

## الوحدة الخامسة : شبكات الصرف الصحي

### الجدارة:

يتعرف المتدرب في هذا الفصل على أنواع المخلفات السائلة وعن طرق تجميعها وعن كيفية تخطيط وتصميم شبكات تصريف مياه الصرف الصحي.

### الأهداف:

عند الانتهاء من هذا الفصل يكون المتدرب بإذن الله قادراً على:

٦. معرفة أنواع المخلفات السائلة.
٧. حساب معدلات التدفق للمخلفات السائلة.
٨. تخطيط وتصميم شبكات مياه الصرف الصحي.
٩. معرفة أنواع المواسير المستخدمة في الصرف الصحي.
١٠. قراءة الرسومات والمخططات لمشاريع شبكات الصرف الصحي.
١١. الإشراف على تنفيذ مشروعات شبكات الصرف الصحي.
١٢. صيانة شبكات الصرف الصحي.

**مستوى الأداء المطلوب:** إتقان المتدرب لهذا الفصل بنسبة لا تقل عن ٩٥ %.

**الوقت المتوقع لإنهاء هذا الفصل:** ٨ ساعات.

## شبكات الصرف الصحي

### ٥- ١ مقدمة

تحتوي مياه الصرف الصحي على المخلفات السائلة والتي يمكن تصنيفها على النحو التالي:

١. المخلفات السائلة المنزلية: وتسمى أيضاً مياه المجاري، وهي المياه المستعملة في الوحدات السكنية والإدارية والمباني العامة، والتي تأتي نتيجة استعمال الحمامات والمطابخ وغيرها.

٢. المخلفات السائلة الصناعية: وهي المخلفات الناتجة من المياه التي يتم استعمالها في عمليات التصنيع المختلفة، وتختلف مكوناتها حسب نوع الصناعة والمواد المستخدمة فيها وقد تحتوي على مواد سامة وضارة، ولذلك لا يسمح بصرفها في شبكات الصرف الصحي إلا إذا توفرت فيها الشروط اللازمة.

٣. مياه الأمطار: وهي المياه التي يتم تجميعها في شبكات الصرف أثناء تساقط الأمطار، وعادة تكون هذه المياه مصحوبة بالأتربة والمواد العضوية المختلفة.

٤. مياه الرش: وهي المياه الجوفية التي يمكن أن تصل إلى مواسير الصرف إذا كان منسوب المياه الجوفية أعلى من منسوب المواسير. وتتوقف كمية هذه المياه على مسامية التربة ودرجة نفاذية الماء فيها وعلى المواد التي تصنع منها المواسير.

ويتم تجميع مياه المخلفات المنزلية والمخلفات الصناعية ومياه الأمطار في شبكات تصريف تسير بالانحدار الطبيعي إلى غرف تفتيش ومنها ترفع إلى نقاط المعالجة.

### ٥- ٢ الدراسات الأولية لشبكات الصرف الصحي

قبل الشروع في أعمال تصميم شبكات الصرف الصحي، فلا بد من جمع البيانات والمعلومات التالية:

- الخرائط الجغرافية للمنطقة.
- خرائط كنتورية شاملة للمنطقة.
- خرائط تفصيلية تبين مخارج الصرف من المباني.
- خرائط تفصيلية تشمل مواقع خطوط المياه والكهرباء والغاز والهاتف.

- الكثافة السكانية للمنطقة.
- معلومات عن أماكن المناطق التجارية والصناعية في المنطقة.
- البيانات الخاصة بمعدلات استهلاك المياه في المنطقة.
- قطاعات طويلة تبين طبيعة التربة ومنسوب المياه الجوفية.

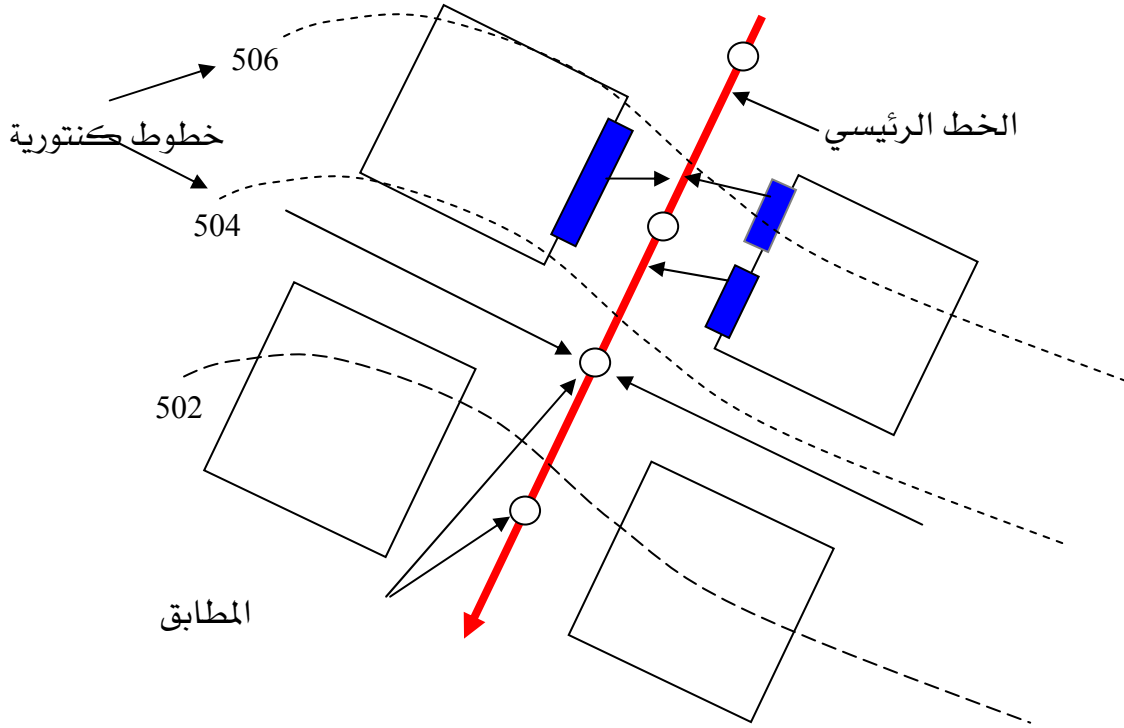
### ٥- ٣ أنواع شبكات الصرف الصحي

بحسب ظروف واحتياجات كل منطقة فإن شبكات تصريف الصرف الصحي تأخذ التصنيف التالي:

١. شبكات صرف مشتركة: تستخدم لتجميع المخلفات السائلة المنزلية والمخلفات الصناعية ومياه الأمطار.
٢. شبكات صرف منفصلة: تستخدم شبكة منفصلة لتجميع مياه الأمطار، وشبكة أخرى لتجميع المخلفات السائلة المنزلية والمخلفات الصناعية.
٣. شبكة صرف مشتركة جزئياً: تستخدم لتجميع المخلفات المنزلية والصناعية، وصرف بعض الأسطح والممرات الداخلية. وتنشأ في بعض الأحيان شبكات لجميع المخلفات السائلة، ثم تنشأ هدارات على مواسير التجميع الرئيسية في نقاط محددة لتحويل الزيادة في التصريفات أثناء العواصف الممطرة الشديدة إلى أماكن صرف محددة.

### ٥- ٤ التخطيط الأولي للشبكة

بناءً على الدراسات الأولية فإنه يمكن تصور أنسب تخطيط للشبكة بحيث يكون مسار الخطوط خالياً من العوائق. ويتم رسم خطوط الشبكة على طول الشوارع وتوضح بأسهم تبين اتجاه التدفق باتجاه ميول الأرض كما هو موضح في الشكل (٥- ١). ويجب أن يبين التخطيط كل التفصيل الخاصة بالخطوط الرئيسية للشبكة والمطابق وكافة المواسير المجاورة على الطريق.



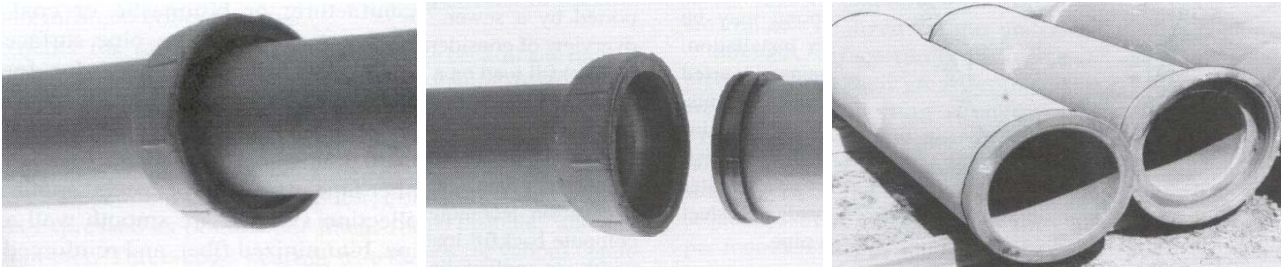
الشكل (٥ - ١): خريطة كنتورية تبين تخطيط الشبكة.

#### ٥ - ٥ أنواع المواسير المستخدمة في الصرف الصحي وملحقاتها

تستخدم مواسير متنوعة لصرف المخلفات السائلة، وهي مصنوعة من مواد مختلفة مثل الفخار والخرسانة والبلاستيك والزهر وغيرها. ومن أهم أنواع المواسير ما يلي:

- مواسير الفخار الحجري (Verified clay pipes: VCP): وتنتج بأقطار تتراوح بين ١٥٠ و ٦٠٠ مم وتستخدم لخطوط الانحدار فقط، وقدرة تحملها للضغط الداخلي قليلة. ويعد هذا النوع من أفضل أنواع المواسير الحاملة لمياه الصرف الصحي لكونها رخيصة الثمن وسهلة التصنيع والتركيب والصيانة ولها عمر افتراضي طويل، والشكل (٥ - ٢) يوضح عينة من هذه المواسير.
- مواسير الخرسانة العادية (Plain concrete pipes: PC): تنتج بأقطار تصل إلى ٣٠٠ مم وبوصلات مرنة مما يساعد خط المواسير على الترتيب دون حدوث أي كسر في حالة هبوط التربة.
- مواسير الخرسانة المسلحة (Reinforced concrete pipes: RC): وتنتج بأقطار كبيرة تتراوح بين ٦٠٠ مم و ٣٠٠٠ مم وبوصلات مرنة كما يوضحها الشكل (٥ - ٣)، وتستخدم عموماً في خطوط الانحدار.

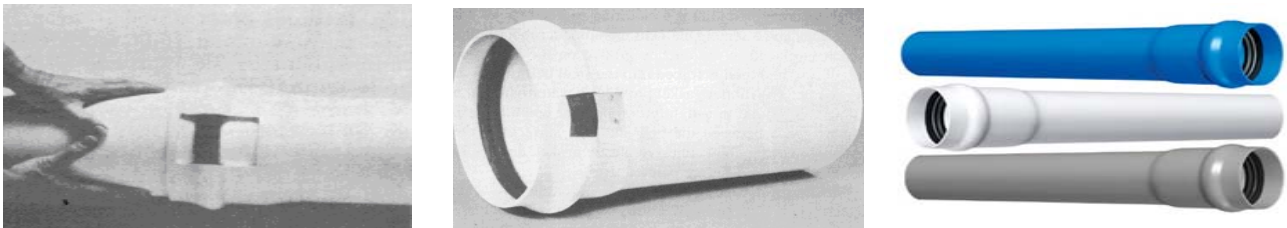
- مواسير الفايبرجلاس (Glass fiber reinforced pipes: GRP): وتنتج بأقطار كبيرة من ٦٠٠ إلى ٣٠٠٠ مم وتتميز بخفة وزنها وبسهولة تركيبها ويمكن تنزيلها يدوياً إلى قطر ٨٠٠ مم.
- مواسير بوليفينيل كلورايد (Polyvinyl chloride pipes: PVC): وتتراوح أقطارها من ١٥٠ مم إلى ٣٠٠ مم، وهي خفيفة الوزن وسهلة التركيب، والشكل (٥ - ٤) يوضح عينة منها.



الشكل (٥ - ٢): مواسير الفخار الحجري (VCP).



الشكل (٥ - ٣): مواسير خرسانية (RC).

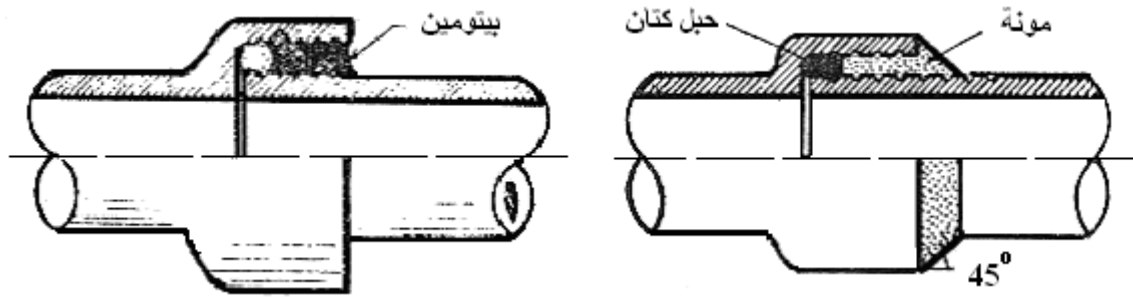


الشكل (٥ - ٤): مواسير بوليفينيل كلورايد (PVC).

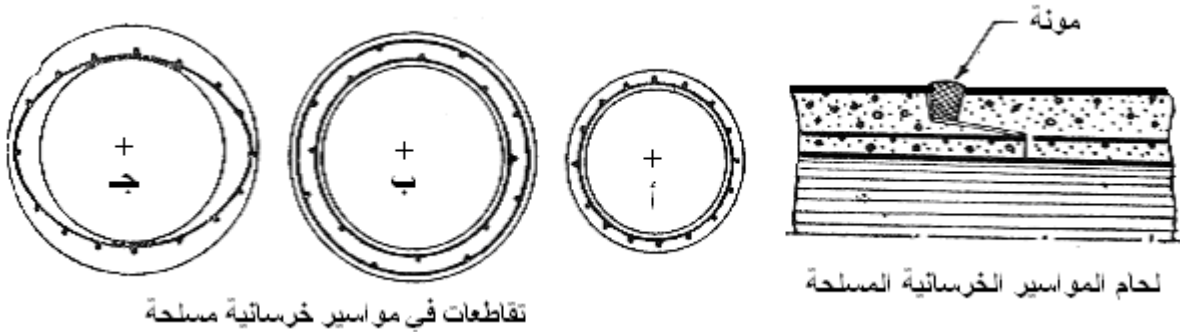
ويراعى في اختيار نوع المواسير الأسس التالية:

١. توفر المواسير بالأقطار والكميات المطلوبة.
٢. مقاومة المواسير للأحمال الخارجية.
٣. الأسعار المناسبة.
٤. سهولة التنفيذ.
٥. طبيعة التربة ومدى تحملها.

ولربط المواسير ببعضها البعض تستخدم وصلات كثيرة حسب أنواع المواسير، وتشمل المواصفات الفنية طرق اللحام أو التوصيل لمختلف أنواع وأحجام المواسير، وكذلك طرق وضع المواسير وحمايتها. ويفضل اختيار نوع المواسير التي تكون لحاماتها مرنة وسهلة التنفيذ وهذا يعطي ضماناً أكثر في حالة هبوط التربة الضعيفة. فبالنسبة لمواسير الفخار تستخدم فيها لحامات مونة الرمل والإسمنت مع حبل الكتان المقطرن كما هو مبين في الشكل (٥ - ٥). وتستخدم مونة الرمل والإسمنت كذلك في المواسير الخرسانية كما هو مبين في الشكل (٥ - ٦). ولمواسير الفيبرجلاس تستخدم وصلات مرنة بالكبس وتستخدم كذلك وصلات مسننة ولحام سائل.



الشكل (٥ - ٥): نماذج من وصلات مواسير الفخار الحجري.



الشكل (٥ - ٦): وصلة مواسير الخرسانة المسلحة.

## ٥- ٦ حساب أقطار المواسير

يتوقف حساب أقطار مواسير شبكات الصرف الصحي على الأسس التالية:

١. حساب معدلات التدفق للمخلفات السائلة للمنطقة.

٢. اختيار القوانين الهيدروليكية المناسبة للتصميم.

٣. تحديد سرعة التدفق وميول الخطوط.

٤. اختيار نوع المواسير.

وعند تصميم شبكات الصرح الصحي فيلزم مراعاة العوامل الهندسية التالية:

١. استخدام مواسير ذات أقطار أكبر من ٣٠٠ مم كحد أدنى بالنسبة للخطوط الرئيسية ومواسير

ذات أقطار أكبر من ٢٠٠ مم كحد أدنى بالنسبة للوصلات المنزلية.

٢. أن لا تقل السرعة التصميمية للتدفق عندما تكون المواسير مملوءة عن:

• ٩٠ سم / ثانية للمواسير التي تصل أقطارها إلى ٢٠٠ مم.

• ٨٠ سم / ثانية للمواسير التي تكون أقطارها بين ٢٠٠ و ٥٠٠ مم.

• ٧٥ سم / ثانية للمواسير التي تزيد أقطارها عن ٥٠٠ مم.

• لا تقل السرعة في أي خط عن السرعة في الخط السابق له.

• لا تقل السرعة في المواسير عن ٤٥ سم / ثانية في حالة أدنى تدفق.

• لا تزيد السرعة في الشبكة عن ٣٠٠ سم / ثانية في جميع الأحوال.

• لا يقل الميل عن ٠,٠٠٣٣ للمواسير التي أقطارها ٢٠٠ مم وعن ٠,٠٠٠٨ للمواسير التي أقطارها ٩٠٠ مم.

## ٥- ٦- ١ حساب معدلات تدفق المخلفات السائلة

تختلف معدلات تدفق المخلفات السائلة من منطقة لأخرى حسب اختلاف الكثافة السكانية

ومعدلات الاستهلاك للمياه ونوعية وأحجام المواسير. ويتم حساب معدلات تدفق مياه الصرف الصحي

كالتالي:

$$(٥-١) \text{ متوسط التدفق} = (\text{الكثافة السكانية}) \times (\text{مساحة المنطقة}) \times (\text{متوسط الاستهلاك اليومي}) \times ٠,٧٥$$

$$(٥-٢) \text{ أقصى تدفق} = \text{متوسط التدفق} \times P$$

حيث  $P$ : معدل الذروة (Peaking factor) ويكون:  $2 \leq P \leq 6$

فإذا كان التعداد السكاني أقل من ٨٠٠٠٠ نسمة فإن:

$$(٥-٣) \quad P = \frac{5.75}{p^{0.2}}$$

أما إذا كان التعداد أكبر من ٨٠٠٠٠ نسمة فإن:

$$(٥-٤) \quad P = 1 + \frac{18}{4 + p^{0.5}}$$

حيث  $p$ : التعداد السكاني بالآلاف.

مثال (٥-١):

احسب أقصى تدفق للمخلفات السائلة لمنطقة سكانية مساحتها ٤ كم<sup>٢</sup> والكثافة السكانية فيها ٩٥٠٠ نسمة / كم<sup>٢</sup> ومتوسط الاستهلاك اليومي ١٧٥ لتر / شخص / يوم.  
الحل:

$$\text{متوسط التدفق} = (\text{الكثافة السكانية}) \times (\text{مساحة المنطقة}) \times (\text{متوسط الاستهلاك اليومي}) \times ٠,٧٥$$

$$\text{متوسط التدفق} = \frac{1}{1000} \times 0.75 \times 175 \times 4 \times 9500 = 4987.5 \text{ م}^3 / \text{يوم}$$

$$\text{التعداد السكاني} = (\text{الكثافة السكانية}) \times (\text{مساحة المنطقة}) = ٣٨٠٠٠ \text{ نسمة}$$

التعداد السكاني أقل من ٨٠٠٠٠ نسمة:

$$P = \frac{5.75}{p^{0.2}} = \frac{5.75}{38^{0.2}} = 2.78$$

$$\text{أقصى تدفق} = \text{متوسط التدفق} \times P = 2.78 \times 4987.5 = ١٣٨٦٥,١٥ \text{ م}^3 / \text{يوم}$$



## ٥ - ٦ - ٢ المعادلة التصميمية

تستخدم القوانين الهيدروليكية المختلفة التي تحكم سريان المياه بالانحدار في المواسير والقنوات، ومن هذه القوانين معادلة ماننج (Manning Equation) التي تعد من بين المعادلات الأكثر استخداماً في تصميم شبكات الصرف الصحي، وهي:

$$V = \frac{0.397}{n} D^{2/3} S^{1/2} \quad (٥ - ٥)$$

$$Q = \frac{0.312}{n} D^{8/3} S^{1/2} \quad (٦ - ٥)$$

حيث:

$V$ : السرعة (م / ثانية) (Velocity)

$D$ : قطر المواسير (متر)

$S$ : درجة الميل الهيدروليكية (Hydraulic gradient)

$Q$ : التدفق (متر مكعب / ثانية) (Flow)

$n$ : معامل ماننج وهو ثابت = ٠,٠١٣ للمواسير الجديدة و ٠,٠١٥ للمواسير القديمة.

مثال (٥ - ٢):

أنبوب دائري من الخرسانة يميل بمقدار ٠,٠٣٣° ويحمل كمية مياه صرف صحي مقدارها تدفقها  $0.16 \text{ m}^3/\text{s}$  وهو مملوء بالكامل. فإذا كان معامل احتكاكه  $n = 0.013$ ، فكم يكون قطره؟ وما سرعة تدفق هذه المياه خلاله؟

الحل:

• يتم حساب قطر الأنبوب من المعادلة (٥ - ٦):

$$Q = \frac{0.312}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

$$0.16 = \frac{0.312}{0.013} \times D^{8/3} \times (0.0033)^{1/2}$$

$$\therefore D = (0.116)^{3/8} = 0.446 \text{ m} = 446 \text{ mm}$$

وبالتالي يلزم استخدام مواسير بقطر  $D = 450 \text{ mm}$

- بعد حساب قطر الأنبوب، يتم استخدام المعادلة (٥ - ٥) لتحديد سرعة التدفق:

$$V = \frac{0.397}{n} D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{0.397}{0.013} \times (0.450)^{\frac{2}{3}} \times (0.0033)^{\frac{1}{2}} = 1.03 \text{ m/s} = 103 \text{ cm/s}$$

#### ٥ - ٧ حساب مقاومة المواسير

يمكن حساب مقاومة المواسير للأحمال الخارجية باتباع الخطوات التالية:

١. حساب الحمل الناتج عن تربة الردم التي فوق الأنبوب (Earth load).
٢. حساب الحمل الحي (Live load).
٣. تحديد نوع الفرش (Bedding) المحيط بالأنبوب.
٤. حساب معامل الحمل (Load factor).
٥. تطبيق معامل الأمان (Factor of safety).
٦. حساب مقاومة الأنبوب (Pipe strength).

#### ٥ - ٧ - ١ الحمل الناتج عن مادة الردم

يمكن حساب الحمل الناتج عن مادة الردم في حالة أنبوب مدفون في خندق كما هو موضح في الشكل (٥ - ٧) باستخدام العلاقة التالية:

$$W_E = C_d WB \quad (٥ - ٧)$$

حيث:

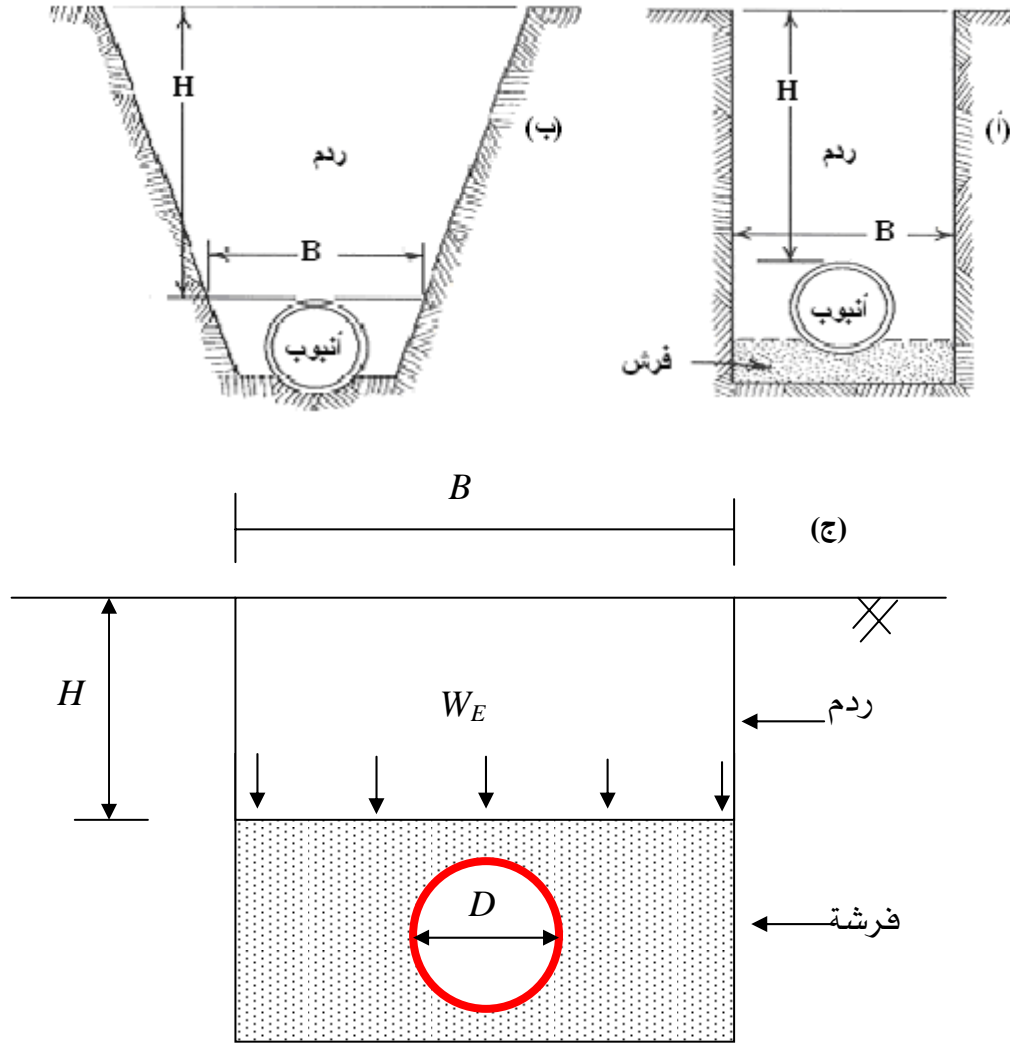
$W_E$ : الحمل الذي يتعرض له الأنبوب لكل وحدة طولية منه.

$W$ : وحدة الأوزان الخاصة بتربة الردم، والجدول (٥ - ١) يعطي قيم  $W$  لبعض أنواع التربة التي تستخدم في ردم المواسير.

$B$ : عرض الخندق، ويمكن أن يستنتج من العلاقة:  $B = 1.5D + 300$ .

$C_d$ : معامل يتعلق بعمق الخندق.

$D$ : قطر الأنبوب



الشكل (٥ - ٧): الحمل الناتج عن مادة الردم.

ويمكن الحصول على المعامل  $C_d$  من الشكل (٥ - ٨) أو حسابه باستخدام العلاقة التالية:

$$C_d = \frac{1 - e^{-2ku'H/B}}{2ku'} \quad (٥ - ٨)$$

حيث:

$H$ : عمق الردم الذي فوق الأنبوب.

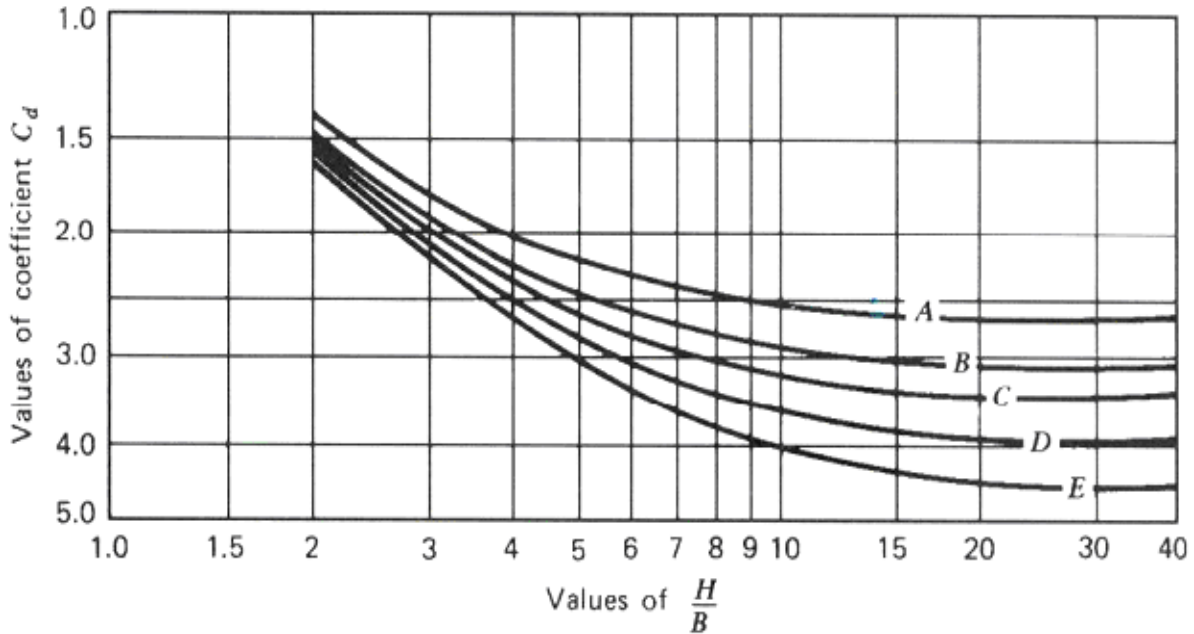
$k$ : النسبة بين الضغطين الداخلي والرأسي.

$u'$ : معامل الاحتكاك بين مادة الردم وجوانب الخندق.

والجدول (٥ - ٢) يعطي قيم  $(ku')$  لأغلب أنواع التربة المستخدمة في الردم.

الجدول (٥ - ١): وحدة الأوزان لبعض أنواع التربة.

وحدة الأوزان ( $\text{kg/m}^3$ )	نوع التربة
١٦٠٠	رمل جاف (Dry sand)
١٨٤٠	رمل عادي (Ordinary sand)
١٩٢٠	رمل مبلل (Wet sand)
١٩٢٠	رمل رطب (Damp sand)
٢٠٨٠	طين مشبع (Saturated clay)
١٨٤٠	تربة سطحية مشبعة (Saturated topsoil)
١٦٠٠	تربة سطحية ورمل رطب (Sand and damp topsoil)



الشكل (٥ - ٨): استنتاج قيم المعامل  $C_d$ .

الجدول (٥ - ٢): قيم لبعض ( $ku'$ ) أنواع التربة

أقصى قيم ( $ku'$ )	نوع التربة
٠,١٩٢	تربة غير متماسكة (Cohesionless granular soil)
٠,١٦٥	رمل وزلط (Sand and gravel)
٠,١٥٠	تربة سطحية مشبعة (Saturated topsoil)
٠,١٣٠	طين (Saturated clay)
٠,١١٠	طين مشبع (Saturated clay)

مثال (٥ - ٣):

احسب الحمل الذي يتعرض له أنبوب موضوع في خندق عمقه ٣,٦ م ومردوم بتربة طينية مشبعة، علماً أن قطر الأنبوب ٦٠٠ مم.

الحل:

يتم أولاً تحديد عمق الردم فوق الأنبوب ( $H$ ):

$$= \text{عمق الخندق} - \text{قطر الأنبوب}$$

$$H = 3.6 - 0.6 = 3.0 \text{ m}$$

بالرجوع إلى الجدول (٥ - ١) يتبين أن وحدة وزن التربة:

$$W = 2080 \text{ kg/m}^3$$

ومن الجدول (٥ - ٢) وبحسب نوع التربة فإن:

$$ku' = 0.110$$

وبمعرف قطر الأنبوب يتم استنتاج عرض الخندق كما يلي:

$$B = 1.5D + 300$$

$$= (1.5 \times 600) + 300 = 1200 \text{ mm} = 1.2 \text{ m}$$

بتطبيق المعادلة (٥ - ٨) يحسب المعامل  $C_d$ :

$$C_d = \frac{1 - e^{-2ku'H/B}}{2ku'}$$

$$= \frac{1 - e^{-2(0.11)^3/1.2}}{2 \times (0.11)} = 2.2$$

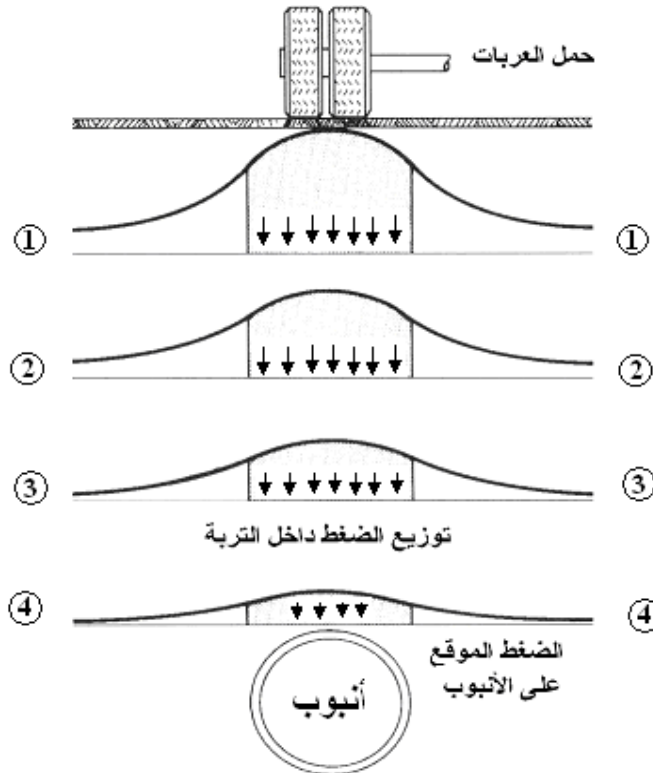
وبالتالي يكون الحمل لكل متر طولي من الأنبوب  $W_E$ :

$$W_E = C_d WB$$

$$= 2.2 \times 2080 \times 1.2 = 5491.2 \text{ kg/m}$$

#### ٥- ٧- ٢ الأحمال الحية الواقعة على المواسير

وتشمل أحمال المباني القريبة من خط المواسير والأحمال المرورية وغيرها، وتؤثر هذه الأحمال بالشكل كبير على الخطوط القريبة من سطح الأرض كما هو مبين في الشكل (٥- ٩). ويمكن حساب نسبة الحمل التي تصل إلى خط المواسير باستخدام الجدولين (٥- ٣) و(٥- ٤).



الشكل (٥- ٩): يوضح توزيع الضغط الرأسي الناتج من أحمال المرور على التربة عند قطاعات رأسية مختلفة وحتى الضغط على الماسورة.  
الجدول (٥- ٣): نسبة الأحمال السطحية (الطويلة) التي تصل إلى المواسير.

نسبة العمق إلى العرض	رمل وتربة سطحية	تربة سطحية مشبعة	تربة طينية رطبة	تربة طينية مشبعة
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00
0.5	0.85	0.86	0.88	0.89
1.0	0.72	0.75	0.77	0.80
1.5	0.61	0.64	0.67	0.72
2.0	0.52	0.55	0.59	0.64
3.0	0.37	0.41	0.45	0.51
4.0	0.27	0.31	0.35	0.41
5.0	0.19	0.23	0.27	0.33
6.0	0.14	0.17	0.20	0.26
8.0	0.07	0.09	0.12	0.17
10.0	0.04	0.05	0.07	0.11

الجدول (٥ - ٤): نسبة الأحمال السطحية (القصيرة) التي تصل إلى المواسير.

نسبة العمق إلى العرض	رمل وتربة سطحية	تربة سطحية مشبعة	تربة طينية رطبة	تربة طينية مشبعة
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00
0.5	0.77	0.78	0.79	0.81
1.0	0.59	0.61	0.63	0.66
1.5	0.46	0.48	0.51	0.54
2.0	0.35	0.38	0.40	0.44
2.5	0.27	0.29	0.32	0.35
3.0	0.21	0.23	0.25	0.29
4.0	0.12	0.14	0.16	0.19
5.0	0.07	0.09	0.10	0.13
6.0	0.04	0.05	0.06	0.08
8.0	0.02	0.02	0.03	0.04
10.0	0.01	0.01	0.01	0.02

### ٥ - ٧ - ٣ معامل الحمل المؤثر

يحسب معامل الحمل المؤثر باستخدام العلاقة التالية:

$$L_f = \frac{[W_E + W_L]}{W_B} \quad (٥ - ٩)$$

حيث:

$L_f$ : معامل الحمل (Load Factor)

$W_E$ : الحمل الخارجي الذي يتعرض له الأنبوب (External Load) للمتر الطولي

$W_L$ : الحمل الحي الذي يتعرض له الأنبوب (Live Load) للمتر الطولي

$W_B$ : قدرة التحمل للثلاث حافات (Three-edge bearing strength)

### ٥ - ٧ - ٤ تطبيق معامل الأمان

عند تحديد مقاومة المواسير للأحمال الخارجية فإن معامل الأمان  $F_s$  يحدد بالقيم التالية:

- مواسير الخرسانة المسلحة:  $F_s = 1$
- مواسير أخرى غير الخرسانة المسلحة ما بين:  $F_s = 1.25 - 1.5$

### ٥ - ٧ - ٥ قدرة التحمل اللازمة للمواسير

تحسب قدرة تحمل المواسير باستخدام العلاقة التالية:

$$W_B = \left( \frac{W_E}{L_f} + \frac{W_L}{1.5} \right) F_s \quad (٥ - ١٠)$$

### ٥ - ٨ غرف التفتيش (المطابق) الخاصة بشبكات الصرف الصحي

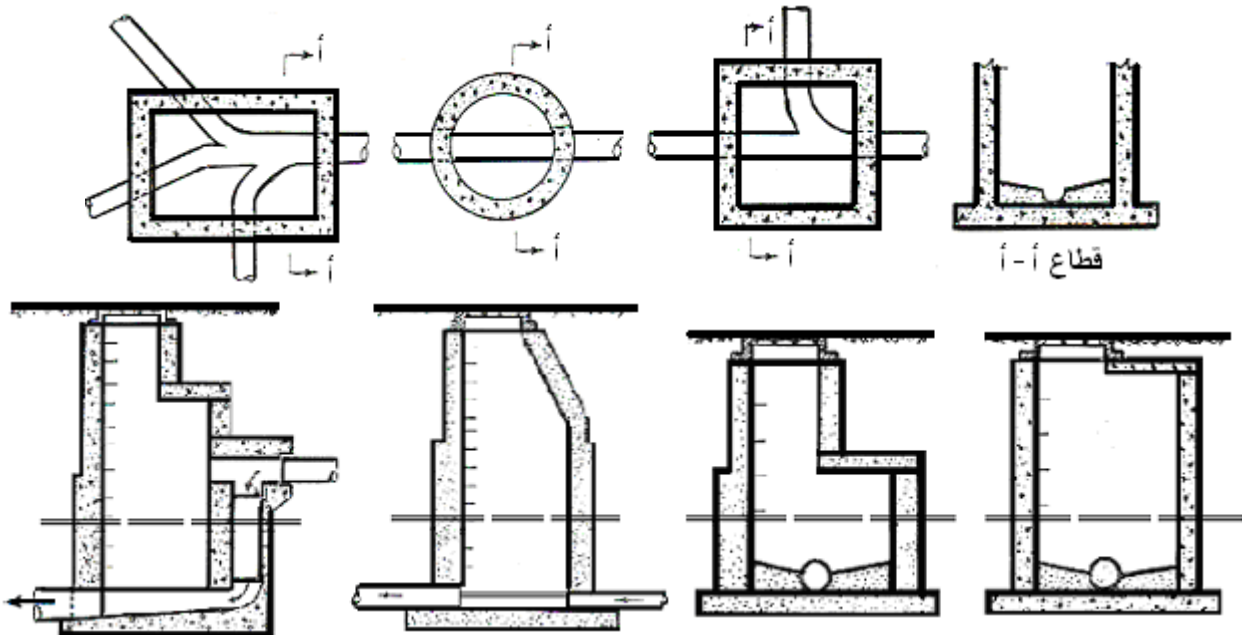
المطابق أو غرف التفتيش هي عبارة عن فتحات مصممة جدرانها من الطوب أو الخرسانة العادية أو المسلحة، وتتشأ على خطوط الانحدار بهدف تمكين أعمال الصيانة من إزالة كل الرواسب الموجودة في الخطوط. وتوضع المطابق في الأماكن التالية:



- عند تغير قطر الماسورة
- عند تغير اتجاه الماسورة
- كل مسافة معينة تناسب قطر الماسورة لتيسير أعمال الصيانة
- عند تغير ميل الخط
- عند اتصال خطوط التصريف ببعضها

وللمطابق ثلاثة أشكال: مربعة، ومستطيلة، ودائرية كما هو موضح في الشكل (٥- ١٠). فتكون على الشكل مربع طول ضلعه من ٦٠ إلى ٧٠ سم إذا كانت أعماقها صغيرة، وتسمى في هذه الحالة بغرف التفتيش، وعادة ما تصمم في بداية الخطوط الفرعية. أما إذا كان العمق في حدود متر واحد فتأخذ الأشكال الثلاث التالية:

- مربع (١ × ١ م)
- مستطيل (٠,٨ × ١,٢ م)
- دائرة قطرها في حدود ١ م



الشكل (٥- ١٠): أشكال المطابق في شبكات الصرف الصحي.

#### ٥- ٩ الوصل بين المواسير وغرف التفتيش

تنشأ غرف تفتيش (مطابق) على مسافات مختلفة يتم وصلها عن طريق المواسير، ويمكن أن تصل المسافة بينها إلى أكثر من مائة متر حسب أقطار المواسير. فإذا كانت أقطار خطوط التصريف أكبر من ١٢٠٠ مم فتكون المسافات بين المطابق في حدود ١٢٠ م، أما إذا كانت أقطار التصريف أقل أو تساوي ٦٠٠ مم فتكون المسافات بينها من ٦٠ إلى ٨٠ متر.

وإذا كانت أقطار المواسير بين ٧٠٠ إلى ١٢٠٠ فيلزم أن تكون الأبعاد بين المطابق في حدود ١٠٠ متر. كما تعتمد أبعاد المطابق على عمقها، فكلما زاد العمق زادت أبعاد المطابق.

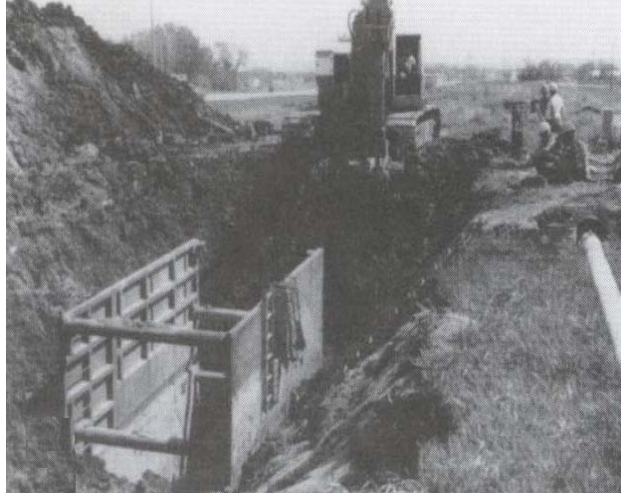
#### ٥- ١٠ قراءة الرسومات لمشاريع شبكات الصرف الصحي

يتم رسم القطاع الجانبي العمودي لكل خط من خطوط الشبكة بحسب البيانات المساحية، وكما في مشاريع تصريف مياه السيول فإن القطاع الجانبي لخطوط شبكة الصرف الصحي يلزم أن يتراوح مقياس التخطيط الأفقي له من ١:٥٠٠ إلى ١:١٠٠٠ حسب التفاصيل اللازم توضيحها. أما مقياس التخطيط الرأسي فيمكن أن يؤخذ ١٠ أضعاف المقياس الأفقي. ويبين الوجه الجانبي كل المعلومات الخاصة بمستوى سطح الأرض ومواقع غرف التفشيش ونوع الفرش وميول المواسير وحجم المواسير وغيرها.

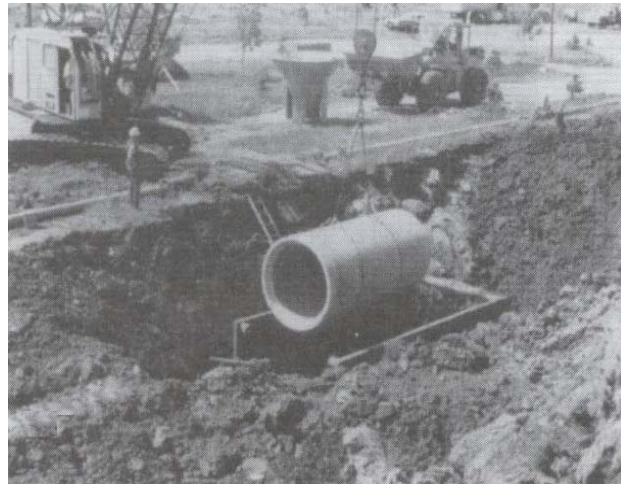
#### ٥- ١١ تنفيذ شبكات الصرف الصحي

يتم تنفيذ شبكات الصرف الصحي حسب الخطوات التالية:

١. يتم إنشاء مواسير التصريف وفق دراسة جادة للمنطقة مع تجنب خطوط الخدمات الأخرى مثل المياه والكهرباء والغاز.
٢. حفر الخنادق بطريقة جيدة، حيث يكون العرض كافياً لوضع الماسورة، ولا يسبب ذلك أضراراً سلبية على الأنشطة الواقعة بالمنطقة. ويلزم أن لا تقل المسافة بين جانب الخندق والماسورة عن ٢٠ سم من كل جانب ويكون قاع الخندق بنفس ميل الماسورة. ويجب عمل شدات لمنع انهيار الأتربة كما هو مبين في الشكل (٥- ١١) ويتوقف ذلك على نوع التربة وعلى عمق الحفر.
٣. فرش الرمل في الخندق بسمك ١٥ سم تقريباً، ثم توضع المواسير بعناية وبطريقة تناسب نوعيتها كما في الشكل (٥- ١١)، وتوصيلها بطريقة مستقيمة تماماً على طول الخط ولها ميل منتظم.
٤. إجراء اختبار الضغط المائي كمرحلة تجريبية حتى تضمن سلامة المواسير من الشروخ وكل العيوب الفنية وكذا ضمان الوصلات.
٥. بعد عمل التجربة والتأكد من صحة خط التصريف وإصلاح العيوب إن وجدت، يتم تغليف المواسير بالخرسانة العادية ثم ردم الخندق حتى سطح الأرض.



١- حفر الخندق وعمل الشدات



٢- وضع المواسير في الخندق



٣- اختبار المواسير ثم ردم الخندق

الشكل (٥- ١١): صور تبين مراحل تنفيذ مواسير التصريف.

## ٥- ١٢ تجربة الضغط للمواسير

إن الهدف من تجربة الضغط المائي للمواسير هو التأكد من عدم وجود تسرب أو فقدان للمياه في الخط الذي تم إنشاؤه. وتتم هذه العملية قبل إقفال أو ردم الخط وعند التسليم الابتدائي للمشروع وبعد سنة من تسليم المشروع. وتتم التجربة وفق المراحل التالية:

١. سد فتحة الطرف السفلي لخط المواسير.
٢. ملء المواسير بالمياه بعد تفريغها من الهواء وتركها لمدة ساعة، حيث يشبع جدار المواسير والوصلات بالمياه مما يؤدي إلى نقص في كمياتها.
٣. إعادة ملء المواسير بالمياه كمرحلة ثانية وتترك لمدة نصف ساعة.
٤. قياس كمية المياه المفقودة لكل جزء من المسورة طوله ٥٠ متر وحسب قطر المسورة ولمدة عشرين دقيقة كمرحلة ثانية. وتتص المواصفات على التالي:
  - مواسير قطر ٢٠٠ مم: ٢ لتر
  - مواسير قطر ٢٥٠ مم: ٣,١ لتر
  - مواسير ٣٠٠ مم: ٤,٥ لتر
٥. بينما تكتفي مواصفات أخرى بالنص على عدم ظهور آثار رشح في جسم المسورة أو اللحامات بعد استمرار ضغط الماء لمدة عشر دقائق بارتفاع مترين.

### أسئلة وتمارين:

١. عدد أنواع المخلفات السائلة مع شرح مختصر لكل منها
٢. ما البيانات والمعلومات اللازمة لتصميم شبكات الصرف الصحي؟
٣. عدد أنواع شبكات تصريف مياه الصرف الصحي مع شرح مختصر لكل صنف منها؟
٤. عدد أنواع المواسير المستخدمة في شبكات الصرف الصحي واذكر الأسس التي يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار نوع المواسير؟
٥. ما الأسس التي يجب مراعاتها عند تصميم شبكات الصرف الصحي؟
٦. وضح كيف يتم حساب معدلات تدفق مياه الصرف الصحي ثم اذكر المعادلات التصميمية المستخدمة في الحساب؟
٧. عدد الأسس التي يتوقف عليها حساب أقطار مواسير شبكات الصرف الصحي وما العوامل الهندسية التي يلزم مراعاتها عند تصميم الشبكات؟
٨. اذكر الخطوات المتبعة في حساب مقاومة المواسير للأحمال الخارجية؟ ثم وضح كيف يتم حساب الحمل الناتج من مادة الردم (الأحمال الميتة) على المواسير المستخدمة في شبكات الصرف الصحي؟
٩. اشرح خطوات عمل تجربة الضغط المائي التي يلزم القيام بها للتأكد من عدم وجود تسرب أو فقدان المياه في الخط الذي تم إنشاؤه
١٠. احسب الحمل الذي يتعرض له أنبوب موضوع في خندق ومردوم بترية طينية مشبعة، علماً أن قطر الأنبوب ٣٠٠ مم وعمق الخندق ٣ م.