

# شبكات المياه والصرف الصحي

## شبكات توزيع المياه

## الوحدة الثالثة : شبكات توزيع المياه

### الجدارة:

يتعرف المتدرب في هذا الفصل العوامل المؤثرة في معدلات الاستهلاك المختلفة للمياه، وأساسيات التصميم الهندسي لمشروعات الإمداد بمياه التغذية.

### الأهداف:

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

١. أسس تصميم شبكات توزيع مياه التغذية.
٢. أنواع المواسير المستخدمة في شبكات توزيع المياه ومقاساتها.
٣. قراءة الرسومات والمخططات لمشاريع شبكات توزيع المياه.
٤. الإشراف على تنفيذ مشروعات شبكات توزيع مياه التغذية.
٥. صيانة شبكات توزيع مياه التغذية.

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

**الوقت المتوقع لإنهاء هذا الفصل:** ١٠ ساعات.

## شبكات توزيع المياه

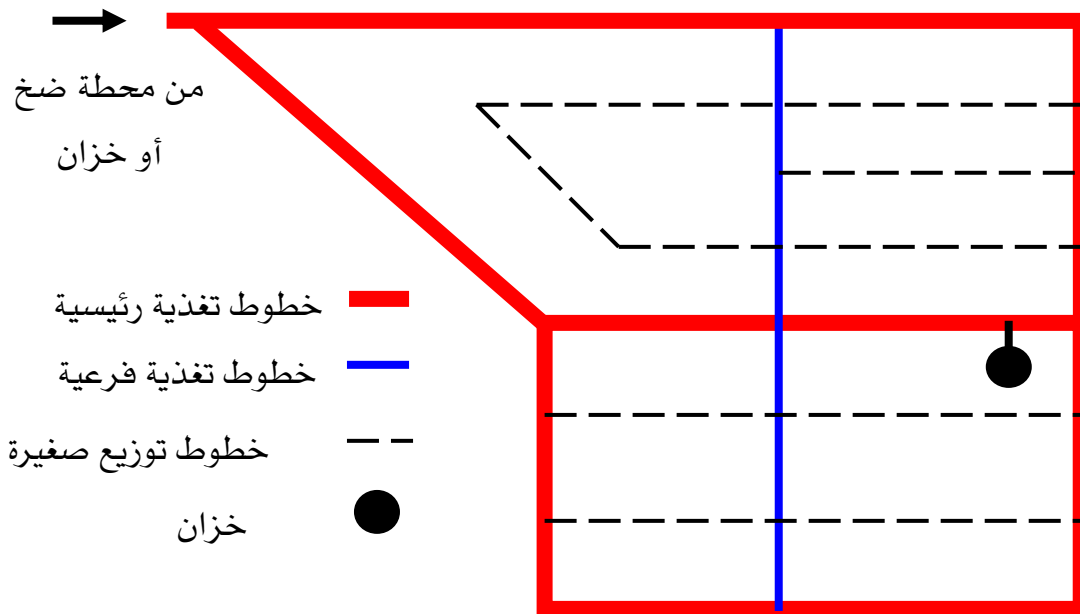
### ٣- ١ مقدمة

تعدّ شبكات توزيع المياه من أهم المرافق الخدمية ، بل تعدّ من البنية التحتية الأساسية التي تحتاجها المناطق السكنية والتجارية والصناعية. وتتكون شبكات توزيع المياه من الأجزاء التالية:

١. خطوط التغذية الرئيسية (Primary Feeders): وتستخدم لنقل كميات المياه الكبيرة من محطات الضخ إلى الخزانات العلوية ومن الخزانات العلوية إلى الأجزاء المختلفة للمنطقة التي ستزود بالمياه كما هو موضح في الشكل (٣- ١). ويجب أن تزود الخطوط الرئيسية بصمامات تعديل الضغط في النقاط المنخفضة وفي النقاط المرتفعة ، وكذلك عند الربط مع أنابيب التوزيع اللازمة.

٢. خطوط التغذية الفرعية (Secondary Feeders): تستخدم لنقل كميات المياه الكبيرة من الخطوط الرئيسية إلى الأجزاء المختلفة للمنطقة التي ستزود بالمياه. والشكل حلقات صغيرة بانتقالها من خط رئيسي لآخر كما هو مبين في الشكل (٣- ١).

٣. خطوط التوزيع الصغيرة (Small Distribution Mains): تستخدم لنقل المياه من خطوط التغذية الرئيسية والفرعية إلى أنابيب المباني وحفريات الحريق.



الشكل (٣- ١): شبكات توزيع المياه.

### ٣- ٢ أساسيات تصميم شبكات توزيع المياه

تصمم شبكات توزيع المياه لتخدم فترة زمنية تقارب العمر الافتراضي للأنابيب، وعلى هذا الأساس يتم حساب التدفق التصميمي ومنه يتم تحديد نوع وحجم الأنابيب، وموقع وسعة الخزانات وطاقة الضخ اللازمة لذلك. وهناك عدة عوامل يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم شبكات التوزيع أهمها:

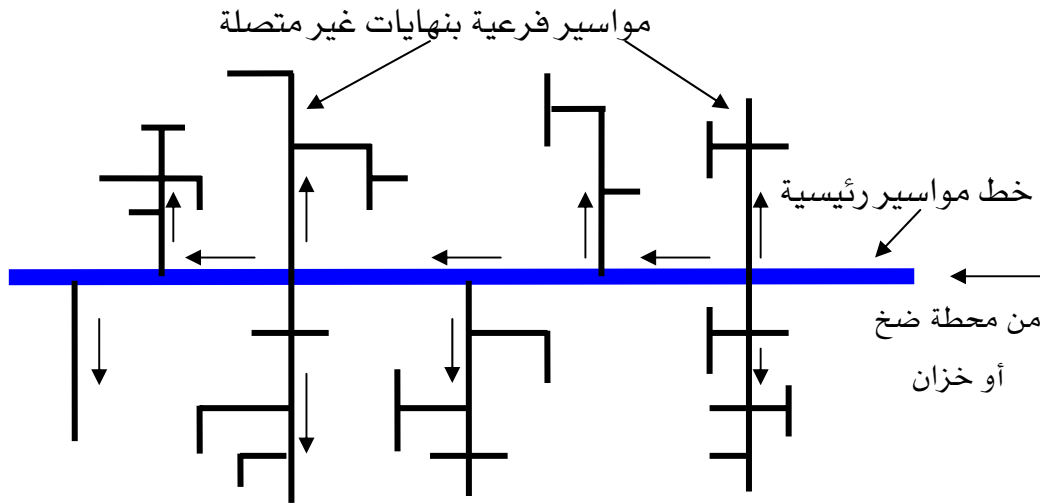
١. طبوغرافية المنطقة.
  ٢. التعداد الحالي والمستقبلي للسكان.
  ٣. الاستهلاك المتوقع للشخص.
  ٤. الاحتياجات اللازمة من المياه لمقاومة الحريق.
  ٥. الاحتياجات اللازمة من المياه لأعمال الصناعة والتجارة.
- ويلزم مراعاة الأسس التالية عند تصميم شبكات توزيع المياه:
١. يكون التصميم لتخدم الشبكة فترة زمنية تقارب العمر الافتراضي للمواسير، وعلى هذا الأساس يتم حساب التصريف التصميمي، وتخدم شبكة التوزيع مدة لا تقل عن ٤٠ سنة.
  ٢. يتم اختيار التصريف التصميمي على أساس القيمة الأكبر من:
    - (٢,٥ - ٣) مرات من التصريف المتوسط، أو
    - التصريف المتوسط + معدل مقاومة الحريق.
  ٣. يكون الفاقد في الضغط نتيجة الاحتكاك في حدود (٢ - ٣) في الألف على أساس أن سرعة المياه في المواسير حوالي (٨٠ - ١٢٠) سم/ ثانية في المتوسط، في حالة سريان التصريف التصميمي في المواسير.
  ٤. يمكن زيادة ١٠٪ من أطوال مواسير الشبكة مقابل الفاقد في الضغط في محابس المياه.

### ٣- ٣ تخطيط شبكات التوزيع

لتخطيط شبكات توزيع المياه فإنه تستخدم إحدى الأنظمة التالية:

#### ١. نظام الخطوط بنهايات غير متصلة (Dead End System):

ويشمل خطوط رئيسية تتفرع منها مواسير فرعية تنتهي بنهايات مقفلة كما في الشكل (٣- ٢). وبالرغم من أن هذه الطريقة تعد الأقل في التكاليف، إلا أن كثرة النهايات بها تؤدي إلى حرمان مناطق كثير من المدينة من المياه بسبب غلق الخطوط للقيام بأعمال إصلاحات أو صيانة.



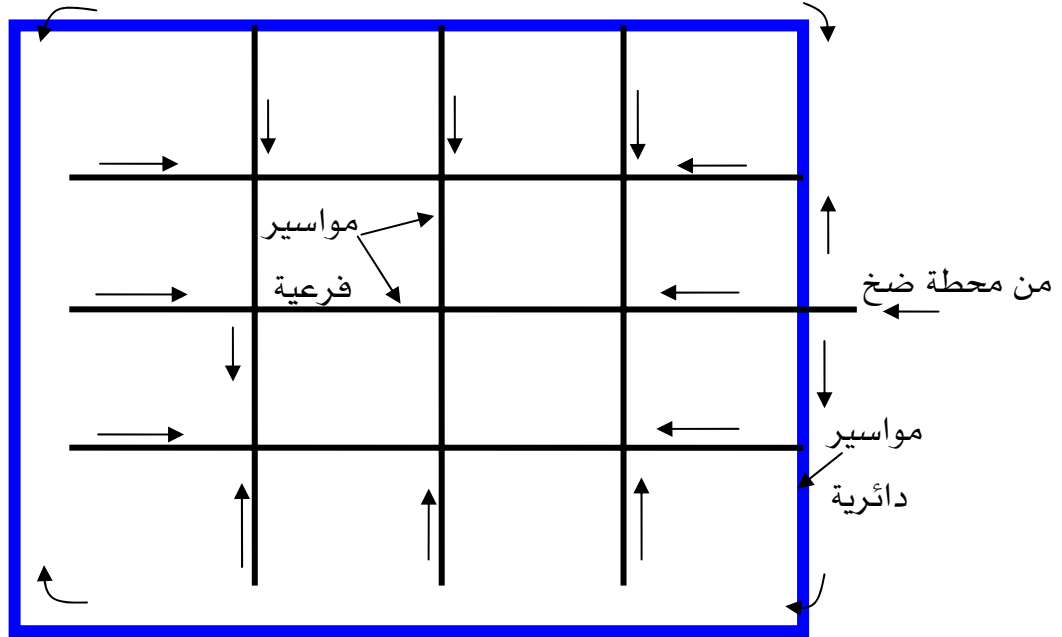
الشكل (٣- ٢): شبكة توزيع بها نهايات غير متصلة.

#### ٢. النظام الدائري لتوزيع المياه (Ring System):

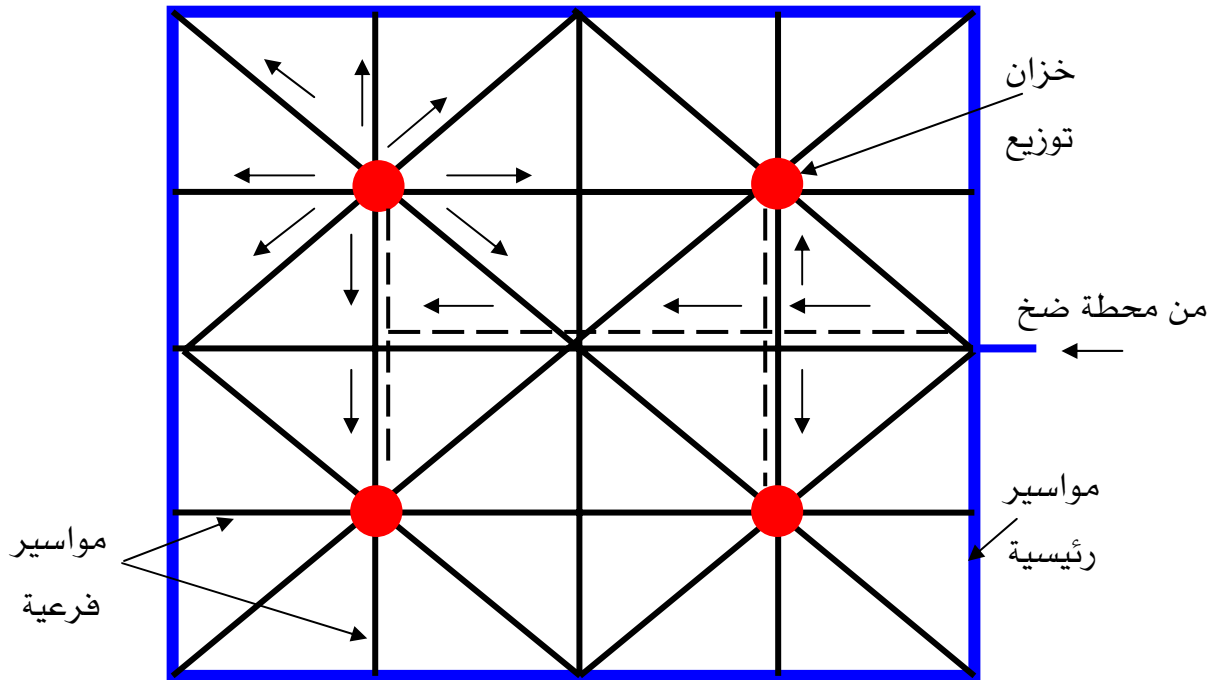
ويشمل ماسورة رئيسية تحيط بالمدينة ويتفرع منها مواسير فرعية لا تشمل على نهايات مقفلة كما هو مبين في الشكل (٣- ٣). وتمكن هذه الطريقة القيام بأعمال إصلاحات على أي خط من الشبكة دون التأثير على الخطوط الأخرى.

#### ٣. النظام القطري لتوزيع المياه (Radial System):

يعتمد هذا النظام على تقسيم المدينة إلى مناطق ويوضع في مركز كل منطقة خزان مياه للتوزيع في اتجاه محيط المدينة كما هو مبين في الشكل (٣- ٤). وفائدة هذا النظام أن المياه تحتفظ بمعدل التصريف والضغط العالي حتى بداية توزيعها.



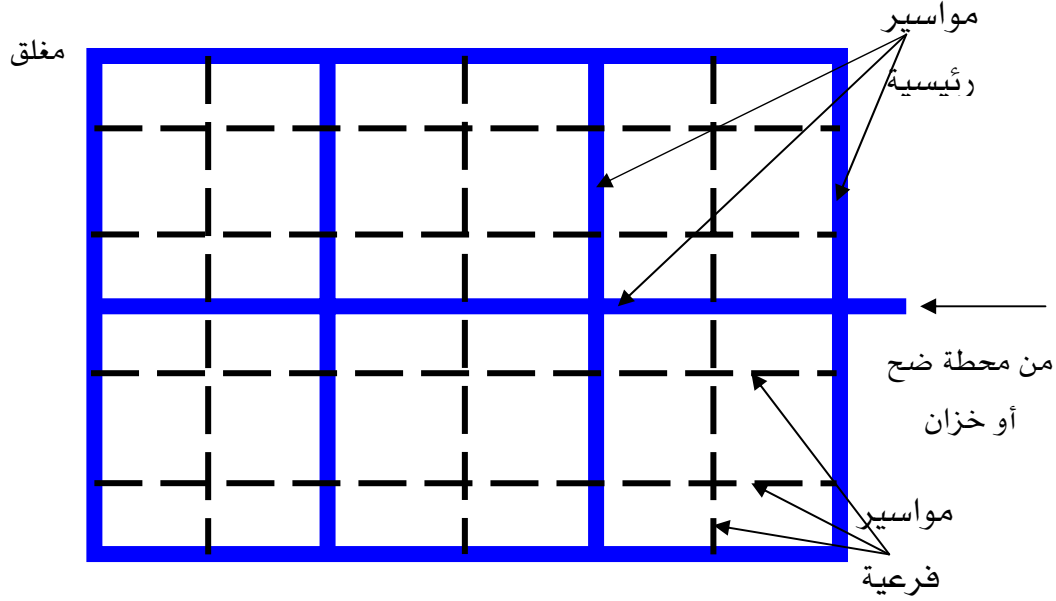
الشكل (٣ - ٣): النظام الدائري لتوزيع المياه.



الشكل (٤ - ٣): شبكة توزيع بنظام قطري.

#### ٤. النظام الشطرنجي لتوزيع المياه (Grid System):

ويشمل ماسورة رئيسية تحيط بالمدينة بالإضافة إلى مواسير أخرى رئيسية ومواسير فرعية تكون بداخل الشبكة كما هو مبين في الشكل (٣ - ٥). ويعد هذا النظام الأفضل بالنسبة لضغط المياه في المواسير إلا أنه مكلف نسبياً.



الشكل (٣ - ٥): النظام الشطرنجي في توزيع المياه.

#### ٣ - ٤ ضغط المياه داخل المواسير

تختلف الضغوط داخل شبكات التوزيع من مدينة لأخرى ومن مكان لآخر حسب معدلات الاستهلاك والضغوط المطلوبة، وتأخذ في الغالب القيم التالية:

- ما بين (١٥٠ - ٢٠٠) kPa للاستخدام العادي في المناطق السكنية ذات المباني التي لا تتعدى أربعة أدوار.
- ٤٠٠ kPa للمناطق السكنية المزودة بوحدات إطفاء.
- ٥٠٠ kPa للمناطق التجارية.

وتجدر ملاحظة الأمور التالية:

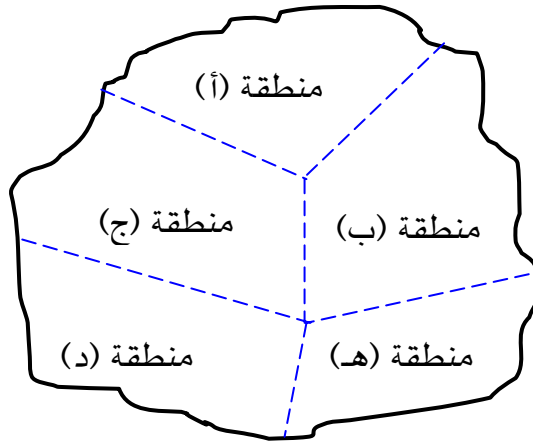
- عندما يكون الضغط داخل الشبكة أقل من ٣٥٠ kPa، يكون ضغط الماء في الطوابق العلوية للمباني المتكونة من ٦ أدوار في حدود ١٥٠ kPa.
- عندما يكون الضغط داخل الشبكة أقل من ٢٠٠ kPa، فلن تصل المياه إلى الأدوار العلوية للمباني المتكونة من أربع أدوار.
- وتوصى بعض الجهات العالمية أن يكون الضغط الطبيعي داخل الشبكة من ٤٠٠ إلى ٥٠٠ kPa بهدف:
- تزويد المباني التي تصل إلى ١٠ أدوار بمياه كافية للاستهلاك.
- تدفق كافٍ لوحداث الإطفاء.
- تعويض الفاقد في أطوال المواسير والناتج عن التسرب المفاجئ في المواسير.

### ٣- ٥ ضغط المياه في المناطق

يختلف ضغط المياه في الشبكة من منطقة لأخرى باختلاف طبوغرافية المناطق والكثافة السكانية ونوعية المواد المصنوعة منها أنابيب الشبكات. ويجب تحديد الضغط المناسب لكل منطقة كما هو مبين في الشكل (٣- ٦) وذلك لسببين رئيسيين هما:

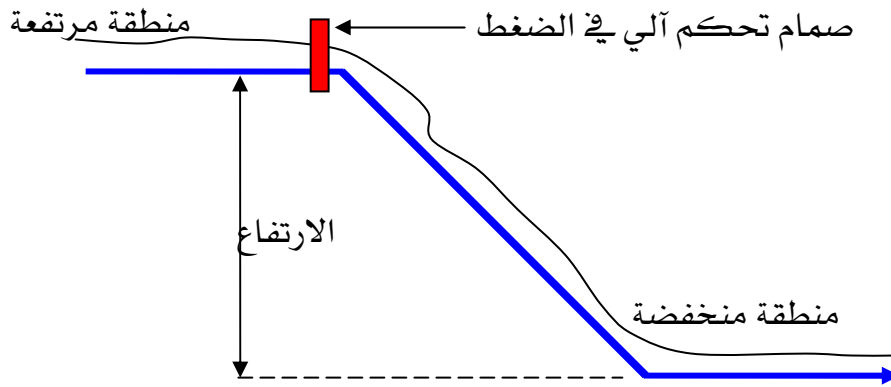
١. المحافظة على الشبكات الموجودة في المناطق المنخفضة من الضغوط المرتفعة، والتي قد تسبب تسرب للمياه أو كسر في المواسير.
٢. المحافظة على الأجزاء القديمة من الشبكة والتي قد لا تتحمل الضغوط المرتفعة.





الشكل (٣- ٦): تحديد الضغط في المناطق.

ولتفادي هذه المشاكل يمكن استخدام صمام تحكم آلي لتعديل الضغط المناسب لكل منطقة تحتاج لذلك، كما هو مبين في الشكل (٣- ٧).



الشكل (٣- ٧): استخدام صمامات تحكم آلي لتعديل الضغط.

### ٣- ٦ أنواع المواسير ومقاساتها

تستخدم أنواع عديدة من المواسير في شبكات توزيع المياه وتوصيلها إلى مناطق الاستعمال كالمباني السكنية والتجارية والمصانع وغيرها. وتختلف في تكلفتها حسب مكوناتها وطريقة صنعها ومتانتها ومدى مقاومتها لضغط المياه. ويلزم توفر الشروط التالية في المواد التي تصنع منها المواسير:

- قدرتها على تحمل الضغوط الداخلية والخارجية.

- مقاومتها للتآكل الداخلي والخارجي لفترة طويلة (العمر الافتراضي).
- تحملها لدرجات حرارة مرتفعة.
- احتواؤها لوصلات محكمة تمنع التسرب.

ومن أهم أنواع المواسير:

١. **مواسير الحديد الزهر:** وتتميز بمقاومتها للتآكل والصدأ وتحملها للضغوط الداخلية والخارجية وسهولة وتركيبها، وقد يصل عمرها الافتراضي إلى ١٠٠ سنة، وتنتج عادة بأقطار تصل إلى ١٢٠ سم.

٢. **مواسير الصلب:** وهذه المواسير أخف وزناً من مواسير الحديد الزهر وبالتالي أقل مقاومة للتآكل والصدأ. وتتميز بتحملها للضغوط العالية وبسهولة نقلها وتركيبها. وتنتج عادة بأقطار متعددة لا تتعدى ٢٥٠ سم ويكون سعرها مرتفعاً نسبياً.

٣. **مواسير خرسانية:** وتصنع من الخرسانة العادية أو المسلحة وتستخدم عادة للإمدادات الطويلة، وقد تصل أقطارها إلى ١٨٠ سم. وتتميز هذه المواسير بمقاومتها للتآكل والصدأ وتحملها للضغط الخارجي وبانخفاض سعرها مقارنة بالمواسير الأخرى. ومن عيوبها أنها لا تتحمل الضغوط الداخلية العالية وأن التسرب من وصلاتها عال، كما أنها ثقيلة الوزن وبالتالي يصعب نقلها وتركيبها.

٤. **مواسير بلاستيكية:** وينتج منها أنواع كثيرة بأقطار تصل إلى ٣٠ سم. وتختلف في أثمانها حسب متانتها ومدى مقاومتها للضغط. وتتميز بمقاومتها العالية للتآكل والصدأ وبسهولة نقلها وتركيبها وكذلك بسهولة تثبيتها وقلة تكاليفها. ومن عيوبها أنها ضعيفة المقاومة للحرارة.

٥. **مواسير الإسبستس:** وتصنع من ألياف الإسبستس والإسمنت وتتميز بأنها خفيفة الوزن ورخيصة الثمن، وتكون القطع الخاصة معها من الزهر. وتستخدم هذه المواسير عادة في الأقطار الصغيرة، لأن الأقطار الكبيرة أقل مقاومة للإجهادات.

٦. **مواسير الألياف الزجاجية:** وتتميز بخفة وزنها وسهولة نقلها وتركيبها، وكذلك نعومة سطحها الداخلي ومقاومتها للتآكل، وتختلف وصلاتها حسب نوعية المواسير وأقطارها.

### ٣- ٧ حساب التدفق وأقطار المواسير

ينقسم السريان داخل المواسير إلى ثلاث أنواع رئيسية ويحدد ذلك عدد رينولدس (Reynolds Number) ( $Re$ ):

١. سريان لزج تكون خطوط السريان فيه متوازية ويكون عدد رينولدس:  $Re < 500$

٢. سريان مضطرب ويكون متقلب وعدد رينولدس:  $2000 > Re > 500$

٣. سريان انتقال حيث:  $Re > 2000$

وبما أن التدفق في أغلب الحالات يكون مضطرباً بالنسبة لمواسير الإمداد بالمياه، فإن عامل الاحتكاك يعتمد على خشونة الأنابيب وكذلك على عدد رينولدس ( $Re$ )، وهذه العوامل بدورها تتوقف على سرعة المياه (velocity) في الأنابيب وعلى قطر الأنابيب.

وهناك عدة علاقات رياضية لحساب الفاقد في الضغط (headlosses) نتيجة الاحتكاك، وتعد معادلة هازن وليامس (Hazen-Williams) أكثر العلاقات استخداماً في تصميم شبكات توزيع المياه، ولكنها قائمة على الشروط التالية:

١. أن تكون حرارة الماء عند درجة حرارة الغرفة.

٢. أن تكون سرعة الجريان معتدلة.

٣. أن يكون السريان مضطرباً.

والمعادلة هي:

$$V = 0.849 CR^{0.63} S^{0.54} = \frac{Q}{A} \quad (٣-١)$$

حيث:

$V$ : سرعة المياه في الأنبوب (م / ثانية) (Velocity).

$R$ : نصف قطر الأنبوب الهيدروليكي (م) (Hydraulic Radius).

$C$ : ثابت يتعلق بالخشونة النسبية للأنبوب، ويسمى معامل هازن وليامس (Hazen-Williams).

Coefficient) والجدول (٣ - ١) يعطي بعض قيم  $C$ .

$S$ : درجة الميل الهيدروليكية (Hydraulic Gradient).

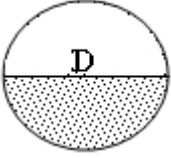
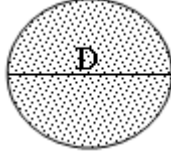
$Q$ : التدفق (م<sup>٣</sup> / ثانية) (Flow).

$A$ : مساحة الأنبوب الهيدروليكية (م<sup>٢</sup>) (Hydraulic Area).

ويمكن الحصول على نصف قطر الأنبوب الهيدروليكي من خلال العلاقة التالية:

$$R = \frac{\text{المقطع العرضي لمساحة التصريف}}{\text{المحيط المبلل}}$$

أي أن:

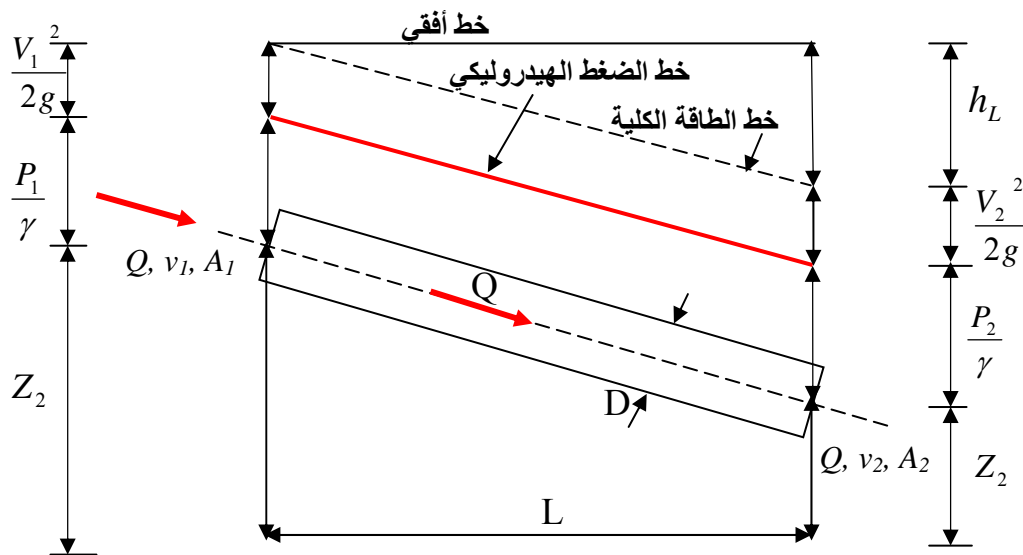
نصف قطر الأنبوب الهيدروليكي $R$	
$R = \frac{\pi D^2 / 8}{\pi D / 2} = \frac{D}{4}$ أنبوب نصف مملوء: 	$R = \frac{\pi D^2 / 4}{\pi D} = \frac{D}{4}$ أنبوب مملوء: 

الجدول (٣ - ١): معامل هازن وليامس لعدة أنواع من الأنابيب (Hazen-Williams).

C	مواصفات الأنابيب
140	Extremely smooth and straight
130	Cast iron:
120	New
110	5 years old
90-100	10 years old
75-90	20 years old
	30 years old

120-140 120 110	Concrete or cemented: Welded steel, as for cast-iron pipe, 5 years older Rived steel, as for cast-iron pipe, 10 years older
150	Plastic
120-140	Asbestos

ويمكن استنتاج العلاقة التالية لحساب التدفق في المواسير المملوءة، بحسب الشكل (٣-٨):



الشكل (٣-٨): التدفق في المواسير.

$$Q = 0.278 CD^{2.63} S^{0.54} \quad (٣-٢)$$

وبما أن الميل الهيدروليكي بحسب الشكل (٣-٨) يأخذ الصيغة:  $S = \frac{h_L}{L}$  ، عليه يمكن إعادة

استنتاج المعادلة (٣-٢) بالصيغة:

$$S = \frac{h_L}{L} = \left[ \frac{Q}{0.278 CD^{2.63}} \right]^{1/0.54} \quad (٣-٣)$$

مثال (٣- ١):

احسب الفاقد في الضغط في أنبوب طوله ١٠٠٠ م، من خلال المعطيات التالية:

$$C = 130 \quad Q = 0.25 \text{ m}^3/\text{s} \quad D = 500 \text{ mm}$$

الحل:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 0.5^2}{4} = 0.2 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.25}{0.2} = 1.25 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.278 C D^{2.63} S^{0.54} = 0.278 C D^{2.63} \left( \frac{h_L}{L} \right)^{0.54}$$

$$\frac{h_L}{L} = \left[ \frac{Q}{0.278 C D^{2.63}} \right]^{1/0.54}$$

$$\therefore h_L = \frac{10.7 Q^{1.85} L}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

$$h_L = \frac{10.7 \times (0.25)^{1.85} \times 1000}{(130)^{1.85} \times (0.5)^{4.87}} = 2.96 \text{ m}$$

### ٣- ٨ طريقة الرسم التصميمي

يستخدم الرسم التصميمي الموضح في الشكل (٣- ٩) لحل معادلة هازنويليامس في الحصول على العناصر الأساسية الخاصة بالشبكة. فالرسم يعطي العلاقة بين  $(Q, D, S, v)$  لقيمة  $C = 100$ .

فيمكن الحصول مثلاً على السرعة إذا كان حجم الأنابيب ودرجة الميل الهيدروليكية معلومة، وكذلك الحصول على درجة الميل الهيدروليكية بمعرفة السرعة وحجم الأنابيب، أو حساب حجم الأنابيب إذا كان التدفق ودرجة الميل الهيدروليكية معلومة. فيتم رسم خط مستقيم بحيث يقطع المحاور الأربعة مروراً بالنقاط المعلومة، ثم تقرأ القيم المجهولة من التقاطع بين الخط والمحاور المذكورة.

ولتطبيق الرسم التصميمي على أنابيب بقيم  $C$  تختلف عن ١٠٠ يتم استخدام العلاقات التالية:

- بمعرفة  $v$  و  $D$  يمكن حساب  $S$  كالتالي:

$$S_c = S_{100} \left( \frac{100}{C} \right)^{1.85} \quad (٣-٤)$$

- وبمعرفة  $Q$  و  $S$  يمكن حساب  $D$  من الصيغة:

$$D_c = D_{100} \left( \frac{100}{C} \right)^{0.38} \quad (٣-٥)$$

- وبمعرفة  $D$  و  $S$  يمكن حساب  $Q$  من العلاقة:

$$Q_c = Q_{100} \left( \frac{C}{100} \right) \quad (٣-٦)$$

مثال (٣-٢):

احسب الفارق في الضغط لأنبوب مياه طوله ١٥٠٠ م وقطره ٢٠٠ مم وقدرته على التدفق ٢ م<sup>٣</sup>/دقيقة.

الحل:

القيم المعطاة:

$$L = 1500 \text{ m}$$

$$D = 200 \text{ mm}$$

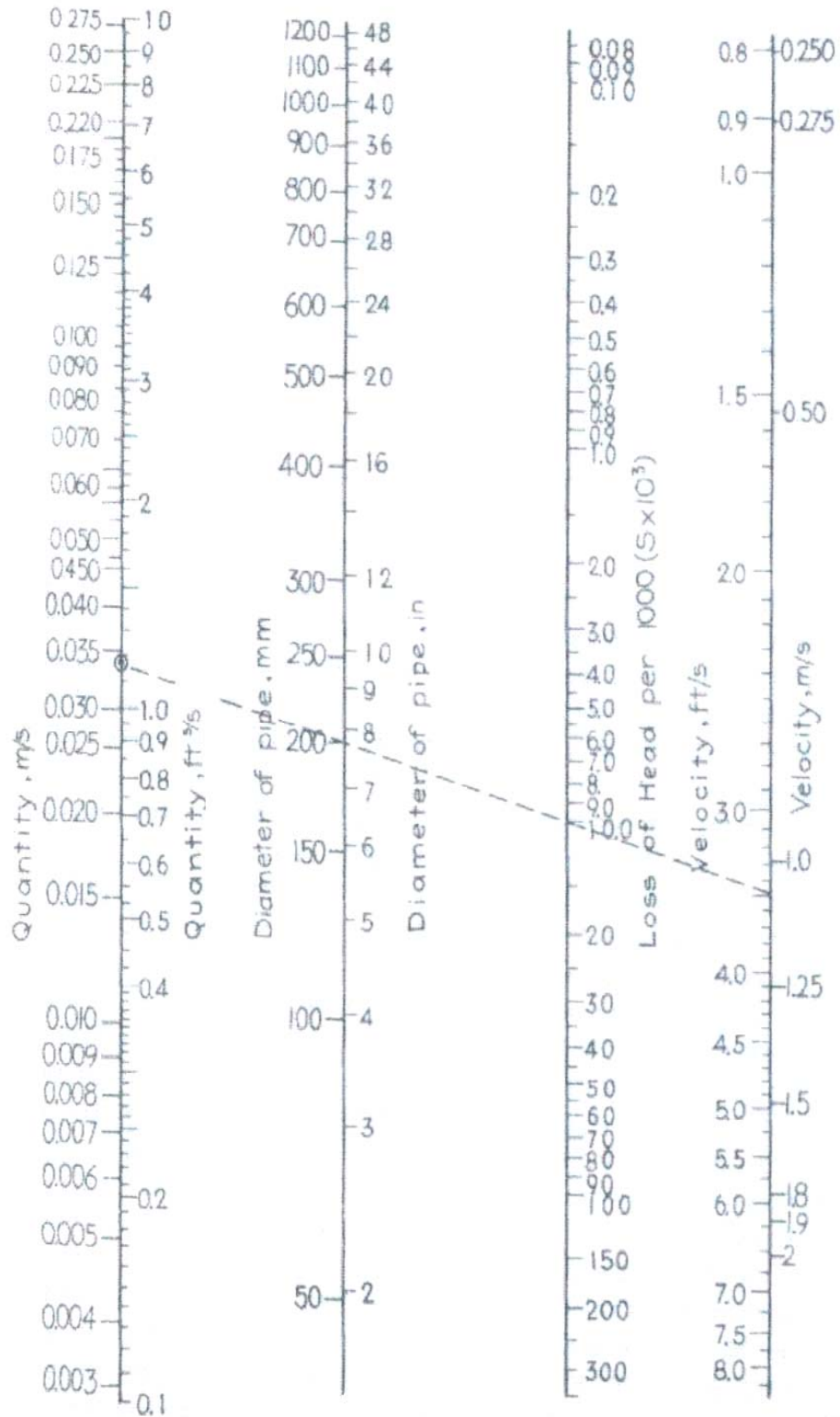
$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{min}$$

يستخدم الرسم الموضح في الشكل (٣-٩)، يتم رسم خط مستقيم يقطع المحاور الأربعة ( $Q, D, S, v$ ) ويمر بالنقاط:  $D = 200 \text{ mm}$  و  $Q = 2 \text{ m}^3/\text{min}$  ومنه تقرأ قيمة  $S$  لتصبح:  $S = 10 \times 10^{-3}$ .

ومن خلال علاقة الميل الهيدروليكي:

$$S = \frac{h_L}{L} = 10.10^{-3}$$

$$\therefore h_L = S \times L = (10.10^{-3}) \times (1500) = 15 \text{ m}$$



الشكل (٣ - ٩): الرسم التصميمي لحل معادلة هازن وليامس (Hazen-Williams).



### ٣- ٩ وصلات المواسير

لإيصال المواسير ببعضها تستخدم وصلات كثيرة حسب أنواع المواسير، وغالباً توجد أكثر من طريقة لتوصيل نفس النوع من المواسير. وتشمل المواصفات الفنية طرق اللحام أو التوصيل لمختلف أحجام وأنواع المواسير، وكذلك طرق تثبيت المواسير الظاهرة وحمايتها وطرق وضع المواسير المدفونة وحمايتها.

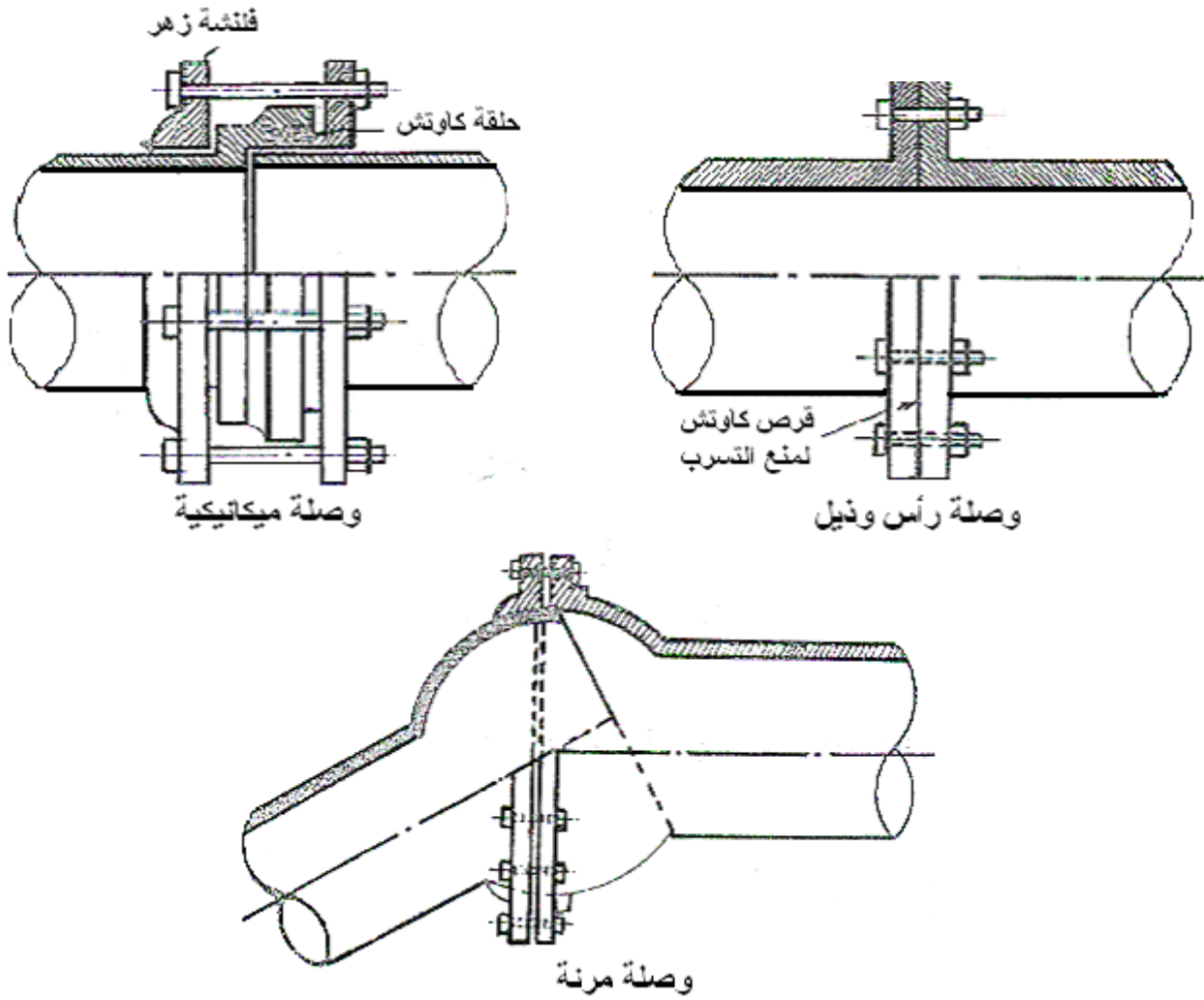
فبالنسبة لمواسير الحديد الزهر تستخدم وصلات الكبس التي تعتمد على حلقات مطاطية مناسبة لمنع التسرب وتستخدم أيضاً وصلات مرنة كما هو مبين في الشكل (٣- ١٠).

ولمواسير البلاستيك تستخدم وصلات مرنة بالكبس للأقطار الكبيرة، وتستخدم وصلات مسننة وكذلك لحام سائل. وبالنسبة لمواسير الفخار تستخدم وصلة مونة الإسمنت والرمل وحبل كتان مقطرن وكذلك تستخدم وصلات مرنة بالضغط.

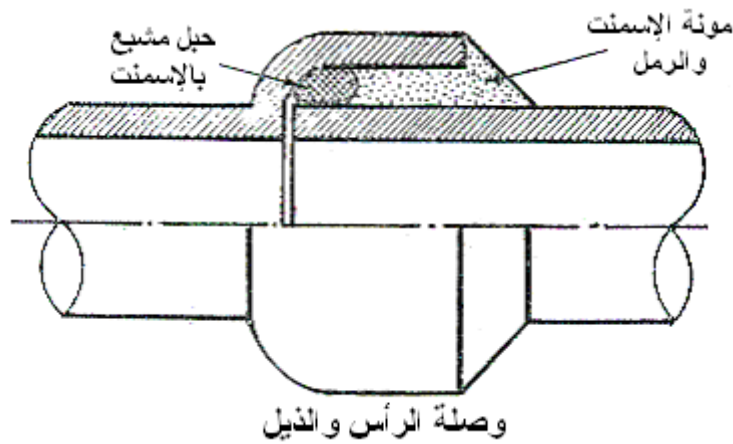
أما لمواسير الإسبستس فتستخدم وصلة مونة الإسمنت والرمل وحبل مشبع بالإسمنت كما هو مبين في الشكل (٣- ١١).

وعموماً لأنواع كثيرة من المواسير تفضل الوصلات المرنة للأسباب التالية:

- أرخص نسبياً في التكاليف.
- سهولة وسريعة التركيب.
- مرونتها التي تساعد على مقاومة الإجهادات أو الحركة.



الشكل (٣- ١٠): نماذج من وصلات مواسير الحديد الزهر.



الشكل (٣- ١١): نموذج من وصلات مواسير الإسبستس.

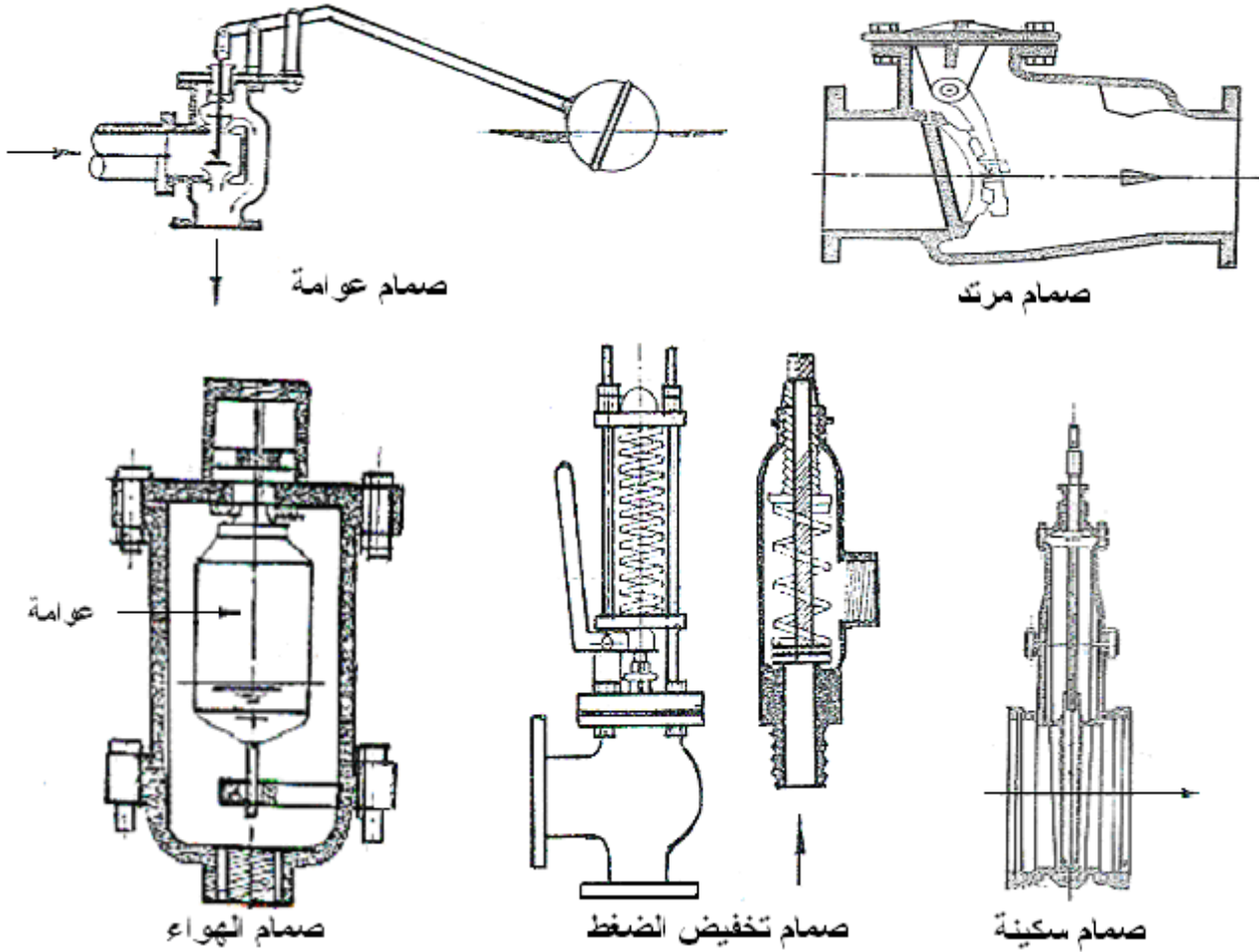
### ٣- ١٠ الصمامات

تستخدم الصمامات للتحكم بالشكل جيد في عملية تدفق المياه خلال مواسير الشبكة وعند الفتح والغلق لأغراض الصيانة وتصليح الأعطال المفاجئة التي تحدث في الشبكة. وتعمل الصمامات بطريقة آلية بحيث يمكن فتحها وغلقها ذاتياً عند الضرورة. وهناك عدة أنواع من الصمامات كما هو مبين في الشكل (٣- ١٢)، أهمها:

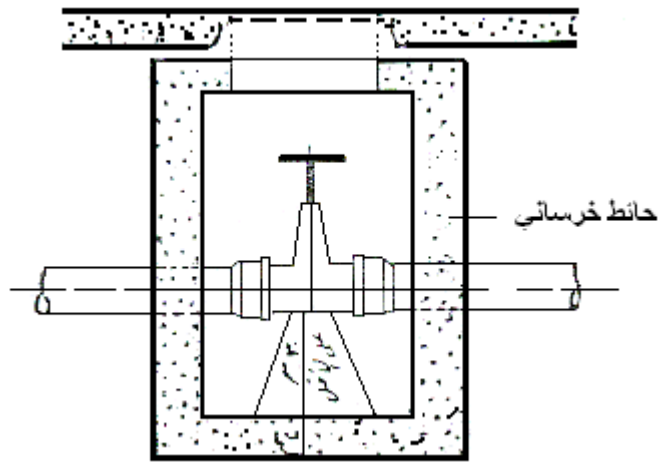
- **صمام مرتد (Non-return valve):** يوضع على وصلات التغذية الرئيسية بعد الشبكة العمومية أوبعد محطات الرفع وفي توصيلات خزانات المياه أو في أي مسار مطلوب سريان المياه فيه في اتجاه واحد حيث يعمل هذا الصمام على تمرير المياه في شبكة المواسير في اتجاه واحد.
- **صمام عوامة (Plunger valve):** يستخدم في خزانات المياه وصناديق الطرد لقفل المياه أوتوماتيكياً عندما تصل لمنسوب معين، ثم يفتح أوتوماتيكياً عندما ينخفض المنسوب لحد معين.
- **صمام سكينة (Sluice valve):** يستعمل هذا الصمام للتحكم في سير المياه خلال المواسير الرئيسية والفرعية عند القيام بالاصلاحات اللازمة في الأماكن التي تحدث بها أعطال مفاجئة دون التأثير على عملية الإمداد في باقي الشبكة، ويتم تركيبه عادة عند .
- **صمام تخفيض الضغط (Pressure reducing valve):** يستخدم لامتصاص أو تفريغ الضغط الذي يزيد عن حد معين في الشبكة وفي خزانات المياه.
- **صمام تصريف الهواء (Air valve):** يركب على خطوط توزيع المياه الرئيسية في النقاط التي يتجمع فيها الهواء الذي يصل للمواسير مع المياه.
- **صمام غسيل (Wash valve):** يركب عادة على نهاية الخطوط بحيث يمكن من خلاله تصريف المياه من المواسير وغسيلها.

توضع الصمامات عادة إما في غرف من الخرسانة أو في صناديق من الزهر. الشكل (٣- ١٣) يبين نموذجاً من الغرف الخاصة بصمامات الخطوط الرئيسية الموجودة تحت الأرض حيث تحتوي على فتحات تستخدم للدخول وتغطي بغطاء من الحديد الزهر. والشكل (٣- ١٤) يوضح نموذجاً من الصمامات الصغرى المركبة على مواسير التوزيع داخل المدينة، فتوضع في صناديق صغيرة من الزهر وهي عبارة عن أسطوانة تزلق داخل أخرى، ترتكز الاسطوانة السفلى على الماسورة المركب عليها الصمام وتمتد

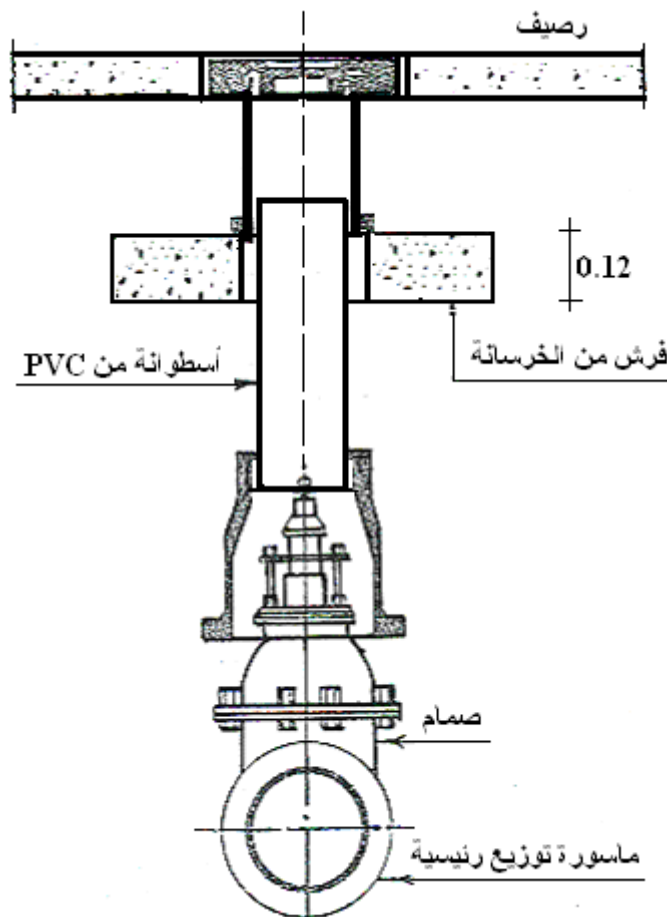
الاسطوانة العليا لتصل إلى سطح الأرض على أن تغطى بغطاء من الحديد، وفي هذه الحالة يتم تشغيل الصمام بواسطة عمود حديدي خاص يمتد داخل الأسطوانة إلى رأس الصمام.



الشكل (٣- ١٢): بعض أنواع صمامات التحكم في شبكات التغذية.



الشكل (٣- ١٣): مقطع لصمام داخل غرفة من الخرسانة.



الشكل (٣- ١٤): مقطع لصمام داخل صندوق من الزهر.

### ٣- ١١ عدادات المياه

هي أجهزة تستعمل لقياس تصرفات واستهلاك المياه سواء كان ذلك من محطات الطلبات أو محطات التنقية أو في المواسير الرئيسية أو الفرعية أو على الوصلات المنزلية. وهناك أكثر من نوع من العدادات أهمها:

١. عداد فنتوري: ويستعمل على المواسير الرئيسية أو في مخارج الطلبات وفيه يسجل المنصرف على ورق بياني يلف بواسطة عداد زيتي وتحفظ هذه البيانات للرجوع إليها عند الحاجة لأغراض تصميم وحدات مستجدة في محطات المياه.

٢. عداد ديكون: ويستعمل هذا العداد على الفروع الرئيسية لبيان المنصرف فيها وهو أيضاً يسجل التصرف على ورق بياني يلف بواسطة عداد زيتي.

٣. عدادات لفافة: وهي على عدة أنواع منها عداد التربين، وعداد مروحة، وعداد لولبي.

٤. عداد منزلي: وهو أصغر العدادات المستعملة، ويوضع على فروع التغذية للمنازل ويتم قراءة المنصرف بواسطة مؤشرات على وجه العداد. الشكل (٣- ١٥) يبين بعض النماذج من عدادات المنازل.



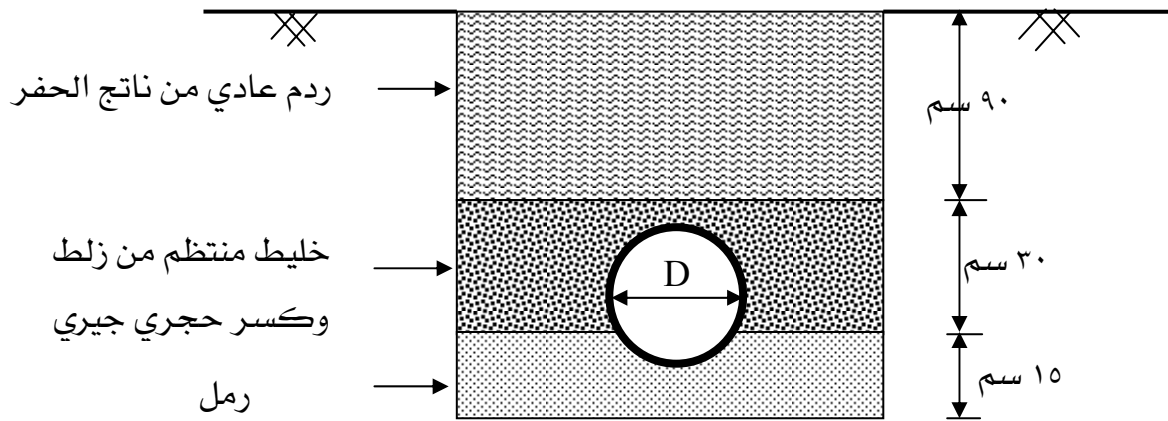
الشكل (٣- ١٥): عدادات مياه منزلية.

### ٣- ١٢ تنفيذ شبكات التوزيع

إن أغلب مشاريع شبكات توزيع المياه تتطلب دفن أنابيب الشبكة في خنادق تحفر في الأرض من أجل حمايتها من الأضرار والكسر الذي قد تسببه أحمال المرور، وكذلك حمايتها من التجمد الذي ينتج عن الانخفاض في درجات الحرارة. ولتنفيذ ذلك تتبع الخطوات التالية:

١. تحديد الخطوط التي سيتم تنفيذها حسب الرسومات والمخططات.

٢. تحديد مسارات المرافق الأخرى مثل أنابيب الغاز وكابلات الكهرباء والتليفون وغيرها على رسومات مناسبة لحمايتها أثناء الحفر.
٣. حفر الخندق ويراعى أن يكون واسعاً لإيواء الأنبوب وللقيام بأعمال التركيب اللازمة. وقد يتراوح عرض الخندق من ٤٦ سم إلى ١٧٦ سم للأنابيب بقطر من ٥٠ إلى ١٢٢٠ مم. ويتراوح عمق الخندق من ١,٢٥ إلى ٢ متر في المناطق الحارة ومن ٢ إلى ٣ متر في المناطق الباردة.
٤. عند الحفر في تربة ضعيفة يجب عمل سندات تناسب عمق الخندق ونوعية التربة.
٥. فرش طبقة من الرمل في أسفل الخندق تكون بسمك حوالي ١٥ سم لوضع الأنبوب عليها.
٦. وضع الأنبوب بعناية في الخندق بطريقة تناسب نوعيتها وطولها ووزنها، وعمل وصلاتها حسب المواصفات الخاصة بصناعتها.
٧. التأكد من سلامة المواسير من الشروخ وكل العيوب الفنية وكذا ضمان الوصلات.
٨. ردم الخندق على طبقات صغيرة تدك بطريقة مناسبة لمواد الردم التي يجب أن لا تحتوي على مواد صلبة كبيرة الحجم، ويتم الردم حتى سطح الأرض كما هو مبين في الشكل (٣- ١٦).



الشكل (٣- ١٦): مقطع لأنبوب ماء مدفون في الأرض.

### ٣- ١٣ صيانة شبكات التوزيع

تنقسم أعمال الصيانة لشبكات التوزيع إلى قسمين هما:

١. **الصيانة الدورية:** وهي التي تجرى على شبكات التوزيع بصفة دورية والغرض منها هو منع الضرر قبل وقوعه، فيتم تنظيف خطوط الشبكة والخزانات، واستبدال المضخات التي قل عطاؤها والتأكد من المحابس وغير ذلك من الأعمال اللازمة للشبكة لإطالة عمرها ورفع كفاءتها.
٢. **الصيانة الطارئة:** وهي الصيانة التي تجرى على المناطق التي يحدث بها مشاكل، مثل وجود تسريب من المحابس أو المواسير، أو حدوث كسر في أحد المواسير نتيجة أعمال حفر خاطئة، أو حدوث انسداد في الفلاتر، أو عطل في المضخات.

### ٣- ١٤ قياس التسربات من الشبكة

تحدث التسربات من الشبكة بسبب التشققات والكسور التي تحدث في الأنابيب وفي الوصلات بسبب قدم الشبكة، وسوء تنفيذها، وسوء صيانتها وتشغيلها. ويمكن قياس كمية المياه المفقودة على أساس كمية المياه المنتجة والمستهلكة، لذلك تعتمد دقة حساب التسرب على تقدير كمية المياه المنتجة بالشكل صحيح. من أجل هذا يجب أن تكون العدادات المركبة في محطات الضخ ومراكز الإنتاج ذات أداء جيد، وأن تتركب بالشكل صحيح بعيدة عن الأكواع ونقاط التفرعات. كما يجب معايرتها كل سنة مرة واحدة على الأقل لضمان وثوقية النتائج.



### أسئلة وتمارين:

١. اذكر الأجزاء الرئيسية التي تتكون منها شبكات توزيع المياه
٢. ما هي الأساسيات التي يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم شبكات التوزيع؟
٣. عدد أهم الأنظمة التي تستخدم لتخطيط شبكات توزيع المياه
٤. تختلف الضغوط داخل شبكات التوزيع من مدينة لأخرى ومن مكان لآخر حسب معدلات الاستهلاك والضغوط المطلوبة. اذكر نبذة مختصرة لهذه القيم وما الملاحظات المطلوب مراعاتها؟
٥. اشرح العوامل التي تسبب في اختلاف الضغط من نقطة لأخرى
٦. اشرح باختصار أنواع السريان داخل المواسير
٧. لحساب التدفق في المواسير تستخدم طريقتي معادلة هازن وليامس وطريقة الرسم التصميمي. اشرح كيفية استخدام الطريقتين لحساب التدفق في المواسير
٨. عدد أهم أنواع المواسير التي تستخدم في شبكات مياه التغذية وما الشروط التي يجب توفرها في المواد التي تصنع منها
٩. احسب الفاقد في الضغط في أنبوب طوله ٣٠٠٠ م، إذا علمت أن قطر الأنبوب  $D = 200 \text{ mm}$  والتدفق  $Q = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}$  ومعامل هازن وليامس  $C = 130$ .
١٠. وضح مع الاستعانة بالرسم خطوات تنفيذ شبكات المياه مع توضيح الاحتياطات التي يجب مراعاتها عند وضع المواسير في الخندق؟