الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل
المتدرب

برنامج
المبادئ الهيدروليكية لمحطات تنقية مياه الشرب السطحية

مهندس تشغيل مياه - ثالثة

حقوق الطبع محفوظة ©
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة المشاريع

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي2019 V1

الفهرس

مقدمة فى ميكانيكا الموائع والهيدرولوجيا 3
1-1ميكانيكا الموائع (Fluid Mechanics) 5
2-1 الهيدرولوجيا Hydrology 9
2-التصميم الهيدروليكى 11
1-2 المأخذ (Intake) :- 11
1-1-2مانعة الأعشاب الواسعة او المصافي الكبيرة Coarse Screen 14
2-2 بيارة طلمبات العكرة :- 14
3-2التصميمات الخاصة بتركيب المضخات :- 15
4-2 بئر التوزيع:- 19
5-2 حوض الترسيب 20
6-2 المرشحات (Filtration) 21
7-2 الخزانات الأرضية (Ground reservoirs) 22
8-2 طلمبات المياه المرشحة 22
9-2 تصميم الخطوط الحاملة للمياه 23
10-2 التغيرات فى معدلات أستهلاك المياه 24
11-2 طرق توزيع المياه 25
1-11-2 التوزيع بواسطة الانحدار Gravity distribution 25
2-11-2 التوزيع بواسطة الضخ والتخزين 25
3-11-2 التوزيع بواسطة الضخ وبدون التخزين 26
12-2 الخزانات العلوية Elevated storage 26
13-2 كميات التخزين اللازمة Storage necessary 28
3- هيدروليكا المحطات 29
1-3 المقصود بهيدروليكا المحطات :- 29
2-3- الهدف من دراسة هيدروليكا المحطات :- 29
3-3 كيف تتم دراسة هيدروليكا المحطات :- 30
4-3 المعلومات المطلوبة لدراسة السريان بالمحطة :- 31
5-3 المشكلات التى قد تنتج من عدم دراسه السريان الهيدروليكى للمحطة : 32
6-3 أنواع السريان داخل المحطات :- 34
1-6-3 سريان أنبوبى (السريان فى القنوات المغلقة) pipe flow :- 34
2-6-3 السريان فى القنوات المفتوحة :- 36
7-3المعادلة المستخدمة فى حساب السريان فى القنوات المفتوحة 40
8-3 حساب الفواقد :- 41
9-3 الفكرة وراء الدراسة الهيدروليكية :- 44
10-3 الهدارات ووظيفتها فى محطات المياه:- 47
11-3 كيفية دراسة انتقال المياه بين مرحلتين من مراحل المعالجة :- 49

مقدمة فى ميكانيكا الموائع والهيدرولوجيا

مقدمه Introduction

يعد كل من علم ميكانيكا الموائع وعلم الهيدرولوجيا (علم المياه) من العلوم التى تحظى بأهتمام الكثير من العلماء والباحثين نظرآ لما لهذين العلمين من أهمية بالغه فى حياه الانسان وتقدمه الحضارى كما أنهما من الركائز التي قامت عليها بعض العلوم الهندسية ومنها المدنيه والميكانيكيه والكيميائية وارتبطت بعلوم أساسية أخرى مثل الجيولوجيا والفيزياء .

وتعتمد بعض مشاريع التشييد على دراسة ميكانيكا الموائع وعلم المياه

كما هو الحال في مشاريع شبكات المياه والسيول والصرف الصحى ، ومشاريع السدود والقنوات المائيه ومحطات التحليه.

ان الموائع أو المياه بطبيعتها لها خواصها تميزها عن غيرها من المواد الصلبة والغازية، ومن أبرز هذة الخواص:-

- قدرتهاعلي الانسياب .
- قدرتها علي التشكل بحسب الأوعيه التي تشغلها .
- غير قابل للانضغاط أي أن حجمه لا يتغير أذا بقي تحت درجة حرارة وضغط ثابتين وبما أن حجمة ثابت فأن كثافتة لا تتغير .
- عديم اللزوجة أى تنعدم قوى الاحتكاك بين طبقاتها أثناء الجريان .

الوحدات (Units)

** وحدات الطول (Length Units)

- المتر (meter) = 100 سم
- مم = 1000
- ياردة = 1.094
- قدم = 3.281
- بوصة = 39.372

** وحدات الحجوم (Volume Units)

- المترالمكعب (meter cube) = 1000 لتر
- قدم3 = 35.317
- الجالون الآنجليزى = 4.543 لتر
- الجالون الآمريكى = 3.785 لتر

** وحدات القدرة (Power Units)

- الحصان (hp) = 746 وات
- الكيلو وات (kw) = 1.34 حصان

** وحدات التصرف (Discharge Units)

- جالون أمريكى/ دقيقة (USG/min) = 227 لتر / ساعة

= 0.0630 لتر / ثانية

** وحدات الضغط (Pressure Units)

- الضغط الجوى = 1.013 بار
- البار (bar) = 100000 بسكال

= 14.22 رطل / بوصة2 (PSI)

1-1ميكانيكا الموائع (*Fluid Mechanics*)

كثافة المائع Fluid Density

تعرف كثافة المائع بأنها كتلة وحدة الحجم من هذة المادة وتتأثركثافة أي بدرجة الحرارة .

لزوجة المائع Fluid Viscosity

تنشأ خاصية اللزوجة من خلال ارتباط جزيئات السائل ببعضها البعض ، وتعرف علي أنها مقدار مقاومة السائل لمقاومة القص shear resistance وتتناقص لزوجة السائل بتزايد درجة الحرارة .

ضغط المائع Fluid Pressure

يولد السائل ضغطا موزعا فى جميع الاتجاهات وبحسب المستوى الذى يحيط بذلك السائل .وتختلف قوة ضغط السائل بأختلاف وضع المستوى ،فعندما يأخذ المستوى الوضع الافقى فان الضغط يتساوى عند جميع نقاط ذلك المستوى ، بينما يزيد ضغط الماء بزيادة العمق عندما يكون المستوى في وضع رأسى ويتم حساب ضغط السائل والمؤثر عموديا على المستوى أو الجدار بأستخدام العلاقة :-

$$P=F/A = \rho gh$$

حيث :

P = ضغط السائل (N/m2)

F= القوة الموحدة للضغط (N)

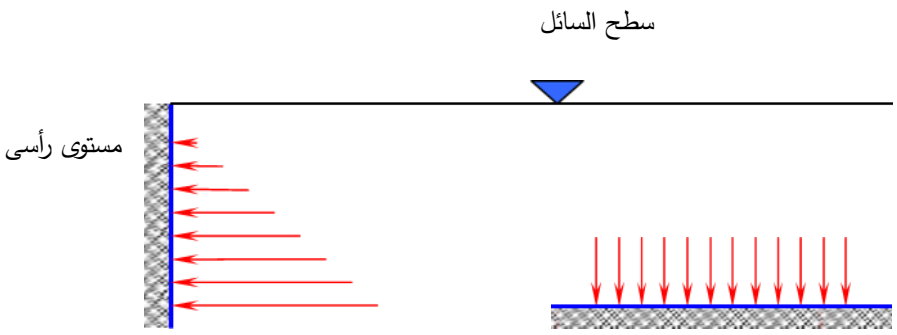
A= المساحة العمودية المعرضة للضغط (m2)

ρ= كثافة السائل

g = عجلة الجاذبية الأرضية

h = عمق السائل

ويتضح من هذة العلاقة أن ضغط المائع يزيد بأزدياد العمق من سطح ذلك المائع



مستوى أفقي شكل رقم (1-1) ضغط المائع على المستويين الافقى والرأسى

- **حركة المائع Fluid motion**

تعتمد حركة تدفق المائع على عدة عوامل فقد يكون التدفق انسيابى اى تتحرك جزيئات السائل بشكل خطى أو يكون التدفق مضطرب اى تتحرك جزيئات السائل بشكل غيرمنتظم أو يكون التدفق منتظم لا تتغير قيمة وأتجاة سرعتة من نقطة لأخرى خلال لحظة من الزمن

وكذلك يمكن أن يكون التدفق دورانى حول محورالتدفق أو غير دورانى

- **معادلة الأستمرار Continuity Equation**

يرجع أساس معادلة الأستمرار الى مبدأ احتفاظ السائل بكتلتة ، أى أن هذة الكتله تظل ثابتة فى مقاطع تدفق السائل وفي وحدة الزمن المتحركة.

فعندما يتدفق السائل خلال أنبوب كما يبينه الشكل رقم (2-1)، فأن معدل التدفق عند المقطع (1) يكون مساوياً لمعدل التدفق عند المقطع (2) ، أى أن

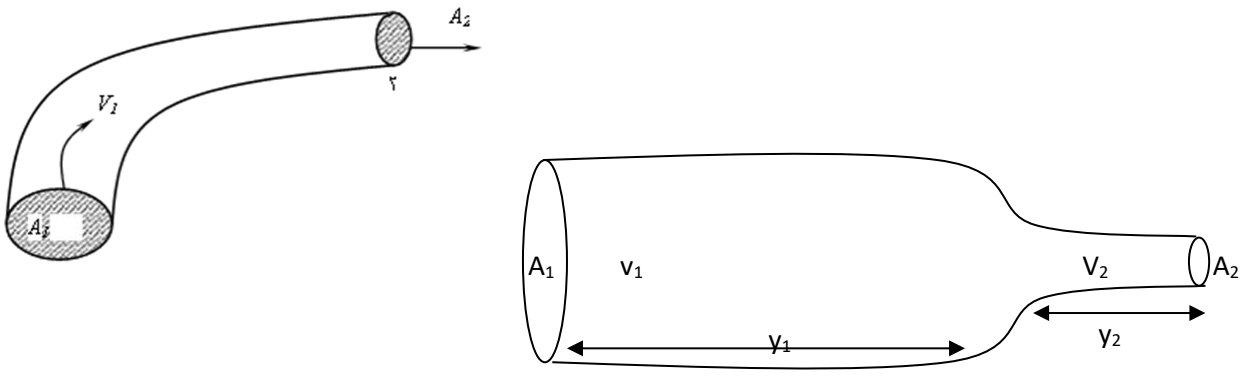
$$\rho_1 V_1 A_1 = \rho_2 V_2 A_2$$

حيث :-

- ρ_1 = كثافة السائل عند المقطع (1)
- ρ_2 = كثافة السائل عند المقطع (2)
- V_1 = سرعة تدفق السائل عند المقطع (1)
- V_2 = سرعة تدفق السائل عند المقطع (2)
- A_1 = مساحه المقطع (1)
- A_2 = مساحه المقطع (2)

اما كمية تدفق السائل (Q) فتحسب من العلاقة التى تربط مساحة المقطع (A) مع معدل سرعة السائل

$$Q = VA \qquad (V)$$



شكل (2–1) تدفق لسائل منتظم الأستمرار خلال أنبوب

وفى حالة الموائع الغير منضغطة تكون كثافة المائع متساوية عند المقطعين، أى أن **ρ1= ρ2** وبذلك تصبح معادلة الأستمرار $Q = V1A1 = V2\ A2$

قياس التصرفات المائية

- **التصرف : Discharge** : هو عبارة عن كمية الماء التى تمر من مقطع معين خلال فترة زمنية معينة.

$$Q = \frac{V}{T} \quad m^3/Sec$$

Q = التصرف (م^3/ساعة – م^3/دقيقة – م^3/ثانية).

V= حجم الماء المار .

v = السرعة المتوسطة للمياه (م/ساعة – م/دقيقة – م/ثانية).

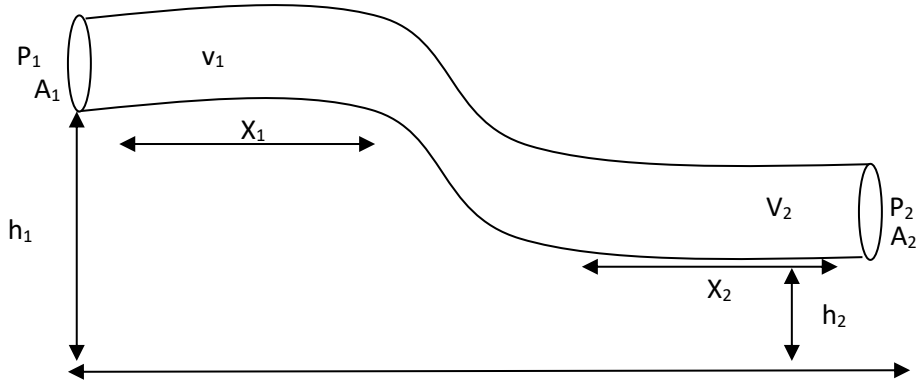
T = الزمن (ساعة).

A = مساحة مقطع الأنبوبة أو القناة (م^2).

معادلة برنولي : *Bernoulli's Equation*

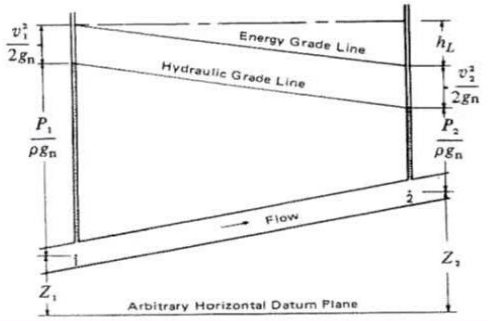
هذه المعادلة أوجدها العالم السويسري دانيال برنو لي حيث وجد إن ضغط السائل يتغير بتغير سرعته. وقد افترض برنو لي إن المائع يكون عديم اللزوجة وغير قابل للانضغاط ويجري جريانا منتظما في أنبوبة .

نفرض أن سائل ينساب طبقيا من أنبوبة كما بالشكل(3–1) حيث سرعة السائل عند المقطع A_1 هى v_1 والضغط هو p_1 وعند المقطع A_2 هى v_2 والضغط هو p_2. وحسب قانون حفظ بقاء الطاقة فإن معادلة حفظ الطاقة لهذا الوضع هى الطاقة لاتفنى ولا تستحدث من عدم .



شكل (3–1) رسم توضيحى لمعادلة برنولى

$$Z_1 + P_1/\rho g + V_1^2/2g - H_L = Z_2 + P_2/\rho g + V_2^2/2g$$



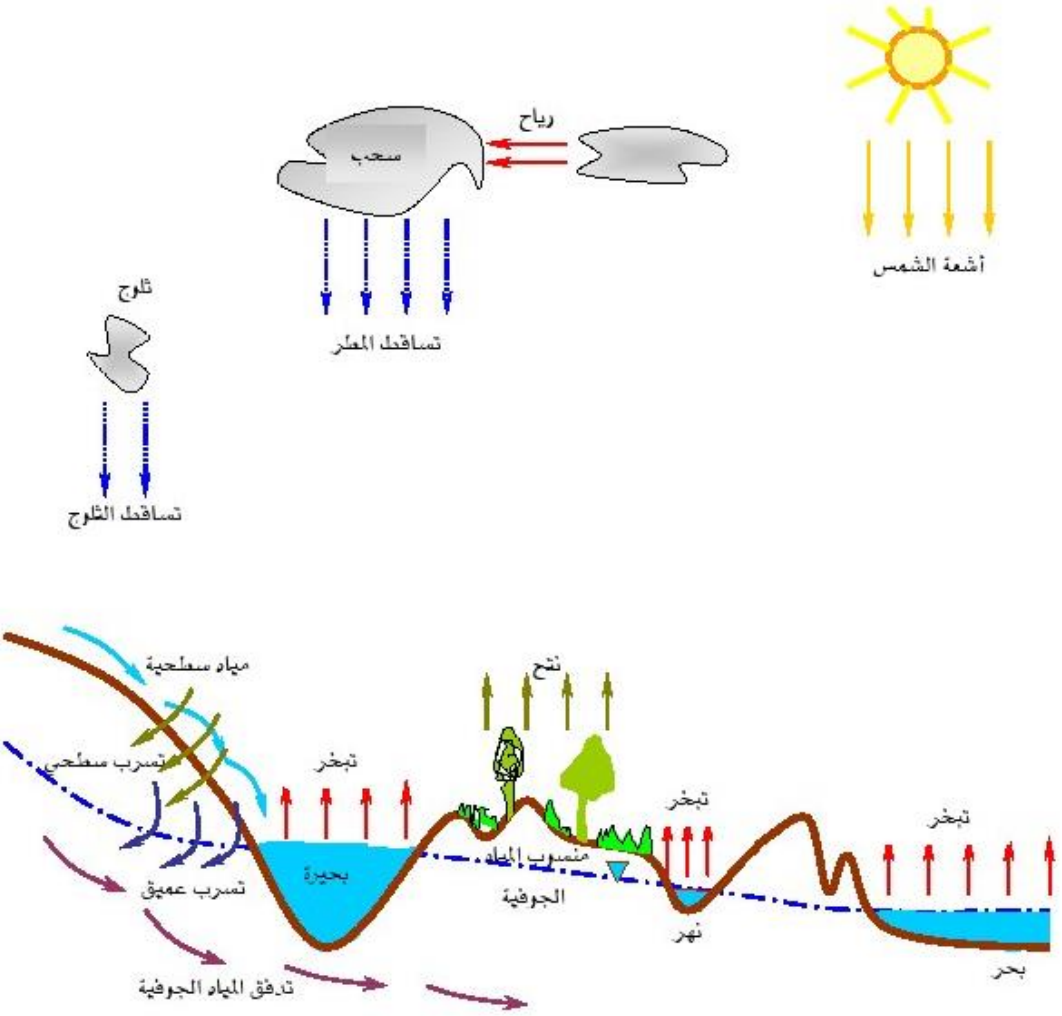
شكل (4–1) رسم توضيحى أخر لمعادلة برنولى

2-1 الهيدرولوجيا *Hydrology*

يهتم علم الهيدرولوجيا بدورة المياة علي الكرة الأرضية سواء كانت هذة المياه فى باطنها أو على سطحها أو بالغلاف الجوى من حيث توزيعها وخواصها الكيميائية والفيزيائية وتفاعلها مع مكونات البيئة وعلاقتها بالحياة.

يغطى الماء ما يقارب ثلاثة أرباع الكرة الألاضية ويمر بحركة طبيعية مستمرة كما موضح بالشكل رقم (5–1)،

فدورة الهيدرولوجيا أو الدورة المائية تتكون من سلسلة من الأحداث التى تصف مسارات الماء من الغلاف الجوى الى الأرض ومن الأرض الى الغلاف الجوى .



الشكل رقم (5-1) الدورة الهيدرولوجية للماء

تعمل الدورة المائية فى مجملها على حفظ التوازن المائى فى الكرة الأرضية .

ويمكن التعبير عن التوازن المائى لمساحة معينة من العلاقة :-

$$I - O = \Delta S$$

حيث **(I)** يمثل كمية المياة الداخلة للمساحة

(O) يمثل كمية المياة الخارجة للمساحة

(ΔS) المخزون المائى لتلك المساحة

2-التصميم الهيدروليكى

1-2 المأخذ (*Intake*) :-

ينشأ بغرض سحب المياه من مصدرها سواء أنهار أو ترع أو بحيرات وضخها إلي محطة التنقية بالاحتياجات (الكمية)المطلوبة .

هناك أنواع متعددة من المآخذ أشهرها :

- **مأخذ ماسورة Pipe Intake .**
- **مأخذ شاطئ Shore Intake .**

- مأخذ الماسورة Pipe Intake

يتكون من ماسورتين أو أكثر يمتدان من الشاطئ إلي مسافة كافية في النيل أو الترع بعيداعن الشاطئ للحصول علي اجود ما فى المجري من مياه وتكون هذه المواسير محمولة علي منشآت حديدية أو خرسانة مسلحة .

- مأخذ الشاطئ Shore Intake

يتكون من حائط أو أجنحة تبني علي شاطئ المجري المائي مباشرة من الخرسانة المسلحة أو الطوب لوقاية مداخل مواسير المياه التي تكون ماسورتين أو أكثر وتمتد المواسير تحت جسر المجري المائي وتنتهي في بيارة طلمبات المياه العكرة.

ويراعي الخصائص التالية عند أنشاء المأخذ :

- ألا يقل ميل الماسورة عن 1% في اتجاه عنبر الطلمبات .
- لا يقل عمق ماسورة المأخذ عن سطح الماء عن 1م .
- استقامة خطوط مواسير السحب .
- تزويد المأخذ بالشبك المانع للأعشاب والأجسام الكبيرة في الجزء الأمامي من مكان السحب .
- عمل الحماية اللازمة لمواسير المأخذ طبقا للاشتراطات والمواصفات الفنية لخطوط المواسير المستخدمة في كود أسس تصميم وشروط تنفيذ شبكات مياه الشرب والصرف الصحي .

أسس التصميم :

1. سرعة المياه في مواسير المأخذ لا تقل عن 0.6 م/ ث لمنع الترسيب بالخطوط (sedimentation)

ولا تزيد عن 3 م/ ث لمنع التآكل وعدم نشوء فرق منسوب يؤثر

علي تدفق المياه .

2. حساب الفواقد في الخطوط

- الفاقد في الضغط نتيجة الاحتكاك بالمواسير (يطبق معادلة " هازن وليم ")

$$H = \frac{6.78L}{d^{1.165}}\left(\frac{V}{C}\right)^{1,85}$$ Or $$H_{HW} = 0.1334\,\frac{66.86L}{C_{HW}}\,\frac{q^{1.85}}{D^{4.8655}}$$ metric

حيث

V: سرعة المياه م/ث L: طول الماسورة م

d: قطر الماسورة م H: الفاقد فى الضغط م

C: معامل هازن وليم q:التدفق (l/s)

قيمة معامل الأحتكاك لهازن ويليامز

جدول معامل هازن ويليامز للأحتكاك لأنواع المواسير المختلفة

نوع المواسير	C
الاسبستوس الأسمنتي	١٢٠ – ١٤٠
البلاستيك (uPVC)	١٤٠ – ١٥٠
البلاستيك المسلح بألياف الزجاج (GRP)	١٤٠ – ١٥٠
البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE)	١٤٠ – ١٥٠
الخرسانة	١٢٠ – ١٤٠
الحديد الزهر المرن	١٢٠ – ١٤٠
الحديد الصلب	١٢٠ – ١٤٠

الجدول رقم (2–1) قيم معامل الاحتكاك لهازن ويليامز

- الفاقد في الضغط للكيعان والمحابس (يطبق معادلة دارسى)

$$H_{DW} = f\frac{LV^2}{D2g} \qquad OR \qquad \Delta H = 0.0826\left(\frac{\lambda L}{D^5}\right)(Q^2)$$

حيث :-

f: معامل دارسى = λ | H: الفاقد فى الضغط م

V: سرعة المياه م/ث | L: طول الماسورة م

D: قطر الماسورة م | q:التدفق (l/s)

البعض يفضل أستخدام معادلة دارسى لأن الفواقد يعبر عنها كداله فى مربع السرعة كما مستخدم فى حساب الفواقد فى القطع الخاصة والمحابس وغيرها.

قيمة معامل الأحتكاك لدارسى

جدول معامل دارسى – وايزباخ للأحتكاك لأنواع المواسير المختلفة

نوع المواسير	f
الاسبستوس الأسمنتي	٠,٠١٢ – ٠,٠٢٠
البلاستيك (uPVC)	٠,٠٠٨ – ٠,٠١٢
البلاستيك المسلح بألياف الزجاج (GRP)	٠,٠٠٨ – ٠,٠١٢
البولى ايثلين عالى الكثافة (HDPE)	٠,٠٠٨ – ٠,٠١٢
الخرسانة	٠,٠١٢ – ٠,٠٢٠
الحديد الزهر المرن	٠,٠١٢ – ٠,٠٢٠
الحديد الصلب	٠,٠١٢ – ٠,٠٢٠

الجدول رقم (2-2) قيم معامل الاحتكاك لدارسى

2-1-1مانعة الأعشاب الواسعة او المصافي الكبيرة *Coarse Screen*

– تستعمل في مأخذ المياه لحجز المواد والأجسام الكبيرة الطافية في مجرى المياه وتمنعها من الدخول إلى مواسير التوصيل الرئيسية لبيارة أولطلمبات رفع المياه الخام إلى عملية التنقية.

– يتم تنظيفها يدويا وعلى فترات يومية تجنبا لتراكم الأجسام الطافية مثل ورد النيل وخلافة ومنعها من سد منافذ دخول المياه إلى المحطة.

– مساحة المصفاة المغمورة = معدل الأنسياب (m3/s) / سرعة المياه (m/s) X الكفاءة

تكون سرعة المياة = 0.6m/s

2-2 بيارة طلمبات العكرة :-

الغرض منها أستقبال المياه القادمة من المجرى المائى وتسحب منها المياه بواسطة الطلمبات لرفعها الى بئر التوزيع (Distribution shaft) الذى يقوم بالتحكم فى كميات المياه الداخلة الى مراحل المعالجة التالية ان كان هناك أكثر من مسار (Module) بالتوازى .

– التصميم الميكانيكى

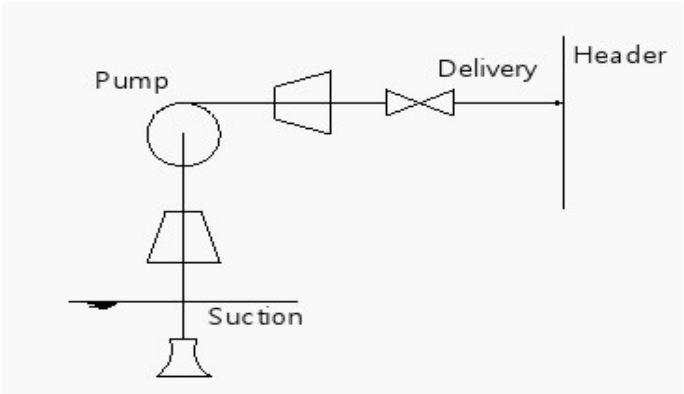
– مدة المكث من 5–10 دقيقة

– يتوقف أختيار أبعاد البيارة على سرعة المياه داخل خط المواسير المغذى للبيارة **vp** ويوضح الجدول الأتى السرعة فى ماسورة السحب مقابل الرفع المطلوب من الطلمبة :–

الرفع	سرعة المياه في مواسير سحب الطلمبة
4.5 m	0.76 m/s
حتى 15m	1.2 m/s
أكبر من 15m	1.67 m/s

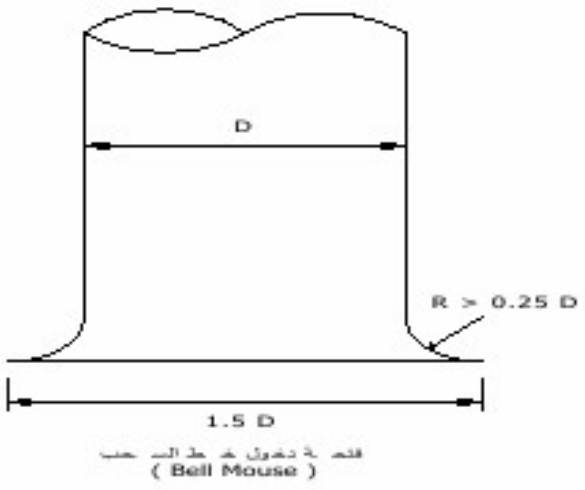
– سرعة المثلى للمياه فى بيارة السحب من مواسير سحب الطلمبات 0.3m/sويجب ألا تزيد عن 0.5m/s لأقصى تصرف مطلوب لجميع الطلمبات ووقت الذروة أى ما يعرف بالتصرف المركب .

2-3التصميمات الخاصة بتركيب المضخات :-



الشكل رقم (2–1) تصميمات تركيب المضخات

فتحة الدخول لخط السحب (Entrance Eye) يجب أن تكون على هيئة فوهة جرس (Bell Mouth) وأن تكون أبعادها كما فى الشكل التالى



شكل رقم (2-2) فتحة الدخول لخط السحب

خط السحب (Suction pipe) يجب أن يكون بقطر بحيث لا تزيد سرعة السريان فية عن 2m/s ويمكن حساب القطر (بالبوصة) بمعلوميه التصرف (لتر/ث) من العلاقة الأتية :-

$$\text{القطر (بالبوصة)} = \sqrt{\text{التصرف (اللتر/ ثانية)}} \times .$$

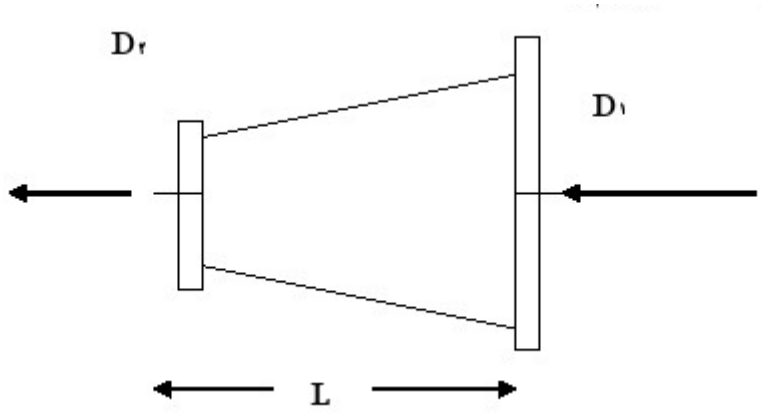
1- مسلوب السحب (Nozzle) فائدة المسلوب أنة يعمل على تسارع المائع أو السائل عند دخولة لفتحة المروحة الخاصة بالمضخة فلا يحدث تغير فجائى فى سرعة السائل وبالتالى لا تحدث مفاقيد ناتجة من الأضطراب (اجهاد القص)تؤدى الى فقد فى الطاقة .

فى حالة عدم تركيب المسلوب أمام فتحة سحب المضخة هذا يزيد من الفاقد الذى يتحول الى زيادة فى معدل استهلاك الطاقة وعليه **يجب أن يكون قطر خط السحب أكبر من فتحة المضخة**

*** مواصفات مسلوب السحب**

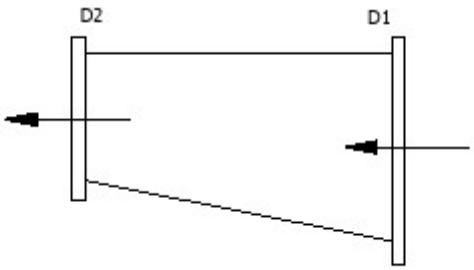
– لا تزيد زاوية رأس المسلوب عن 10 درجات حتى لايتسبب فى أعاقة السريان ويشكل نقطة فاقد L>5(D**1**-D**2**)

– إذا كانت المضخة فى مستوى اسفل من منسوب مياه السحب فأن المسلوب يكون متماثلا حول محورة .



شكل رقم (2–3) مسلوب السحب للمضخة

– إذا كانت المضخة فى مستوى اعلي من منسوب مياه السحب فأن المسلوب يكون لا محوريا كما موضح بالشكل التالى .



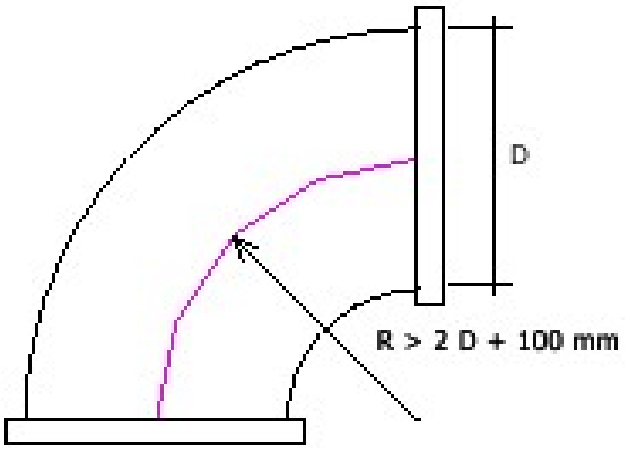
شكل رقم (2–4)سلوب السحب

حتى لا تتكون جيوب هوائية بخط السحب فتؤدى الى مشاكل هيدروليكية تؤثر على كفاءة الضخ أو التكاليف الممثلة فى زيادة أستهلاك الطاقة .

2- **مسلوب الطرد (Diffuser)** يتصف مسلوب خط الطرد بأن قطرة الأصغر مركبا علي طرد المضخة وبزيادة القطر تقل سرعة السريان ومن ثم تتحول طاقة الحركة إلي طاقة ضغط **(زيادة الضغط الإستاتيكي)** وهذا يقلل فاقد الاحتكاك أي يقلل الطاقة المستهلكة لضخ وحدة الحجوم

3- **مصافي خط السحب (STRAINER)** متوسط سرعة إنسياب السائل من فتحات المصافى صغيرا قدر الإمكان ويفضل ألا تزيد عن (0.6م/ث) حيث أن زيادة السرعة تعني زيادة الفاقد في الطاقة

4- **الأكواع (ELBOWS)** ويتوقف كفاءة الكوع علي نصف قطر دورانه فكلما زاد نصف قطر الدوران زادت كفاءته والعكس بالعكس والمواصفات الألمانية تحدد نصف القطر بالعلاقة التالية: **R > 2D + 100 mm**



شكل رقم (2-5) الأكواع

أما المواصفات المعمول بها في مصر فهي تحدد نصف القطر بالعلاقة: **R = D**

5- **خط الطرد (DELIVERY PIPE)** يجب أن يكون بقطر أكبر من قطر فتحة طرد المضخة حيث أن المعايير التصميمية تحدد أقصي سرعة للسريان ثلاثة أمتار /ثانية ومن الواجب ألا يكون خط الطرد طويلا خاصة إذا كان هناك خط طرد رئيسي (Header) أما إذا لم يكن يناك هناك خط رئيسي فيراعي ألا تزيد السرعة عن (1.5) متر / ثانية .

6- **خط الطرد العمومي (HEADER)** يجب ألا تزيد سرعة السريان فى الخط عن (1.5) متر / ثانية ويفضل أن تكون (1) متر / ثانية فقط .

4-2 بئر التوزيع:-

- التصميم الميكانيكى

- اذا كان البئر دائريا فان القطر لا يجب أن يزيد عن 5 أمتار .

- سرعة المياه في المواسير الخارجة من البئر الي المروقات يجب الا تصال الي (1) متر وهى فى العادة تتراوح بين(0.5–0.9) متر/ثانية .

5-2 حوض الترسيب

هو الحيز الذي تترسب الندف المتكونة في أحواض الترويب وعلي سطحها المواد العالقة إلي قاع الحوض

.

<u>– التصميم الميكانيكى</u>

الأحواض المستطيلة

– لا يقل عدد الأحواض عن أثنين .

– طول الحوض يتراوح بين (3–5) العرض .

– العرض يتراوح بين (2–4) العمق .

– عمق المياه من (2–4) متر. – مدة المكث من (2–3) ساعة .

– معدل التحميل على الهدار يبدأ من 150 متر3/متر/يوم ولا يزيد عن 200متر3/متر/يوم

وفى حالة الهدار ذو الفتحات (v notch) لا يزيد عن 300متر3/متر/يوم

– لا تزيد السرعة الأفقية عن 30سم/دقيقة .

– لا يزيد طول الحوض عن 50 متر.

– ميل القاع يكون فى حدود 1–2% ويكون أتجاه الميل ناحيه حيز تجميع الرواسب فى اتجاه المدخل لسريان المياه .

– سرعة المياه فى المواسير الخارجة تتراوح بين 0.5– 0.7 متر/ثانيه .

– معدل التحميل السطحى (20–45)متر3/متر/يوم .

– لا يقل قطر ماسورة خروج الرواسب عن 150مم ويجب خروج الرواسب بمعدل منتظم .

6-2 المرشحات (*Filtration*)

تقوم المرشحات علي ازالة ما تبقي من مواد عالقة من مرحلة الترسيب المسئولة عن ازالة (90%) منها ويتبقي النسبة الباقية للمرشحات حيث يتم التصاق المواد العالقة الموجودة في المياه المروقة علي سطح حبيبات الرمل الموجودة في المرشح .

– التصميم الميكانيكى

– اذا كان الوسط الترشيحي من الرمل والزلط فان سمك طبقة الرمل تتراوح بين (50–70) سم وحبيبات الرمل ذات قطر فعال بقيمة (0.6–1.5) مم ومعامل انتظام (1.35–1.50) .

وسمك طبقة الزلط المتدرج تتراوح بين (30–60) سم .

– اذا كان الوسط الترشيحي من الرمل فقط فان سمك طبقة الرمل تكون حوالى (100–1200) سم .

– مساحة المرشح في العادة تتراوح بين (40–60) م2 ولا تتعدى 150م2 .

– أقل عدد من المرشحات = 0.044 (تصرف المحطة)2/1 (م3/يوم) .

– معدل الترشيح من (120 –200) م3/م2/يوم .

سرعة المياه بالمواسير Flow Velocity

* الدخول الى المرشح حوالى (0.5– 0.75) م/ث بمتوسط (0.6) م/ث .

* خروج المياه المرشحة حوالى (0.6–1.5) م/ث بمتوسط (1)م/ث.

* خط مياه الغسيل حوالى (1.5–3) م/ث (للعمومى) بمتوسط (2) م/ث .

مضخات غسيل المرشحات Washing Pump

* يحدد تصرف الطلمبة طبقا لمعدل الغسيل الذي يتم اختياره والذي يتراوح بين حوالي (15–35)م3/م2/ساعة لمرشحات الضاغط وطبقا لنوعية ونظام تشغيل أي منها مضروبا في مسطح الرمل داخل المرشح.

* يحدد الرفع الديناميكي للطلمبة بحساب الرفع الأستاتيكى الكلى بين أدنى منسوب للمياه في الخزان الأرضي أسفل المرشحات ومنسوب المياه فوق الهدار.

هواء الغسيل المضغوط Compressed Air System

يستعمل الهواء المضغوط في محطات تنقية مياه الشرب في أحد مراحل غسيل المرشحات والتي تتطلب أن يكون معدل استخدام الهواء المضغوط من (35–75)م3/م2/ساعة وبضغط يتراوح بين (0.3–0.5) كجم/سم2 . وبسرعة من (10–25)م/ث فى مواسيردخول هواء الغسيل للمرشح .

7-2 الخزانات الأرضية (*Ground reservoirs*)

حجم التخزين يحدد بالعلاقة التقريبية التالية

الحجم = (أقصى أستهلاك يومى – أقصى أستهلاك شهرى) + 80% من التصرف اللازم للحريق .

ويلاحظ أن حجم التخزين = 15%– 40% من طاقة المحطة للمياه المرشحة فى حالة تنفيذ محطة التنقية على مرحلتين يفضل انشاء خزان أرضى لكل مرحلة .

** سعة التخزين = تصرف المحطة (لتر/ث) X 10 م3

8-2 طلمبات المياه المرشحة

بيارة سحب المياه المرشحة

– التصميم الميكانيكى

- ◊ مدة المكث داخل البيارة من (5–10) دقائق
- ◊ حجم البيارة = التصرف × مدة المكث
- ◊ طول البيارة = عدد الطلمبات × المسافة بين محوري الطلمبتين
- ◊ عرض البيارة لا يقل عن (2) م
- ◊ لا يقل عمق الراسم العلوي لمواسير سحب الطلمبات من البيارة في حالة أدنى منسوب للمياه بها عن1.5 قطر مدخل مواسير السحب.

2- *ضخ المياه المنتجة من المحطة*

هناك اعتبارات خاصة لمحطة ضخ المياه المنتجة مثل:

1. اختيار موقع الطلمبات.
2. التصرف التصميمي لمحطة الطلمبات.
3. ضغط تشغيل الطلمبات.

- **التصرف التصميمي لمحطة الطلمبات**

يتوقف التصرف الذي تصمم عليه محطة الطلمبات على العوامل السابق ذكرها مع محطة طلمبات المياه العكرة ويفضل أن يكون التصرف التصميمي لمحطة الطلمبات مساويا للتصرف اليومي أثناء فترة الصيف مع الأخذ فى الاعتبار إضافة وحدات رفع احتياطية فى حدود (30–50%) من الوحدات الأساسية .

3- *وحدات الرفع* Pumping Unit

◊ يتم اختيار الطلمبات لتغطي أقصى تصرف مطلوب للمحطة.

◊ سرعة المياه بمواسير سحب المضخات لا تزيد قيمته عن 1.5م/ث وفي خطوط طرد الطلمبات لا تزيدعن 1.8 م/ث . وفي

خط الطرد المجمع (Header) لا تزيد عن 1.50 متر/ ثانية .

◊ لا يزيد فرق المنسوب بين أدنى مستوي سطح المياه في البيارة من محورمروحة المضخة عن 4م .

9-2 تصميم الخطوط الحاملة للمياه

خطوط المواسير الرئيسية الحاملة للمياه والتى تنقل المياه من محطات التنقية أوالرفع وحتى شبكات التوزيع يستخدم في تصميمها المعادلة الأساسية فى علم الهيدروليكا وهي معادلة الاستمرارية(1)

ومعادلة كول – باروك (2)

ومعادلة هازن – وليامز(3) لاستنتاج القطر المناسب

معادلة الاستمرارية (1) $Q=AXV$

معادلة كول – باروك (2) $\frac{1}{\sqrt{f}}= -2\log\left(\frac{K}{3D}+\frac{1}{0.32Re\sqrt{f}}\right)$

معادلة هازن– وليامز (3) $V=0.355C(D^{0.63})(\frac{H}{L})^{0.54}$

حيث

Q= التصرف المار فى الماسورة .

A= مساحة مقطع الماسورة الداخلى .

V= سرعة المياه فى الماسورة .

F= معامل الاحتكاك للماسورة .

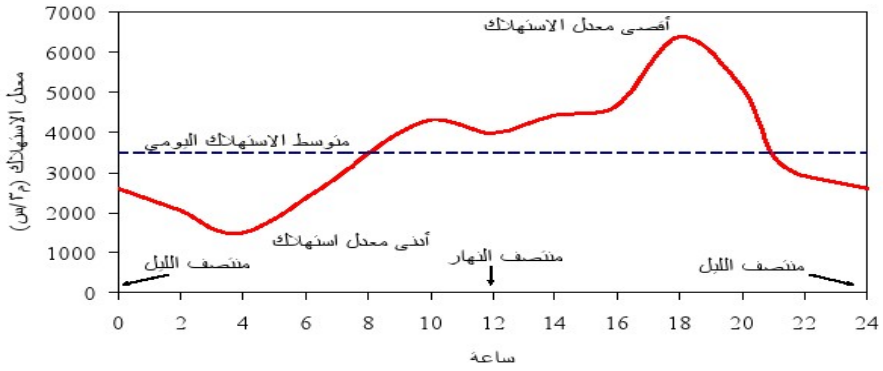
K= خشونة الجار للانواع المختلفة للمواسير .

D= القطر الداخلى للماسورة .

Re= رقم رينولد

H/L= الفاقد فى الضغط .

10-2 التغيرات فى معدلات أستهلاك المياه

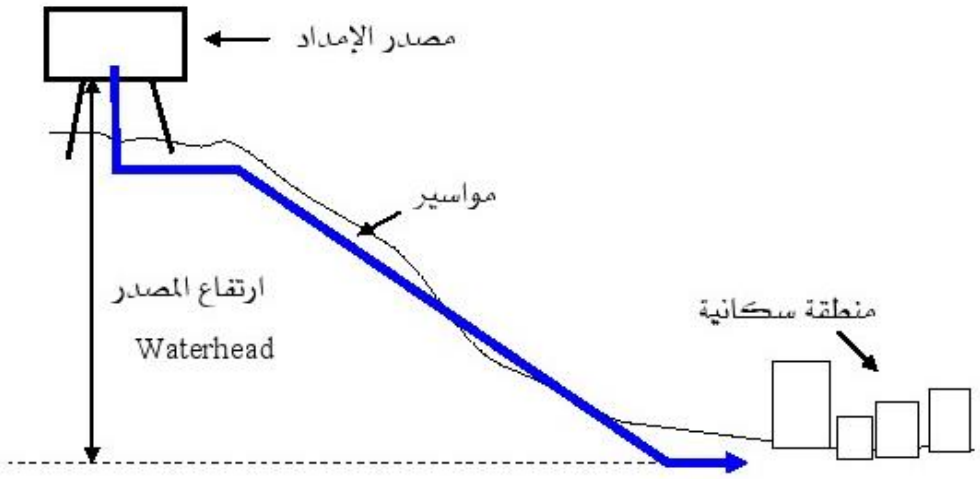


(2-6) معدل أستهلاك المياه

11-2 طرق توزيع المياه

2-11-1 *التوزيع بواسطة الانحدار* Gravity distribution

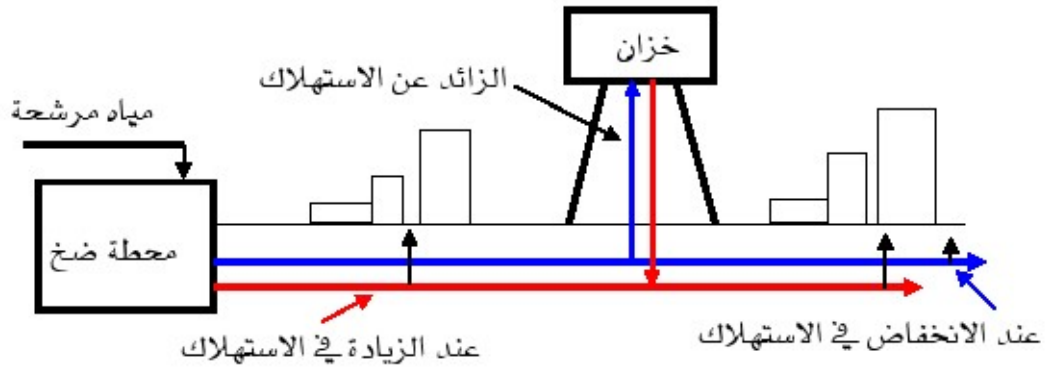
تستخدم هذة الطريق عندما يكون اتجاه سريان المياه داخل المواسيرهونفس اتجاة ميل الأرض الطبيعية



الشكل رقم (2-7) التوزيع بواسطة الانحدار

2-11-2 *التوزيع بواسطة الضخ والتخزين*

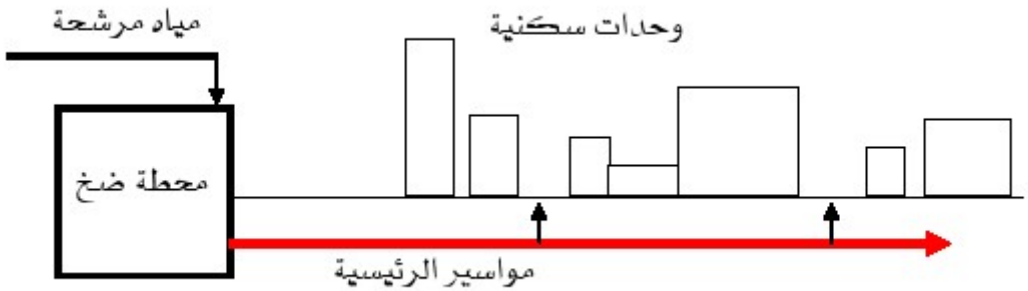
يتم فى هذة الطريقة ضخ كميات المياه الزائدة بمضخات رفع خلال الساعات التى تنخفض فيها معدلات الاستهلاك ثم تخزن فى خزانات أو أحواض علوية لكى يستعان بها خلال الفترات التى تزيد فيها معدلات الاستهلاك أو تتوقف فيها المضخات عن العمل .



شكل رقم (2-8) التوزيع بواسطة الضخ والتخزين

2-11-3 التوزيع بواسطة الضخ وبدون التخزين

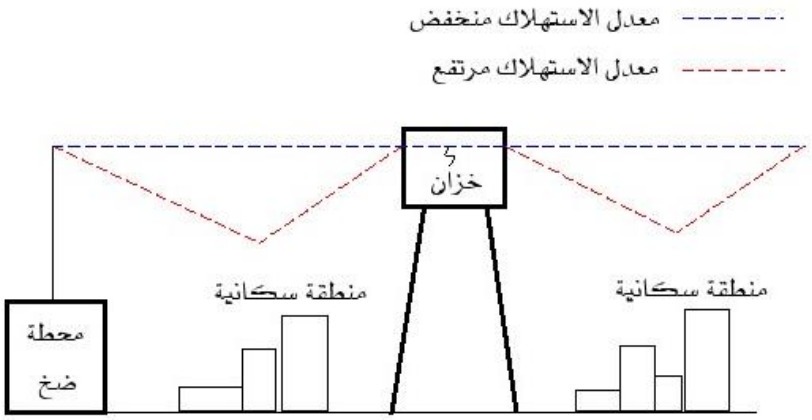
فى هذة الطريقة يتم ضخ الماء مباشرة داخل الانابيب الرئيسية لتصل الى المستهلك دون أن تمر بخزانات علوية بحيث تعمل المضخات بمعدلات ثابتة خلال 24ساعة وهذة الطريقة غير مرغوب فيها .



شكل رقم (2–9) التوزيع بواسطة الضخ وبدون التخزين

12-2 الخزانات العلوية *Elevated storage*

يتم تخزين المياه فى خزانات علوية عندما تكون معدلات الاستهلاك منخفضة حتى يستعان بها فى ساعات الاستهلاك القصوى كما تقوم الخزانات العلوية بعمل موازنة أو تعادل فى ضغط الشبكة وعلية يتم الحفاظ على مواسير الشبكة ويعتمد ارتفاع الخزانات على معدلات الاستهلاك ، وتشغيل الشبكة ، والضغط المطلوب فى الشبكة



شكل رقم (2–10) الخزانات العلوية

من أهداف التخزين :-

1-أحتياط حالات الطوارىء:وهو احتياطى التخزين اللازم لحالات الأعطال فى وحدات التنقية والتوزيع .

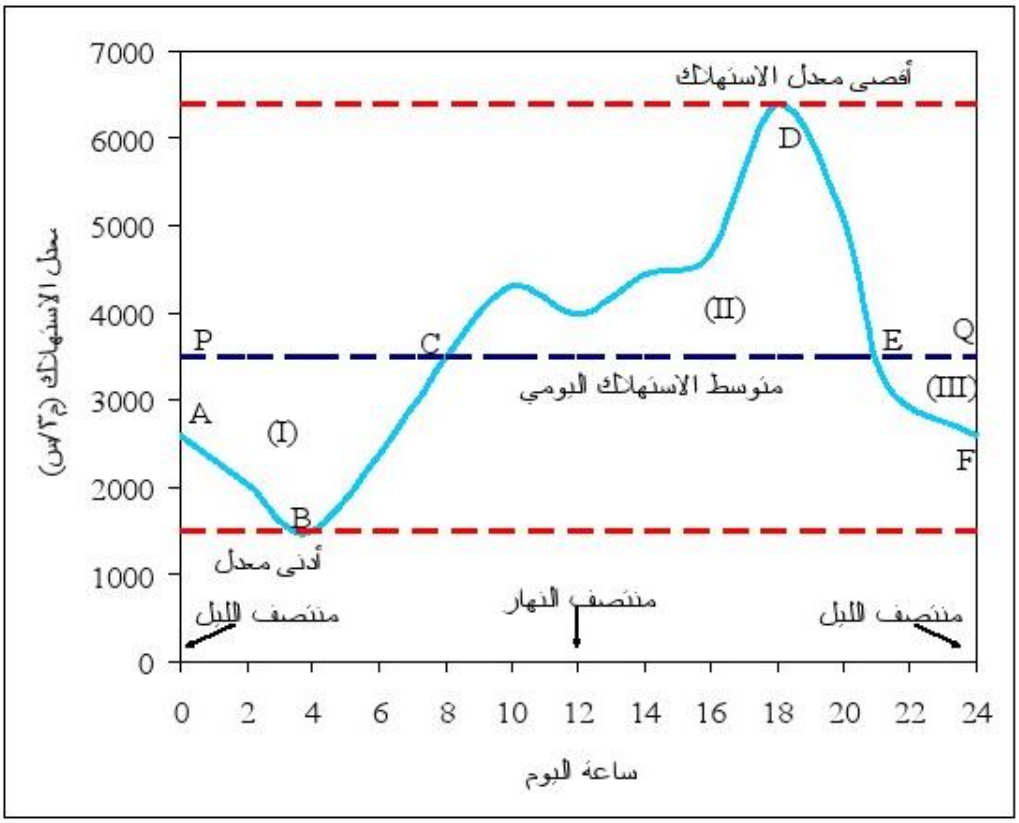
2- أحتياط الحرائق : وهو الاحتياطى اللازم لاطفاء الحرائق .

3- مخزون التشغيل : وهى الكمية التى توزع يوميا للاستهلاك .أو هو معدل السحب اليومى من الخزان لشبكة التوزيع .

(أشكال لبعض الخزانات)

13-2 كميات التخزين اللازمة *Storage necessary*

يوضح الشكل التالى العلاقة بين معدلات الاستهلاك وساعات اليوم فى حالات الاستهلاك القصوى .



الشكل رقم (2–11) معدلات الاستهلاك وساعات اليوم

3- هيدروليكا المحطات

أهداف دراسة هيدروليكا المحطات :-

- التعرف على ما المقصود بهيدروليكا المحطات .
- التعرف على الهدف من دراسة هيدروليكا المحطات .
- التعرف على كيفية دراسة هيدروليكية المحطة .
- التعرف على المعلومات المطلوبة لدراسة السريان داخل المحطة .
- التعرف على المشاكل التى تنتج من عدم دراسة السريان بالمحطة .
- التعرف على أنواع السريان داخل المحطة .
- التعرف على المعادلات المستخدمة فى دراسة هيدروليكا المحطات .
- التعرف علي كيفية حساب الفواقد .
- التعرف علي الهدارات ووظيفتها فى محطات المياة .
- التعرف على الفواقد فى الهدارات .
- التعرف على كيفية دراسة أنتقال المياه بين مرحلتين من مراحل المعالجة .

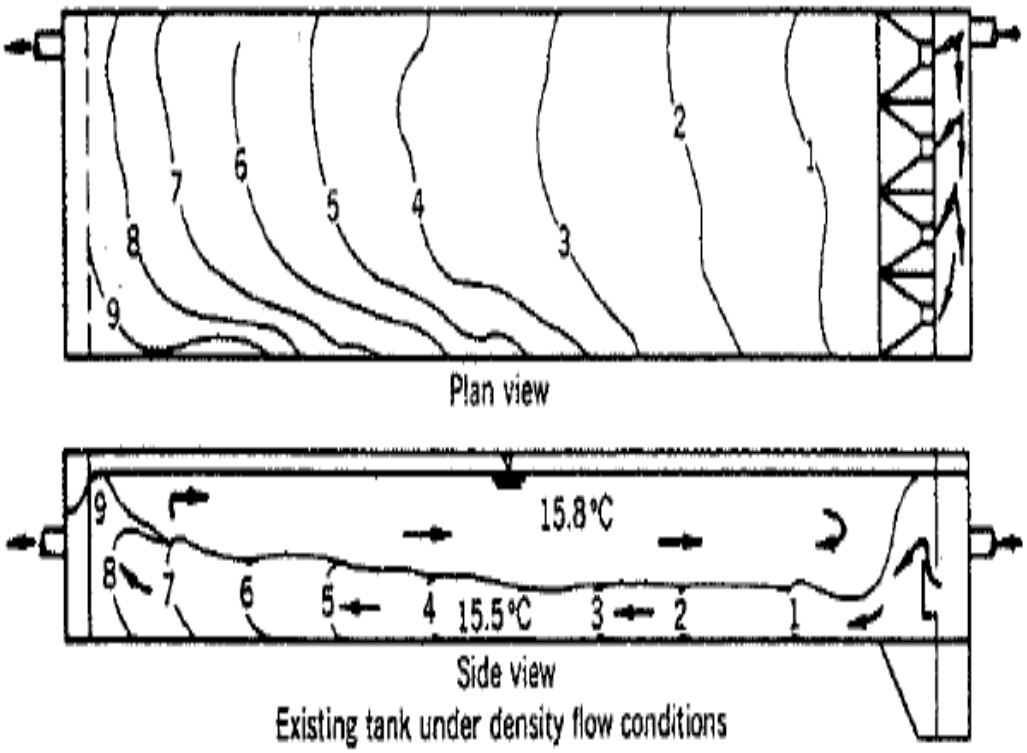
3-1 المقصود بهيدروليكا المحطات :-

هى عملية انتقال المياه داخل المحطة بين مراحل المعالجة المختلفة مثل أنتقال المياه من بيارة العكرة الى بداية المحطة – أنتقال المياه من اعلى نقطة بالمحطة الى الخزان الآرضى مرورا بمراحل المعالجة المختلفة بواسطة الانحدار مع تحديد الفواقد الهيدروليكية فى كل مرحلة .

3-2- الهدف من دراسة هيدروليكا المحطات :-

1. التأكد من أمكانية أنتقال المياه بسهولة ويسرعند رفع التصرف ألى القيمة القصوى .
2. التأكد من توزيع المياه بالتساوى بين خطوط المعالجة المتوازية أو بين وحدات المعالجة المختلفة
3. التأكد من عدم حدوث مسارات مختصرة للمياه أوأماكن ميتة فى مراحل المعالجة المختلفة مما يقلل من زمن المكث الحقيقى الى 20–30% من زمن المكث التصميمى بها وهو الأمر الذى يؤثر على جودة المعالجة.

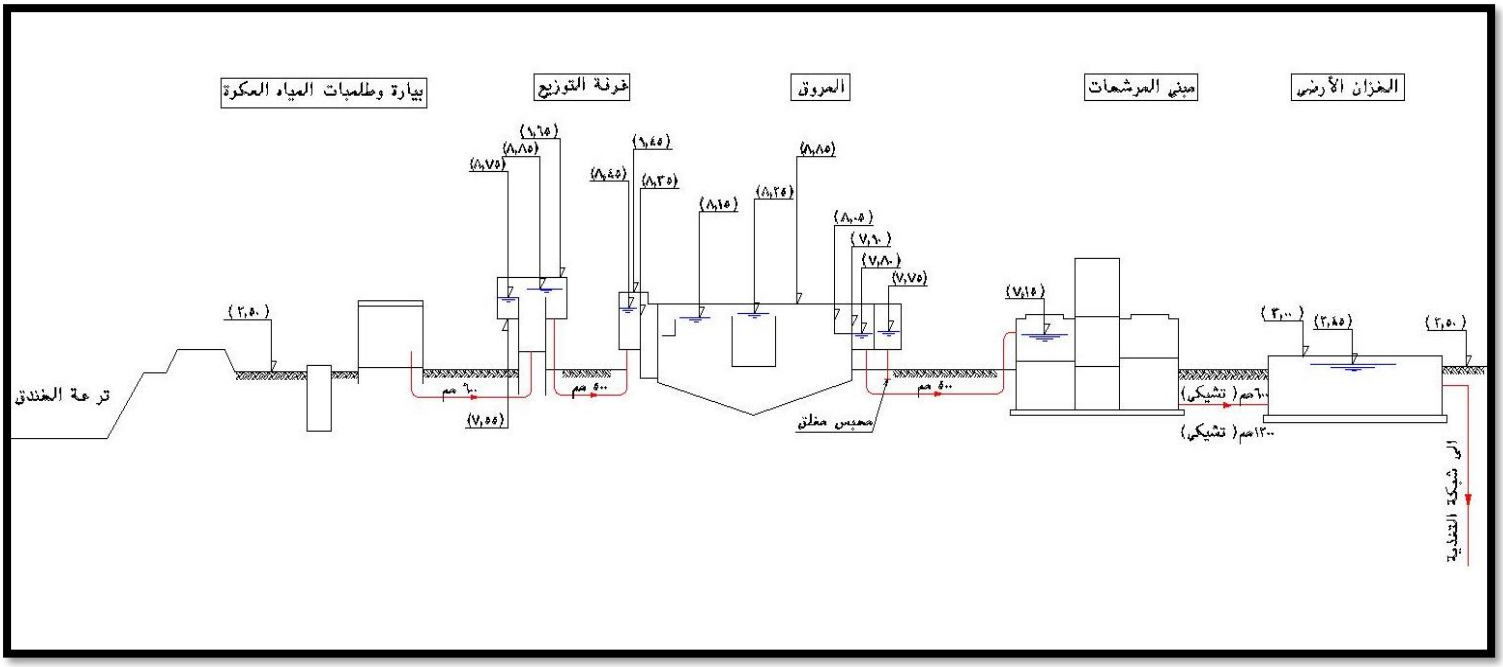
مثال لعدم انتظام سريان المياه فى حوض الترسيب بسبب خطأ فى تصميم منطقة الدخول



الشكل رقم (3-1) عدم انتظام سريان المياه فى حوض الترسيب

3-3 كيف تتم دراسة هيدروليكا المحطات :-

1. يتم رسم خط الأنحدارالهيدروليكى أثناء الدراسات الأولية لتصميم المحطة .
2. يجب أن نعرف أن الخط الذى يمثل أنتقال المياه خلال المحطه هو خط الانحدار الهيدروليكى ويمثل قيمة طاقتى الوضع والضغط .
3. يجب أن نعرف أن للمياة خلال أنتقالها داخل المحطة تفقد جزء من طاقتها عند انتقالها بين أى نقطتين .
4. يتم حساب الفواقد خلال سريان المياه بالمحطة وبحساب إجمالى الفواقد يمكن حساب قيمة الرفع فى بداية المحطة .



مثال للوحة الأنحدار الهيدروليكى

شكل رقم (3-2) مخطط للانحدار الهيدروليكى

3-4 المعلومات المطلوبة لدراسة السريان بالمحطة :-

1. يجب أولاً تحديد تصرف المحطة الأقصى . بمعنى أقصى تصرف للمياة العكرة وهوالتصرف الذى سيتم الحساب علية لأحقا حيث يتم حساب الفقد فى الضغط بناء على هذا التصرف . مع ملاحظة أن التصرف الأقصى أكبر من قدرة المحطة حيث يوضع فى الحسبان الاتى

   – تشغيل الطلمبات بعيدا عن نقطة التشغيل الطبيعية .

   – أحتمال وجود سريان ناتج من تدوير خط غسيل المرشحات مثلاً

   – خروج أحد مكونات المحطة من الخدمة للصيانة عندها يجب أن تكون المحطة قادرة على التعامل مع السريان الوارد دون حدوث مشكلات هيدروليكية .

2. يجب تحديد مكونات المحطة وأحجامها بمعنى خط سريان المياه داخل المحطة (مواسير – قنوات – خزانات – محابس – بوابات وغيرها) مع تحديد أقطار وأبعاد كل جزء .

3. المناسيب المتاحة وذلك طبقا لطبوغرافية الأرض قد يكون ارتفاع أرض المحطة وعدم أستوائها عاملاً مساعدا لتوفير الأنشاءات أو عاملاً يعوق أنتقال المياه ويزيد من تكاليف الضخ فى مرحلة رفع المياه الى رأس المحطة

أرقام عامه توضع فى الأعتبار

فى حالة استواء أرض المحطة يكون الفرق بين منسسوب رأس المحطة (بئر التوزيع) وأعلى منسوب للمياه فى الخزان الأرضى حوالى (4.9 – 5.2) وذلك فى محطات المعالجة التقليدية (ترويب – تنديف – ترسيب – ترشيح – خزان)

ولكن عند زيادة مراحل معالجة اضافية مثل (مرشحات الكربون النشط – أستخدام الأوزون المبدئى) يزداد الفرق فى المنسوب المطلوب بالمحطة الى حوالى 7.6 م .

الأرقام دى عامة ويتم حسابها بدقة طبقا لحالة كل محطة .

5-3 المشكلات التى قد تنتج من عدم دراسه السريان الهيدروليكى للمحطة :

شكل (3–3) صور توضح بعض المشكلات التى تنتج من عدم دراسة السريان

قد يكون الرغبة فى زيادة قدرة المحطة الأنتاجية سببا فى زيادة كمية تصرف المياه وعدم قدرة خطوط الأنحدار بالمحطة على نقل المياه بين مراحل المعالجة مما يسبب فيضان المياه من مراحل المعالجة كما هو موضح بالصورة .

كما أيضا من المشاكل التى تنتج من

عدم دراسة السريان الهيدروليكى السريان الغير منتظم للمياه بمعنى وجود موج فى المياه داخل المحطة أثناء أنتقال المياه من المروقات الى المرشحات كما هو موضح فى الصورة

شكل (3-4) صور توضح بعض المشكلات التى تنتج من عدم دراسة السريان

6-3 أنواع السريان داخل المحطات :-

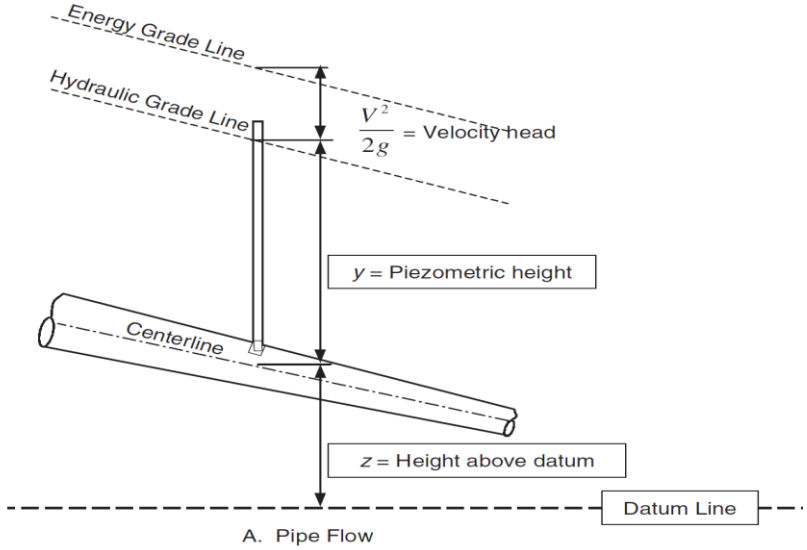
يكون سريان المياه بين المراحل فى أحد شكلين

1- سريان أنبوبى pipe flow

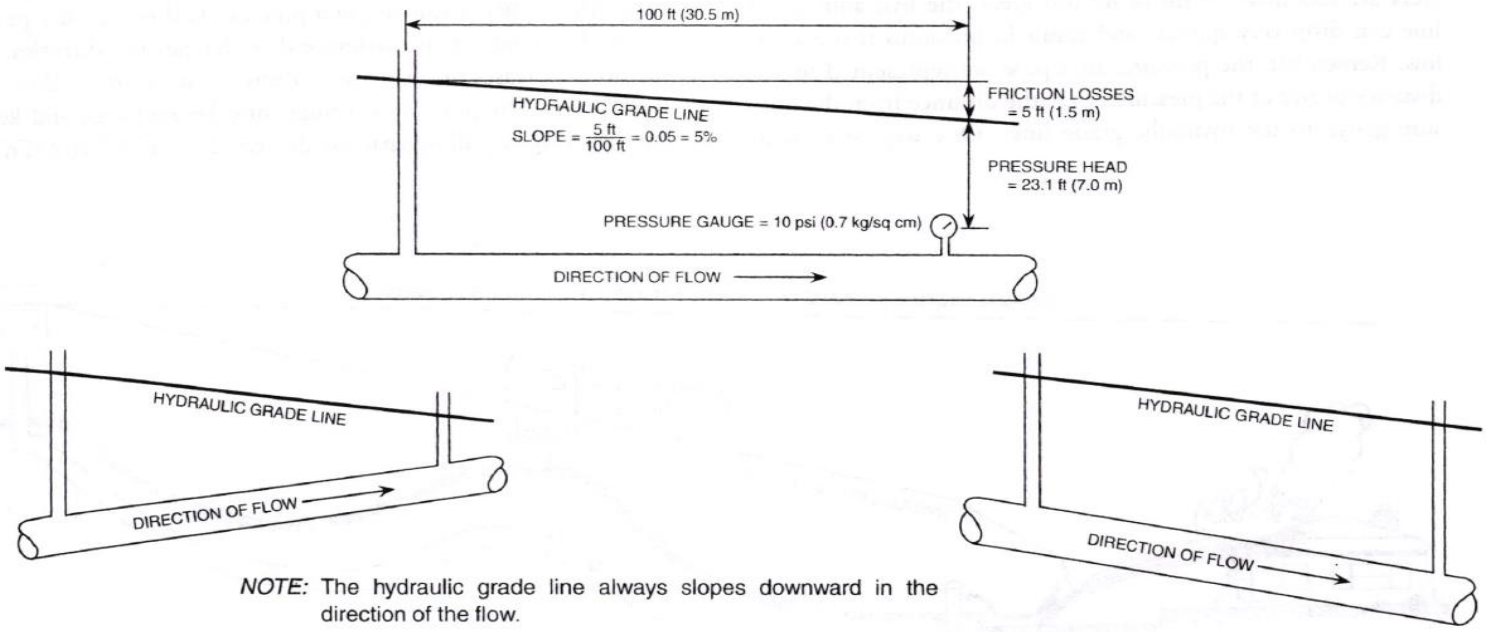
2- سريان فى القنوات المفتوحة open channel

3-6-1 سريان أنبوبى (السريان فى القنوات المغلقة) **pipe flow** :- هوالسريان فى الأنابيب المغلقة عندما لا يكون سطح السائل معرض للضغط الجوي ويكون السريان بسبب الضغط اى بسبب قوة أضافية . مثل السريان فى الأنابيب والمواسير (السريان تحت تأثير الضغط).

الشكل رقم (3-4) سريان أنبوبى



كمايمكن رسم خط الأنحدار الهيدروليكى بواسطة توصيل نقط أرتفاع السائل فى ألأنبوبة كما بالشكل (3-5)



NOTE: The hydraulic grade line always slopes downward in the direction of the flow.

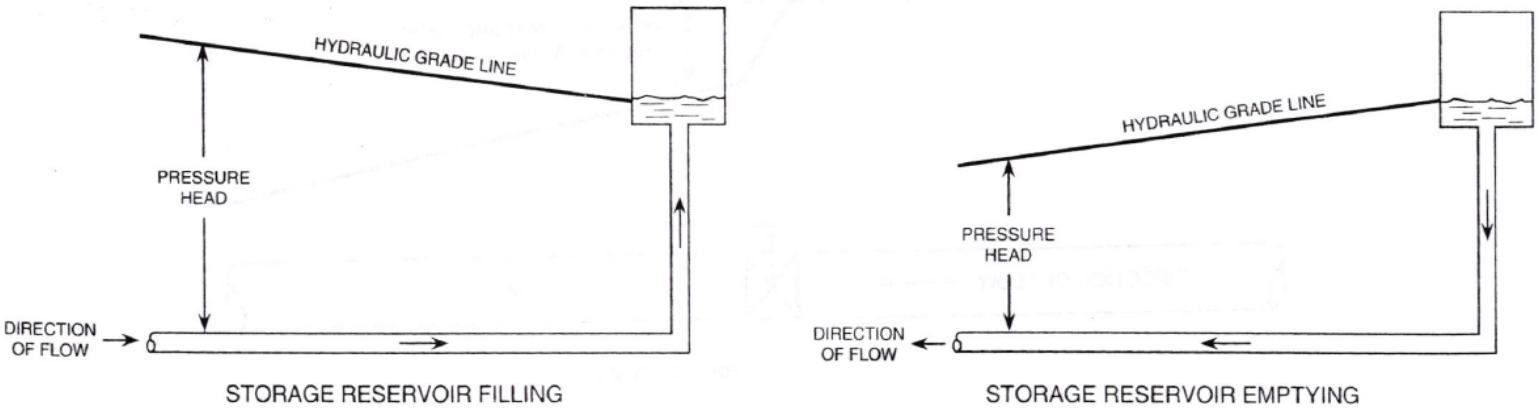
Fig. 3.2 Hydraulic grade lines

(لاحظ أن ميل خط الأنحدار ليس لة صلة بميل الماسورة)

الشكل رقم (3-5) الانحدار الهيدروليكى

لاحظ أن الفقد فى الضغط بين نتقطتين يتم حسابه بأستخدام معادلة برنولى

معادلة برنولى $$HL = [\ z + y + \frac{V^2}{2g}\ ]2 - [\ z + y + \frac{V^2}{2g}\ ]1$$



يحدث الفقد فى الضغط نتيجة احتكاك السائل مع جدران المواسير

الشكل رقم (3-6) ميل خط الانحدار الهيدروليكى

3-6-2 السريان فى القنوات المفتوحة :-

هو سريان المياه فى قنوات ذات سطح حر (مفتوح) أى أن سطح الماء ليس علية ضغط (معرض للضغط الجوى). وفى هذة الحالة يكون السريان فى هذة القنوات تحت تأثير الجاذبية الأرضية

مثل الأنهار، المجارى المائية ،الأودية ، قنوات الرى ، أبراج التوزيع , أحواض الترويب والتنديف ، المروقات ،المرشحات ،والقنوات الناقلة للمياه بين مراحل المعالجة .

ويكون فى هذا النوع من السريان :

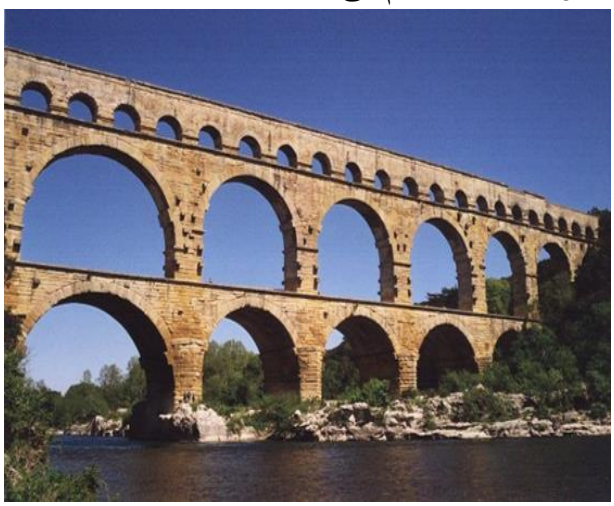
- قاع القناة مائل وسطح السائل معرض للضغط الجوى ويكون ميل السطح للسائل هو نفسة خط الأنحدار الهيدروليكى الخاص بالمياه داخل القناة .

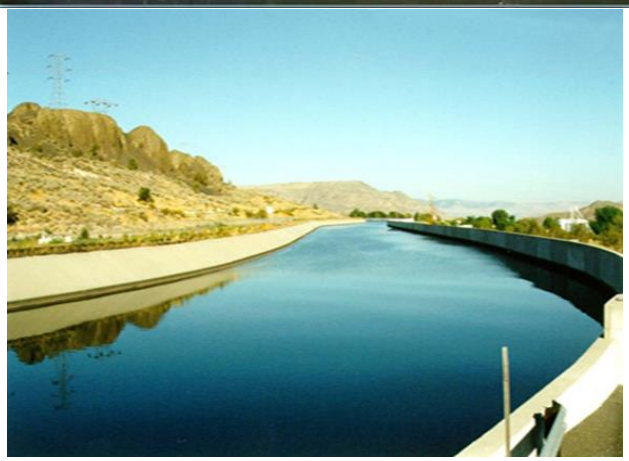
  أى أن خط الأنحدار الهيدروليكى ينطبق على سطح السائل

- حساب الفاقد فى القنوات المفتوحة يمكن تحديدة بمنسوب المياه فى أول وأخر القناة
- المنسوب فى القنوات المفتوحة يتم التحكم فيه بواسطة التحكم فى المدخل up stream **أو** المخرج down stream

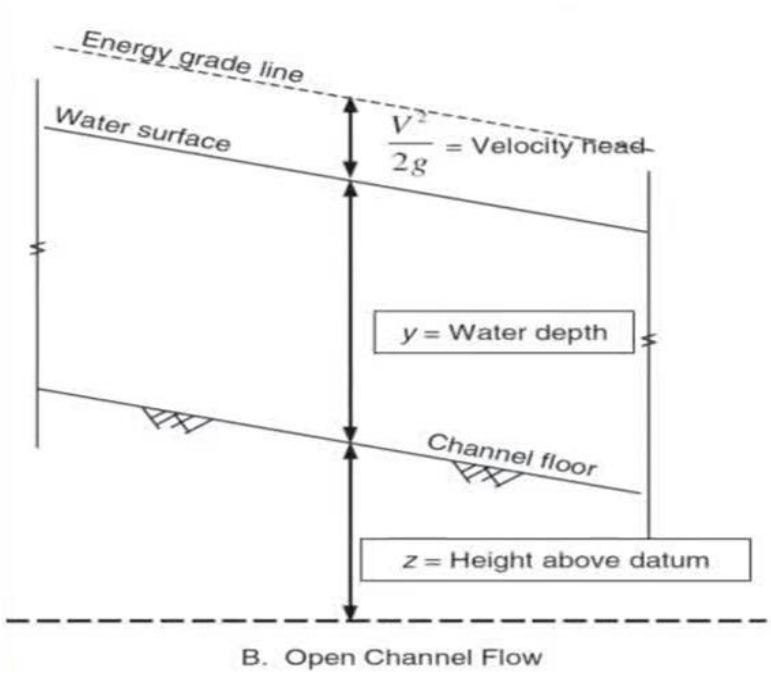
- فى القنوات ذات الميول البسيط أو المستوية يتم عادة التحكم فى المنسوب من المخرج
- فى القنوات ذات الميول الكبير يتم التحكم فى المنسوب من أعلى التيار وهو ما ينتج سريان غير منتظم

وعادة لا تستخدم فى محطات المياه .





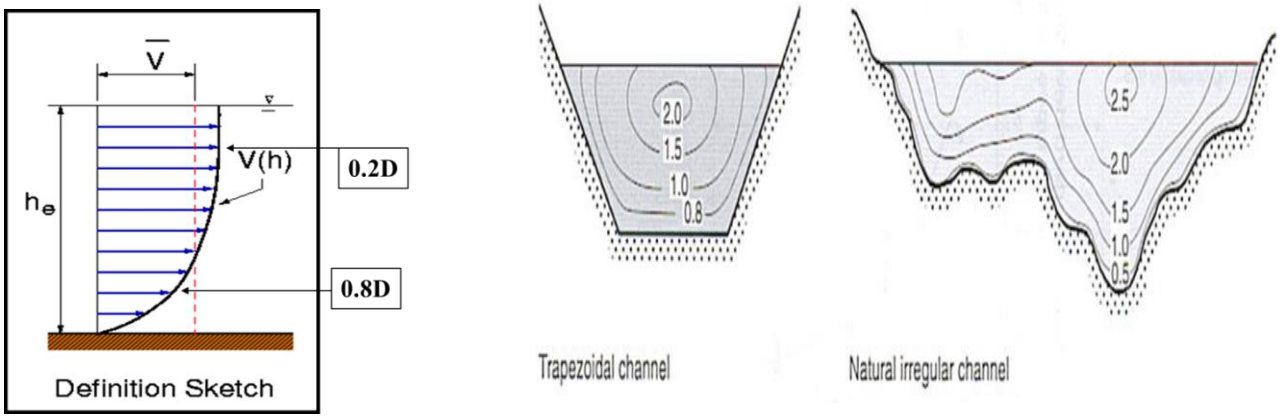
(صور لبعض القنوات المفتوحة)



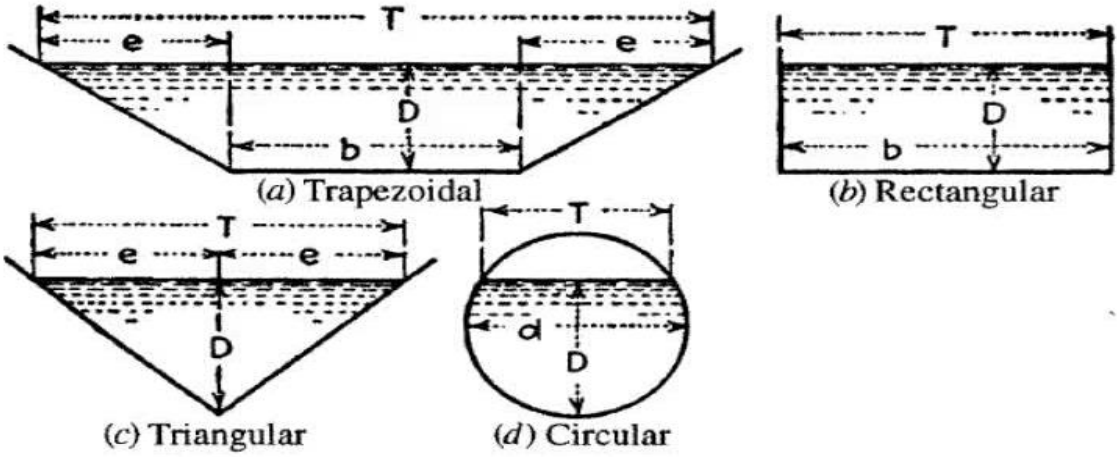
الشكل رقم (3-6-2) السريان فى القنوات المفتوحة وخط الإنحدار الهيدروليكى

توزيع السرعة للمجرى المائى :-

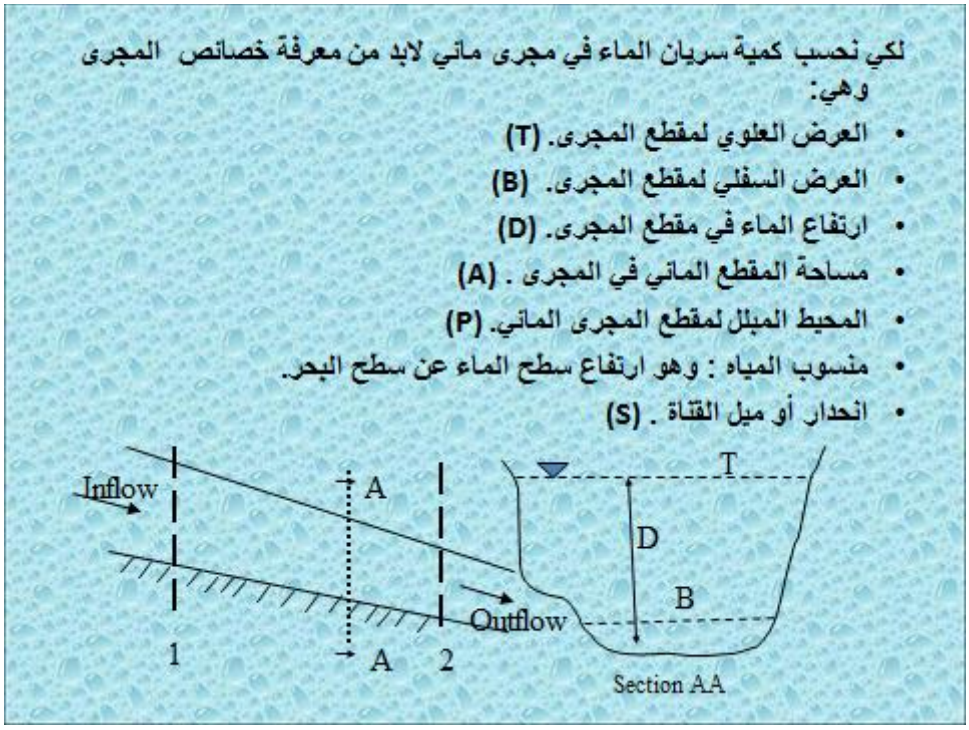
تقل سرعة التيار كلما أتجهنا من مركز المجرى السطحى الى داخل المجرى اى أنة كلما كان الماء قريب من حواف أو جدران أو قاع المجرى قلت السرعة بسبب الأحتكاك مع جدران وقاع المجرى .



الشكل يوضح توزيع السرعات فى المجرى المائى



الشكل يوضح الأبعاد المطلوبة فى دراسة القنوات المفتوحة



- الأبعاد المطلوبة فى حالة التصميم للقنوات المفتوحة تختلف طبقا لنوع القناة وعلية سيكون مطلوب تحديد عمق المياه لتحديد عمق القناه وكذلك الميل المستخدم وذلك بمعرفة التصرف الأقصى المار فى القناة .

3-7المعادلة المستخدمة فى حساب السريان فى القنوات المفتوحة

(معادلة الأستمرارية – معادلة برنولى – معادلة مانننج)

لاحظ أن السريان فى المواسير المملؤة جزئيا يعد سريانا فى قنوات مفتوحة ويستخدم فى هذة الحالة القانون الأتى :-

$$Q=[\frac{\acute{K}}{n}]\ d^{8/3}\ s^{1/2}$$

Q= التصرف المار فى الماسورة .

d= القطر الداخلى للماسورة أو عرض القناة .

$\acute{K}$ = معامل الاحتكاك للماسورة . S = ميل خط الأنحدار

ومن معرفة المعامل K' وميل القاع وباستخدام جداول كتب الهيدروليك يمكن معرفة عمق المياه (D/d) ونصف القطر الهيدروليكى وغيرها

نموذج للجداول المستخدمة

$\frac{D^*}{d}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0		10.11	7.11	5.77	4.97	4.41	4.00	3.68	3.42	3.20
0.1	3.02	2.86	2.72	2.60	2.48	2.38	2.29	2.21	2.13	2.06
0.2	1.99	1.93	1.88	1.82	1.77	1.72	1.68	1.63	1.59	1.55
0.3	1.51	1.48	1.44	1.41	1.38	1.35	1.32	1.29	1.26	1.24
0.4	1.21	1.18	1.16	1.14	1.12	1.09	1.07	1.05	1.03	1.01
0.5	0.989	0.970	0.952	0.934	0.917	0.899	0.882	0.865	0.849	0.833
0.6	0.818	0.802	0.787	0.773	0.758	0.744	0.729	0.716	0.702	0.688
0.7	0.676	0.662	0.649	0.637	0.624	0.612	0.600	0.588	0.576	0.564
0.8	0.552	0.541	0.530	0.518	0.507	0.495	0.485	0.473	0.462	0.451
0.9	0.440	0.429	0.418	0.406	0.396	0.384	0.372	0.360	0.347	0.334
1.0	0.312									

*D—depth of water; d—diameter of channel.

الجدول رقم (3-1)

8-3 حساب الفواقد :-

يمكن حساب الفواقد الناتجة من الأحتكاك فى حالة السريان الأنبوبى وبأستخدام عدد من المعادلات مثل معادلة (هازن ويليامز) ، (دارسى – وايزباخ) ، مانينج وتستخدم عادة معادلة

$$H = \frac{6.78L}{d^{1.165}}\left(\frac{V}{C}\right)^{1,85}$$

هازن ويليامزعند حساب الفواقد بمحطات المياه

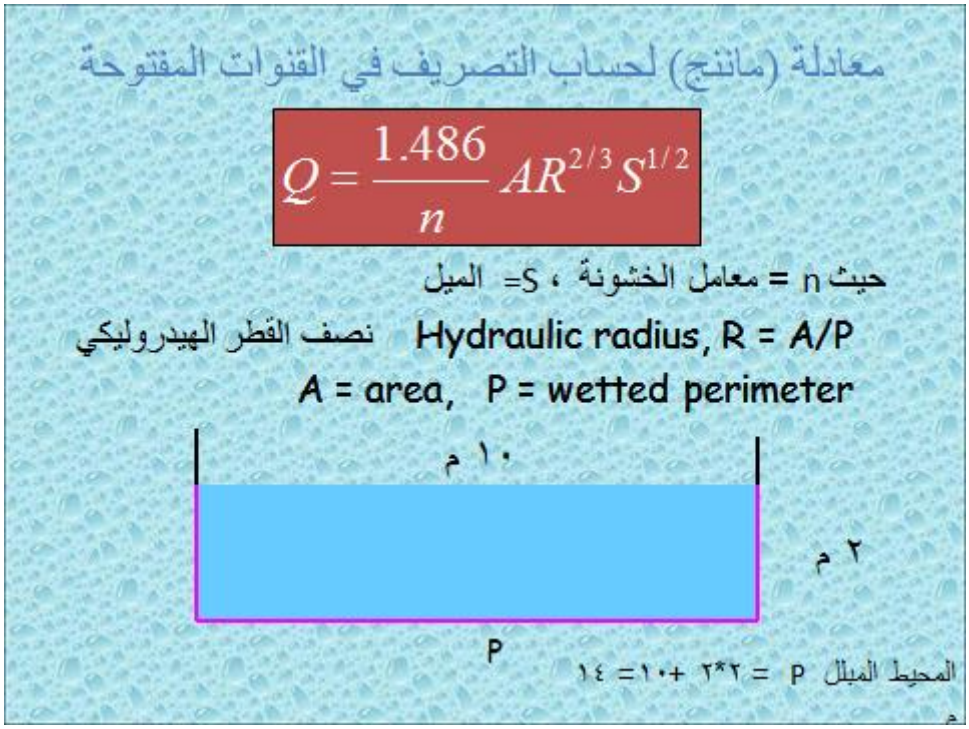
أو دارسى

$$H_{DW} = f\,\frac{LV^2}{D2g} \qquad OR \qquad \Delta H = 0.0826\left(\frac{\lambda L}{D^5}\right)(Q^2)$$

معادلة مانينج :-

تستخدم عادة لحساب الفواقد فى سريان القنوات المفتوحة ويمكن أيضا استخدامها فى سريان القنوات الأنبوبى

$$H_{HW} = 0.1334\,\frac{66.86L}{C_{HW}}\,\frac{q^{1.85}}{D^{4.8655}} \qquad \text{metric}$$



قيمة معامل الأحتكاك لمانتج

جدول معامل مانتج للأحتكاك لأنواع المواسير المختلفة

نوع المواسير	n
الاسبستوس الأسمنتي	٠,٠١٢ – ٠,٠١٥
البلاستيك (uPVC)	٠,٠١٠ – ٠,٠١٢
البلاستيك المسلح بألياف الزجاج (GRP)	٠,٠١٠ – ٠,٠١٢
البولى ايثلين عالى الكثافة (HDPE)	٠,٠١٠ – ٠,٠١٢
الفخار المزجج (VC)	٠,٠١٠ – ٠,٠١٣
الحديد الزهر	٠,٠١٢ – ٠,٠١٥
الخرسانة	٠,٠١٢ – ٠,٠١٥

الجدول رقم (3–2) قيم معامل الاحتكاك لمانتج

-الفواقد فى المكونات الهيدروليكية :-

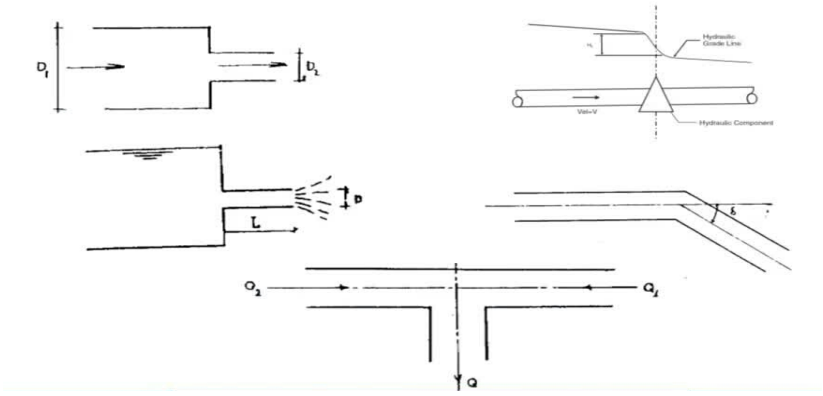
تسمى بالفواقد الثانوية نظرا لصغر قيمتها وهى تحدث نتيجة تغير مفاجىء فى السريان ويمكن حسابها من العلاقة :-

$$HM=KM\frac{V^2}{2g}$$

H:- الفاقد فى الضغط

V= سرعة المياه فى الماسورة .

K= معامل الاحتكاك للماسورة .



(بعض أشكال الفواقد فى المكونات الهيدروليكية بالمحطة)

ومعامل الأحتكاك له مدى يمكن تحديدة من الجداول المختلفة مثل جدول قيم معامل الفواقد الثانوية:-

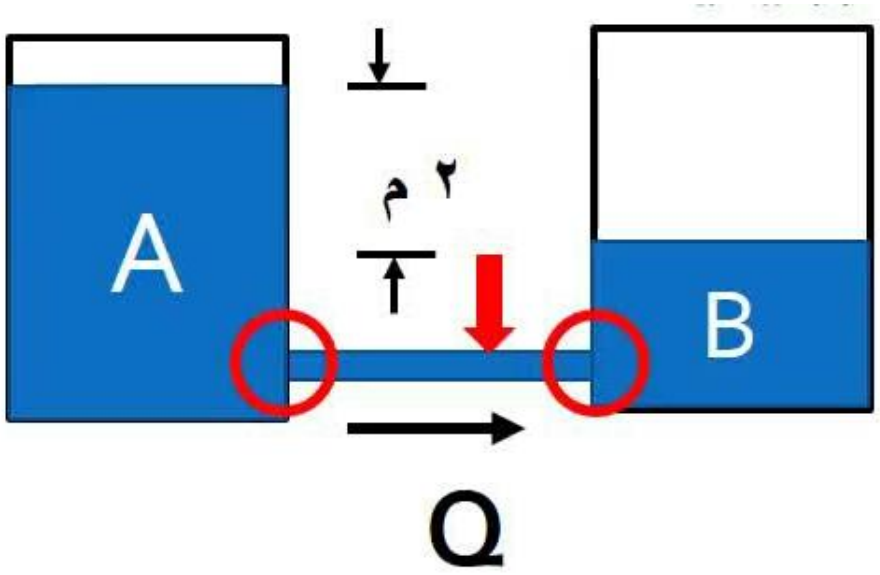
الحالة		K_M
من خزان إلى ماسورة		٠,٥
من ماسورة إلى خزان		١,٠
مسلوب		٠,١٠ — ٠,٠٥
أكواع	١١,٢٥ °	٠,٠٥ — ٠,٠٣
	٢٢,٥ °	٠,١٠ — ٠,٠٥
	٤٥ °	٠,٢٠ — ٠,١٠
	٩٠ °	٠,٣٠ — ٠,٢٠
مشتركات	الاتجاه الرئيسي	٠,٤٠ — ٠,٢٠
	الاتجاه الفرعي	١,٥٠ — ٠,٧٥
محابس	بوابة	٠,٣٠ — ٠,١٠
	فراشة	٠,٤٠ — ٠,٢٠
	عدم رجوع	٣,٠٠ — ١,٠٠

الجدول رقم (3-5) قيم معامل الفواقد الثانوية

9-3 الفكرة وراء الدراسة الهيدروليكية :-

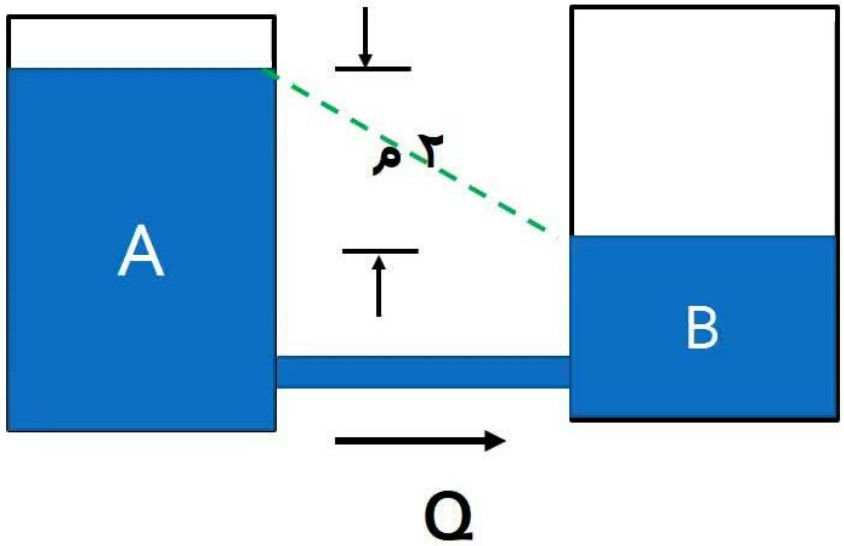
1- حساب الفاقد فى ماسورة واصلة بين خزانين

مثال :- يوجد خزانين A&B فرق المنسوب بينهم 2m أحسب الفاقد فى الماسورة ؟



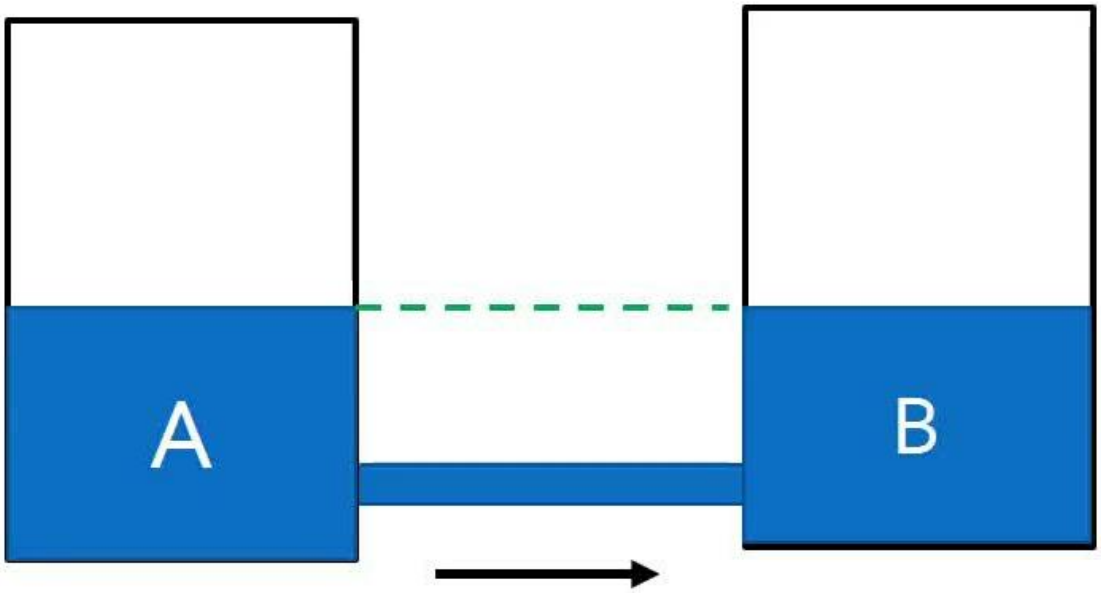
الحل :- نرسم خط ألأنحدار الهيدروليكى بين الخزانين نلاحظ أن الفاقد فى ماسورة واصلة بين خزانين هو فرق المنسوب بين الخزانين =2m وطبقا لدارسى

$$\Delta H = 0.0826 \left(\frac{\lambda L}{D^5}\right)(Q^2) = 2m$$



ملحوظة :- أذا كان **فرق** المنسوب بين الخزانين =صفر أى لا يوجد أنتقال مياه بين الخزانين

وبالتالى Q=0



Q =صفر

3- دراسة العلاقة بين التصرف والفواقد فى الضغط بأستخدام معادلات هازن ويليامز ودارسى

$$H_{HW} = 0.1334 \frac{66.86L}{C_{HW}} \frac{q^{1.85}}{D^{4.8655}} \quad \text{metric}$$

$$\Delta H = H_2 - H_1 = \lambda \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g}$$

$$= 0{,}0826 \frac{\lambda L}{D^5} Q^2$$

وعلية فأن $\Delta H \ \alpha \ Q^2$

4- يمكن أستنتاج التصرف الأقصى الذى يمكن أن يمر بين الخزانين أذا علم فرق المنسوب وقطر المواسير وطولها ونوع المواسير (لمعرفة معامل الاحتكاك).

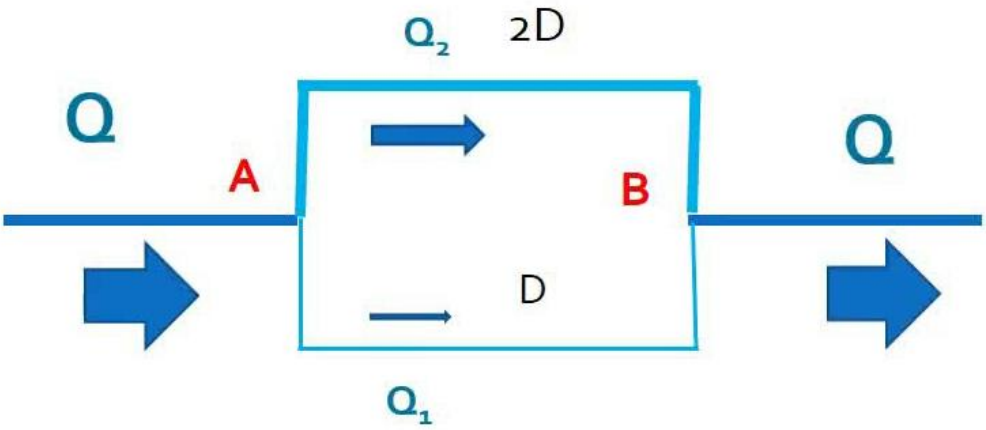
5- دراسة العلاقة بين التصرف وقطر الماسورة بأستخدام معادلات هازن ويليامز ودارسى .

$$H_{HW} = 0.1334 \frac{66.86L}{C_{HW}} \frac{q^{1.85}}{D^{4.8655}} \quad \text{metric}$$

$$\Delta H = H_2 - H_1 = \lambda \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g}$$

$$= 0{,}0826 \frac{\lambda L}{D^5} Q^2$$

مثال :- يوجد ماسورة مياه أتفرعت لفرعين فرع قطرة D وفرع قطرة 2D أحسب كميه التصرف فى الفرعين D &2D ؟



اوجد النسبة بين Q_1 & Q_2

الحل :- النقطتين A & B مشتركين فى المسارين مما يعنى أن الفرق فى الضغط بين النقطتين ثابت للمسارين

$$0{,}0826\frac{\lambda L}{(2D)^5}Q_2^2 = 0{,}0826\frac{\lambda L}{D^5}Q_1^2$$

$$Q_1^2/Q^2_2 = 1/32$$

$$Q_1/Q_2 = 1/\sqrt{32}$$

10-3 الهدارات ووظيفتها فى محطات المياه:-

الهدارات فى محطة المياه :- هى نقاط التحكم فى المنسوب التى تحدد منسوب المياه وبالتالى خط الأنحدار الهيدروليكى بالمحطة .

وظيفة الهدارات :-

- **المرشحات** :- تعمل على تجميع مياه الصرف من كل المرشح بالتساوى .
- المروقات :-

1- تعمل على خروج المياه بالتساوى مع كل عرض المروق مما يمنع المسارات المختصرة .

2- تعمل على التحكم فى منسوب المياه فى خروج المروق .

- **برج التوزيع** :- تعمل على تقسيم التصرف بالتساوى فى برج التوزيع بين المروقات وبين مراحل المعالجة المتوازية كالمرشحات

الخزان :- تعمل على حماية الوسط الترشيحى من التكشف عند توقف سريان المياه لأسباب مفاجئة مثل أنقطاع الكهرباء وفى حالة تكسير الهدار سينكشف الوسط الترشيحى عند أنخفاض التصرف وتحدث مشاكل (حبس الهواء – جودة المياه – سرعة أنسداد المرشح)

-أنواع الهدارات:-

1- الهدارات المستطيلة :-

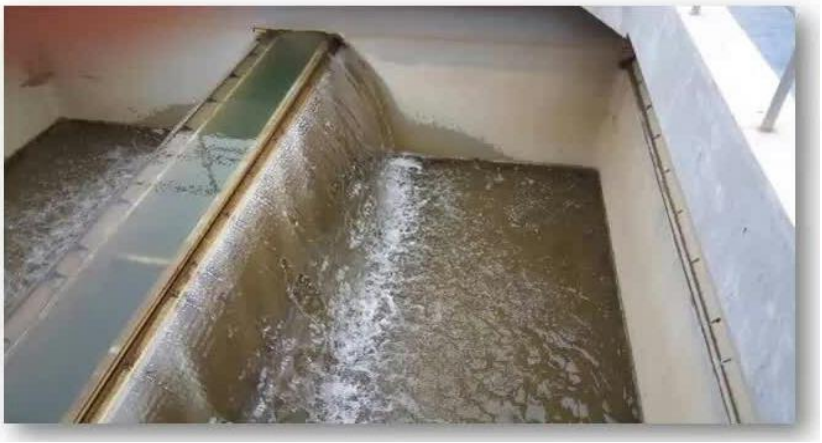
- الهدار عبارة عن جزء من مساحة القناة

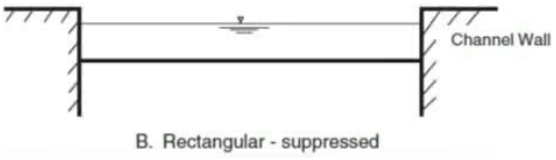
$$Q = 1.84 \left(L - \frac{nH}{10} \right) H^{3/2}$$

Q:- التصرف (m3/s) **H:- الفاقد فى الضغط (m)**

L:- طول الماسورة (m)

1- هداربعرض القناة

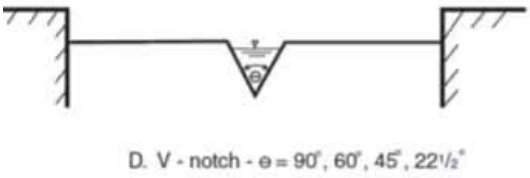




$$Q = 1.84\ L\ H^{\frac{3}{2}}$$

2- الهدارات على شكل حرف (V)

V- notch weir



$$Q = X\ H^{2.49}$$

X:- معامل يعتمد على زاوية v- notch

11-3 كيفية دراسة انتقال المياه بين مرحلتين من مراحل المعالجة :-

1- لابد من تجميع البيانات المطلوبة لبدء الدراسة مثل التصرف الأقصى الذى سيتم الحساب علية .

2- تحديد مكونات وأجزاء خط سريان المياه من محابس ومواسير ومكونات هيدروليكية من هدارات ومناسيبها وبوابات وأجهزة قياس أو قطع خاصة .

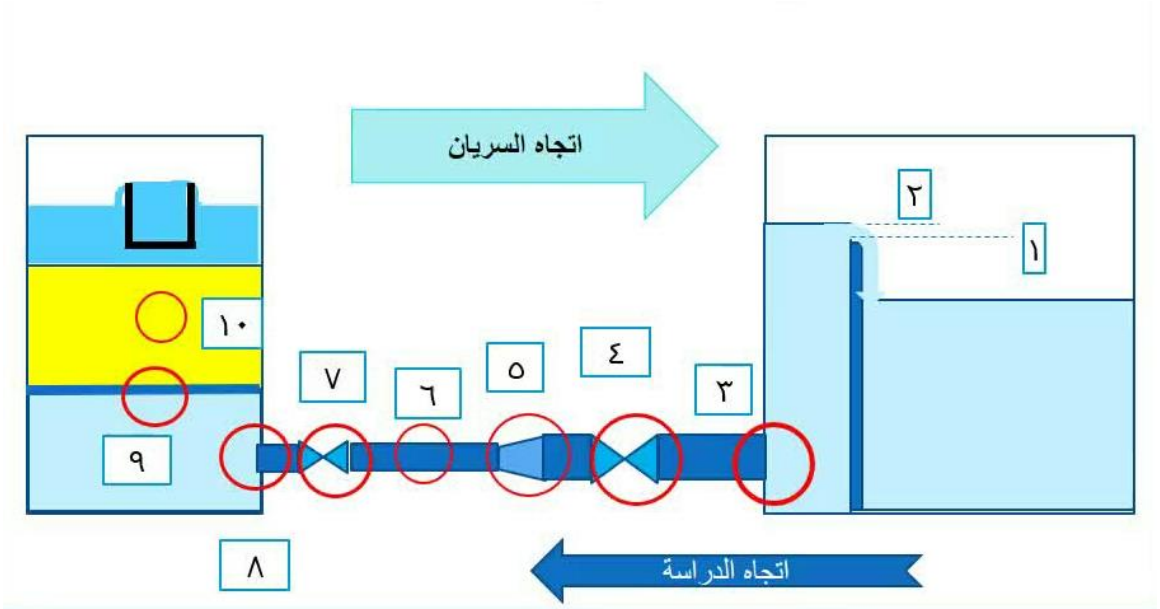
3- تحديد نقاط التحكم فى المنسوب بين المرحلتين المراد دراستيهما

- أذا كانت الدراسة من برج التوزيع الى المروقات تكون نقاط التحكم هى هدار خروج المروق وهدار خروج برج التوزيع .

- أذا كانت الدراسة بين المرشحات والخزان تكون نقاط التحكم فى المنسوب هدار دخول الخزان وهدار دخول المياه الى المرشح .

يتم بدء الدراسة من أخر نقطة تحكم فى المنسوب فى مسار المياه ، مثلا فى الشكل التالى

مثال للدراسة بين المرشحات والخزان



1- تحديد كميه المياه داخل الخزان وهى نصف كمية التصرف الأقصى للمحطة .

2- تحديد منسوب الهدار فى الخزان من الواقع .

3- تحديد منسوب المياه أعلى الهدار من المعادلة $Q= 1.84\ L\ H^{\frac{3}{2}}$

4- يتم تحديد الفواقد فى مدخل الخزان من المعادلة $H_M=K_M \frac{V^2}{2g}$

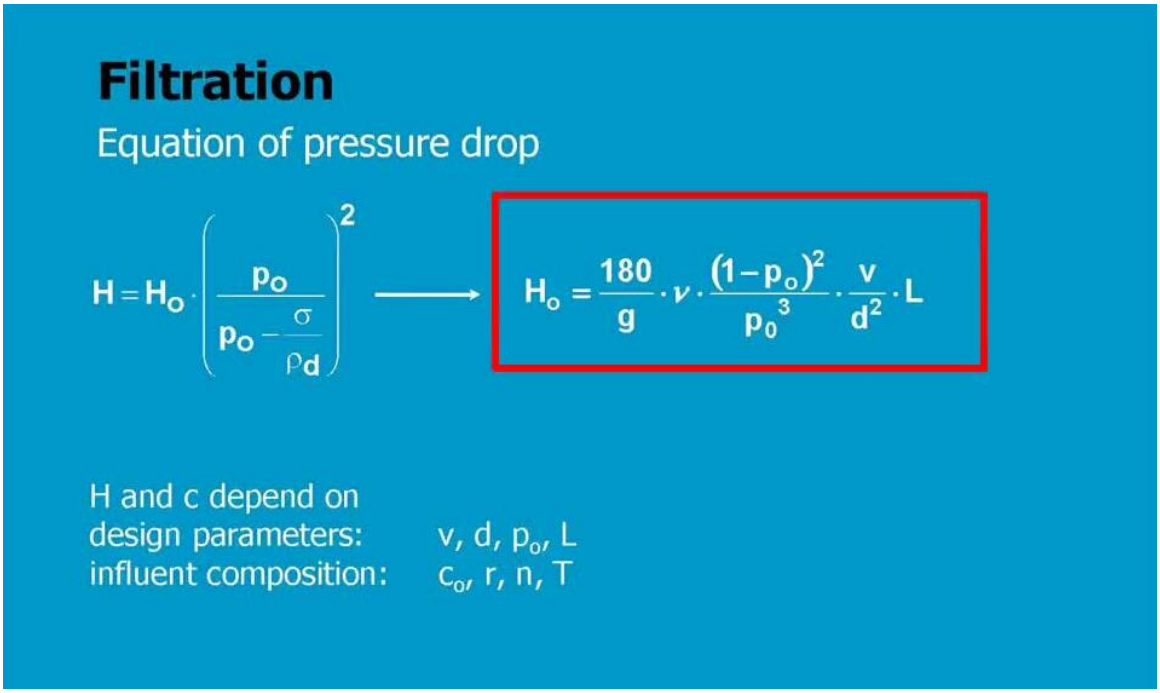
5- يتم تحديد قيمة k من جدول قيم معامل الفواقد الثانوية .

6- يتم حساب الفواقد فى المواسير من معادلة دارسى أوهازن ويليامز.

7- يتم تجاهل حساب الفواقد فى منظومة التصرف السفلية نظرا لصغر قيمتها أثناء الترشيح .

8- يتم حساب الفواقد فى الوسط الترشيحى يتم من خلال معرفة مواصفات الوسط وأبعادة (الحجم الفعال – المسامية – أرتفاع الوسط الترشيحى).

9- يتم حساب الفاقد الأبتدائى داخل المرشح من معادلة كارمون كازونى



V:- معدل الترشيح = $\frac{Q}{A}$

Q :- التصرف داخل المرشح

A:- مساحة المرشح

P0:- المسامية

d :- القطر الفعال لحبيبات الرمل

<u>لأحظ أن</u>

الفقد فى الضغط فى الوسط الترشيحى متغير ويزداد مع الوقت بأنسداد الوسط الترشيحى .

يمكن الأستعانه بكتب التصميم لمعرفة قيمة الأنسداد الأبتدائى لنوع معين من الأوساط الترشيحية أو نوع من المرشحات .

من خلال الحسابات للفقد الأبتدائى فى الضغط يكون حوالى 40 سم فى المرشحات الرملية السريعة .

As a quick reference, the approximate initial headloss across the common filter beds at 60°F (15°C) is.presented below.

Filtration Rate		Headloss		
gpm/ft^2	m/h	ft	m	Type of Filter Bed
2	5	1.0	0.3	Regular rapid sand
3	7.5	1.45	0.45	Regular rapid sand
4	10	1.0	0.3	Standard dual media
6	12.5	1.45	0.45	Standard dual media
8	20	1.9	0.58	Standard dual media
10	25	2.45	0.75	Standard dual media

الجدول رقم (3-6) الفواقد فى المرشحات الرملية

10- يتم جمع كل الفواقد وجمعها على منسوب الهدار المحدد فى الأول والتأكد من أن منسوب المياه فى المرشح سيكون أسفل هدار الدخول. بمعنى أن المياه أثناء بدء الترشيح وعند التصرف الأفقى ستسقط سقوط حرمن الهدار الى المرشح .

11- الحسابات كلها تتم على ملف excel مع ملاحظة أن الأقطار والتصرفات تتغير وأن كمية المياه الواردة للخزان ليست هى الخارجة من المرشح .

(a) Between the Filters and the Settled Water Conduit

Item	Q	Diameter	v	$v^2/2g$	K	Friction Loss L	Friction Loss Δh	L.O.H.	Water Elevation
Water level in the filter cell									100
14 in. BV	2.5 mgd	14 in.	3.62	0.2	0.35	—	—	0.07 ft	100.07
Inlet hole	2.5 mgd	14 in.	3.62	0.2	1.6 (C = 0.8)	—	—	0.32 ft	100.39
Inlet weir*	2.5 mgd - 3.97 cfs = 3.33 X 4 H$^{1.5}$, where H = 0.45 ft							0.45 ft	101.44
Filter inlet channel								Negligible	101.44
20 in. pipe exit	10 mgd	20 in.	7.09	0.78	1.0	—	—	0.78 ft	102.22
Pipeline	10 mgd	20 in.	—	—	—	200 ft	0.9 ft/100 ft (C = 120)	1.8 ft	104.02
Pipe inlet	10 mgd	20 in.	7.09	0.78	0.5	—	—	0.39 ft	104.41
Water level in the settled water conduit								Negligible	104.41

*Set the crest of the weir at 101.00 to ensure a free discharge condition.

الجدول رقم (3-7) جدول excel يجمع كل فواقد الهدار

* فى حالة حساب خط الأنحدار الهيدروليكى بين المرشحات والمروقات يتم البدء من هدار دخول المرشح الى قناة تجميع المياه المروقة فى خروج المروق والتأكد من أن منسوب المياه فى القناه أسفل من منسوب هدار خروج المروق وأن المياه الخارجة من المروق تسقط سقوط حر الى القناه . وأذا لم يحدث ذلك سيحدث فيضان للمروق .

المراجع 2v

- **Public Water Systems.**
- **Water Treatment Facilities .**
- **الكود المصرى / لأسس التصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير المستخدمة فى شبكات مياه الشرب والصرف الصحى كود (102)/1**

-وبمشاركة السادة :

➢ مهندس / محمد غنيم	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالبحيرة
➢ مهندس / محمد صبرى محمد موسى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالبحيرة
➢ مهندس / أيمن سعيد عبدالعاطى	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / فوزى السيد محمد سلمونة	شركة مياه الشرب بالأسكندرية
➢ مهندس / جميل حتر على	شركة مياه الشرب بالأسكندرية
➢ مهندس / رمضان شعبان رضوان	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بسوهاج
➢ مهندس / محمد عبدالحليم	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالمنيا
➢ مهندسة / رانيا إبراهيم عبدالحميد	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالمنوفية
➢ مهندس / محمد فؤاد متولى العدل	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بمرسى مطروح
➢ مهندس / عمرو محمود على	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بمرسى مطروح
➢ مهندس / ناصر عوض السيد	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالدقهلية
➢ مهندس / باسم محمد زهان	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالدقهلية

حقوق الطبع محفوظة
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - الإدارة المتابعة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)