

②

P.  
15

## Wastewater treatment

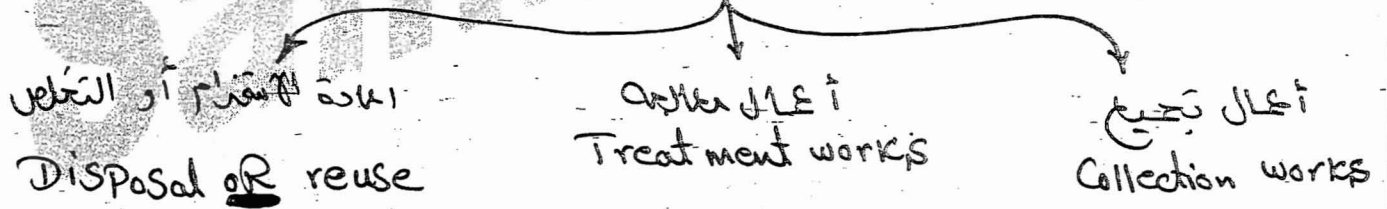
معالجة مياه الصرف

Part A

- 1 ..... مقدمة عن الصرف الصحي
- 2 ..... حساب تصرفات الصرف الصحي
- 5 ..... تصميم شبكات الصرف الصحي (المواسير)
- 9 ..... المخطط أبـق
- 11 ..... حل الـ Sheet no.(2)

## هندسة الصرف الصحي

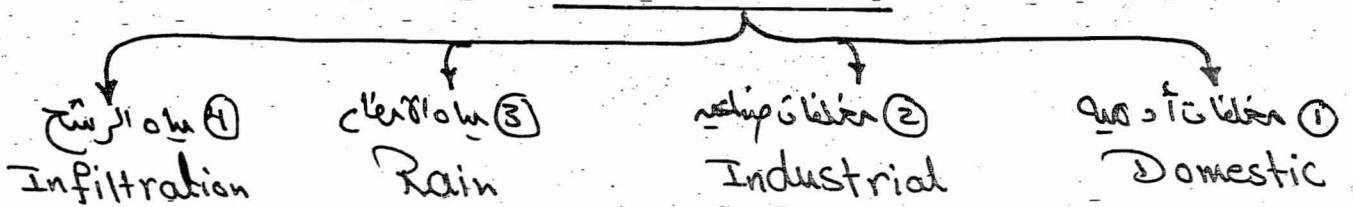
### أعمال معالجة مياه الصرف الصحي Wastewater Treatment



### أسباب مشاكل مياه الصرف الصحي ؟

- ١- لمنع انتشار البكتيريا والقواصم
- ٢- لمنع تلوث المياه السطحية أو الجوفية
- ٣- +

### مصادر مياه الصرف - Wastewater Sources



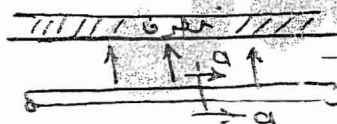
### أنواع شبكات الصرف - Wastewater sewer types

① Separated Type → كل حايجه من المخلفات لوحدها

② Combined Type → كل المخلفات مع بعضها  
(أداسي + صناعي + أمطار + رشح)

→ نلجأ للصرف المشترك • إذا كانت مياه الصرف الصحي والصناعي قليل

③ Semi-Combined Type → نجمع مياه المطر مع الأداسي ولكن عندما تزداد كمية المياه نلجأ بخرطوش في أقرب صرف بدون معالجة



المياه الفائضة إلى  
الصرف  
Sec d-a

## حساب التفرقات للعرف الممثل

التفرقة المتوسطة للعرف  $Q_{av}$

$$Q_{av} = (0.8 \sim 0.9) Q_{av} \text{ حرف}$$

$$Q_{av} = 0.9 \times P \times q$$

لوحدة متوسط استهلاك الفرد للمياه

$$Q_{av} = P \cdot q$$

لوحدة متوسط حرف الفرد للمياه

$$Q_{min} = 0.2 \left( \frac{P}{1000} \right)^{1/6} \cdot Q_{av}$$

$$Q_{max} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \cdot Q_{av}$$

## تعريف المطر

$$Q_{Rain} = C \cdot I \cdot A$$

المساحة التي تتخذ من تسببه للمطر (م<sup>2</sup>)  
 أمثلة:  $\left. \begin{array}{l} 1 \text{ m/hr} \\ 1 \text{ mm/hr} \end{array} \right\}$  كثافة المطر  
 لوحداتك  
 معامل يتوقف على نوع السطح (تراوح 0-1)

## تعريف الريش

$$Q_{In} = a \cdot d \cdot h^{2/3}$$

ارتفاع المياه الجوفية  
 عن الراسم العلوي  
 للماسورة (م)  
 قطر الماسورة (م)  
 معامل = 10 حفظ

هذه المعادلة متبادلة وفيديو وحدتك (lit/hr/km)

أي انك تحسب الريش لمسافة (1 Km) و التالى لو في المسئلة لو تلى

أ ن حول تسببه الفرق (4 Km) نتوح بفرض ناتج المعادلة \* 4

## التعرف على المسائل

$$Q_I = 40 \div 80 \text{ m}^3 / \text{hec} / \text{day}$$

← هذه القيمة (60) هي قيمة الفرق الهيدروليكي لسطح المياه، وبالتالي  
في المسئلة لو ذكر أن السبيل يتحرك مساحة قدرها 5 هكتار

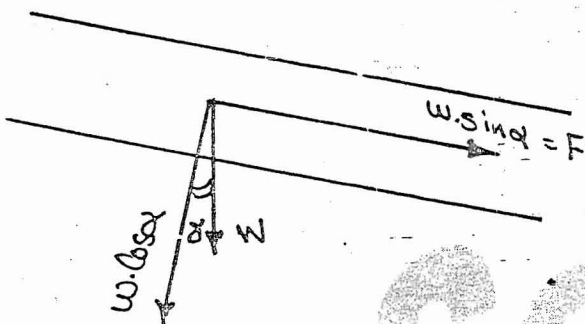
$$Q_I = 60 \times 5 = 300 \text{ m}^3 / \text{day}$$

$$(Q_{tot})_{max} = Q_{max} + Q_{Rain} + Q_{In} + Q_I$$

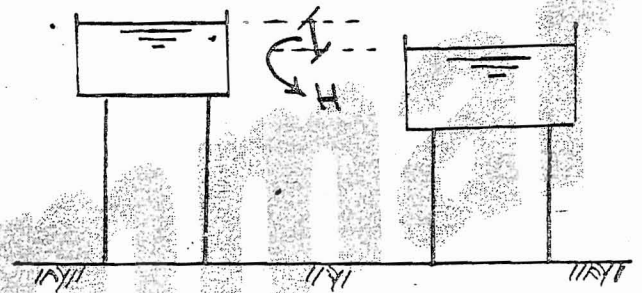
$$(Q_{tot})_{min} = Q_{min} + Q_{Rain} + Q_{In} + Q_I$$

← ونلاحظ أنه قد يكون كل من الفرق الهيدروليكي المطر والريش  
أحد من أحد أو كل  
غير موجود عند حساب المسئلة.

← استرجع كيف تتحرك المياه بالجاذبية في كل من شبك تصريف المخلفات ومجمع المياه؟



\* تتحرك المياه داخل شبك المياه تحت تأثير  
ثقله الوزن.



\* ننتبه لوجود فرق ضاغط "head" بين  
الأحواض تتحرك المياه.



## شبكة الصرف الصحي

مكونات شبكة الصرف الصحي :-

Pipes	١- مواسير
manholes	٢- مطابق
Catch basin	٣- شاطئ من
Pump Station	٤- محطة الرفع
force main	٥- خط القرد

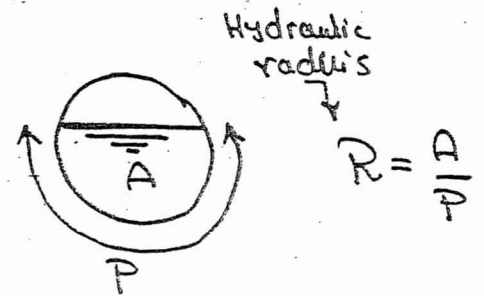
## أولاً :- المواسير

تصميم المواسير ← يبنى ملف وفقر المواسير  
← مقعر الحبل للمواسير

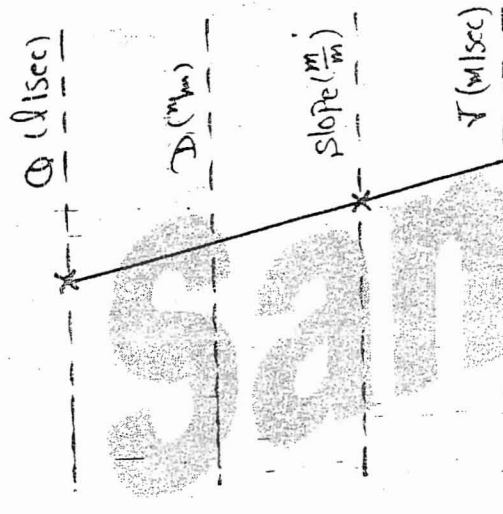
Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

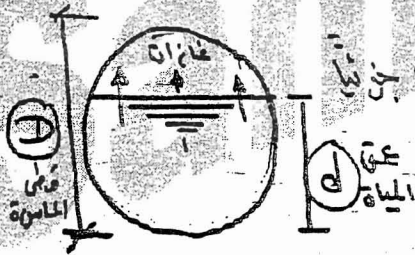
تستخدم المعادلة لحساب قطر المواسير  
وذلك إذا كان الفرق  $\Delta$  بين الماسورة



• وفي حالة الماسورة مقلته تماماً • يمكن استخدام chart التالي



## تصميم شبكات الصرف الصحي

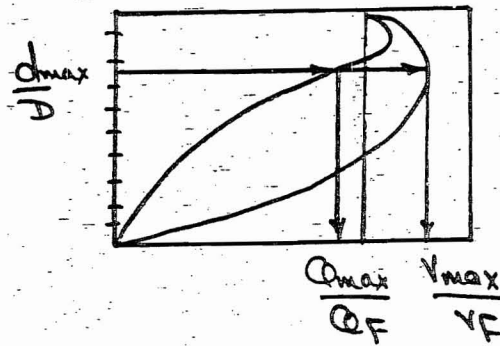


\* تصميم شبكات الصرف الصحي على أنفل مختلفة جزئياً

$$\frac{d_{max}}{D} = \frac{\text{عمق المياه}}{\text{قطر الماسورة}} = \text{النسبة النسبية}$$

\* ولتحويل التصميم الغير ممثل إلى التصرف الممثل

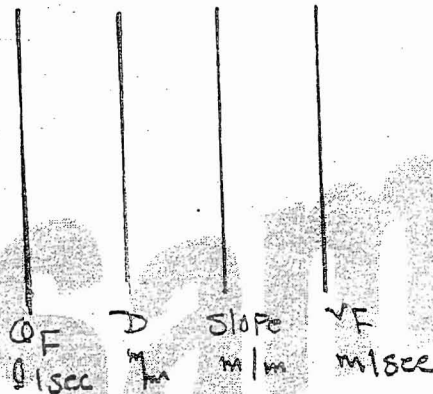
- وذلك بدلالة



$$\frac{Q_{max}}{Q_F} = \leftarrow$$

$$\frac{V_{max}}{V_F} = \leftarrow$$

\* ولتحديد القطر من علاقة هانتج

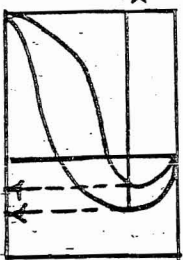


Given  
 $Q_{av} = \frac{1}{2} (P \times Q) \times 0.9$   
 (P × Q) × 0.9

$$Q_{max} = \left( 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \right) \cdot Q_{av}$$

$$Q_{min} = 0.2 \left( \frac{P}{1000} \right)^{1/6} \cdot Q_{av}$$

$$0.75 = \frac{Q_{max}}{Q_F}$$



$$0.95 = \frac{Q_{max}}{Q_F}$$

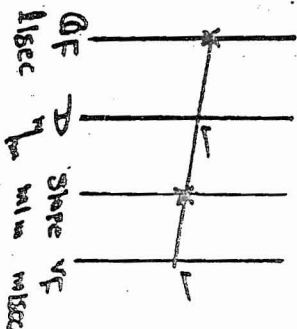
$$\frac{Q_F}{Y_F} = 1.15$$

$$\frac{Q_{max}}{Q_F} = 1 \Rightarrow Q_F = 1$$

$$\frac{Y_{min}}{Y_F} = 1$$

المساحة

المساحة

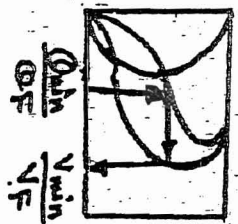


$$D = 1$$

Check Ymax

$$\frac{Y_{max}}{Y_F} = 1 \Rightarrow Y_{max} = 1 \neq 2 \text{ m/sec}$$

Check Ymin

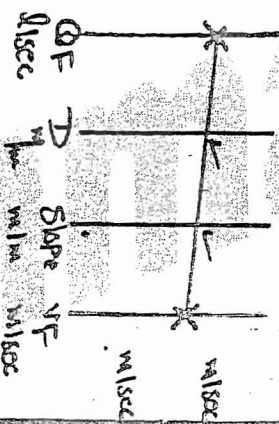


$$\frac{Y_{min}}{Y_F} = 1$$

$$Y_{min} = 1 \neq 0.45 \text{ m/sec}$$

المساحة

المساحة

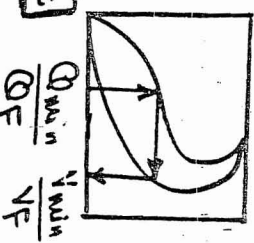


$$D = 1$$

Check Ymax

$$\frac{Y_{max}}{Y_F} = 1 \Rightarrow Y_{max} = 1 \neq 2 \text{ m/sec}$$

Check Ymin



$$\frac{Y_{min}}{Y_F} = 1$$

$$Y_{min} = 1 \neq 0.45 \text{ m/sec}$$

Ex:- For a Population of 50,000 persons. The Rate of water Consumption (160) lit/Per/d.

Design The Sewer Pipe For The Following Cases:-

A - ground slope is 0.003 (نسبة 0.003)

B - Flat ground.

$$Q_{av} = \underbrace{P}_{\text{تعداد السكان}} \times \underbrace{q}_{\text{معدل الاستهلاك}} \times 0.9 = \frac{50,000 \times 160}{24 \times 60 \times 60} \times 0.9 = \underline{83.3 \text{ l/sec}}$$

$$Q_{max} = \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}\right) \cdot Q_{av} = \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{50,000}{1000}}}\right) \times 83.3$$

$$= \underline{188.6 \text{ l/sec}}$$

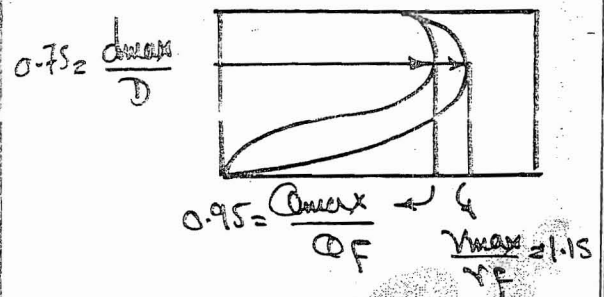
$$Q_{min} = 0.2 \left(\frac{P}{1000}\right)^{1/6} \cdot Q_{av} = 0.2 \left(\frac{50,000}{1000}\right)^{1/6} \times 83.3$$

$$= \underline{31.97 \text{ l/sec}}$$

Assume  $\Rightarrow \frac{d_{max}}{D} = 0.75$

$\Rightarrow \frac{Q_{max}}{Q_F} = 0.95 \Rightarrow$

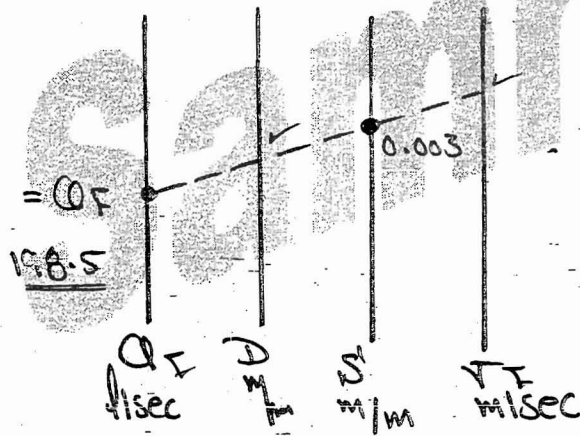
$$\frac{188.6}{Q_F} = 0.95 \Rightarrow Q_F = \underline{198.5 \text{ l/sec}}$$



$$\Rightarrow \frac{V_{max}}{V_F} = 1.15$$

المجال  $Q_F \leftarrow Q_{min}$

$$S = 0.003$$



$$D = 500 \text{ m} \quad V_F = 1.05 \text{ m/sec}$$

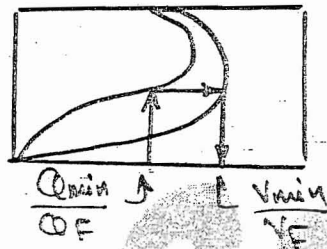
check  $V_{max}$ :-

$$\frac{V_{max}}{V_F} = \frac{V_{max}}{1.05} = 1.15$$

$$V_{max} = 1.2 \text{ m/sec} < 2 \text{ m/sec} \quad \text{o.k.}$$

check  $V_{min}$ :-

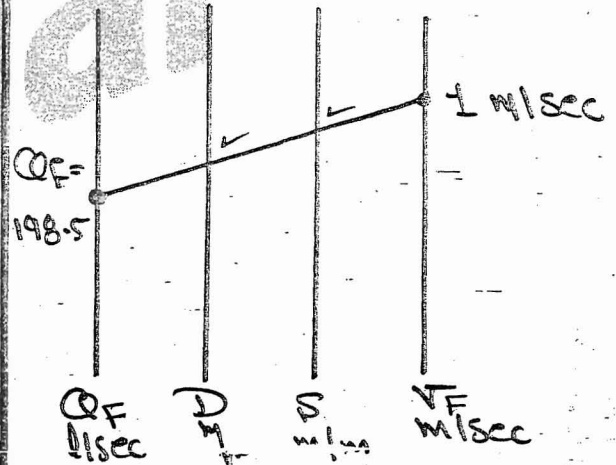
$$\frac{Q_{min}}{Q_F} = \frac{31.97}{198.5} = 0.16$$



$$\frac{V_{min}}{V_F} = \frac{V_{min}}{1.05} = 0.65 \text{ m/sec}$$

⑧  $\Rightarrow V_{min} = 0.68 > 0.45 \text{ m/sec} \quad \text{o.k.}$

المجال  $Q_F \leftarrow Q_{min}$



$$D = 500 \text{ m} \quad \text{slope} = 0.007$$

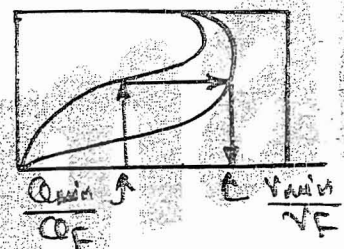
check  $V_{max}$ :-

$$\frac{V_{max}}{V_F} = \frac{V_{max}}{1} = 1.15$$

$$V_{max} = 1.15 \text{ m/sec} < 2 \text{ m/sec} \quad \text{o.k.}$$

check  $V_{min}$ :-

$$\frac{Q_{min}}{Q_F} = \frac{31.97}{198.5} = 0.16$$

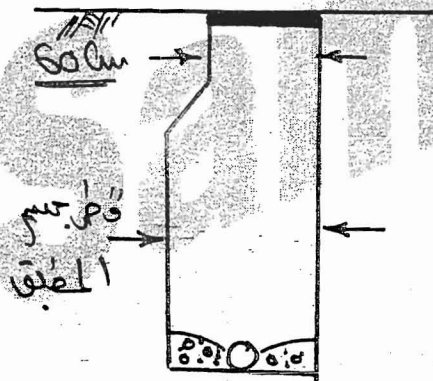


$$\frac{V_{min}}{V_F} = \frac{V_{min}}{1} = 0.65 \text{ m/sec}$$

$$V_{min} = 0.65 \text{ m/sec} > 0.45 \text{ m/sec} \quad \text{o.k.}$$



## المطابق manholes



- المطبق :-
- هو منشأ يتم عمله من الجانبي أو الخشبي الكاديه أو الخشبي المسكه
  - قطر فتحة المطبق 50 سم
  - قطر جسم المطبق يزداد كلما ازداد العمق
  - عمق المطبق يراوح من (١٥ متر - ٦ متر).

### أماكن وضع المطبق

قطر توضيح  
للاطلاع

- ١- عند تغير القطر
- ٢- عند تغير الميل
- ٣- عند تغير الاتجاه
- ٤- عند تقاطع الموائير

٦- وإذا لم يكن هناك أي عامل من العوامل السابقة والتي تتسبب في وجود مطابق يتم وضع مطابق كل مسانه لا لاقي

كل ١٥ م من قطر الماسورة يقابله ١٥ م مسانه بين المطابق

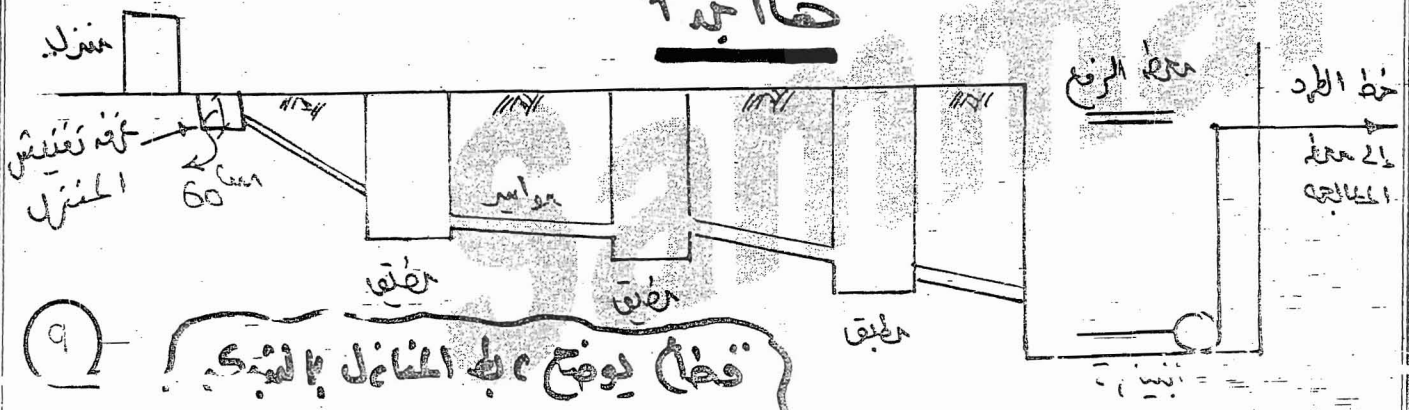
(max distance)  
بين المطابق

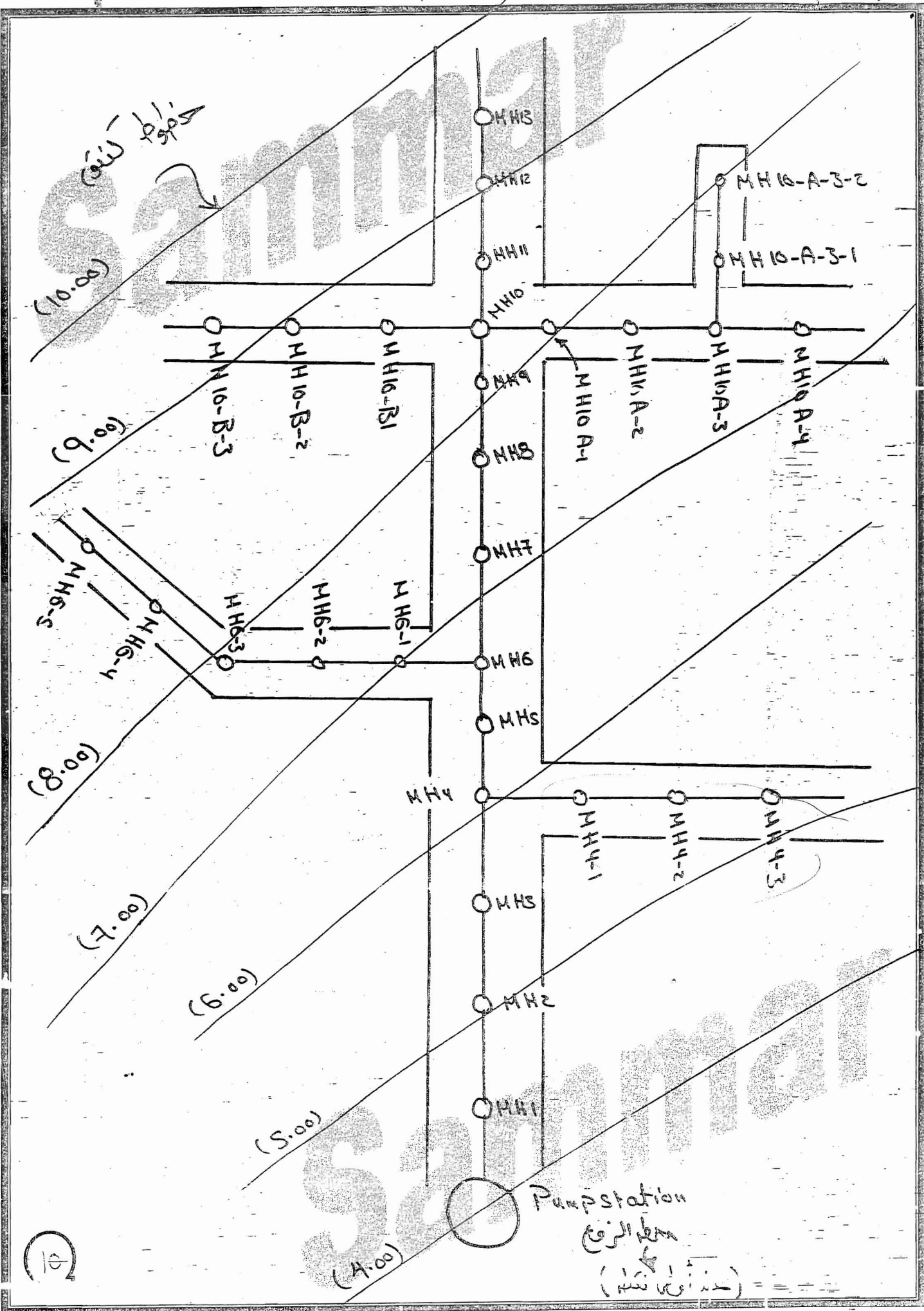
مثال :- لو قطر الموائير 30 سم او 40 سم مسانه بين المطابق

15 م قطر 15 سم  
?? قطر 30 سم

$$45 = \frac{15 \times 30}{10} = \text{المسافة الفاصلة بين المطابق عند الزحف}$$

## حاجه ٩





محطة الرفع  
(10.00)

(9.00)

(8.00)

(7.00)

(6.00)

(5.00)

(4.00)

Pump station  
محطة الرفع  
(محطة الرفع)

1) منطقة عدد سكانها 100000 فرد ومعدل استهلاك الفرد من المياه في اليوم 190 لتر ، والمطلوب حساب:

- أ- أقصى و الأدنى تصرف تصميمي لشبكة الصرف الصحي بالمنطقة.  
ب- التصرف الأقصى والأدنى لشبكة الصرف في حالة أخذ تصرف المطر في الاعتبار على مساحة 2 كم مربع إذا كان متوسط كثافة المطر 6 مم في الساعة ومعامل المطر 0.7.

2) للمثال السابق:

- أ- إذا كانت مواسير الصرف بقطر 400 مم و يرتفع منسوب المياه الجوفية عن منتصف مقطع الماسورة بمسافة 1.20 متر احسب كمية مياه الرشح (لمسافة 4 كم) كذلك التصرف الأقصى للشبكة إذا أخذ التصرف الصناعي وتصرف المطر في الاعتبار إذا كانت مساحة المنطقة الصناعية 20 فدان.  
ب- إذا كان منسوب المياه الجوفية بالمنطقة يقع أسفل مواسير الصرف بمسافة 0.2 متر فما هو التصرف الأقصى والأدنى للشبكة.

Given :- عدد السكان  $I = 100,000$   
استهلاك الفرد  $q = 190$  l/p/d

- $Q_{av} = P \cdot q = 100,000 \times \frac{190}{1000} = 19,000 \text{ m}^3/\text{d}$
- $Q_{av} = 0.9 \cdot Q_{av} = 0.9 \times 19,000 = 17,100 \text{ m}^3/\text{d}$

- $Q_{min} = 0.2 \times \left(\frac{I}{1000}\right)^{1/6} Q_{av} = 0.2 \times \left(\frac{100,000}{1000}\right)^{1/6} \times 17,100$   
 $= 7368.2 \text{ m}^3/\text{d}$

- $Q_{max} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{I}{1000}}} \times Q_{av} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{100,000}{1000}}} \times 17,100$   
 $= 34,200 \text{ m}^3/\text{d}$

حساب تصرف المطر

$Q_{Rain} = C \cdot I \cdot A$   
 $= 0.7 \times \left(\frac{6 \text{ mm/hr}}{1000}\right) \times 24 \times 2 \times (1000)^2 = 201,600 \text{ m}^3/\text{d}$

الملاحظات:  
- 6 mm/hr : تحويل من mm/hr إلى m/hr  
- 24 : تحويل من ساعة إلى يوم  
- 2 : تحويل من متر إلى متر مكعب  
- 1000 : تحويل من متر إلى متر مكعب

$$(\mathcal{Q}_{\max})_t = \mathcal{Q}_{\max} + \mathcal{Q}_{\text{Rain}} = 34200 + 201600 = \boxed{235800 \text{ m}^3/\text{d}}$$

$$(\mathcal{Q}_{\min})_t = \mathcal{Q}_{\min} + \mathcal{Q}_{\text{Rain}} = 7368.2 + 201600 = \boxed{208968.2 \text{ m}^3/\text{d}}$$

نهاية

## السؤال الثاني

حساب نفوذ الرش

$$\mathcal{Q}_{In} = a \cdot d \cdot h^{2/3}$$

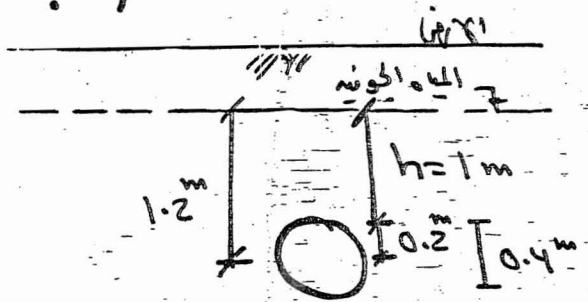
$$= 10 \times 0.4 \times (1)^{2/3} = 4 \text{ l/s/hr}$$

حساب الرش لسانه 4 سم

$$\mathcal{Q}_{In} = 4 \times 4 = 16 \text{ l/hr}$$

$$= \frac{16 \times 24}{1000} = \boxed{0.38 \text{ m}^3/\text{d}}$$

م<sup>3</sup> ← تحويل ل  
تحويل hr ← يوم



حساب النفوذ الصناعي

$$\mathcal{Q}_I = 40780 \text{ m}^3/\text{hec}/\text{day}$$

حساب النفوذ الصناعي لسانه 20 فدان

$$\mathcal{Q}_I = 60 \times 20 \times \frac{4200}{1000} \text{ m}^3/\text{d}$$

تحويل فدان → م<sup>2</sup>  
تحويل م<sup>2</sup> → ص.م.ك.ا

$$\mathcal{Q}_I = \boxed{504 \text{ m}^3/\text{d}}$$

$$\begin{aligned}
 (Q_{\max})_t &= Q_{\max} + Q_{\text{Rain}} + Q_{\text{In}} + Q_{\text{I}} \\
 &= 34200 + 201600 + 0.38 + 804 = 236304.4 \text{ m}^3/\text{d}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (Q_{\min})_t &= Q_{\min} + Q_{\text{Rain}} + Q_{\text{In}} + Q_{\text{I}} \\
 &= 7368.2 + 201600 + 0.38 + 804 = 209472.6 \text{ m}^3/\text{d}
 \end{aligned}$$

WF #

➡ إذا كان منسوب المياه الجوفية أسفل مواسير الصرف

فلا يوجد تصرف لها الرياح

$$(Q_{\max})_{\text{tot}} = Q_{\max} + Q_{\text{Rain}} + Q_{\text{I}} = 236304 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$(Q_{\min})_{\text{tot}} = Q_{\min} + Q_{\text{Rain}} + Q_{\text{I}} = 209472.2 \text{ m}^3/\text{d}$$



- 3) خط صرف يخدم تصريف متوسط 120 لتر/ثانية فإذا كان عمق المياه في الماسورة 80% من أقصى تصريف والذي يبلغ 1.7 من التصريف المتوسط وكان التصريف الأدنى يساوي 35% من التصريف المتوسط المطلوب:
- صمم هذا الخط في حالة تنفيذه موازيا لسطح الأرض إذا كان ميل سطح الأرض 6 سم/10 متر.
- صمم هذا الخط بنفس المعلومات السابقة إذا كان سطح الأرض أفقي تماما.

$$Q_{av} = 120 \text{ l/sec}$$

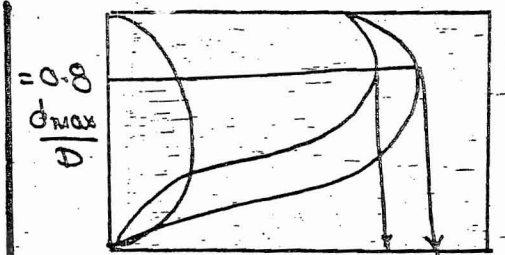
$$Q_{max} = 1.7 Q_{av} = 1.7 \times 120 = 204 \text{ l/sec}$$

$$Q_{min} = 0.35 Q_{av} = 0.35 \times 120 = 42 \text{ l/sec}$$

$$\frac{d_{max}}{D} = 0.8 \leftarrow \text{مطلوب}$$

$$\frac{Q_{max}}{Q_F} = 0.98 \Rightarrow Q_F = \frac{204}{0.98} = 208.2 \text{ l/sec}$$

$$\frac{V_{max}}{V_F} = 1.15$$



$$0.98 = \frac{Q_{max}}{Q_F} \cdot \frac{V_{max}}{V_F} = 1.15$$

لو سطح الأرض مائل 6 سم / 10 متر

ملاحظة :- الميل يكون m/m

$$S = \frac{6 \text{ cm}}{10 \text{ m}} = \frac{0.06}{10} = 0.006 \text{ m/m}$$

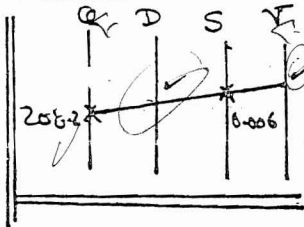
$$Q_F = 208.2 \text{ l/sec}, S = 0.006$$

Chart ١٠

$$D = 450$$

$$V_F = 1.35$$

تم الترتيب 150



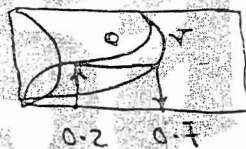
Check  $V_{max}$

$$\frac{V_{max}}{V_F} = \frac{V_{max}}{1.35} = 1.15 \Rightarrow V_{max} = 1.55 \text{ m/sec}$$

< 2 m/sec

Check  $V_{min}$

$$\frac{Q_{min}}{Q_F} = \frac{42}{208.2} = 0.2$$



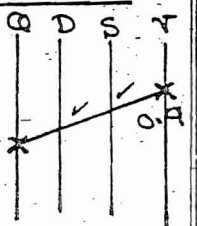
$$\frac{V_{min}}{V_F} = 0.7 \Rightarrow V_{min} = 0.7 \times 1.55 = 1.085 > 0.45 \text{ m/sec}$$

لو سطح الأرض أفقي

$$Q_F = 208.2 \text{ l/sec}, V_F = 0.9$$

Chart ١٠

$$D = 550 \text{ mm}, S = 0.002$$



check  $V_{max}$ :-

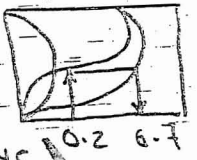
$$\frac{V_{max}}{V_F} = \frac{V_{max}}{0.9} = 1.15$$

$$V_{max} = 1.035 \text{ m/sec} > 2 \text{ m/sec}$$

check  $V_{min}$ :-

$$\frac{Q_{min}}{Q_F} = \frac{42}{208.2} = 0.2$$

$$\frac{V_{min}}{V_F} = \frac{V_{min}}{0.9} = 0.7$$



$$V_{min} = 0.63 > 0.45 \text{ m/sec}$$

4 احسب قطر مواسير خط صرف يخدم 40000 فرد ومعدل استهلاك الفرد 200 لتر/يوم اذا كان:

ا - ميل سطح الارض 3 في الالف.

ب - سطح الارض افقى.

$$Q_{\text{own}} = 0.9 P_9 = 0.9 \times 40000 \times \frac{200}{24 \times 60 \times 60} = 83.3 \text{ l/sec}$$

$$Q_{\text{max}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{40000}{1000}}} \times 83.3 = 196.25 \text{ l/sec}$$

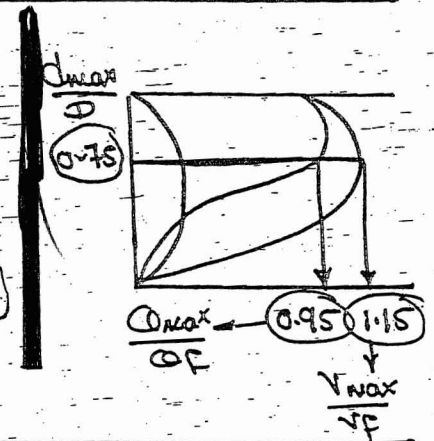
$$Q_{\text{min}} = 0.2 \left( \frac{40000}{1000} \right)^{1/6} \times 83.3 = 30.81 \text{ l/sec}$$

Assume:-  $\frac{Q_{\text{max}}}{D} = 0.75$

$$\frac{Q_{\text{max}}}{Q_f} = 0.95 \Rightarrow Q_f = \frac{Q_{\text{max}}}{0.95} = \frac{196.25}{0.95}$$

$$Q_f = 206.6 \text{ l/sec}$$

$$\frac{V_{\text{max}}}{V_f} = 1.15$$



لو سطح الارض مائل ← 3 في الالف

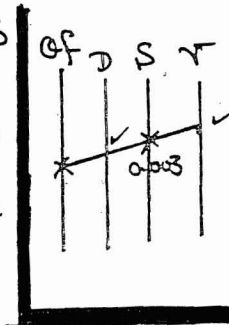
$$S = \frac{3}{1000} = 0.003$$

$$Q_f = 206.6 \text{ l/sec} \quad S = 0.003$$

Chart W

$$D = 500 \text{ mm}$$

$$V_f = 1.05$$

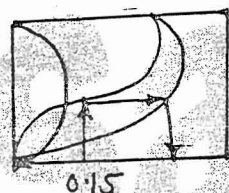


Check  $V_{\text{max}}$ :-

$$\frac{V_{\text{max}}}{V_f} = \frac{V_{\text{max}}}{1.05} = 1.15 \Rightarrow V_{\text{max}} = 1.2 < 2$$

check  $V_{\text{min}}$ :-

$$\frac{Q_{\text{min}}}{Q_f} = \frac{30.81}{206.6} = 0.15$$



$$\frac{V_{\text{min}}}{V_f} = \frac{V_{\text{min}}}{1.05} = 0.64$$

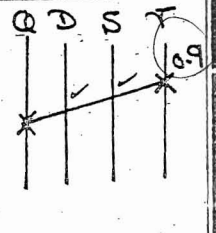
$$V_{\text{min}} = 0.67 > 0.45 \text{ O.K}$$

لو سطح الارض افقى ←

$$V_f = 0.95 \quad Q_f = 206.6$$

Chart W

$$D = 525 \text{ mm} \quad S = 0.002$$

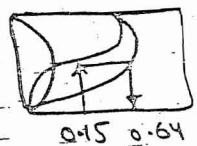


check  $V_{\text{max}}$ :-

$$\frac{V_{\text{max}}}{V_f} = \frac{V_{\text{max}}}{0.95} = 1.15 \Rightarrow V_{\text{max}} = 1.04 < 2$$

check  $V_{\text{min}}$ :-

$$\frac{Q_{\text{min}}}{Q_f} = \frac{30.81}{206.6} = 0.15$$



$$\frac{V_{\text{min}}}{V_f} = \frac{V_{\text{min}}}{0.95} = 0.64$$

$$V_{\text{min}} = 0.58 > 0.45 \text{ O.K}$$

15

5) المطلوب التحقق من تصميم خط صرف بقطر 450 مم و ميل 3 في الالف اذا كان العمق النسبي لمياة الصرف في المواسير في حالة اقصى و ادنى تصرف 0.75 و 0.3 على الترتيب

التحقق من تصميم الخط  $V_{min} \leq V_{max}$  Check SI

Given:-

$$D = 450 \text{ mm}$$

$$S = 0.003$$

$$\frac{d_{max}}{D} = 0.75$$

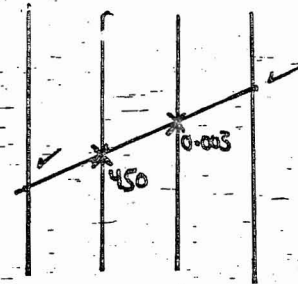
$$\frac{d_{min}}{D} = 0.3$$

$$D = 450 \text{ mm} \leq S = 0.003$$

Chart in

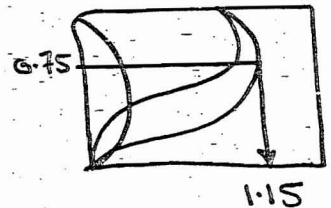
$$V_f = 0.97 \text{ m/sec}$$

$$Q_f = 160 \text{ l/sec}$$



$$\frac{d_{max}}{D} = 0.75 \Rightarrow \frac{V_{max}}{V_f} = 1.15$$

$$\frac{V_{max}}{0.97} = 1.15 \Rightarrow V_{max} = 1.1 \text{ m/sec} < 2 \text{ m/sec}$$



$$\frac{d_{min}}{D} = 0.3 \Rightarrow \frac{V_{min}}{V_f} = 0.71$$

$$\frac{V_{min}}{0.97} = 0.71 \Rightarrow V_{min} = 0.69 \text{ m/sec} > 0.45$$

