معدات الري العملي

المحاضرة الاولى

قسم علوم التربة والموارد المائية – كلية الزراعة
جامعة البصرة

بعض وسائل نقل الماء القديمة والحديثة

الناعور

الدلو

الطلمبة.....

الساقية

حوض مقدمة السايفون (Inlet) يقع في منطقة الشلامجة الحدودية ويستلم المياه من القناة الرئيسية بتصريف ٢٠م٣/ثا .

حوض مؤخر السايفون (Outlet) يستلم المياه

❖ بوابات منشات دائمة :- تستخدم لتنظيم جريان الري

قياسات مياه الري

- تتطلب الادارة الجيدة لعمليات الري اجراء قياسات منتظمة للمياه من اجل زيادة كفاءة استعمالاها .
- لاتقتصر اهمية قياسات مياه الري على الحاجة لها في مجالات الري وانما لها اهمية ايضا في عمليات البزل

وحدات قياس مياه الري :

تتم قياسات المياه اما :

- من وضع السكون : كما في الخزانات والبحيرات والتربة
  - وهنا يتم التعبير عن المياه بوحدات الحجم L , m3
- في حالة الحركة : كما في حالة التعبير عن جريان الماء في الانهار والقنوات والانابيب ، ويعبر عنها بوحدات
  - ..... L /sec , L/hr , m3/sec , m3/min

طرق قياس مياه الري

- يعتبر قياس تصريف القنوات الفرعية والرئيسية كأساس لوصف كمية الماء التي تجري في القنوات والانابيب وتعتبر هذه الخطوة تعد من اهم خطوات ادارة مياه الري .
- كذلك فان تحديد سرعة جريان الماء في انظمة نقل الماء المختلفة هي الخطوة الاساسية لحساب التصريف
- طرق قياس التصريف

- **الطريقة الحجمية :** طريقة مباشرة وبسيطة لقياس التصاريف الصغيرة نسبيا كما في حالة المروز وعند استعمال السحارات siphon tube وتتضمن جمع الماء المتدفق في حاوية معلومة الحجم ولفترة زمنية مقاسة ، حيث ان معدل التصريف يساوي حجم الماء المتجمع على الفترة الزمنية اللازمة

- حاوية سعتها 20 لتر امتلئت بالماء المتدفق من مضخة صغيرة خلال 20 ثانية فان التصريف يساوي :

شكل (١ ، ٣) الطريقة الحجمية في قياس التصريف

$$\text{التصريف ، لتر/ ثانية} = \frac{\text{حجم الحاوية ، لتر}}{\text{الزمن اللازم لملئها ، ثانية}}$$

$$= \frac{٢٠}{٢٠}$$

$$= ١ \text{ لتر/ ثانية}$$

معادلة الاستمرارية

- **قنوات الري المفتوحة :** ويقصد بها جميع مجاري المياه التي لديها سطح حر (مفتوح) غير معرض للضغط الجوي ويكون الجريان في هذه القنوات تحت تأثير الجذب الارضي وتشمل المجاري الطبيعية كالانهار والقنوات الصناعية والانابيب التي لا تكون مملوءة تماما بالماء .
- وقد تكون هذه القنوات اما منتظمة او غير منتظمة

يحتسب التصريف في القناه او الانبوب استخراج معدل سرعه الجريان ومساحه المقطع العرضي للجريان وان كميه الماء الداخله الى قناه او انبوب من طرف تخرج بنفس الكميه ، ولو تم تغيير المقطع العرضي للانبوب فان التصريف لا يتغير وانما تتغير السرعه لذلك فان :

$$Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$Q = A.V$$

$$A_1.V_1 = A_2.V_2 = A_3.V_3$$

هذه المعادله تسمى معادله الاستمراريه وتطبق على جريان الماء في القنوات والانابيب عندما يكون الجريان ثابت* .

*يشير الى الحالة التي يكون فيها الجريان عند اي نقطة ثابت لايتغير مع الزمن (لايحصل تغير لسرعة الجريان او لعمق الجريان مع الزمن)

حساب التصريف في القنوات المفتوحة

- تستخدم معادلة الاستمرارية في حساب التصريف في قنوات الري المنتظمة وغير المنتظمة الان ان الاختلاف يكون في حساب مساحة مقطع الجريان

$$Q = VA$$

Flow rate (cfs) or (m^3/s)

Avg. velocity of flow at a cross-section (ft/s) or (m/s)

Area of the cross-section

(ft^2) or (m^2)

يحسب حسب الشكل الهندسي للقناة

حيث ان : Q التصريف (هو عبارة عن حجم الماء المار خلال مقطع مجرى مائي في وحدة زمنية)

حساب التصريف في القنوات المنتظمة

1. مساحة مقطع الجريان: يتم تصميم قنوات الري باشكال هندسية منتظمة وتصنف حسب هذه الاشكال الى قنوات ذات مقاطع شبه منحرف – مثلث – قطع مكافئ ولكل منها معادلات خاصة في احتساب مساحة مقطعها العرضي وابعادها الاخرى

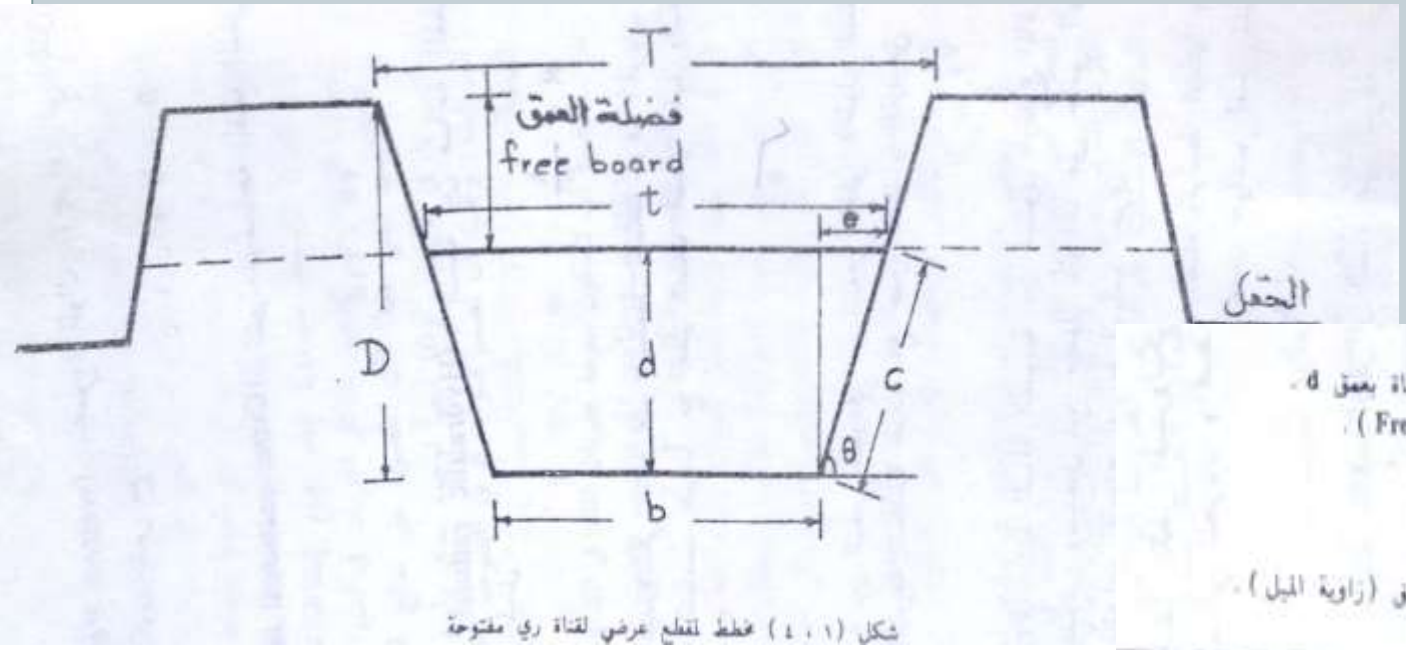
مساحة شبه المنحرف

$$A=(b+t)d/2$$

P المحيط المبتل =

$$b+c+c$$

R نصف القطر الهيدروليكي م ويساوي $R=A/p$



شكل (١ ، ٤) خطط لمقطع عرضي لقناة ري مفتوحة

T = العرض الكلي للقناة (اعلى القناة).
t = عرض السطح عندما يكون الماء في القناة بعمق d.
D = العمق الكلي للقناة (يضمنه Free board).
d = عمق الماء في القناة.
c = الجانب المبتل للقناة.
b = عرض قعر القناة.
θ = الزاوية بين جانب القناة المنحدر والافق (زاوية الميل).

حساب التصريف في القنوات المنتظمة

2. معدل سرعة الجريان v ($m\ sec^{-1}$)

توجد عدة طرق لحسابها منها :

ـاستعمال المعادلات الرياضية

يحتسب بتطبيق معادلة تشيزي او مانينك او اي صيغة اخرى ، وتعتبر معادلة مانينك الاكثر استعمالا في حساب معدل سرعة الجريان في القنوات المفتوحة في منطقة الشرق الاوسط ومنها العراق .

- **معادلة تشيزي chezy s formula**

تستعمل لاحتساب سرعة الجريان في القنوات المفتوحة والانابيب على حد سواء

$$V=c\sqrt{RS}$$

حيث ان R نصف القطر الهيدروليكي للقناة S انحدار القناة c معامل متغير

2. معدل سرعة الجريان v ($m\ sec^{-1}$)

- معادلة مانينك manning f.

قام هذا الباحث بوضع صيغة لحساب المعامل c في معادلة تشيزي كالتالي

$$C=\frac{1}{\eta} R^{1/6}$$

n معامل خشونة مانينك وله قيم تتناسب مع طبيعة التربة

وعند تعويض قيمة ثابت مانينك في المعادلة السابقة نحصل على معادلة مانينك

$$v = \frac{1}{\eta} R^{2/3} S^{1/2}$$

V معدل سرعة الجريان م /ثانية s انحدار القناة م/م R نصف القطر الهيدروليكي م ويساوي R=A/p

تستعمل على نطاق واسع في حساب سرعة الجريان في القنوات المفتوحة

2. معدل سرعة الجريان v ($m\ sec^{-1}$)

2-الطوافة : Float

طريقة بسيطة غير مكلفة لقياس سرعة جريان الماء في القناة . يمكن استخدام عبوة بلاستيكية نصف مملوءة بالماء ومحكمة السد كطوافة وحساب الزمن اللازم للطوافة لقطع مسافة معينة وتكون سرعة الجريان مساوية للمسافة/ الزمن .

- في هذه الطريقة يتم قياس السرعة السطحية لجريان الماء وفي الواقع فان في هذه الحالة تكون السرعة السطحية اعلى من معدل سرعة الجريان وعليه فان سرعة الجريان يستخرج بضرب السرعة السطحية في عامل التصحيح (يرتبط بدرجة الخشونة وشكل القناة وعمق الجريان) وتتراوح قيمته من 0.8-0.9 وبمعدل 0.85
- ولحساب التصريف يتم ضرب السرعة المستخرجة بمساحة المقطع العرضي للجريان
- مثال : وضعت عبوة بلاستيكية في مجرى مائي معدل مساحة مقطعه العرضي 1.2 م2 فقطعت مسافة مقدارها 60 م في فترة زمنية مقدارها 2 دقيقة احسب تصريف القناة .

- السرعة السطحية للجريان (المقاسة) = المسافة / الزمن
- = 60 م / 2* 60 ثانية
- = 0.5 م لكل ثانية
- معدل سرعة الجريان = معامل التصحيح 8 السرعة السطحية المقاسة
- =0.85 * 0.5
- = 0.425 م لكل ثانية
- التصريف = معدل سرعة الجريان * مساحة المقطع العرضي للجريان
- = 0.425 * 1.2
- = 0.51 م3 لكل ثانية

Current meter عداد التيار

هي طريقة مباشرة لقياس سرعة جريان الماء في القنوات او الانهار ، يتميز جهاز قياس التيار بـدقته وصغر حجمه وتوجد منه عدة انواع منه

- عداد التيار المروحي
- عداد التيار ذو الكؤوس

تستخرج معدل السرعة من خلال حساب عدد الدورات في وحدة الزمن (تتناسب عدد الدورات مع سرعة جريان الماء) وباستعمال جداول او منحنيات قياسية خاصة بكل جهاز تحتسب سرعة الجريان .

يرتبط الجهاز بسلك يتصل بالعداد الذي يسجل عدد الدورات في وحدة الزمن او يعطي السرعة مباشرة حسب نوع الجهاز

يقسم مقطع الجريان عادة الى عدة مقاطع تقاس فيها سرعة الجريان لاستخراج معدل السرعة في القناة او المجرى المائي .

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 ويؤخذ معدل السرعتين

عداد التيار ذو المروحة

عداد التيار ذو الكؤوس

الهدارات (السدود الغاطسة) weirs

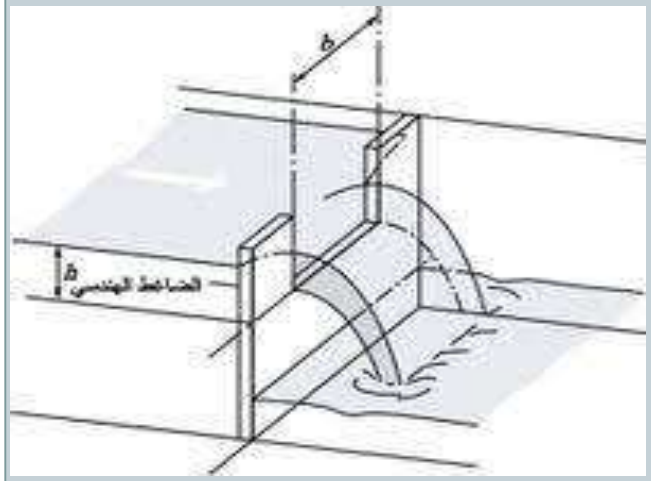
- تستخدم لقياس تصريف الماء في القنوات وهي عبارة عن حواجز تعترض عموديا مجرى الماء وبها فتحات منتظمة الشكل .
- تقسم الهدارات تبعا لاشكال فتحاتها الى :

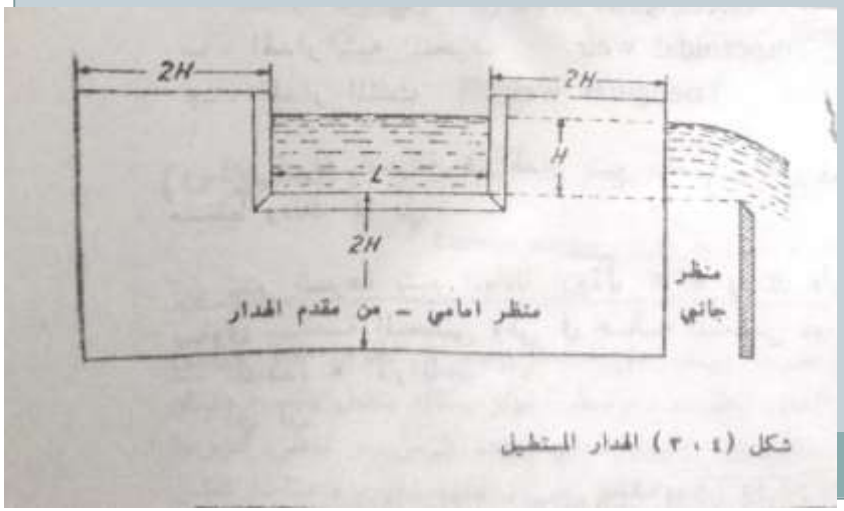
1. الهدار المستطيل

- معادلة حساب التصريف بالنظام المتري
-

$$Q=1.84\ LH^{3/2}$$

- حيث ان Q = تصريف الهدار ، م ^{3} /ثانية
- L = طول حافة الهدار ، متر
- H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر



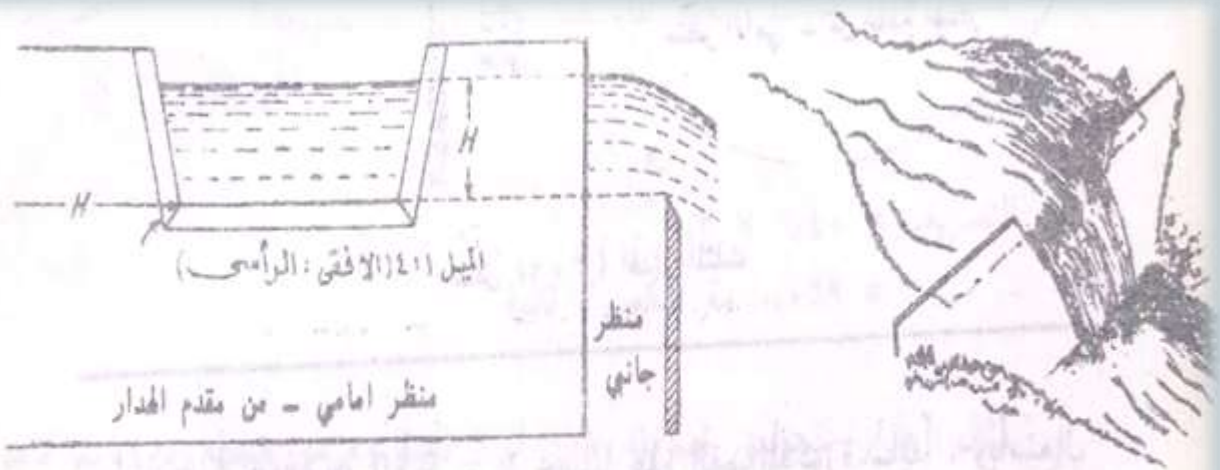


شكل (٤ ، ٣) الهدار المستطيل

2. الهدار شبه المنحرف (سيبيوليتي)

- معادلة حساب التصريف بالنظام المتري

$$Q=1.86\ LH^{3/2}$$



شكل (٥ ، ٣) هدار سيبوليتي** على شكل شبه منحرف حاد الحافة

حيث ان

Q = تصريف الهدار ، م ^{3} /ثانية

L = طول حافة الهدار ، متر

H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر

3. الهدار المثلث

- معادلة حساب التصريف بالنظام المتري

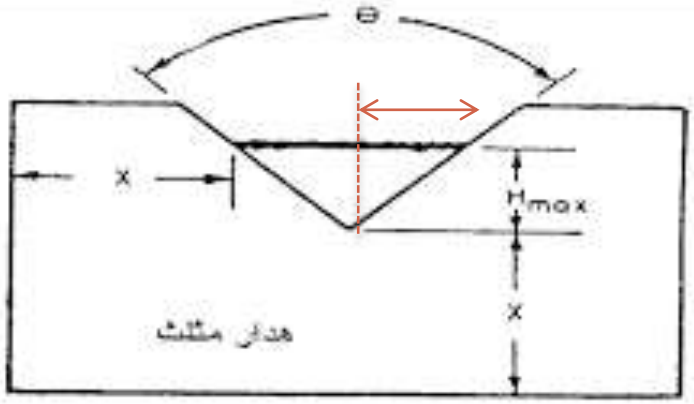
$$Q=1.40\ H^{5/2}$$

حيث ان

Q = تصريف الهدار ، م ^{3}/ثانية

L = طول حافة الهدار ، متر

H = ارتفاع الماء فوق حافة الهدار ، متر



شكل (١) بعض انواع الهدارات الشائعة الاستخدام

مميزات الهدارات :

- دقتها
- بساطتها
- سهولة بنائها ودائميتها
- لاتتأثر قياساتها بوجود المواد العالقة على سطح الماء

محددات الهدارات :

- احتياجها الي كميات كبيرة من المياه وبعمق معين يمكن قياسه
- تراكم الغرين والرمل امام الهدار مما يؤثر على قياساته

- مثال : هدار مستطيل عرض فتحته 100 سم وارتفاع الماء فيه 50 سم ماهو تصريفه ؟
- $Q= 1.84 * 1 * (0.5)^{3/2}$
- التصريف = 0.65 م3 /ثانية
- مثال : هدار مثلث ارتفاع الماء فيه 30 سم ماهو تصريفه ؟
- $Q= 1.40*0.3^{5/2}$
- التصريف = 0.069 م3 / ثانية

مثال واجب : هدار شبه منحرف تصريفه 100 لتر/ثانية وعرض فتحته 100 سم ماهو ارتفاع الماء فيه ؟

الفتحات Orifices

- ايضا هي حواجز تعترض المجرى المائي وتكون ذات شكل دائري او مستطي
- تستخدم المعادلة التالية في حساب تصريف الماء في الفتحات
- $Q=0.61\ a\ \sqrt{2gh}$
- حيث ان : Q = التصريف م3/ثا

a =مساحة المقطع العرضي للماء المتدفق (م2)

g = التعجيل الارضي م/ثا2

h = طاقة الضغط (ارتفاع الماء فوق مركز الفتحة في حالة الجريان الحر او فوق منسوب الماء بين مقدم ومؤخر الفتحة للفتحات المغمورة (م)

قد تكون الفتحات اما

1. ذات جريان انسيابي حر
2. او قد تكون الفتحات المغمورة

وفي كلاهما تطبق المعادلة السابقة

$$Q=0.61\ a\ \sqrt{2gh}$$

في الحالة الاولى يمثل الضغط المسلط (h) ارتفاع الماء فوق مركز الفتحة في الحالة الثانية فان الضغط المسلط المسبب لتدفق الماء من الفتحة يمثل الفرق في ارتفاع الماء بين مقدم الفتحة ومؤخرها

شكل (٧ ـ ٣) قياس التصريف باستعمال الفتحات المغمورة وغير المغمورة

حساب مساحة مقطع الجريان في القنوات غير المنتظمة

يتطلب قياس التصريف في القنوات غير المنتظمة (المقطع العرضي غير المنتظم) حساب مايلي :

1. مساحة المقطع العرضي للجريان
2. السرعة المعدلة

هنالك عدة طرق لحساب مساحة مقطع العرضي للجريان اهمها :

- طريقة المقاطع البسيطة simple segments method
- طريقة او قانون سمبسون simpsons rule

طريقة المقاطع البسيطة

- يقسم النهر او القناة الى مقاطع الى عدد من المقاطع ، وكما موضح بالشكل :

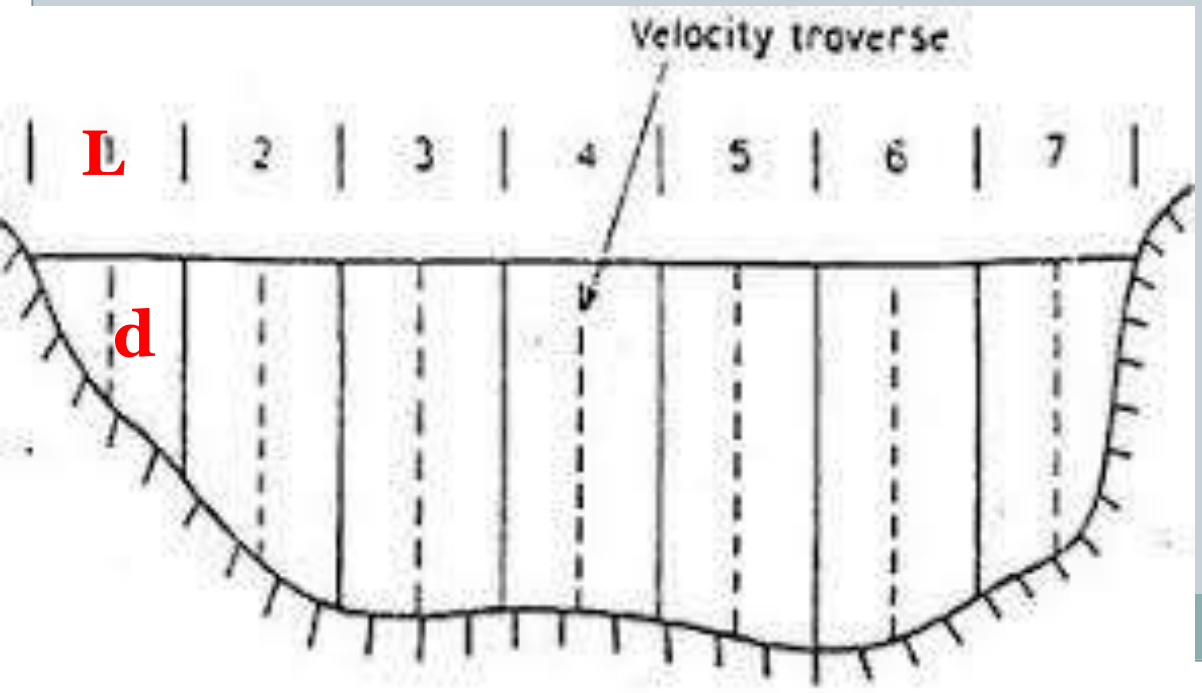
L اطوال المقاطع (يفضل ان تكون متساوية)

d اعماق المقاطع

مساحة المقطع العرضي للجريان = مساحة المقطع الاول + مساحة المقطع الثاني + م المقطع الثالث

..... A3 + A2 + A1 =

.....+ L2d2+ L1d1=



- مساحة المقطع العرضي للجريان = طول المقطع/3 ((العمق الاول + العمق الاخير) + 2(مجموع الاعماق الفردية) +4(مجموع الاعماق الزوجية))
- اما الجزء الثاني فهو حساب السرعة المعدلة وقد تم التطرق لبعض الطرق المستخدمة في هذا المجال مثل عداد التيار والطوافة وغيرها .
- وبعد ذلك يتم استخدام معادلة الاستمرارية Q=A*V

قياس التصريف في الانابيب

- تستعمل الانابيب في كثير من اعمال الري والبزل وفي اغراض اخرى لنقل الماء
- والانبوب عبارة عن قناة مغلقة ذات مقطع دائري يمر خلاله الماء بعد ان يملئ المقطع الدائري كليا .
-

- يمكن استخدام الطرق السابقة في قياس التصريف في القنوات المفتوحة وفي الانابيب على حد سواء ، وتوجد ثلاث حالات لقياس التصريف في الانابيب هي :
- أ. التصريف من انبوب بوضع افقي : تستخدم هذه الطريقة لقياس تصريف الماء المتدفق من الانابيب والمضخات من وضع افقي .

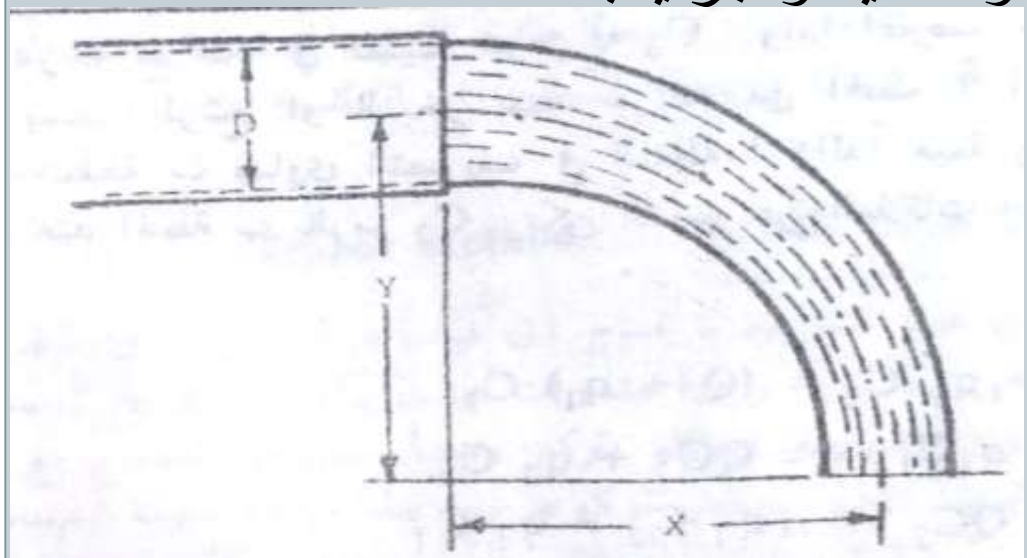
ترتبط دقة القياس بدقة قياس الاحداثي الافقي X والاحداث الرأسي Y للماء المتدفق

تستعمل هذه الطريقة عندما لاتتوفر طرق مناسبة اخرى لقياس التصريف .

التصريف من انبوب بوضع افقي

- $Q=0.022Ca\frac{x}{\sqrt{y}}$

- Q = التصريف لتر/ثانية
- C = معامل التصريف ، وتتوقف قيمته على نسبة ابعاد كل من X و y وقطر الانبوب وفيما اذا كان مملوءا كليا او جزئيا بالماء
- a = مساحة المقطع العرضي المائي عند نهاية الانبوب ، سم 2
- x = الاحداثي الافقي ، سم
- Y =الاحداثي الرأسي ، سم



شكل (١٢ ، ٣) قياس التصريف من انبوب بوضع افقي

التصريف من انبوب بوضع رأسي

- ان الارتفاع الذي يبلغه الماء المتدفق من انبوب بوضع رأسي يتناسب مع معدل تصريف ذلك الانبوب . وتوجد حالتين لحساب التصريف هما :

1. **عندما تكون النسبة بين ارتفاع الماء H الى قطر الانبوب D اقل من 0.37**

$$Q = 3.1 * 10^{-7} D^{2.5} H^{3.5}$$

2 . عندما تكون النسبة بين ارتفاع الماء H الى قطر الانبوب D اكبر من 1.4

$$Q = 0.029 D^{1.99} H^{0.53}$$

Q = التصريف لتر/ثانية

D = قطر الانبوب ، سم

H = ارتفاع الماء ، سم

ملاحظة مهمة //عندما تقع قيمة H بين 0.37 و 1.4 تستخدم المعادلتين ويستخرج المعدل

مثال :

- تدفق الماء من انبوب بوضع رأسي قطره الداخلي 10 سم ومتوسط ارتفاع الماء فوق فوهة الانبوب 0.5 م ماهو تصريفه .
- H = 0.5 م
- D = 10 سم = 0.1 م
- نستخرج نسبة H الى D لتحديد المعادلة التي سنستخدمها :
- $\frac{H}{D}=\frac{0.5}{0.1}$ = 5
- اذن H أكبر من 1.4D
- $Q=0.029\ D^{1.99}H^{0.53}$
- Q=22.5 L/sec

- عندما يكون معدل جريان الماء ثابت في الانبوب فان التصريف يحتسب باستخدام معادلة الاستمرارية $Q=A*V$
- وتحسب معدل سرعة الجريان باستعمال الكثير من المعادلات الرياضية منها 1. معادلة تشيزي : $v=C\sqrt{RS}$ وقد تم التطرق لها سابقا وهي تستخدم في حساب سرعة الجريان في القنوات والانابيب على حد سواء
- 2. معادلة مانينك : وتستعمل على نطاق واسع في حساب سرعة الجريان في القنوات المفتوحة ويمكن استعمالها للانابيب الخرسانية بالشكل التالي :
- $v=0.397/n\ D^{2.3}\ S^{1/2}$
- v = معدل سرعة الجريان م/ثانية
- D= قطر الانبوب ، م
- S = الانحدار ، م/م
- n = معامل مانينك للخشونة
- وتوجد العديد من المعادلات الاخرى تؤخذ في الجزء النظري

معادلة برنولي

- ان سرعة الجريان الماء وتصريفه يعتمد على وجود فرق في الضغط بين نقطتين او اختلاف وتدرج في الطاقة
- وان الطاقة هي القابلية على انجاز شغل وان جريان الماء في القنوات والانابيب يكون نتيجة لمقدار الطاقة الميكانيكية لوحدة الكتلة .
- وتكون هذه الطاقة بثلاث صور هي طاقة الجذب الارضي او الارتفاع وطاقة الضغط وطاقة الحركة
- ان هذه الانواع من الطاقة يمكن ان تتحول من نوع الى اخر ولكن مجموعها يبقى ثابتا وهذا يشير الى القانون الاول في الديناميك الحراري (قانون حفظ الطاقة) (الطاقة لاتفنى ولاتستحدث)

- $Et = \frac{v^2}{2g} + \frac{\rho}{w} + \mathrm{y}$

معادلة برنولي

- طبق برنولي قانون حفظ الطاقة على السوائل المتجركة وهو اذا تحرك سائل في مجرى ما فان الطاقة الكلية عند اي مقطع من ذلك المجرى تضل ثابتة باستثناء فواقد الاحتكاك
- $\frac{v^2}{2g} + \frac{p1}{w} + y1 = \frac{v^2}{2g} + \frac{p2}{w} + y2 = \frac{v^2}{2g} + \frac{p3}{w} + y3 = \text{constant}$
- ويعبر غالبا عن الطاقة بوحدات الطول فيعبر عنها بـ:
- شحنة الارتفاع y
- شحنة الضغط p/w
- شحنة السرعة $v^2/2g$
- اذن يتحرك الماء الماء في القنوات والانابيب بتأثير مجموع الطاقات الثلاث ولكن يجب ملاحظة ان سرعة الجريان لاتكون متشابهة ومتجانسة على مساحة قطاع القناة فالماء القريب من جدران القناة او الانبوب تكون سرعته ابطأ بفعل تأثير الاحتكاك لذلك يجب ان تؤخذ عدة قياسات للسرعة عند عدة نقاط للحصول على معدل السرعة

- تستخدم معادلة برنولي لحل مشاكل الجريان في الانابيب (الجريان من النوع الثابت والمنتظم) الناتج عن اختلاف السرعة التي تكون غير منتظمة وغير متجانسة بسبب تأثير الاحتكاك كما اوضحنا .
- **ضائعات الاحتكاك في الانابيب**
- تستخدم المعادلة التالية في تقدير ضائعات الاحتكاك
- $hf = \frac{fl}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$
- hf = ضائعات الاحتكاك بين نقطتين بوحدات طول
- f = معامل الفقد بالاحتكاك بدون وحدات
- L =المسافة بين نقطتين (طول الانبوب) سم
- v = معدل السرعة سم/ثانية
- D = قطر الانبوب سم
- g = التعجيل الارضي سم /ثا^2
- = 980 سم /ثا^2

الضخ لاغراض الري

تتغير متطلبات الضخ للري (اختيار المضخ) بدرجة كبيرة اعتمادا على عدة عوامل مثل :

- المصدر المائي
- طريقة الري
- المساحة المروية

ان ضخ المياه السطحية يكون مماثلا للضخ في البزل لا انه في حالة الري بالرش (الحاجة للضغط) او الضخ من الابار يتطلب الامر ضغطا عاليا وارتفاعا كبيرا للضخ

وهنا لابد من اختيار مناسب للمضخة تبعا للظروف التشغيلية

اختيار المضخة

- ان الدقة في اختيار المضخات المناسبة لظروف التشغيل يساعد في زيادة كفاءة الاستعمال
- اهم عاملين محددين في اختيار المضخه هما :

1. تصريف المضخة
2. ارتفاع الضخ الكلي ويشمل :

- ارتفاع السحب
- ارتفاع الدفع
- اختلاف منسوب الماء عن مستوى الارض المروية
- ضغط التشغيل
- ضائعات الاحتكاك
- ارتفاع حامل المرشة بالنسبة للري بالرش

اختيار المضخة

3. عوامل اخرى :
- التكاليف الابتدائية
- نوع الطاقة المتوفرة (كهرباء – ديزل – بنزين .....)
- خصائص المضخة ومدى توفرها
- الاحتياجات المائية المطلوبة

1. معدل التصريف (الضخ)

يحسب من المعادلة التالية :

$$q=27.78\frac{AY}{RT}$$

حيث ان q معدل الضخ لتر/ثانية

A المساحة المروية ، هكتار

Y عمق الري ، سم

R فترة المناوبة (الفترة بين ريتين) ، يوم

T مدة التشغيل ، ساعة / يوم

اختيار المضخة

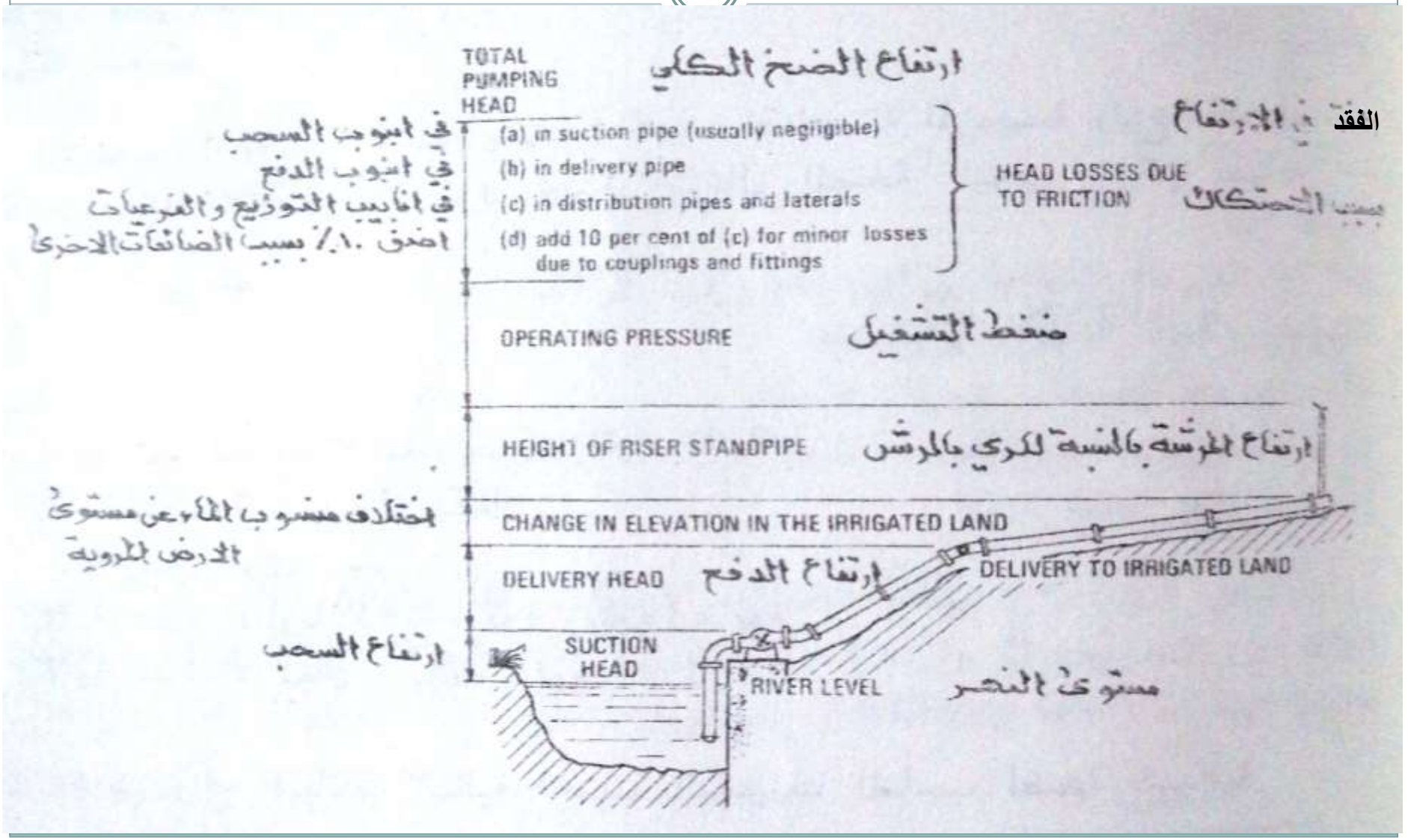
2. ارتفاع الضخ الكلي (العمودي)

تختلف مسافة الرفع العمودي للمضخات بحدود واسعة ، وفي ممارسات الري يتحدد مقدار اقصى ارتفاع اقتصادي للضخ بحدود التكاليف وليس بالحدود الميكانيكية او حدود القدرة .

يتحدد ارتفاع الضخ العمودي بفرق المناسيب بين المستوى الذي يضخ له الماء ومستوى الماء في المصدر (قناة – نهر – بئر)

يفضل تجنب الزيادة المفرطة في عمق السحب (خاصة السحب من الابار) لخفض الاحتياجات الكبيرة للقدرة

مكونات ارتفاع الضخ الكلي



متطلبات القدرة وكفاءة الضخ

- الشغل = القوة * المسافة
- القدرة الميكانيكية = الشغل / الزمن
- القدرة الميكانيكية = القوة * المسافة / الزمن
- وحدات القدرة

قدم . باوند / ثانية أو م .كغم /ثانية أو القدرة الحصانية

تعرف القدرة الحصانية Horse Power بانها القدرة على انجاز شغل مقداره 550 قدم.باوند / ثانية أو 33000 قدم .باوند /دقيقة أو 76 متر.كغم / ثانية

اما قدرة الحصان الواحد فهي القدرة على رفع 1 لتر / ثانية مسافة عمودية مقدارها 76 م بكفاءة مقدارها 100%

متطلبات القدرة وكفاءة الضخ

- لصعوبة الحصول على كفاءة مقدارها 100% بسبب الفقد بالاحتكاك فان القدرة الحصانية السابقة تعرف بانها القدرة الحصانية النظرية او المطلوبة لرفع كمية من الماء لارتفاع معلوم خلال ثانية واحدة ويطلق عليها بالقدرة الحصانية المائية (WHP)

$$WHP=\frac{Qh}{273}$$

Q التصريف ، م3 /ساعة

H ارتفاع الضخ العمودي ، م

متطلبات القدرة وكفاءة الضخ

- وعليه فان لكل مضخة كفاءة ميكانيكية تختلف باختلاف ظروف تشغيلها ، وعليه فأن الكفاءة الميكانيكية للمضخة (pump eff.) تعرف بانها النسبة بين القدرة الخارجة المستغلة (القدرة الحصانية المائية) من المضخة الى القدرة الداخلة المبذولة (القدرة الحصانية الكابحة) اليها

$$Ep=\frac{WHP}{BHP}$$

$$BHP=\frac{WHP}{EP}$$

$$BHP=\frac{Qh}{273EP}$$

Q التصريف ، م^3 /ساعة

H ارتفاع الضخ العمودي ، م

السرعة النوعية للمضخة

- تعتمد مواصفات المضخة على السرعة النوعية للمضخة وهي السرعة التي عندها يمكن للمضخة ان ترفع وحدة تصريف مقدارها متر مكعب / ساعة لارتفاع مقداره 1 متر وتحسب كالتالي :

$$Ns=N\frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

Ns السرعة النوعية والتي تعبر عن العلاقة بين التصريف وارتفاع الضخ العمودي (عدد الدورات / دقيقة)

N سرعة المضخة (دورة / دقيقة)

Q التصريف (متر مكعب / ثانية)

H ارتفاع الضخ ، متر

انواع المضخات

1. المضخات ذات الازاحة المتغيرة

A . المضخات الانتباذية

1. المضخات الانتشارية Diffuser pumps
1. التوربينية Turbine pumps
1. المضخات الحلزونية Volute pumps

B . الجريان المختلط
C . المحورية
D . البثقية
E . التفريغ الهوائي

2. المضخات ذات الازاحة الموجبة

A . المضخات الدوارة

B . المضخات المكبسية

من اكثر انواع المضخات استخداما :
الانتباذية
الجريان المختلط
المكبسية : وهذه المضخات (المكبسية) بالرغم من كفائتها العالية الا ان سعتها قليلة وتتأثر بالرواسب لذلك تستخدم على نطاق ضيق لاغراض الري والبزل

المضخات الانتباذية

- تمتاز بـــ
  - بسيطة الصنع
  - اقتصادية في التكاليف
  - تعطي تصريف ثابت ومستمر
  - سهلة الاشتغال
  - تكاليفها الابتدائية قليلة
  - تلائم الظروف التي تتواجد فيها الرواسب والمواد الغرينية
  - كفائتها عالية وتصميمها وتركيبها بسيط
  - تلائم السرعات المختلفة للمحرك
  - صغيرة الحجم ولاتشغل حيزا كبيرا

اما عيوبها فهي :

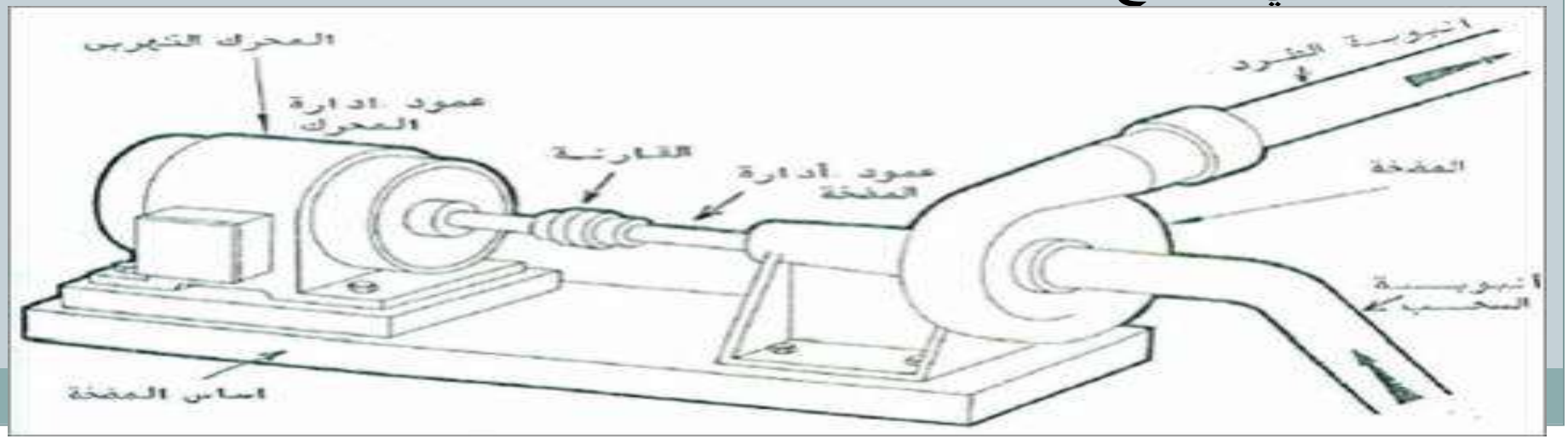
- **محدودية ارتفاع انبوب السحب ولهذا يفضل ان تنصب قرب سطح الماء**
- **قبل تشغيل المضخات ذات ذات المحور الافقي يجب 1. ملئ انبوب السحب وجسم المضخة بالماء**
  2. طرد جميع الهواء

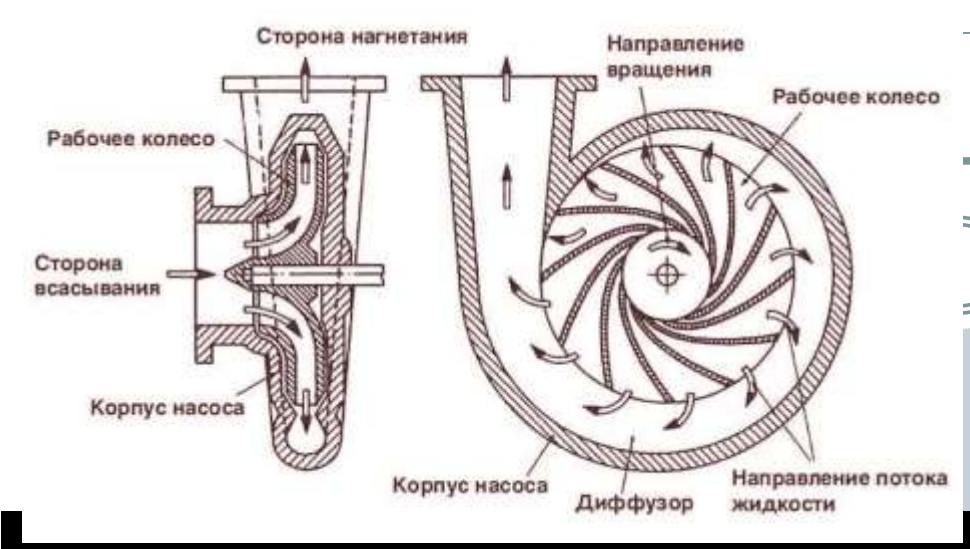
مكونات المضخة الطاردة المركزية

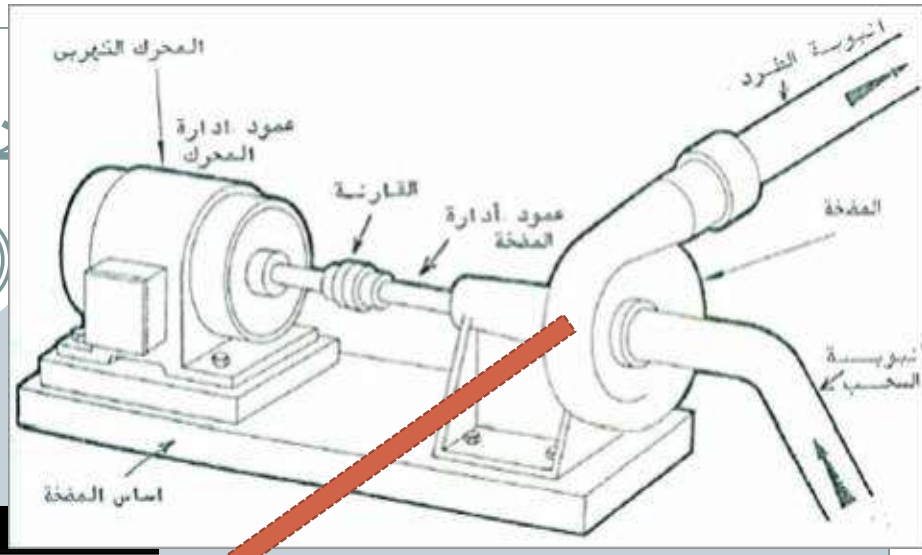
تتكون المضخات الانتباذية من الاجزاء التالية :

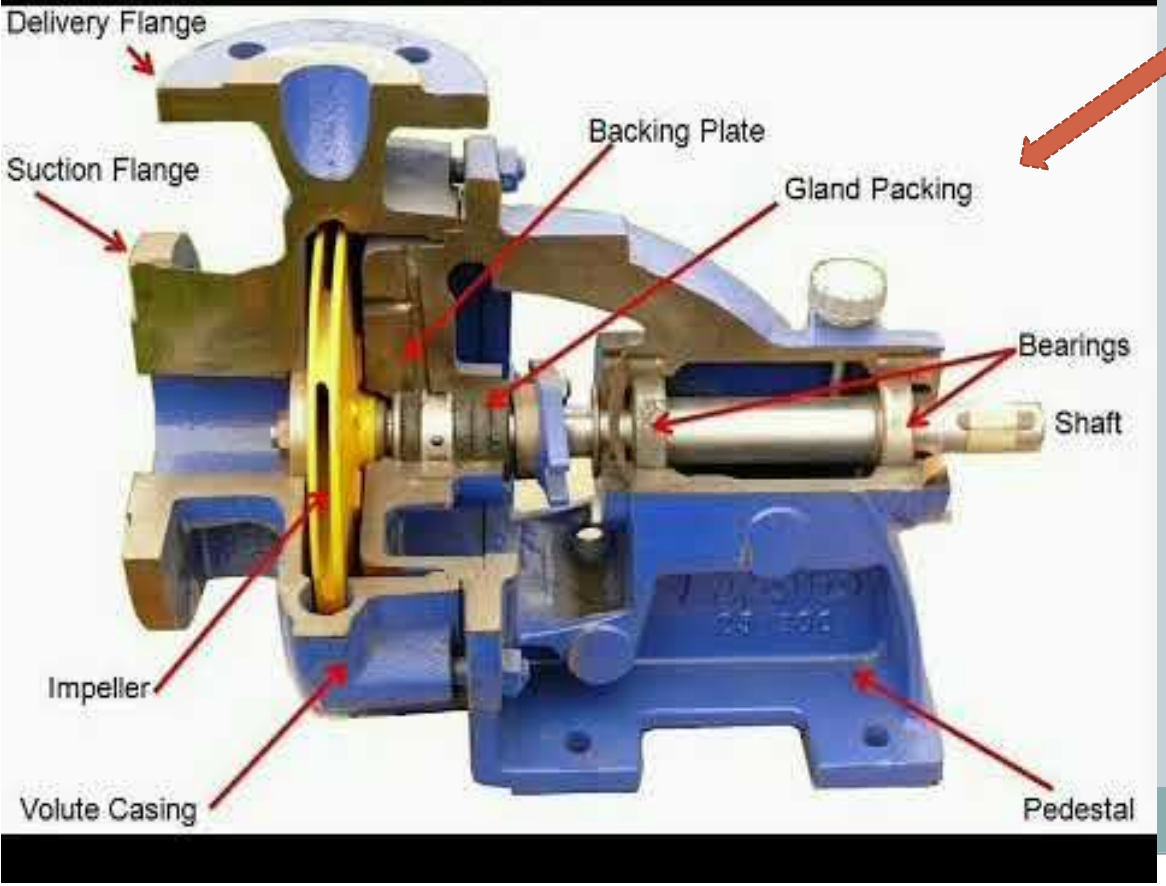
1. المروحة أو البشارة impeiier : تضيف طاقة الى الماء تزيد من السرعة والضغط
2. فتحات السحب والدفع (التصريف)
3. عمود ادارة المضخة (يكون متصلا بالمروحة ويدار بالمحرك)

والشكل التالي يوضح اجزاء المضخة الانتباذية







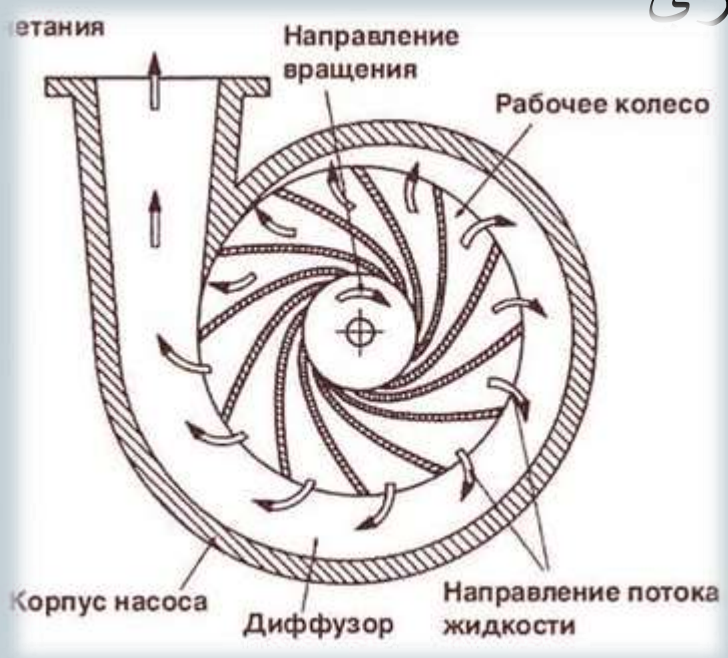


يدخل الماء الى المضخة عند مركز البشارة ويمر خارجا الى فتحة الدفع وبتغيير سرعة المضخة يمكن تغيير التصريف

تقسيم المضخات الانتباذية

1. **تبعا لنوع الحافظة casing**

- حلزونية volute : يكون شكل الحافظة حلزوني وتزداد مساحة مقطعه العرضي باتجاه فتحة التصريف ، وهذا النوع شائع لاغراض الرى



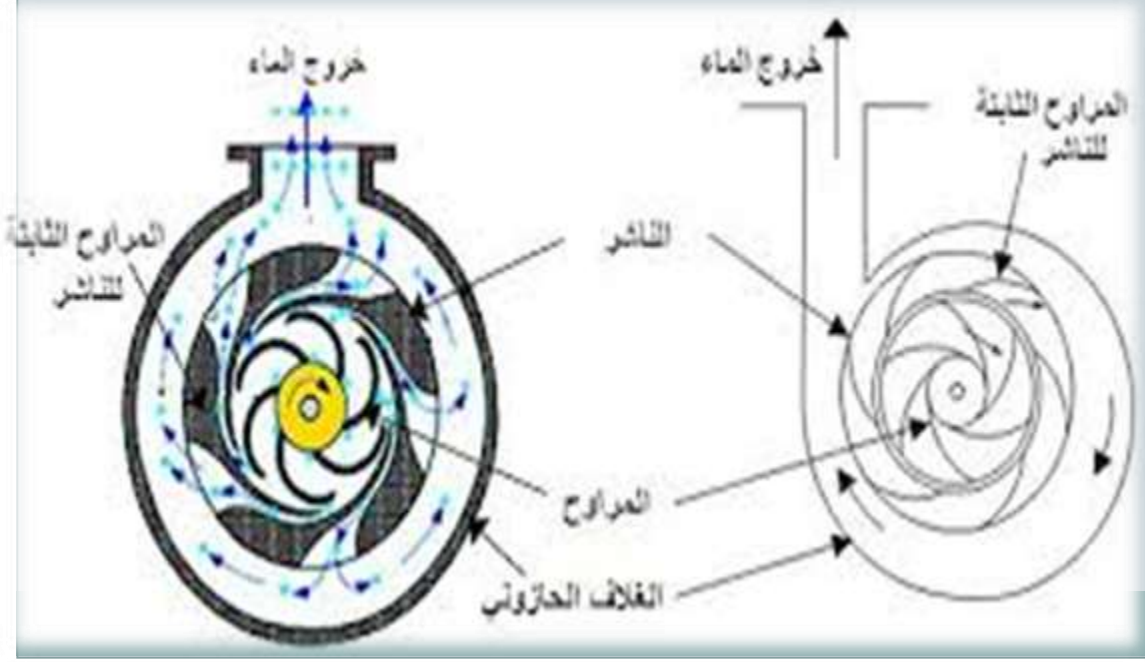
تقسيم المضخات الانتباذية

- **عنفية او انتشارية (Diffuser or turbine)**

تكون لها مراوح تحيط بالدولاب الدوار (البشارة) وعندما تتحرك البشارة تدفع الماء الى الحافظة مؤدية الى اختزال في السرعة مع تحول الطاقة الحركية الى ضغط .

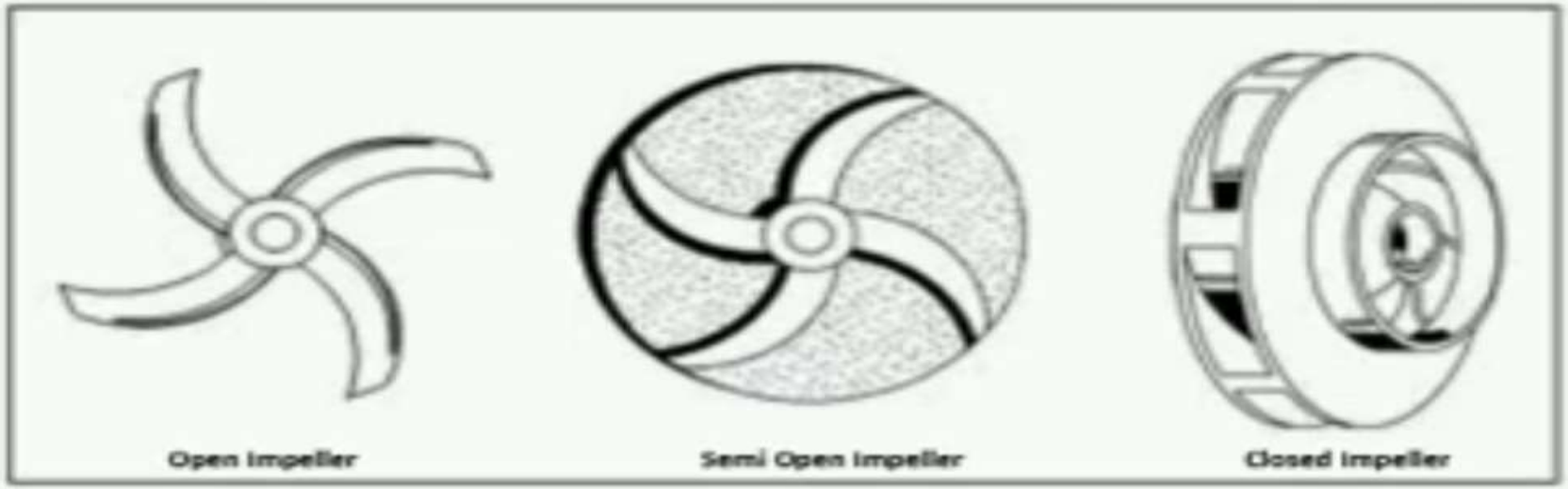
تقوم المراوح بتوزيع الضغط بشكل منتظم

وتكون حافظات هذه المضخة بشكل دائري .



2. تبعا لنوع المراوح

- مغلقة closed
- شبه مغلقة semi closed
- مفتوحة open



3. حسب نوع فتحة السحب
- السحب المفرد
- السحب المضاعف
4. حسب تركيب عمود الادارة
- افقي
- عمودي
5. حسب طريقة النقل (نقل الحركة من المحرك الى المضخة)
- الاتصال المباشر
- المربوط
- الربط المغلق
- الحزام الدافع

خطوات تشغيل المضخة الطاردة المركزية

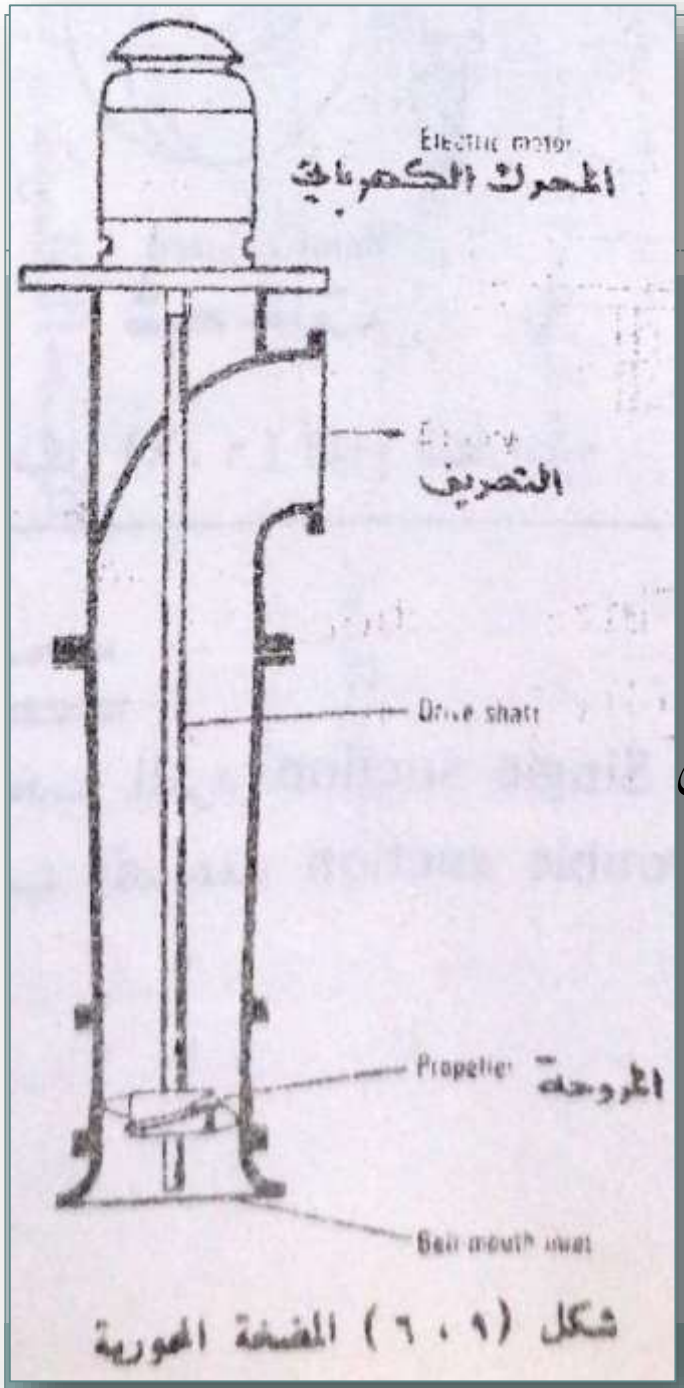
- قبل التشغيل يجري اختبار حرية حركة عمود الادارة بتحريكه باليد في الاتجاه الصحيح للدوران، او بتشغيل المحرك لبضع ثواني وتفحص كراسي التحميل فحصاً دقيقاً للتأكد من نظافتها واحتوائها على قدر كاف من الزيت او التشحيم المناسب.
- تفتح صمامات الانابيب الثانوية لتبريد كراسي التحميل وصندوق الحشوات.
- يقفل صمام التحكم على انبوبة الطرد قفلاً تاماً.
- يدار المحرك وتضبط السرعة المطلوبة.
- يفتح صمام التحكم تدريجياً حتى يصل التصريف الى قيمته المطلوبة.
- التاكد من استمرار التسرب المطلوب للتبريد من صناديق الحشو ومراقبة اجهزة القياس وتفضل متابعة هذه الاجهزة دورياً.

وعند ايقاف المضخة ايقافاً طبيعياً يراعى الآتي:

- يقفل صمام التحكم في التصريف تدريجياً.
- ايقاف المحرك بسرعة بعد اغلاق الصمام.

لأنه عند ايقاف المحرك فجأة وصمام التحكم مفتوح قد تتولد ضغوط فجائية عالية في انابيب السحب والطرد مما قد يؤدي الى دمارها ومن المحتمل حدوث ذلك اذا كان المحرك يدار كهربائياً عند انقطاع التيار الكهربائي لأي سبب من الاسباب، لذا تزود المضخات بصمام خانق للمضخات التي تعمل محركاتها كهربائياً حيث يفتح الصمام الخانق حتى تدور بسرعة تعادل فقط نصف السرعة العادية في بداية تشغيل المضخة، وبعد التاكد من انّ جميع الاجزاء تعمل كما ينبغي يفتح الصمام كلياً حتى يدور بسرعة الدوران العادية للمضخة.

المضخات المحورية



هي أحد أنواع المضخات الشائعة. تتكون أساساً من مروحة دافعة موضوعة في أنبوب. يُمكن أن تُدار المروحة الدافعة مباشرة عن طريق محرك كهربائي معزول وموضوع في الأنبوب، أو عن طريق محرك كهربائي خارجي أومحرك ديزل أو محرك بنزين متصل بالأنبوب من الخارج، أو بواسطة عمود إدارة قائم الزاوية يثقب الأنبوب.

المضخات المحورية

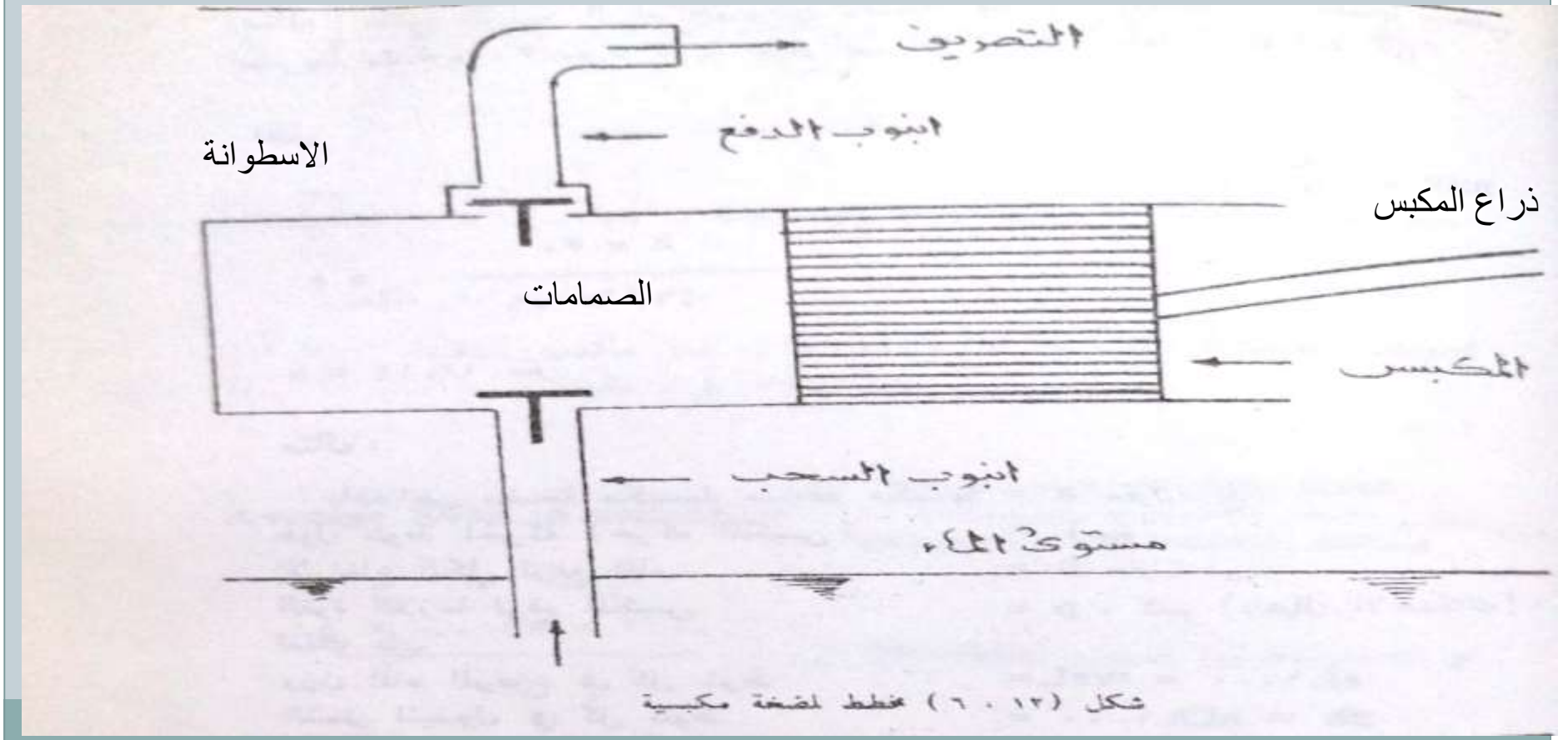
- تناسب هذه المضخات تصريف كميات كبيرة من المياه لارتفاعات ضخ قليلة (غالبا اقل من 1 متر)
- تستعمل غالبا في محطات الضخ لاغراض الري او البزل
- تحتوي المضخة على مروحة دافعة تعمل بداخل حاوية ، يتولد الضغط في المضخة المحورية نتيجة تدفق المائع على شفرات المروحة الدافعة .
- يكون الضخ (دفع الماء) خلال بشارة المضخة المحورية موازيا لمحور عمود الادارة (التدوير) وليس شعاعيا ويخرج بشكل شبه محوري ، وهذا مايميزها عن المضخات الانتباذية
- كفاءة هذه المضخات عالية مقارنة بالمضخات الانتباذية

مضخات الجريان المختلط

- تجمع بين خصائص المضخات المحورية والانتباذية من حيث خصائص الجريان وتستعمل للابار العميقة على شكل مجموعة مضخات مربوطة على التسلسل (شكل) .
- تستعمل لنفس اغراض المضخات المحورية

المضخات المكبسية

- يتحدد التصريف في هذا النوع من المضخات بالازاحة الموجبة لحيزين او او اكثر يمتلان او يفرغان بالتبادل وتتكون من :



شكل (١٢ . ٦) مخطط لمضخة مكبسية

المضخات المكبسية

تكون حركة الماء داخل الاسطوانة بسبب ازاحة الماء لذلك يعتمد تصريف هذه المضخات على :

- سعة الاسطوانة
- سرعة حركة المكبس
- عدد المكابس
- اشواط الحركة

عيوبها : بالرغم من ان كفاءة هذه المضخات عالية مقارنة بالمضخات الانتباذية الا انه توجد فيها عدة عيوب اهمها :

- يكون تصريف هذه المضخات قليل لذلك يكون استخدامها للاغراض المنزلية
- معقدة التركيب لان عدد اجزائها كبير ووزنها الكلي كبير قياسا بتصريفها
- كلفة صيانتها عالية
- تقل كفائتها بالمياه العكرة بسبب كثرة الصمامات
- لايمكن تشغيلها بسرعة عالية جدا وتصريفها غير مستمر وتحتاج الى اهتمام كبير عند التشغيل

مقارنة بين انواع المضخات

نوع المضخة	ارتفاع السحب	ارتفاع الدفع	التصريف
مكبسية	عالي	عالي جدا	واطئ
انتباذية	متوسط	عالي	واطئ - متوسط
محورية	واطئ	واطئ	عالي

- مثال : ماهي قابلية الرفع العمودي لمضخة قدرتها الحصانية 8 حصان وتعطي تصريفا مقداره 30 لتر /ثانية بافتراض انها تشتغل بكفاءة مقدارها 60% .

- $\mathrm{BHP}=\frac{Qh}{273EP}$
- $8=\frac{30*h}{273*0>60}$
- $=12.12\ \mathrm{m}$

- مضخة مكبسية قطر مكبسها 15 سم يتحرك 25 سم (طول شوط الحركة) بمعدل 50 شوط/دقيقة ولن ارتفاع السحب 5 متر وارتفاع الدفع 15 متر ، احسب تصريف المضخة ؟
- مساحة مكبس المضخة (a) = 3.14 * $(7,5)^2$

r=d/2

=0.0177 m2

حجم الماء المدفوع خلال الشوط = aL = 0.25 * 0.0177 (يحول الطول من سم الى م بالقسمة على 100)

=0.0044 م3

تصريف المضخة = 50 * 0.0044 = 0.22 م3/دقيقة

= لتر /دقيقة