بالتالى يحرك ناقل (Relay) لتوضيح الموقف. كما يمكن استخدام الموجات فوق الصوتيه فى التسجيل المستمر للمنسوب. حيث فى 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 والتى يمكن ترجمتها اليكترونيا الى منسوب شكل (٢٠٧) وفائده القياس بالموجات فوق

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



شكل (٢٠٧) استخدام الموجات فوق الصوتيه لقياس المنسوب



شكل (٢٠٨) أنبوبه الفقاعات لقياس المنسوب

جـ- صندوق المنفاخ (الرداخ): (Diaphragm Box)

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

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

فى أنبوبه الفقاعات يستخدم ضغط الهواء لقياس منسوب السائل. ويبنى هذا النظام على أساس ضغط الهواء اللازم لمقاومة الضغط الهيدروستاتيكى عند قاع الخزان. ومن الناحية العملية توضع أنبوبه عموديه فى الخزان، وضغط الهواء يزداد الى الحد الذى يعمل على دفع الماء من الأنبوبه وبدء خروج فقاعات الهواء. الضغط اللازم لدفع الهواء خارج الأنبوبه يختلف طبقا لمنسوب السائل والكثافة النوعية للسائل والجاذبيه الأرضيه وهذه العلاقة يتم تحويلها الى قياس للمنسوب. ويستخدم هذا النظام فقط فى حالة الخزانات المكشوفه للضغط الجوى وليس فى حالة الخزانات المقفولة شكل (٢٠٨). كما يستخدم هذا الجهاز لقياس منسوب السوائل العدوانيه والتى يصعب تداولها وكذلك السوائل ذات اللزوجة العالية وكذلك المياه المحمله بالمواد العالقة مثل الروية (Sludge) الخارجة من أحواض الترسيب.. وذلك نظرا لأن أنبوبه الفقاعات هى الجزء الوحيد الملتصق به السائل.

٥- قياس السرعة في محطات المعالجة.

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

٦ - معاملات التحويل:

جدول (٥٧) معاملات التحويل للأطوال

للتحويل من	الى	اضرب فى
بوصة	ملميتر	٢٥,٤
قدم	متر	٠,٣٠٤٨
ياردة	متر	٠,٩١٤٤
ميل	كيلو متر	١,٦٠٩٣
ملميتر	بوصة	٠,٠٣٩٤
متر	قدم	٣,٢٨٨
كيلومتر	ياردة	١٠٩٣,٦
كيلو متر	ميل	٠,٦٢١٤
ميل	قدم	٥٢٨٠
ميل	متر	١٦٠٩,٣
بوصه	متر	٠,٠٢٥٤
ملىلتر	سنتيمتر مكعب	١
ميل	كيلومتر	١,٦٠٩
متر	ياردة	١,٠٩٤
ملىميكرون	ميكرون	٠,٠٠١
ميكرون	متر	$١٠^{-٦}$
ميكرون	سنتيمتر	$١٠^{-٤}$
ملميتر	ميكرون	١٠٠٠
ميكرون	وحدة أنجسترون	$١٠^{٤}$
سنتيمتر	ميكرون	$١٠^{٤}$
ياردة	قدم	٣
قدم	بوصة	١٢
ميل	ياردة	١٧٦٠
سنتميتر	وحدة أنجسترون	$١^{-٨}$

جدول (٥٨) معاملات التحويل المساحات

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

جدول (٥٩) معاملات التحويل المكاييل والأحجام

للتحويل من	الى	إضرب فى
جالون (أمريكى)	متر مكعب	٠,٠٠٣٧٨٥
جالون (أمريكى)	قدم مكعب	١,٣٣٦٨١
جالون (أمريكى)	لتر	٣,٧٨٥٣٣
لتر	قدم مكعب	٠,٠٣٥٣٢
لتر	جالون (إنجليزى)	٠,٢٢
لتر	جالون (أمريكى)	٠,٢٦٤١٨
جالون (إنجليزى)	لتر	٤,٥٤٦٠٩
جالون (إنجليزى)	متر مكعب	٠,٠٠٤٥٤٦٠٩
جالون (إنجليزى)	متر مكعب	٠,٢٦٠٥٤٤
لتر	جالون (أمريكى)	٠,٢٦٤١٧٢
لتر	سنتيمتر مكعب	١٠٠٠
متر مكعب	قدم مكعب	٣٥,٨١٥٠٠
قدم مكعب	متر مكعب	٠,٠٢٨٣
بوصة مكعبه	سنتيمتر مكعب	١٦,٨٨٧١
متر مكعب	ياردة مكعبه	١,٦٠٧٩٥
ملليلتر	سنتيمتر مكعب	١
١ ملميتر مياه أمطار/ كم٢	متر مكعب	١٠٠٠
قدم مكعب	لتر	٢٨,٣
جالون (انجليزى)	سم٣	٤٥٤٦٠٩

جدول (٦٠) معاملات تحويل الأوزان والكثافة

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

جدول (٦١) معاملات التحويل للطاقة Energy And Power

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

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

للتحويل من	الى	إضرب فى
رطل/ بوصة مربعة	كيلو جرام/ سم٢	٠,٠٧٠٣
رطل/ قدم مربع	كيلو جرام/ سم٢	٤,٨٨٢٤٣
ضغط جوى	رطل/ بوصة مربعة	١٤,٦٩٥٩
ضغط جوى	نيوتن/ المتر المربع	١٠١٣٢٥
ضغط جوى	ملميتر زئبق	٧٦٠
ضغط جوى	بار	١,٠١٣٢٥
ضغط جوى	قدم/ بوصة مربعة	١٤,٦٩٥٩
ضغط جوى	قدم ماء	٣٣,٨٩٨٤
ضغط جوى	كيلو جرام/ سم٢	١,٠٣٣٢٢
ضغط جوى	كيلو جرام/ متر مربع	١٠٣٣٢,٢
كيلو جرام/ سم٢	رطل/ بوصة مربعة	١٤,٢٢٣
كيلو جرام/ سم٢	متر ماء	١٠
كيلو جرام/ سم٢	ضغط جوى	٠,٩٦٧٨٤
كيلو جرام/ متر مربع	رطل/ البوصة المربعة	٠,٢٠٤٨١٦
كيلو جرام/ ملميتر مربع	طن/ قدم مربع	٠,٦٨٥
ملميتر زئبق	رطل/ قدم مربع	٢,٧٨٤٥
واحد متر ضغط	كيلو باسكال	٩,٨
كيلو باسكال	رطل/ البوصة المربعة	٠,١٤٥
كيلو باسكال	ضغط جوى	٠,٠٠٩٨٧
نيوتن/ ملميتر مربع	كيلو جرام/سم٢	١٠,١٩٧
نيوتن/ ملميتر مربع	رصل/ بوصة مربعة	١٤٥,٠٣٨
رطل/ بوصة مربعة	نيوتن/ ملميتر مربع	٠,٠٠٦٩٥
كيلو جرام/ متر مربع	رطل/ قدم مربع	٠,٢٠٥
رطل/ قدم مربع	نيوتن/ متر مربع	٤٧,٨٨

obeikandl.com

جدول (٦٣) معاملات التحويل للقوة Force، عجلة الجاذبيه الأرضيه (g)

عند التحويل من	الى	إضرب فى
رطل/ قدم	نيوتن	٤,٤٤٨٢٢
	كيلو جرام/ قدم	٠,٤٥٣٥٩٢
طن قدم	كيلو نيوتن	٩,٩٦٤٠٢
نيوتن	كيلو جرام/ قدم	٠,١٠١٩٧٢
١٠° داين	كيلو جرام/ قدم	٠,١٠١٩٧٢
نيوتن	رطل/ قدم	٠,٢٢٤٨٠٩
كيلو جرام قدم	رطل قدم	٢,٢٠٤٦٢
عجلة الجاذبيه (g)	قدم /(ثانية)٢	٣٢,١٧٤
	سم/ (ثانية)٢	٩٨٠,٦٦٥

جدول (٦٤) معاملات تحويل السرعة

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

obeikandl.com

جدول (٦٥) الوحدات

Tera تيرا	=	$١٠^{١٢}$
giga جيجا	=	$١٠^{٩}$
Miga ميجا	=	$١٠^{٦}$
Kilo كيلو	=	$١٠^{٣}$
Hecto هيكتو	=	١٠
Deci ديسى	=	$١٠^{-١}$
Centh سنتى	=	$١٠^{-٢}$
Milli ملى	=	$١٠^{-٣}$
Micro ميكرو	=	$١٠^{-٦}$
Nano نانو	=	$١٠^{-٩}$
Pico بيكو	=	$١٠^{-١٢}$
Femto فيمتو	=	$١٠^{-١٥}$
Atto أتو	=	$١٠^{-١٨}$

جدول (٦٦) معاملات التحويل لمعدلات التحميل السطحى- للمعالجات

للتحويل من	الى	إضرب فى
بوصة فى الساعة	ملميتر فى الثانية	٠,٠٠٧٠٥٥٥٥
جالون (انجليزى)/ قدم٢ فى الساعة	متر مكعب/ متر مربع/ اليوم	١١٧٤٤١
مليون جالون (انجليزى) على	متر مكعب/ متر مربع/ اليوم	١,١٢٧٣٦
الفدان فى اليوم	متر فى الثانية	٠,٠١٣٠٠١٦
جالون (انجليزى) فى اليوم/ القدم	متر مكعب/ اليوم/ المتر	٠,٠١٤٩١٥
ملميتر فى الثانية	بوصه فى الساعة	١٤١,٧٣٢
ملميتر فى الثانية	جالون/ قدم٢ / الساعة	٧٣,٥٦٨٩
ملميتر فى الثانية	مليون جالون/ الفدان/ اليوم	٧٦,٩١٣
١ متر مكعب/ متر مربع/ اليوم	جالون/ قدم مربع/ يوم	٠,٨٥١٤٩
	مليون جالون/ الفدان/ اليوم	٠,٨٩٠١٨٧
١ متر مكعب/ اليوم/ المتر	جالون/ اليوم/ المتر	٦٧,٤٦٦

المراجـــع

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 Manifactaure 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. Publised 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 Indeveloping 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.

obeikandi.com