## المحاضرة الرابعة : قياسات مياه الري

**ان الهدف من قياسات المياه :**

**1 : امكانية الاستخدام العقلاني لمصادر الثروة المائية 2 : امكانية حساب كفاءة استعمال مياه الري**

**3 : تقدير نسب الضائعات المائية.**

**ولا تقتصر اهمية قياسات المياه على الحاجة لها في مجالات الري فقط ، بل تكتسب اهمية ايضاً في حساب كميات المياه المبزولة من نظام بزل معين.**

### وحدات قياس مياه الري:

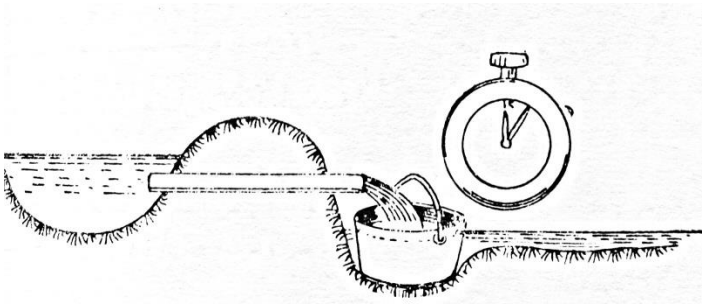
**يعبر عن قياسات مياه الري في وضع السكون (في الخزانات والاحواض) بوحدات الحجم كاللتر والمتر المكعب و الهكتار.سم .**

**اما قياسات مياه الري في حالة الحركة ( الماء الجاري في الانهار والقنوات والانابيب) يعبر عنها بوحدات اللتر/ثانية او اللتر /ساعة او المتر مكعب /ثانية او المتر مكعب /دقيقة او الهكتار.سم / ساعة او الهكتار .م /يوم.**

### طرق قياس مياه الري:

**1: الطريقة الحجمية Volumetric method**

**وهي طريقة مباشرة وبسيطة اقياس التصاريف الصغيرة نسبياً كما هو الحال في ري المروز وعند استعمال السحارات (Siphon tubes) وتتضمن جمع الماء المتدفق في حاوية بحجم معلوم ولفترة زمنية مقاسة (شكل 1). ان الزمن اللازم لمليء اناء ذو حجم معين يعطي معدل التصريف.**



**شكل 1 الطريقة الحجمية في قياس التصريف**

**مثال :**

**لو افترضنا حاوية سعتها 20 لتر امتلئت بالماء المتدفق من مضخة صغيرة خلال 20 ثانية فان تصريف المضخة يحتسب كالاتي:**

**التصريف = حجم الحاوية (لتر) / الزمن اللزم لملئها (ثانية)**

**= 20 / 20 = 1 لتر /ثانية**

**2: طريقة الطوافة Float method**

**وهي من اسهل الطرق المستخدمة في قياس تصاريف المياه ونعتمد على سرعة الجريان ومساحة المقطع العرضي للجريان (شكل 2) . يرمى جسم عائم (الطوافة) على سطح المجرى المائي ويحتسب الزمن اللازم لقطع مسافة معينة ، وتحتسب سرعة الجريان بقسمة المسافة على الزمن ، تتميز هذه الطريقة بانها غير دقيقة وتتأثر بالمواد العائمة على السطح وبسرعة واتجاه الريح.**

**وبواسطة هذه الطريقة يتم قياس السرعة السطحية لجريان الماء ، ولان سرعة الجريان على السطح تزيد عن معدل سرعة الجريان في القناة لذا يستخرج معدل سرعة الجريان من خلال حاصل ضرب السرعة السطحية المقاسة بواسطة الطوافة في معامل التصحيح والذي ترتبط قيمته بدرجة الخشونة وشكل القناة وعمق الجريان وتتراوح قيمته بين (0.8-0.9) بمعدل (0.85) ويمكن حساب التصريف من خلال هذه الطريقة كما يأتي:**

**التصريف = السرعة السطحية × معامل التصحيح (0.85) × مساحة المقطع العرضي للجريان**

**تستعمل الطوافة الانبوبية لانها تعطي نتائج ادق بكثير من الطوافة العائمة فضلاً عن تأثرها القليل بالرياح ، وقد تستعمل بعض الصبغات كالفلورسين والبرمنكنات البوتاسيوم بنفس الطريقة ولنفس الغرض اعلاه.**

**مثال :**

**وضعت قطعة خشبية في مجرى مائي معدل مساحة مقطعه العرضي 1.2 م$^2$ فقطعت مسافة مقدارها 60 م في فترة زمنية مقدارها 2 دقيقة . احسب تصريف القناة ؟**

**السرعة السطحية لجريان (المقاسة) = المسافة / الزمن**

**= 60 / 2 × 60**

**= 0.5 م/ ثانية**

**معدل سرعة الجريان = معامل التصحيح × السرعة السطحية المقاسة**

**= 0.5 × 0.85**

**= 0.425 م/ثانية**

**التصريف = معدل سرعة الجريان × مساحة المقطع العرضي للجريان**

**= 0.425 × 1.2**

**= 0.51 م$^3$ /ثانية**

**3: عداد التيار Current meter**

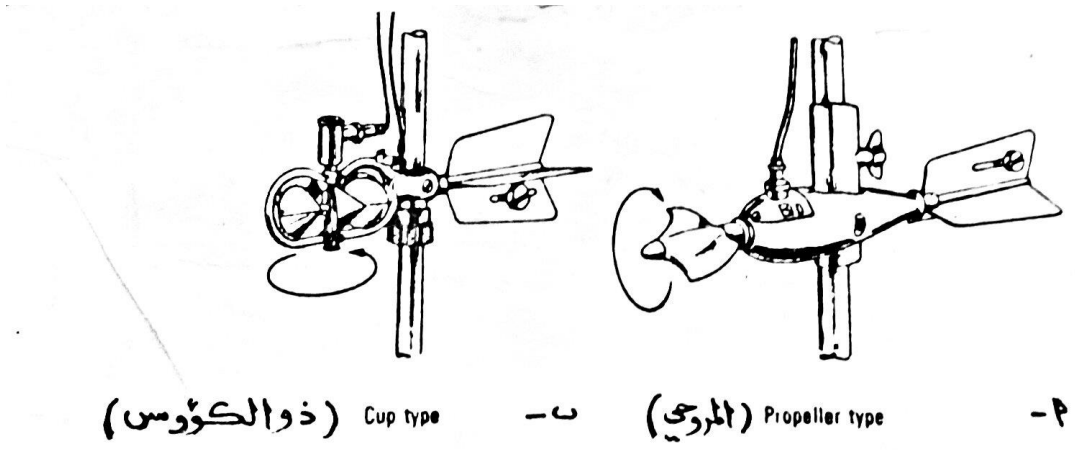
**وهي طريقة مباشرة لقياس سرعة الجريان في القنوات والانهار، يتميز جهاز قياس التيار بدقته وصغر حجمه نسبياً ، ويحتسب التصريف عادة بضرب معدل سرعة الجريان في معدل مساحة المقطع العرضي للجريان . هناك انواع عديدة من هذه الاجهزة لكل منها مواصفاتها وظروف استعمالها شكل 3، ولكن الشائع منها نوعان هما :**

**أ : عداد التيار المروحي Propeller – type Current meter**

**ب : عداد التيار ذو الكؤوس Cup – type Current meter**

**وبدلالة عدد دورات الجهاز في وحدة الزمن ( عدد الدورات تتناسب مع سرعة جريان الماء) وباستعمال جداول او منحنيات قياسية خاصة بكل جهاز تحتسب سرعة الجريان ، علماً ان التقنيات الحديثة في تصنيع هذه الاجهزة اصبحت تعطي السرعة المقاسة مباشرة .**

يرتبط الجهاز بذراع مدرجة تستند على قاعدة توضع في المجرى المائي ويثبت الجهاز على الذراع وعلى العمق المطلوب، يرتبط الجهاز بسلك يتصل بالعداد الذي تسمع منه الدوران او يسجل عدد الدورات في وحدة الزمن او يعطي سرعة الجريان مباشرة وحسب نوع الجهاز.




شكل 3 : عدادات التيار

يقسم مقطع الجريان الى عدة مقاطع تقاس فيها سرعة الجريان لاستخراج معدل السرعة في القناة او المجرى المائي . يرتبط عدد هذه المقاطع بمدى انتظام المقطع العرضي للجريان وبدرجة الدقة المطلوبة ولضمان تحقيق دقة عالية في قياس معدل السرعة تحتسب سرعة الجريان على ارتفاع 0.2 من عمق القناة وعند نقطة اخرى على ارتفاع 0.8 من عمق القناة ويحسب معدل السرعتين .

### 4 : مقاييس المياه water meters

وهي انواع ميكانيكية وتعتمد على نفس مبدأ عمل عداد التيار ، وتستعمل لحساب التصاريف المقاسة في الأنابيب ومنها مقاييس المياه التي تستعمل في المنازل لقياس مجموع وحدات المياه المستهلكة تراكمياً.

### 5 : الهدارات ( السدود الغاطسة ) weirs

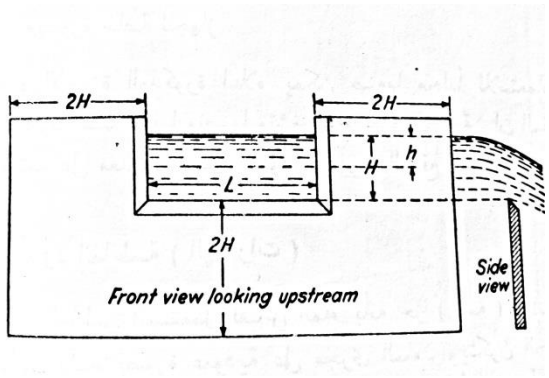
تستخدم الهدارات لقياس تصريف المياه في القنوات وهي عبارة عن حواجز تعترض مجرى الماء عمودياً وبها فتحات منتظمة الشكل . تقسم الهدارات تبعاً لأشكال فتحاتها ولنوع حافاتها ولعرضها نسبة الى عرض المجرى المائي .

ان من محاسن الهدارات دقتها وبساطتها وسهولة بناؤها ودائميتها كما ان قياساتها لا تتاثر بوجود الاشنات او المواد العائمة الاخرى على الماء

ومن محدداتها احتياجها الى كميات من الماء وبعمق معين يمكن قياسه ، وكذلك تراكم الغرين والرمل امام الهدار مما يؤثر في قياساته.

تقسم الهدارات تبعاً الى اشكالها الى :

**a : الهدار المستطيل Rectangular weirs**




**شكل 4 : الهدار المستطيل**

**ويحتسب تصريف الماء المار من خلاله من المعادلة الاتية :**

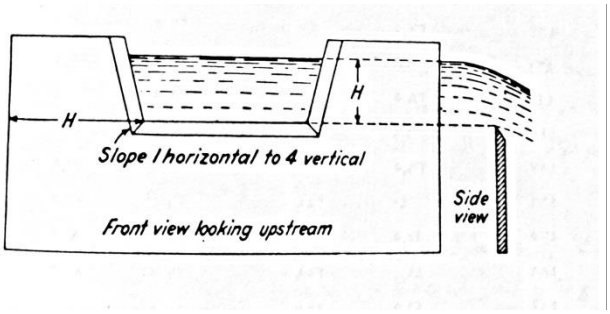
$$Q = 1.84\ L\ H^{3/2}$$

**حيث ان : Q = تصريف الهدار ، متر مكعب / ثانية**

**L = طول حافة الهدار ، متر**

**H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر**

**b : الهدار شيه المنحرف ( سيبوليتي ) Trapezoidal weirs**




**شكل 5 : الهدار شبه المنحرف**

**ويحتسب تصريف الماء المار من خلال ه من المعادلة الاتية :**

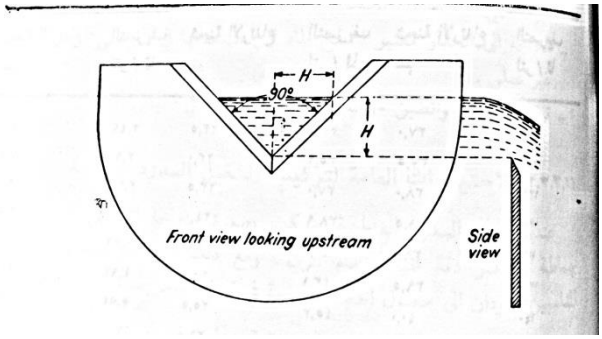
$$Q = 1.86\ L\ H^{3/2}$$

**حيث ان : Q = تصريف الهدار ، متر مكعب / ثانية**

**L = طول حافة الهدار ، متر**

**H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر**

**c : الهدار المثلث Triangular weirs**




**شكل 6 : الهدار المثلث**

**ويحتسب تصريف الماء المار من خلاله من المعادلة الاتية :**

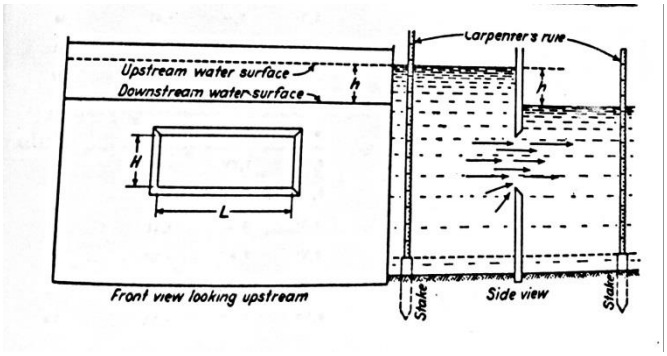
$$Q = 1.40\ H^{5/2}$$

**حيث ان : Q = تصريف الهدار ، متر مكعب / ثانية**

**H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر**

**5 : الفتحات Orifices**

**يمكن قياس التصريف باستعمال الفتحات وهي حواجز تعترض المجرى المائي وهي في الغالب ذات شكل دائري او مستطيل. ان سرعة تدفق الماء الخارج من فتحة في حاجز تتحدد بارتفاع الماء فوق مركز تلك الفتحة اي (الضغط المسلط على تلك النقطة)**




**شكل 7 : مقطع امامي وجانبي للفتحة**

**ويحتسب تصريف الماء المار من خلال الفتحة من المعادلة الاتية :**

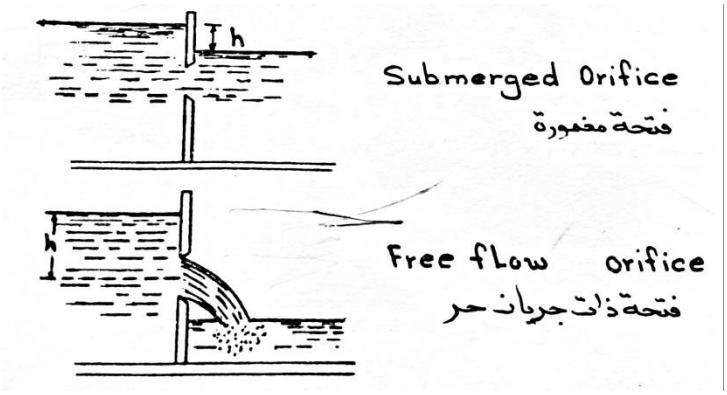
$$Q = 0.61\ a\ \sqrt{2\ g\ h}$$

**حيث ان : Q = التصريف ، م$^3$ / ثانية**

**a = مساحة المقطع العرضي للماء المتدفق ، م$^2$**

**g = التعجيل الارضي ، م / ثا$^2$**

**h = ارتفاع الماء فوق مركز الفتحة في حالة الجريان الحر او فرق منسوب الماء بين مقدم ومؤخر الفتحة للفتحات المغمورة ، م (شكل 8 )**




**شكل 8 : كيفية حساب h في الجريان الحر والمغمور**

**مقياس بارشال Parshall flume**

**وهي طريقة لقياس التصريف تعتمد على امرار الماء في جهاز ذو مقطع قياسي منتظم ومتضيق ويقاس ارتفاع الماء في مقدم الجهاز (Ha) يتميز هذا الجهاز بدقته في القياس مقارنة بالهدارات والفتحات ولا تتأثر دقته حتى في المجالات التي تكون فيها قيمة (Ha) صغيرة وليست هنالك رواسب من الرمل والغرين تؤثر على دقة القياس لان سرعة الماء خلاله اعلى منها في المجرى المائي ، ويتكون جهاز بارشال من الاجزاء الموضحة في الشكل 9 :**

**a : المقطع الامامي (Upstream section) : وتكون قاعدته مستوية وجدرانه مفتوحة من الامام وتبدأ بالتضيق بالاتجاه نحو عنق الجهاز.**

**b : العنق ( Throat section) يحصل تضييق للجهاز عند هذا المقطع وتكون جدران العنق متوازية وارضيته تنحدر باتجاه المقطع الخلفي.**

**c : المقطع الخلفي (Dawn stream section) تنفرج جدران الجهاز عند هذا المقطع باتجاه الخلف وترتفع ارضية الجهاز بنفس الاتجاه اي باتجاه المخرج (out let):**

**لأجل القياس في مقياس بارشال يجب معرفة :**

- **ارتفاع الماء عند دخوله الى الجهاز Ha**
- **ارتفاع الماء عند خروجه من الجهاز Hb**

**تثبت مقاييس لارتفاع الماء Ha و Hb . ويكتفي باحتساب قيمة Ha عندما يكون الجريان حراً اما في حالة الجريان المغمور فتحتسب قيمة Hb بالإضافة الى قيمة Ha لتحديد التصريف جدول 1.**

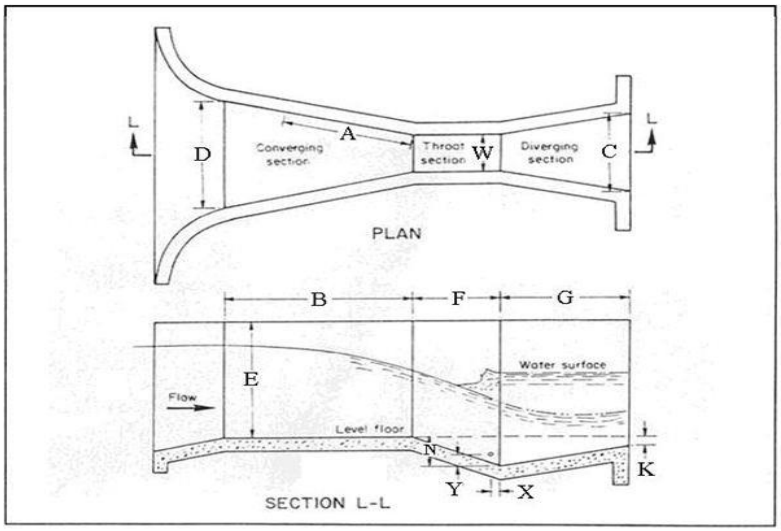
**تستعمل مقاييس بارشال للحقول الصغيرة او الكبيرة ، ويرتبط هذا بحجم الجهاز الذي يعبر عنه بعرض العنق الذي يتراوح بين 2.5 سم الى 300 سم . اي ان التصاريف التي يمكن قياسها بمقياس بارشال تكون بين 0.3 لتر/ثا الى 5.5 لتر/ثا او اكثر. يؤثر الجريان المغمور على قياسات المياه مما يوجب تصحيح القراءات . ويتحدد الجريان المغمور عندما تكون قيمة Hb/Ha اكبر من 0.7**

**بافتراض مقياس بارشال ، عرض عنقه 15 سم وكانت قراءة Ha تساوي 20 سم وقراءة Hb تساوي 11 سم فان تصريف الجهاز يحتسب كمايلي:**

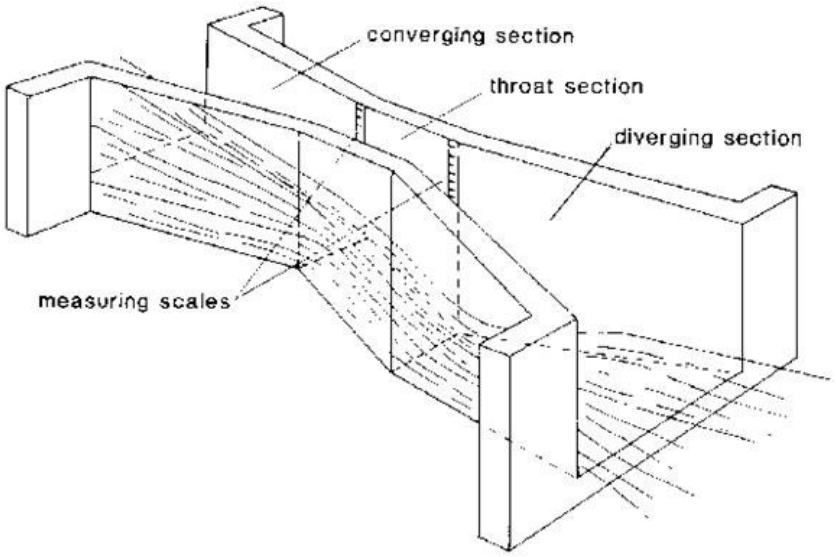
$$Hb / Ha = 11 / 20 = 0.55$$

وهذه القيمة اقل من 0.7 لذلك فان الجريان من الحر. نكتفي اذن بقيمة الـ Ha في حساب التصريف ومن خلال الجدول 1، نجد ان التصريف لجهاز عرض عنقه 15 سم وقيمة Ha تساوي 20 سم يساوي 29 لتر/ثانية.

قد يصنع مقياس بارشال من المعدن او الخشب او الكونكريت ، ومن مساوئ الجهاز ان الماء الذي يخرج من الجهاز يكون بسرعة عالية تؤدي الى تعرية القناة او الجدول لذا يجب حماية قعر القنا عن طريق تبطينها.




Plan and Sectional Views of a Parshall Flume



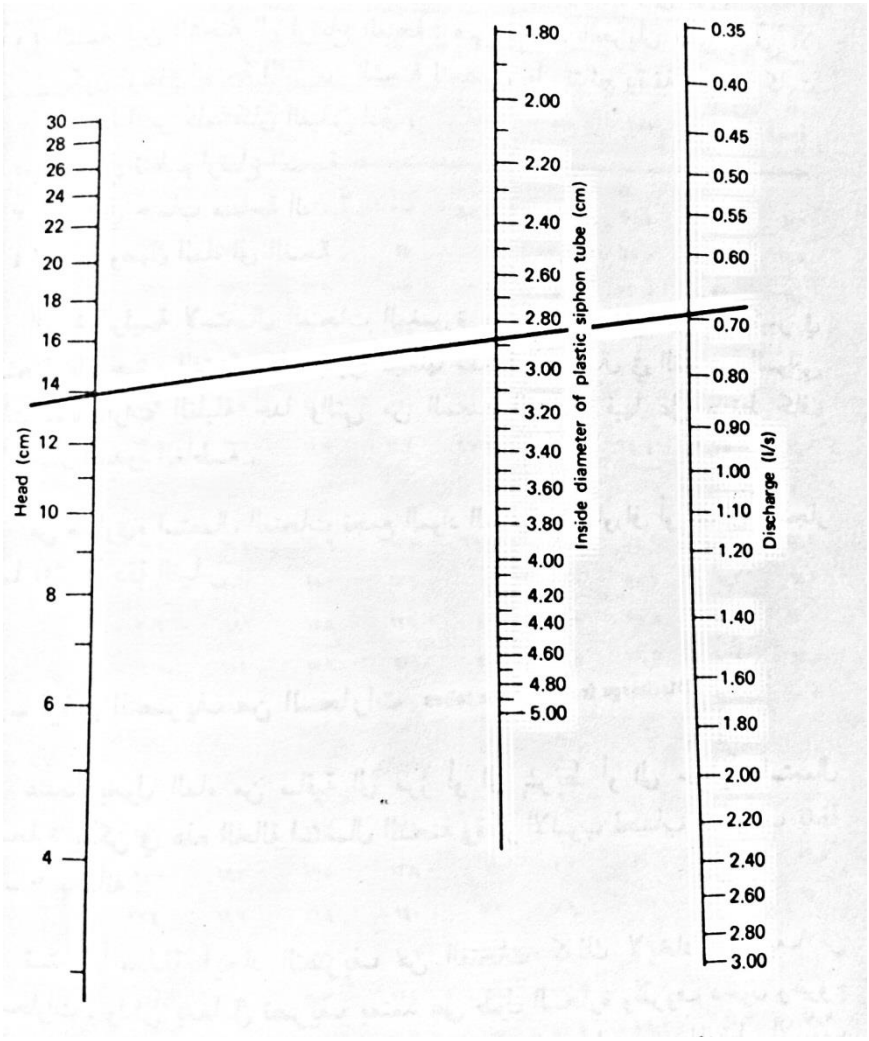

شكل 9 : مقياس بارشال

جدول 1 : الانسياب الحر خلال مقياس بارشال

| الشحنة العليا ( سم ) | عرض العنق بالسنتمترات | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٧,٥ | ١٥ | ٢٣ | ٣٠ | ٦١ | ٩١ | ١٣٢ | ١٥٢ | ١٨٣ | ٢٤٤ |
| | الانسياب ( لتر / ثا ) | | | | | | | | | |
| ٣ | ٠,٧٨ | ١,٤ | ٢,٥ | | | | | | | |
| ٤ | ١,٢ | ٢,٣ | ٤,٠ | | | | | | | |
| ٥ | ١,٦ | ٣,١ | ٤,٥ | | | | | | | |
| ٦ | ٢,٣ | ٤,٥ | ٧,٣ | ٩,٨ | ١٨ | ٢٧ | ٣٥ | | | |
| ٧ | ٢,٩ | ٥,٧ | ٩,٠ | ١٢ | ٢٢ | ٣٤ | ٤٥ | | | |
| ٨ | ٣,٥ | ٧,١ | ١١,٠ | ١٥ | ٢٨ | ٤١ | ٥٤ | ٦٧ | ٧٩ | |
| ٩ | ٤,٣ | ٨,٦ | ١٣,٠ | ١٨ | ٣٥ | ٥١ | ٦٧ | ٨٣ | ٩٩ | ١٣٠ |
| ١٠ | ٥,١ | ١٠,٠ | ١٥,٠ | ٢١ | ٤١ | ٦٠ | ٧٩ | ٩٧ | ١١٦ | ١٥٢ |
| ١٢ | ٦,٥ | ١٣,٠ | ٢١,٠ | ٢٧ | ٥٢ | ٧٨ | ١٠٣ | ١٢٧ | ١٥٢ | ٢٠٠ |
| ١٤ | ٨,٥ | ١٧,٠ | ٢٧,٠ | ٣٥ | ٦٨ | ١٠١ | ١٣٣ | ١٦٥ | ١٩٠ | ٢٦٠ |
| ١٦ | ١٠,٣ | ٢١ | ٣٢ | ٤٢ | ٨٢ | ١٢٢ | ١٦٢ | ٢٠١ | ٢٤٠ | ٣١٦ |
| ١٨ | ١٢,٠ | ٢٥ | ٣٨ | ٥١ | ١٠٠ | ١٤٩ | ١٩٧ | ٢٤٦ | ٢٩٥ | ٣٨٨ |
| ٢٠ | ١٤,٠ | ٢٩ | ٤٥ | ٥٩ | ١١٧ | ١٧٣ | ٢٣٠ | ٢٨٦ | ٣٤٢ | ٤٥٤ |
| ٢٢ | ١٧,٠ | ٣٥ | ٥٢ | ٦٩ | ١٣٦ | ٢٠٤ | ٢٧٠ | ٣٣٦ | ٤٠٤ | ٥٣١ |
| ٢٤ | ١٩,٠ | ٤٠ | ٦٠ | ٧٨ | ١٥٥ | ٢٣٤ | ٣١٠ | ٣٨٣ | ٤٦٤ | ٦١٥ |
| ٢٦ | ٢٢,٠ | ٤٥ | ٦٨ | ٨٩ | ١٧٦ | ٢٦٤ | ٣٥٠ | ٤٤٠ | ٥٢٥ | ٦٩٨ |
| ٢٨ | ٢٥,٠ | ٥١ | ٧٦ | ١٠٠ | ١٩٩ | ٢٩٨ | ٣٩٨ | ٤٩٦ | ٥٩٥ | ٧٨٠ |
| ٣٠ | ٢٧,٠ | ٥٧ | ٨٤ | ١١٠ | ٢٢٠ | ٣٣٠ | ٤٤٠ | ٥٥٠ | ٦٦٠ | ٨٨٠ |
| ٣٢ | ٣٠,٠ | ٦٣ | ٩٣ | ١٢٢ | ٢٤٤ | ٣٦٨ | ٤٨٨ | ٦١٢ | ٧٣٤ | ٩٨٠ |
| ٣٤ | | ٧٠ | ١٠٣ | ١٣٤ | ٢٧٠ | ٤٠٠ | ٥٤٠ | ٦٨٠ | ٨١٠ | ١٠٦٠ |
| ٣٦ | | ٧٦ | ١١٠ | ١٤٦ | ٢٩٠ | ٤٤٠ | ٥٩٠ | ٧٤٠ | ٨٨٠ | ١١٨٠ |
| ٣٨ | | ٨٣ | ١٢١ | ١٥٧ | ٣٢٠ | ٤٨٠ | ٦٤٠ | ٨١٠ | ٩٧٠ | ١٣٠٠ |
| ٤٠ | | | ١٣١ | ١٧٠ | ٣٥٠ | ٥٢٠ | ٦٩٠ | ٨٨٠ | ١٠٥٠ | ١٤٠٠ |
| ٥٠ | | | | ٢٤٠ | ٤٩٠ | ٧٤٠ | ٩٩٠ | ١٢٤٠ | ١٤٩٠ | ٢٠٠٠ |
| ٦٠ | | | | ٣٢٠ | ٦٤٠ | ٩٨٠ | ١٣٢٠ | ١٦٦٠ | ٢٠٠٠ | ٢٦٩٠ |
| ٧٠ | | | | ٤٠٠ | ٨٢٠ | ١٢٥٠ | ١٦٧٠ | ٢١٠٠ | ٢٥٦٠ | ٣٤٤٠ |
| ٧٢ | | | | ٤٢٠ | ٨٥٠ | ١٢٩٠ | ١٧٤٠ | ٢١٨٠ | ٢٦٨٠ | ٣٥٨٠ |
| ٧٤ | | | | ٤٤٠ | ٨٩٠ | ١٣٥٠ | ١٨٢٠ | ٢٣٠٠ | ٢٧٨٠ | ٣٧٦٠ |
| ٧٦ | | | | ٤٦٠ | ٩٤٠ | ١٤٢٠ | ١٩٢٠ | ٢٤٢٠ | ٢٩٢٠ | ٣٩٤٠ |

## قياس التصريف من السحارات Discharge from siphon tube

عندما يحول الماء من ساقية الى مرز او الى شريط او الى حوض باستعمال السحارة يمكن في هذه الحالة استعمال الشحنة وقطر الانبوب لحساب التصريف ، يبين الشكل 10 كيفية ايجاد التصريف من خلال معرفة قطر الانبوب والشحنة . الضاغط الفعال الذي يسبب الجريان خلال السحارة هو الفرق بين مستوى الماء في الساقية ومستواه في المرز اذا كان مخرج الانبوب غير غاطس فان الضاغط الفعال هو ارتفاع الماء في الساقية فوق مركز نهاية السحارة.




**شكل 10 تحديد التصريف بدلالة شحنة الضغط وقطر الانبوب في السحارات البلاستيكية**

**طريقة الاحداثيات**

**تستعمل طريقة الاحداثيات لتقدير التصريف من ابار متدفقة تصرف ماءها بصورة عمودية او من اجهزة ضخ صغيرة تصرف الماء بصورة افقية. دقة هذه الطريقة تكون محدودة وذلك لصعوبة اجراء قياسات دقيقة لإحداثيات التيار. لكنها طريقة سهلة ومريحة وغير مكلفة تستعمل عندما لاتتوفر المعدات الضرورية لعمل قياسات اكثر دقة بالطرق الاخرى.**

**بما ان تقديرات التصريف من الانابيب العمودية لها تطبيقات عملية محدودة جداً في الحقل فان الشرح هنا يركز على قياس التصريف المتدفق من الانابيب الافقية.**

**في الانابيب التي تصرف الماء افقياً تؤخذ القياسات على الاحداثيين X و Y حيث يقاس X بصورة موازية للانبوب ويقاس Y بصورة عمودية عليه. ويبدأ القياس عادة من مركز نهاية الانبوب الى مركز التيار كما مبين في الشكل 11 .**

**ويحتسب تصريف الماء المار من خلال الفتحة من المعادلة الاتية :**

$$Q = 0.022\ Ca\frac{X}{\sqrt{Y}}$$

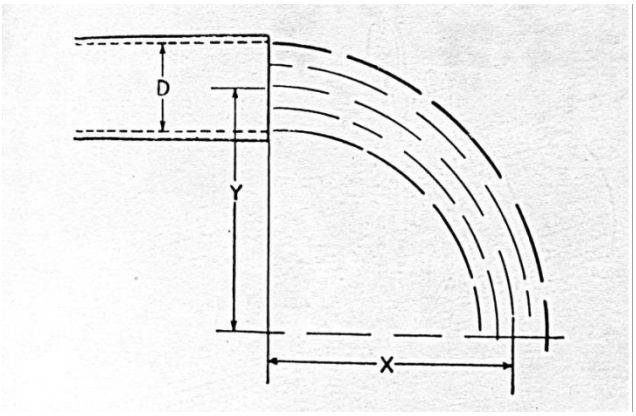
**حيث ان : Q = التصريف ، م$^3$ / ثانية**

**C = معامل التصريف ، وتتوقف قيمته على نسبة ابعاد كل من X و Y وقطر الانبوب وفيما اذا كان مملوء كلياً او جزئياً.**
**جدول 2 ( عمق الجريان نهاية الانبوب d وقطر الانبوب الداخلي D )**

a = مساحة المقطع العرضي المائي عند نهاية الانبوب ، سم$^2$

X = الاحداثي الافقي ، سم

Y = الاحداثي العمودي ، سم




شكل 11 تحديد الاحداثيات في الانابيب

( آ ) الجريان من انبوب مملوء جزئياً عند النهاية

| d/D | X/D = ١,٠٠ | ١,٥٠ | ٢,٠٠ | ٢,٥٠ | ٣,٠٠ | ٤,٠٠ | ٥,٠٠ | ٨,٠٠ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٠,٢ | ١,٠٣ | ١,٠١ | ١,٠٠ | | | | | |
| ٠,٣ | ١,١١ | ١,٠٦ | ١,٠٣ | ١,٠٢ | ١,٠١ | ١,٠٠ | | |
| ٠,٤ | ١,١٧ | ١,١٠ | ١,٠٦ | ١,٠٣ | ١,٠٢ | ١,٠١ | ١,٠٠ | |
| ٠,٥ | ١,٢٢ | ١,١٣ | ١,٠٧ | ١,٠٤ | ١,٠٣ | ١,٠١ | ١,٠١ | ١,٠٠ |
| ٠,٦ | ١,٢٦ | ١,١٥ | ١,٠٩ | ١,٠٥ | ١,٠٣ | ١,٠٢ | ١,٠١ | ١,٠٠ |
| ٠,٧ | ١,٣٠ | ١,١٧ | ١,١٠ | ١,٠٦ | ١,٠٤ | ١,٠٢ | ١,٠١ | ١,٠٠ |
| ٠,٨ | ١,٣٣ | ١,١٨ | ١,١١ | ١,٠٧ | ١,٠٤ | ١,٠٢ | ١,٠١ | ١,٠٠ |

ب ـ الانبوب مملوء كلياً عند النهاية

| Y/D | X/D = ١,٠٠ | ١,٥ | ٢,٠٠ | ٢,٥٠ | ٣,٠ | ٤,٠ | ٥,٠ | ٨,٠ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٠,٥ | ١,٤٤ | ١,٢٨ | ١,١٨ | ١,١٣ | ١,١٠ | ١,٠٦ | ١,٠٣ | ١,٠٠ |
| ١,٠ | ١,٣٧ | ١,٢٤ | ١,١٧ | ١,١٢ | ١,٠٩ | ١,٠٦ | ١,٠٣ | ١,٠٠ |
| ٢,٠ | | ١,١١ | ١,٠٩ | ١,٠٨ | ١,٠٧ | ١,٠٥ | ١,٠٣ | ١,٠٠ |
| ٣,٠ | | | ١,٠٤ | ١,٠٤ | ١,٠٤ | ١,٠٤ | ١,٠٣ | ١,٠٠ |
| ٤,٠ | | | ١,٠١ | ١,٠١ | ١,٠٢ | ١,٠٣ | ١,٠٢ | ١,٠٠ |
| ٥,٠ | | | ٠,٩٧ | ٠,٩٩ | ١,٠٠ | ١,٠١ | ١,٠١ | ١,٠٠ |

جدول 2 : قيمة معامل التصريف C في حالة كون الانبوب مملوء بشكل كلي او جزئي