

الفصل الثاني

(5)

الدراسات الأساسية لخطيط وتصميم شبكات تجميع مياه الصرف الصحي

مقدمة

عند البدء في تخطيط وتصميم أعمال تجميع مياه الصرف الصحي يتعين
تقدير كمية المخلفات السائلة المنتظرة من المدينة بعد نموها مستقبلاً، وهذا

يستوجب القيام بالدراسات الآتية:

- ١ - تعداد السكان حالياً ومستقبلاً.
- ٢ - التخطيط العرائفي واستخدامات الأرضي.
- ٣ - تحديد الفترات التصميمية.
- ٤ - معدلات استهلاك المياه المختلفة.
- ٥ - تصرفات مياه الصرف الصحي المنزلي.
- ٦ - تصريفات مياه الصرف الصناعي.
- ٧ - التصروفات التجارية.
- ٨ - كمية مياه الرشح.
- ٩ - كمية مياه الأمطار.
- ١٠ - التصروفات التصميمية لخطوط شبكات تجميع مياه الصرف الصحي.
- ١١ - اختيار موقع محطات الرفع.
- ١٢ - حدود المناطق المخدومة.
- ١٣ - الأعمال المساحية والطبوغرافية.
- ١٤ - تحديد مسارات خطوط الطرد.
- ١٥ - تحديد موقع أعمال المعالجة.
- ١٦ - دراسة خصائص التربة.
- ١٧ - الدراسات المناخية والبيئية.

دراسة التعداد السكاني للمدينة أو التجمع السكاني أساسية والهدف منها هو تصميم مشروعات تجميع مياه الصرف الصحي، ويتم ذلك بدراسة النمو السكاني طبقاً للمراحل الزمنية المختلفة. يتراوح العمر الافتراضي لشبكات تجميع مياه الصرف الصحي بين ٣٠ - ٥٠ سنة. لذا يجب التبتوء بعدد السكان طوال المدة التي تخدم فيها خطوط الشبكة بدقة كافية، حتى لا يتسبب أي زيادة في التقدير في زيادة أقطار المواسير وبالتالي زيادة التكاليف لإنشاء الخط، وحتى لا يتسبب أي نقص في تقدير عدد السكان المطلوب خدمتهم في حدوث قصور في الأعمال المختلفة للمشروع. وتشمل الطرق المستخدمة في التبتوء بعدد السكان مستقبلاً ما يلي :

- ١- الطريقة الحسابية (Arithmetic Increase)
- ٢- الطريقة الهندسية (Geometrical Increase)
- ٣- طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص (Decreasing Rate of Increase)
- ٤- طريقة الكثافات السكانية
- ٥- الطريقة البيانية التقريبية (Graphical Extension Method)
- ٦- طريقة المقارنة البيانية (Graphical Comparison Method)

يمكن تقدير عدد السكان لهذه الطريقة من المعادلة الرياضية رقم (٤-١) الآتية:

$$(4-1) \quad p_n = p_1 + K_a (t_n - t_1)$$

وتمثل هذه الطريقة هندسياً بخط مستقيم.

تعداد السكان حالياً

ومستقبلاً

الطريقة الهندسية

$$(4-2) \quad \ln p_n = \ln p_1 + K_g (t_n - t_1)$$

وتمثل هندسياً بمنحنى متزايد من الدرجة الأولى.

طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص تطبق المعادلة الرياضية رقم (٤-٣) في هذه الطريقة على النحو التالي:

$$(4-3) \quad p_n = S - (S - p_1) e^{-k d(t_n - t_1)}$$

وتعتَّل هندسياً بمتناقض من الدرجة الأولى،
والتسميات المستخدمة في المعادلات (٤-١) ، (٤-٢) ترمز إلى
الأتي :

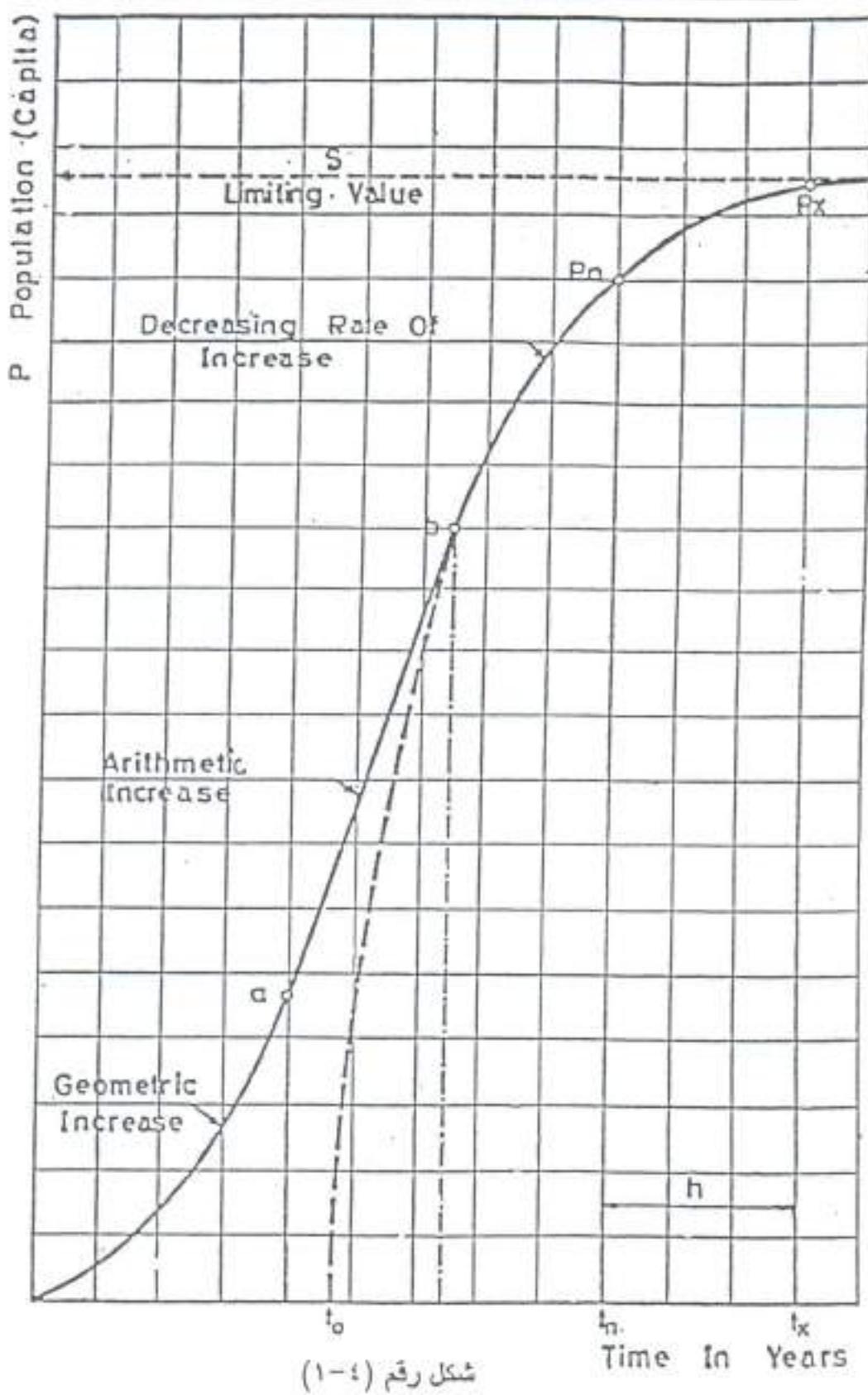
p_n	النوع الذي يخدمه المشروع في سنة الهدف .
P_1	آخر تعداد حقيقي للمنطقة ويؤخذ طبقاً لبيان جهاز التعبئة والإحصاء .
K_0	معدل الزيادة السنوية للسكان (معدل ثابت)
K_p	معدل الزيادة السنوية للسكان في الطريقة الهندسية (متزايد)
K_d	معدل الزيادة بالنقasan (متناقض)
S	القيمة القصوى لعدد السكان المتوقع (حد التشعب)
(٤-١)	الفترة الزمنية التي يخدم فيها المشروع
L_n	اللوغاريتم الطبيعي للأساس ٢,٧

ويوضح الشكل رقم (٤-١) العلاقة بين التعداد السكاني والفترات الزمنية
التي تمثلها طريقة الزيادة بالمعدل المتناقض.

ويتبَّع من الشكل رقم (٤-١) أن النمو السكاني للمدينة ذو معدل متزايد في
البداية ثم يقل نمو المدينة مع انحسار الأنشطة ، وتحدُّث الزيادة بالطريقة
الهندسية في فترات النمو نتيجة للتوصّع العمراني أو عند التخطيط لمدينة
جديدة ذات مناطق جذب صناعي أو تجاري أو زراعي ، يلي ذلك زيادة تعبير
عن استقرار المدينة بعد التوسّعات المتوقعة ، وتعتَّل هذه الزيادة بالطريقة
الحسابية ، ثم يلي ذلك تناقض في معادلات الزيادة نظراً لقلة الموارد
الاقتصادية للمدينة بعد تشعّعها بالإضافة إلى قلة فرص العمل وحدوث هجرة
من المدينة ، وتعتَّل الزيادة في هذه الحالة بالمعدل المتناقض .

تنوقف هذه الطريقة على تخطيط المدينة أو المنطقة ، وبين الجدول رقم
(٤-١) الكثافات السكانية المقترنة لتقدير عدد السكان المتوقع لهذه المنطقة .

طريقة الكثافات
السكانية



تحديد التعداد السكاني بطريقة المعدل المتناقص

جدول رقم (٤-٤)

الكثافات السكانية المستخدمة في تقدير عدد السكان المتوقع في خطيط المدينة

نوعية المسكن	الكثافة السكانية (فرد / هكتار)
فيلات درجة أولى	١٠
فيلات درجة ثانية	٦٠ - ٣٠
عمارات سكنية صغيرة	٢٥٠ - ١٠٠
عمارات سكنية متوسطة	٧٠٠ - ٢٤٠
عمارات سكنية كبيرة	١٢٠٠ - ٧٠٠
مناطق تجارية	٧٥ - ٥٠
مناطق صناعية	٣٠ - ٢٠

تعتبر طريقة تقريرية يستخرج منها التعداد الحالي والمستقبل عن طريق رسم منحنى النمو السكاني للمدينة في الماضي ثم عمل امتداد له لاستنتاج التعداد عن السنة المستقبلية المطلوبة.

**الطريقة البيانية
التقريرية**

يتم رسم منحنى النمو السكاني للمدينة موضوع الدراسة مثابها لمنحنى النمو السكاني لمدينة مشابهة لها أو أكثر منها في التعداد ثم يمد المنحنى مماثلاً لمنحنى النمو السكاني للمدينة الكبيرة، وبالتالي يتم استنتاج التعداد السكاني المطلوب كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٢) .

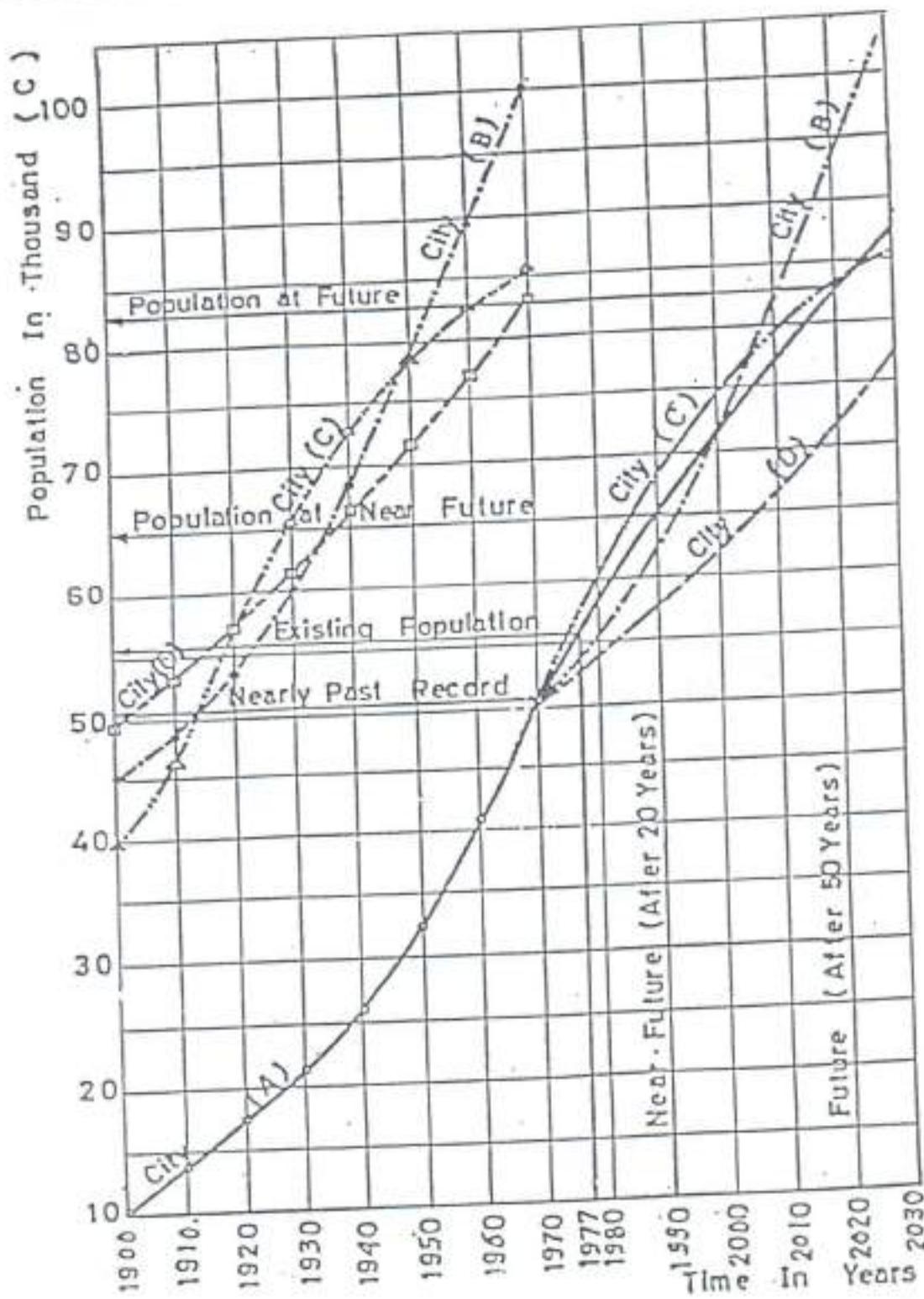
**طريقة المقارنة
البيانية**

قبل البدء في تصميم شبكات تجميع مياه الصرف الصحي، يجب الحصول على التخطيط العمراني للمدينة حالياً ومستقبلاً، ويشمل ذلك الآتي:

**التخطيط العمراني
واستخدامات**

- أ- جمجم مخططات الطرق الرئيسية والفرعية والحدود الإدارية المستقبلية للمدينة ومعرفة القطاعات الطولية والعرضية والأبعاد لهذه الطرق.
- ب- حدود المناطق المطلوب خدمتها حالياً ومستقبلاً.
- ج- مراحل تنفيذ مناطق التوسيع المستقبلية .
- د- تحديد المعالم الرئيسية المحيطة بالمدينة (الجغرافية وال عمرانية) .

الأراضي



شكل رقم (٤-٤)

تحديد التعداد السكاني بطريقة المقارنة البيانية

- هـ- تحديد الكثافة السكانية لكافة المناطق .
- وـ- تحديد الأنشطة السكانية المختلفة .
- زـ- تحديد المناطق التجارية والصناعية والسكنية والترفيهية والصحية والتعليمية والمسطحات الخضراء .
- حـ- تحديد الأماكن الإدارية والحكومية ودور العبادة والمقابر .
- طـ- تحديد الأماكن السياحية .
- ىـ- تحديد مسارات خطوط الطرد المقترحة .
- كـ- تحديد موقع وحدات معالجة مياه الصرف الصحي.
- لـ- تحديد أماكن التخلص من النسيب.

لتحديد الفترات الزمنية التصميمية لأي مشروع، يجب دراسة العوامل التالية:

- التكاليف الابتدائية للمشروع.
- تكاليف الصيانة والتشغيل.
- سهولة وصعوبة إنشاء إضافات جديدة للمشروع.
- عمر الأجزاء المختلفة للمشروع (العمر الافتراضي).
- التطور في تصميم وتشغيل الوحدات المختلفة للمشروع.

وعومما فإن العمر الافتراضي لشبكات تجميع مياه الصرف الصحي وملحقاتها وكذلك خطوط الطرد والأعمال المدنية لمحطات الرفع يتراوح بين ٦٠-٥٠ عام.

أما الأعمال الميكانيكية والكهربائية لكافة الأعمال فتتراوح أعمارها الافتراضية بين ٢٠-١٥ سنة، أما بالنسبة لأجهزة القياس والأجهزة الإلكترونية فتتراوح أعمارها الافتراضية بين ١٠-٥ سنوات.

يتم تصميم الأعمال المدنية لمحطات الرفع ومبانى الخدمات الملائقة بها وكذلك شبكات التجميع وملحقاتها (لتتحقق متطلبات الخدمة حتى سنة المدف والذى تتراوح بين ٤٠ - ٥٠ سنة) بحيث يتم تنفيذها على عده مراحل، كل

تحديد الفترات التصميمية

الأعمال المدنية وشبكات التجميع وملحقاتها

الأعمال الميكانيكية والكهربائية

مرحلة تخدم من ١٥-١٠ عام، وطبقاً لمراحل النمو العمراني للمناطق المستقبلية..

يعتمد تحديد الفترات التصميمية للأعمال الميكانيكية والكهربائية لمحطات الرفع على طبيعة تدرج التصرفات الحالية والمستقبلية الواردة لهذه المحطات حتى سنة الهدف، وذلك على النحو التالي:

- بالنسبة لمحطات التي تخدم تجمعات سكنية قائمة ولها زيادة سكانية ثابتة تقريباً بالإضافة إلى زيادة معدلات استهلاك المياه، فإن هذه المحطات تتزايد تصرفاتها بصورة متدرجة على مدى الفترة التصميمية بمعدل محدد. وعلى ذلك يتم تصميم وحدات الرفع على أساس فترة تصميمية تتناسب مع العمر الافتراضي لهذه الوحدات، ويؤخذ ١٥ سنة مثاباً إليها فترة التصميم والتنفيذ (بدء التشغيل). ويتم بعدها استبدال هذه الوحدات بأخرى جديدة يراعى فيها قدرتها على استيعاب التصرفات الخاصة بالفترة التصميمية التالية.
- بالنسبة للمحطات التي تخدم تجمعات سكنية جديدة فإن الزيادة السكانية لها تكون مضطربة مما يتزلف عليه تغيرات غير منتظمة في التصرفات الواردة لمحطة على الفترات الزمنية المتتابعة مما يستدعي مراعاة وجود مراحل تنفيذية لتركيب وحدات الرفع لمجابهة تطور ورود التصرفات حتى سنة الهدف مع مراعاة العمر الافتراضي للطاولات.
- بالنسبة للمحطات التي تخدم مناطق لها طابع خاص والمحطات الرئيسية التي يصعب معها التغيير المستمر لوحدات الرفع أو القرى السياحية والتي تختلف فيها التصرفات الواردة لمحطة اختلافاً كبيراً خلال فصول العام، لذلك يتم تركيب مجموعات من وحدات الرفع مختلفة التصرفات تعمل في الفصول المصممة لها وترتبط على ذلك زيادة سنوات العمر الافتراضي للمعدات، وتكون الفترة التصميمية ٢٠-٢٠ سنة.

يتغير معدل استهلاك المياه (لتر/فرد/يوم) باختلاف فصول السنة وكذلك أشهر السنة وأيضاً خلال اليوم الواحد (٢٤ ساعة)، ولمواجهة هذه التغيرات

معدلات استهلاك المياه المختلفة

في معدلات الاستهلاك يمكن تعريف معدلات الاستهلاك المختلفة واستنتاج متوسط الاستهلاك اليومي والشهري .

ويقدر معدل الاستهلاك اليومي المتوسط بقسمة جملة الاستهلاك للمياه خلال العام على عدد أيام السنة.

متوسط الاستهلاك
اليومي

يحدد الشهر الذي يحدث فيه أكبر استهلاك ويؤخذ متوسط الاستهلاك اليومي خلال هذا الشهر فيكون أقصى استهلاك شهري (Maximum Monthly Consumption) ويقدر بحوالي (١,٢٥ - ١,٥٠) من متوسط الاستهلاك اليومي .

أقصى استهلاك
شهري

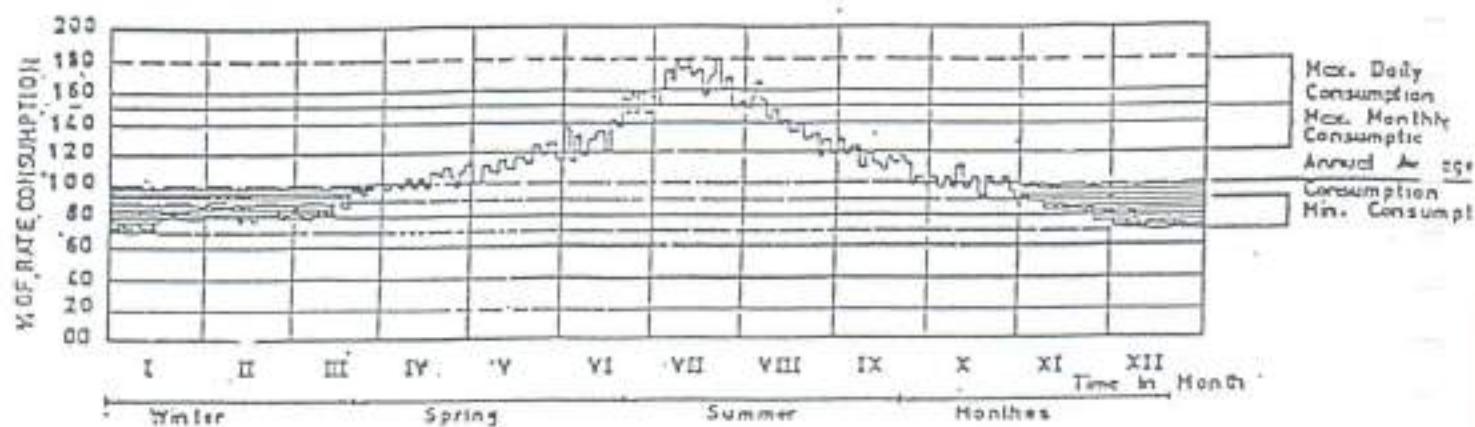
يحدد الشهر الذي يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة ثم يعين اليوم خلال هذا الشهر الذي يحدث فيه أكبر استهلاك فيكون هذا الاستهلاك أقصى استهلاك يومي (Maximum Daily Consumption) ويقدر حوالي (١,٦ - ١,٨) من متوسط الاستهلاك اليومي .

أقصى استهلاك
يومي

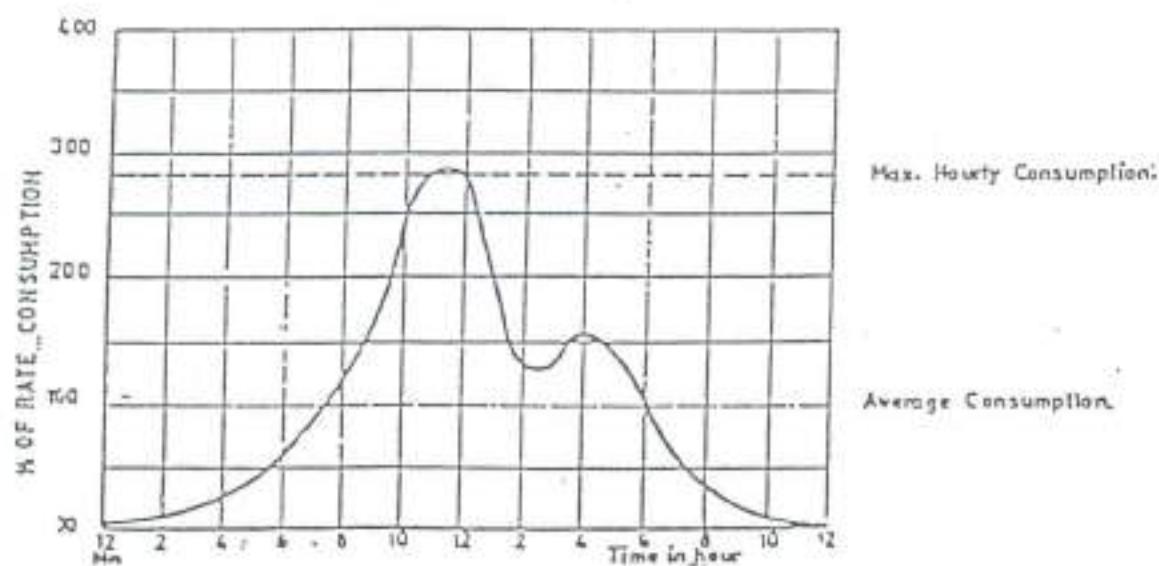
يحدد اليوم الذي يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة والذي يعطى أقصى استهلاك يومي ثم يقدر منحني الاستهلاك خلال ساعات هذا اليوم، وبالتالي يحدد أقصى استهلاك ساعة (Maximum Hourly Consumption) ويقدر بحوالي (٢,٢ - ٢,٨) من متوسط الاستهلاك اليومي .

أقصى استهلاك
ساعة

وترجع أهمية دراسة معدلات الاستهلاك في تعيين التصروفات المختلفة إلى تستخدم في تصميم الأعمال المختلفة للإمداد بالمياه حيث يستخدم (أقصى استهلاك شهري) في تصميم أعمال التقية ويستخدم (أقصى استهلاك يومي) في تصميم الخطوط الرئيسية والخطوط الفرعية وأعمال التخزين للشبكة، ويستخدم (أقصى استهلاك ساعة) في تصميم خطوط المواصل في شبكة توزيع مياه الشرب وكذلك في تصميم وصلات الخدمة للمباني، ويمكن تلخيص العلاقة بين معدلات الاستهلاك المختلفة الموضحة بالشكلين رقمي (٤-٣)، (٤-٤) في المعادلات الرياضية التالية:



شكل رقم (٣-٤)
معدلات استهلاك المياه المختلفة خلال العام



شكل رقم (٤-٤)
متحنى استهلاك المياه خلال اليوم الواحد

(٤-٤)

$$Q_{max\ monthly} = (1.25 - 1.50) Q_{av}$$

(٥-٤)

$$Q_{max\ daily} = (1.60 - 1.80) Q_{av}$$

(٦-٤)

$$Q_{max\ design} = 1.5 Q_{av}$$

(٧-٤)

$$Q_{max\ hourly} = (2.20 - 2.80) Q_{av}$$

حيث :

الاستهلاك اليومي المتوسط طوال العام. Q_{av} متوسط الاستهلاك اليومي خلال شهور الصيف. $Q_{max\ monthly}$ أقصى استهلاك يومي خلال شهور الصيف. $Q_{max\ daily}$ أقصى استهلاك في ساعة الذروة خلال أقصى استهلاك $Q_{max\ hourly}$

يومياً.

للحصول على معدلات الاستهلاك في المستقبل، تطبق المعادلات الآتية:

تقدير الزيادة في

معدلات الاستهلاك

مستقبلياً

(٨-٤)

$$\text{Percent Increase} = \left[\left(\frac{P_n}{P_1} \right)^{0.125} - 1 \right] \times 100$$

(٩-٤)

$$\text{Percent Increase} = \left[\left(\frac{P_n}{P_1} \right)^{0.11} - 1 \right] \times 100$$

- تطبيق المعادلة (٤-٤) في حالة وجود عدادات قياس استهلاك المياه
- تطبيق المعادلة (٤-٥) في حالة عدم وجود عدادات قياس استهلاك المياه
- في حالة معرفة النسبة المئوية لمعدل الزيادة السكانية يمكن تطبيق المعادلة الآتية:

(١٠-٤)

$$\text{Percent Increase} = [(1+r)^n - 1] \times 100$$

حيث:

- ٢: معدل الزيادة في الاستهلاك سنويًا و تؤخذ $\frac{1}{10}$ من النسبة المئوية لمعدل الزيادة السنوية للمكان.
- ٣: زمن المشروع (عدد السنين التي يخدم فيها المشروع).

وطبعاً للدراسات التي قمت لمدن القاهرة والإسكندرية وبور سعيد وبعض محافظات الوجه القبلي والبحري والمدن الجديدة مثل (العبور - السادس من أكتوبر)، تم تحديد متوسط الاستهلاك اليومي لمختلف مناطق الجمهورية من حيث كونها مدن أو عواصم محافظات أو مراكز أو ريف. ويمثل متوسط الاستهلاك اليومي الاستهلاك المنزلي بالإضافة إلى الاستهلاك للأغراض العامة واستهلاك المباني العامة والصناعات الصغيرة، أما بالنسبة للفوائد في الشبكات فهي تتراوح بين ٤٠-٢٠ لتر لكل فرد في اليوم، وتحسب هذه الكمية ضمن متوسط الاستهلاك اليومي، ويراعي خصم كمية الفاقد عند حساب معدلات الاستهلاك الأخرى. ويعرض الجدول رقم (٤-٤) متوسط الاستهلاك اليومي وكذلك كمية الفاقد خلال الشبكة.

جدول رقم (٤-٤)
متوسط الاستهلاك اليومي و كمية الفاقد خلال الشبكة

نوع التجمعات السكنية	متوسط الاستهلاك اليومي لتر / الفرد / اليوم	كمية الفاقد خلال شبكة المياه لتر / الفرد / اليوم	متوسط الاستهلاك الكلى لفرد لتر / الفرد / اليوم
عواصم المحافظات (مدن)	١٨٠	٤٠ - ٢٠	٢٢٠ - ٢٠٠
المراكز	١٥٠	٣٠ - ١٥	١٨٠ - ١٦٥
القرى حتى ٥٠٠٠ نسمة	١٢٥	٢٥ - ١٠	١٥٠ - ١٣٥
المدن الجديدة	٢٨٠	٢٠ - صفر	٣٠٠ - ٢٨٠

بالنسبة للاستهلاك الصناعي ، ومن واقع الدراسات التي تمت لمدن القاهرة والإسكندرية وبور سعيد وبعض محافظات الوجه القبلي والمدن الجديدة، تم تحديد قيم الاستهلاك الصناعي، ويعرض الجدول رقم (٤-٣) هذه القيم.

الاستهلاك الصناعي

جدول رقم (٤-٤)

قيم الاستهلاك الصناعي (لتر/هكتار / ثانية)

الاستهلاك الصناعي (لتر/هكتار / ثانية)	نوع النجعات السكنية
٢	عواصم المحافظات (المدن مثل القاهرة و الإسكندرية)
٢	المرأáz
١	القرى حتى ٥٠،٠٠٠ نسمة
٣	المدن الجديدة مثل العاشر من رمضان و ٦ أكتوبر

وفي حالة الفنادق والمبانى العامة والمبانى الحكومية والمدارس والمستشفيات، يؤخذ متوسط الاستهلاك اليومى طبقاً للجدول رقم (٤-٤).

جدول رقم (٤-٤)

متوسط الاستهلاك اليومى للمبانى العامة والمستشفيات والفنادق والمدارس

متوسط الاستهلاك (لتر/هكتار / ثانية)	نوع المبانى
١٥٠ - ٥٠ لتر / فرد / يوم	مبانى عامة - مكاتب - مدارس
١٠٠٠ - ٥٠٠ لتر / سرير / يوم	مستشفيات
٥٠٠ - ١٨٠ لتر / سرير / يوم	فنادق

أما بالنسبة لنصرفات الحريق، فنؤخذ طبقاً للجدول رقم (٤-٥).

جدول رقم (٤-٥)

تصرفات الحريق بالنسبة لعدد السكان (لتر/ث)

تصرف الحريق (لتر/ث)	عدد السكان (فرد)
٢٠	حتى ١٠,٠٠٠
٢٥	٢٥,٠٠٠
٣٠	٥٠,٠٠٠
٤٠	١٠٠,٠٠٠
٥٠	أكثر من ٢٠٠,٠٠٠

كما سبق عند دراسة معدلات الاستهلاك للمياه المختلفة اتضح أنها جميعاً تعتمد على متوسط الاستهلاك اليومي (لتر/الفرد/اليوم). وعند تصميم خطوط شبكة مياه الصرف الصحي يلزم تعریف التصرفات الآتية:

تصرفات مياه
صرف الصحي
المنزلي

يحسب التصرف المتوسط (Q_{av}) بضرب متوسط الاستهلاك اليومي للمياه × معامل تخفيض يُؤخذ من (٠.٩ - ٠.٨)، وهذا التخفيض ناتج من الفاقد خلل شبكة المياه.

التصرف المتوسط

$$(11-4) \quad Q_{av(average)} = (0.8 - 0.9) Q_{av(consumption)}$$

التصرف الجاف (Dry Weather Flow - D.W.F) هو التصرف الناجم من الاستهلاكات المختلفة بدون إضافة مياه الأمطار، وينقسم إلى:

التصرف الجاف

أدنى تصرف جاف (Minimum Dry Weather Flow) وهذا التصرف يحدث أثناء الليل أو خلل الشتاء، ويحسب من المعادلة الآتية:

$$(12-4) \quad Q_{min D.W.F} = (0.2 p\%) Q_{av}$$

حيث:

$$\text{أدنى تصرف جاف (لتر/ث)} \quad Q_{\min D.W.F}$$

$$\text{عدد السكان بالألف} \quad p$$

$$\text{التصريف المتوسط (لتر/ث)} \quad Q_{av}$$

أقصى تصرف جاف (Maximum Dry Weather Flow)
يطلق عليه تصريف ساعة الذروة ويحدث في شهور الصيف ويحسب من
المعادلات الآتية:

$$(13-٤) \quad Q_{\min D.W.F} = \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}} \right) Q_{av}$$

$$(14-٤) \quad Q_{\min D.W.F} = \left(\frac{5}{p^{0.167}} \right) Q_{av}$$

ويعرض الشكل رقم (٤-٤) قيم معاملات الذروة في حالة أدنى تصرف جاف وأقصى تصرف جاف طبقاً للمعادلات (١٢-٤)، (١٣-٤)، (٤-٤)، (١٤-٤).

التصريف الممطر (Wet Weather Flow) هو التصرف الناتج من الاستهلاكات المنزلية والاستهلاكات الأخرى بتنوعها (إن وجدت) مضافة إلىها مياه الأمطار وينقسم إلى:

أدنى تصرف ممطر (Minimum Wet Weather Flow)
ويعين بجمع أدنى تصرف جاف يومي خلال الشتاء بالإضافة إلى مياه الأمطار.

أقصى تصرف ممطر (Maximum Wet Weather Flow)
ويعين بجمع أقصى تصرف جاف يومي خلال أشهر الشتاء بالإضافة إلى مياه الأمطار.

$$(15-٤) \quad Q_{\max W.W.F} = Q_{\max D.W.F} + Q_{rain}$$

في حالة وجود نشطة صناعية في المنطقة يؤخذ التصرف الصناعي (Industrial Wastewater flow) بقيمة تتراوح ما بين (٤٠ - ٨٠) م٣ /هكتار / يوم وذلك ما لم تتوافر بيانات محددة.

أما إذا تواجدت صناعات صغيرة داخل المنطقة، فيحمل الاستهلاك الصناعي على الاستهلاك المنزلي.

التصرفات التجارية تعتمد التصرفات التجارية على نوعية النشاط التجاري، وتتراوح قيمة الاستهلاك التجاري ما بين ٤٠ - ١٥٠٠ م٣ /هكتار / يوم.

ويعرض الشكل رقم (٤-٥) العلاقة بين تعداد السكان ومعامل الرغوة لنصرفات مياه الصرف الصحي.

تتوقف كمية مياه الرشح (Infiltration) التي تمر خلال خط مواسير شبكة تجميع مياه الصرف الصحي على نوع الماسورة وبعد خط المواسير عن منسوب المياه الجوفية وسلامةوصلات الخط ومدى إحكامها. وتستخدم المعادلة الآتية لحساب كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠ متر طولي من الخط.

$$(٤-٦)$$

$$Q_{inf} = \alpha D h^{\frac{3}{2}}$$

حيث:

Q كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠ متر طولي من خط المواسير
(لتر / الساعة)

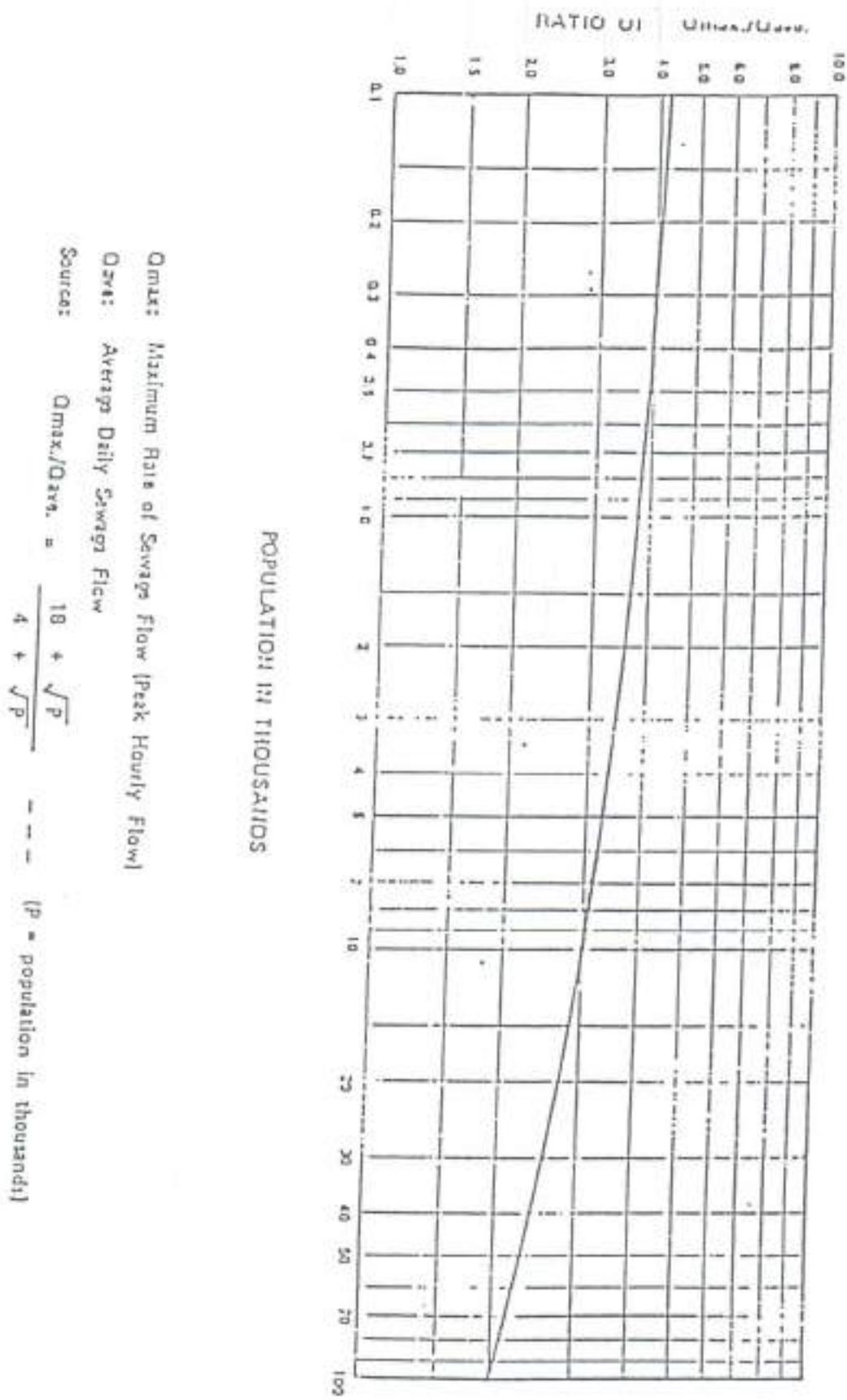
α معامل يتراوح بين ٥ - ١٠ ويؤخذ (١٠)

D قطر الخط (م)

h

العمق المتوسط (م) لخط المواسير أسلف منسوب المياه الأرضية .
وفي حالة صعوبة تطبيق المعادلة وعدم توافر البيانات اللازمة، يؤخذ كمية مياه الرشح (٢٤ - ٩٥) م٣ / يوم / ١كم من خط المواسير أو يؤخذ ٤٦ م٣ / يوم / ١سم من قطر الماسورة / ١كم من خط المواسير، أيهما أكبر .

تصرفات مياه
صرف الصناعي



شكل رقم (٤-٥)

الملاقيه بين تعداد السكان ومعامل التزوّد للتصریفات مياه الصرف الصحي

لحساب كمية مياه الأمطار (Rain Fall) تطبق المعادلة الآتية:

(١٧-٤)

$$Q_{rain} = CIA$$

حيث:

Q_{rain} كمية مياه الأمطار التي تصل إلى خط تجميع مياه الصرف الصحي

C معامل فائض مياه الأمطار و يؤخذ من الجدول رقم (٤-٦)

i كثافة سقوط مياه الأمطار (مم/الساعة)

A المساحة التي يخدمها الخط

جدول رقم (٤-٦)

معامل فائض مياه الأمطار (C)

معامل الفائض (C)	نوع السطح	m
٠,٩٥ - ٠,٧٠	الأسطح والشوارع المرصوفة جيداً	١
٠,٢٠ - ٠,١٠	التربة العادية والشوارع غير المرصوفة	٢
٠,٥٠ - ٠,٣٠	المناطق السكنية (مستوية)	٣
٠,٧٠ - ٠,٥٠	المناطق السكنية (جبلية)	٤
٠,٦٥ - ٠,٥٥	المناطق الصناعية (صناعات خفيفة)	٥
٠,٨٠ - ٠,٦٠	المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)	٦

وفي حالة عدم توافر بيانات عن كثافة سقوط مياه الأمطار (i)، يتم استنتاجها

من المعادلة الآتية:

(١٨-٤)

$$i_c = \frac{L}{60 V_f} + i_c \quad (\text{minute})$$

حيث:

i_c زمن تركيز العاصفة الممطرة ويساوي الزمن اللازم لوصول مياه

الأمطار من بعد نقطة في المساحة المخدومة (A) وحتى بالوعة

صرف الأمطار

- V سرعة مياه الأمطار وتؤخذ ٠,٧٥ (م / ث)
- ٢ زمن دخول مياه الأمطار إلى خط الصرف ويؤخذ من ٣-٢ دقائق
- L طول خط الصرف من المدخل وحتى النقطة المطلوب حساب كمية الأمطار عندها بالเมตร.

وبالحصول على ٢، تبع الخطوات الآتية لتحديد كثافة سقوط الأمطار (i):

- في حالة $i < 20$ < ١٠ دقيقة، تطبق المعادلة الآتية:

$$(19-4) \quad i = \frac{750}{t_r + 10}$$

- في حالة $i > 20$ دقيقة، يتم تطبيق المعادلة رقم (٢٠-٤).

$$(20-4) \quad i = \frac{1000}{t_r + 20}$$

وتتوقف قيمة المعامل (C) على نوع السطح الذي تساقط عليه مياه الأمطار وعلى ميل هذا السطح وعلى فترة سقوط الأمطار.

التصرفات تقسم شبكات الصرف الصحي إلى نوعين: شبكة صرف منفصلة - شبكة صرف مشتركة **التصميمية لخطوط شبكات التجميع**

شبكة الصرف المنفصلة وتحتوى على شبكة صرف لاستقبال المخلفات السائلة (المنزليه والصناعية والتجارية....إلخ) مع وجود شبكة أخرى لاستقبال مياه الأمطار.

التصرفات التصميمية لخطوط شبكة الصرف المنفصلة:

في حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠ مم:

تصمم كالآتي (لن وجدت):

$$(21-4) \quad Q_{design} = Q_{max,D,W,F} + Q_{inf}$$

ثم تصمم على أن تكون المسورة تلبي معلومة، ويراعى ألا يقل التصرف عن ٠,٧٥ م/ث في كلتا الحالتين (حالة وجود أو عدم وجود مياه رشح، حالة أدنى تصرف جاف).

(٢٢-٤)

$$Q_{design} = Q_{min D.W.F}$$

ويجب مراعاة ألا تقل السرعة عن $0,50 \text{ m/s}$.

وفي حالة خطوط المجمعات (قطر أكبر من ٧٠٠ مم):

في هذه الحالة يتم تحديد التصرف التصميمي كما يلى:

(٢٣-٤)

$$Q_{des} = Q_{max D.W.F} + Q_{inf}$$

وتصمم على أن تكون المسورة ثلاثة أرباع مملوءة، ويراعى ألا تقل السرعة عن $1,0 \text{ m/s}$ في جميع الحالات.

(٢٤-٤)

$$Q_{des} = Q_{min D.W.F}$$

ويراعى ألا تقل السرعة عن $0,7 \text{ m/s}$ يضاف كمية الأمطار ومياه الرشح.

وهي شبكة موحدة لاستقبال كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها مضافاً إليها مياه الأمطار.

شبكة الصرف المشتركة

التصورات التصميمية لخطوط شبكة الصرف المشتركة:
تضاف كمية مياه الأمطار ومياه الرشح ويراعى الآتى:

في حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠ مم:

تصمم كالتالى:

(٢٥-٤)

$$Q_{design} = Q_{max D.W.F} + Q_{inf}$$

وتصمم على أن تكون المسورة نصف مملوءة، ويراعى ألا تقل السرعة عن $0,6 \text{ m/s}$ ، وعند إضافة مياه الأمطار:

(٢٦-٤)

$$Q_{design} = Q_{max D.W.F} + Q_{rain} + Q_{inf}$$

ويراعى أن يكون أقصى تصرف جات هو أقصى تصرف يومي خلال

شهر الشتاء، وتحصم على أن تكون الماسورة ثلثي مملوقة، ويراعى لا نقل السرعة عن 0.75 m/s .

وفي حالة (أني تصرف جاف) خلال شهور الشتاء يكون:

$$(27-٤) \quad Q_{design} = Q_{min D,W,F}$$

يراعى لا نقل السرعة عن 0.50 m/s .

في حالة خطوط المجمعات (قطر أكبر من 700 mm):

تحصم بالأخذ في الاعتبار الآتي:

$$(28-٤) \quad Q_{design} = Q_{max D,W,F} + Q_{inf}$$

وتحصم على أن تكون الماسورة ثلثي مملوقة، وعند إضافة مياه الأمطار ومياه الرسمح (إن وجدت) يكون:

$$(29-٤) \quad Q_{design} = Q_{max D,W,F} + Q_{rain} + Q_{inf}$$

ويراعى أن يكون أقصى تصرف جاف هو أقصى تصرف يومي خلال شهور الشتاء.

وتحصم على أن تكون الماسورة ثلاثة أرباع مملوقة، ويراعى لا نقل السرعة عن 1.0 m/s في كلتا الحالتين.

وفي حالة أني تصرف جاف:

$$(30-٤) \quad Q_{design} = Q_{min D,W,F}$$

يراعى لا نقل السرعة عن 0.6 m/s .

اختيار موقع محطات الرفع

- يلازم أن تتوافر في موقع محطات الرفع الشروط الآتية:
- 1- أن يكون الموقع بالأماكن ذات المناسبات المنخفضة لتقليل تكاليف الإنشاء، سواء لشبكات الانحدار أو المحطة الرفع، ويفضل أن تتوسط بقدر المستطاع منطقة الصرف.
 - 2- يفضل أن يكون الموقع في أراضي مملوكة للدولة لقادري إجراءات تزوير الملكية.
 - 3- مراعاة أن تكون مسارات شبكة الانحدار التي تخدم هذا الموقع لا تتقاطع مع العوائق الطبيعية ذات الأعمال الكبيرة كلما أمكن ذلك.
 - 4- أن يكون الطريق المؤدي للمحطة والمدار به خطوط الانحدار المؤدية إليها وخطوط الطرد بعرض كاف لاستيعاب هذه الخطوط مع سهولة الوصول للمحطة وتجنب الطرق السريعة كمسارات للخطوط قدر الأمكان.
 - 5- عدم وجود عوائق بالموقع (أنابيب غاز - خطوط كهرباء....)
 - 6- أن يكون الموقع قريباً قدر الإمكان من أماكن التغذية بالكهرباء والمياه.
 - 7- يراعى لا يزيد عمق ماسورة الداخل للمحطة عن ٦,٥ متر، فيما عدا الحالات التي تتطلب دراسة الفنية والاقتصادية زيادة العمق عن ذلك.
 - 8- أن يكون الموقع بعيداً عن المنشآت القائمة بمسافة كافية حتى لا يحدث أي خلل إنشائي.
 - 9- مراعاة التوازن البيئي مع تجنب تداخل المحطة مع مواقع منشآت التغذية بمياه الشرب على وجه الخصوص.

حدود المناطق المخدومة

يعتمد المخطط العام لشبكات تجميع المخلفات السائلة للمدينة على المخطط العمراني والتخطيط البيكري طبقاً لطبوغرافية المنطقة، ويراعى عند إعداد المخطط العام لهذه الشبكات الاستفادة الكاملة من طبوغرافية المنطقة لتقليل عدد محطات الرفع إلى أقل عدد ممكن. وتخدم كل محطة منطقة، ويفضل أن تكون هذه المنطقة خالية من العوائق (سكة حديد - ترع)، وتضيق محطات الرفع مباشرة إلى مدخل محطات المعالجة (في حالة محطات الرفع الرئيسية)

أو إلى محطة رفع قرية أو إلى المجمعات الرئيسية (في حالة محطات الرفع الفرعية).

التصرفات التصميمية يتم تقدير معدلات التصرف التصميمية لمحطات رفع مياه الصرف لمحطات الرفع كما يلي:

التصرف المتوسط (Q_{av}):

يؤخذ من (٠٠,٩٠,٨) من متوسط الاستهلاك اليومي للمياه وذلك للمدن والتجمعات السكانية التي يغلب عليها الطابع السكاني مشتملاً على الأنشطة الصناعية والتجارية التي تخدم السكان مع مراعاة الأخذ في الاعتبار الفرق في الاستهلاك بين فصل الشتاء والصيف.

معامل الذروة (P.F):

ويتم حسابه من المعادلة (٤-٣١) (عند أقصى تصرف صيفي جاف) كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٢).

(٤-٣١)

$$P.F = \frac{1+14}{(4+\sqrt{P})}$$

حيث (P) تعداد السكان بالألف.

معامل التصرف الأنوى (M.F):

يتم حسابه من المعادلة (٤-٣٢) (عند أنوى تصرف شتوى جاف)

(٤-٣٢)

$$M.F = 0.2\sqrt[4]{P}$$

التصرف الصناعي ($Q_{indust.}$):

في حالة وجود مناطق مخصصة للأنشطة الصناعية للمدينة يؤخذ التصرف الصناعي من ٢-١ لتر/ث/هكتار، وذلك في حالة عدم توافر بيانات محددة عن نوع الصناعات. أما في حالة توافر هذه البيانات فيؤخذ التصرف حسب نوع الصناعة.

التصريف التجاري (Q_{comm}):

في حالة وجود مراكز تجارية تؤخذ قيمة التصريف ما بين (١,٧-٠,٥) لتر/ث / هكتار.

تصريف مياه الرشح (Q_{inf}):

يتم حساب تصريفات مياه الرشح الواردة للشبكة طبقاً لما سبق توضيحة، وأيضاً تبعاً لارتفاع منسوب مياه الرشح فوق الراسم العلوى للموايسير، مع مراعاة انتبعد المساحة التي ينخفض فيها منسوب مياه الرشح عن خط الموسير، وفي حالة عدم توفر بيانات كافية يتم تقديرها كما يلى:

- ٠,٤٦ م^٣/يوم/أمس من قطر خط الموسير/١كم من خط الموسير.
- أو ٠,٢ ل/ث / هكتار.
- أو من ٥ إلى ١٥% من التصريف المتوسط.

تصريف مياه الأمطار:

يتم تقدير كمية مياه الأمطار الواردة إلى محطات الرفع كما هو موضح سابقاً.

التصريف الأقصى (Q_{max}):

يؤخذ إما مساوياً لأقصى تصريف صيفي جاف عند سنة الهدف، ويتم حسابه من المعادلة التالية:

$$(٣٣-٤) \quad Q_{max} = P.F \times Q_{av,summer} + Q_{rain} + Q_{comm} + Q_{inf}$$

$$Q_{av,summer} = (1.2 - 1.3)Q_{av}$$

حيث:

أو من المعادلة الآتية:

$$(٣٤-٤) \quad Q_{max} = P.F \times Q_{av,summer} + Q_{rain} + Q_{comm} + Q_{inf} + Q_{dis}$$

$$Q_{av,water} = (0.7 - 0.8)Q_{av}$$

حيث:

التصريف الأخرى (Q_{min}):

ويؤخذ مساوياً لأنى تصرف شتوى جاف، ويتم حسابه من المعادلة الآتية:

$$(35-4) \quad Q_{min} = (M.F \times Q_{sv}) + Q_{wind} + Q_{cum} + Q_{ref}$$

تصب شبكات تجميع مياه الصرف الصحي تصرفاتها في بياره تجميع حيث يتم ترکيب الطلبات بما مباشرة في هذه البياره(بئر مبتل) أو يخصص جزء من البياره لتركيب الطلبات (بئر جاف). وتؤخذ العوامل الآتية في الاعتبار عند تحديد نوع المحطة :

- المساحة المتاحة لمحطة الرفع (مساحة موقع محطة الرفع وملحقاتها).
- نوع التربة بموقع المحطة.
- كمية التصرفات الواردة لمحطة.

وبذلك تقسم محطات الرفع لمياه الصرف الصحي طبقاً لنوع البياره وشكلها والقدرة الاستيعابية لها كالتالي:

- بياره جافة دائرية الشكل أو مستطيلة.
- بياره مبتلة دائرية الشكل أو مستطيلة.

ويمكن تقسيمها أيضاً كما يلي.

- محطة رفع ذات طلبيات طارده مركزية رئيسية.
- محطة رفع ذات طلبيات طارده مركزية أفقية
- محطة رفع ذات طلبيات غاطسه.

قبل البدء في أعمال التصميم لأعمال تجميع وصرف المخلفات السائلة يجب الحصول على البيانات التالية:

- ١ - خرائط مساحية للمدينة بمقاييس رسم ١ : ٢٥٠٠ موقع عليها حدود الحيز العمراني الحالى والمستقبلى للمدينة.
- ٢ - عمل ميزانية طولية لشوارع المدينة على خرائط ١ : ١٠٠٠ وعلى مسافات لا تزيد عن ٣٠ - ٢٠ متر مع تحديد منسوب تقاطع الشوارع.

اختيار أنواع
محطات الرفع

الأعمال المساحية
والطبوغرافية

- ٣ ربط جميع المناسبات بروبير مساحي، ويلزم تحديد عدد مناسبات من النقاط الثابتة بالمدينة وتوصيفها على الخرائط.
- ٤ عمل ميزانية شبكة لمناطق التوسعات على مسافات كل ٥٠ متر وربطها بالروبير المساحي.
- ٥ عمل ميزانية طولية على مسارات خطوط الطرد المقترحة وذلك من موقع محطات الرفع وحتى مدخل عملية المعالجة وكذلك بين محطات الرفع وبعضها.
- ٦ رفع الوضع القائم للبنية الأساسية للمدينة بمقاييس رسم ١ : ٢٥٠٠ لتحديد الآتي:
 - أ- خطوط مياه الشرب الرئيسية الحالية بالمدينة.
 - ب- مشروعات الصرف الصحي القائمة بالمدينة (إن وجدت).
 - ج- شبكات أخرى رئيسية (كيرباء، هائف، رى).
- ٧ عمل ميزانية شبكة لموقع محطة المعالجة.
- ٨ عمل ميزانية طولية لمسار خط طرد السرب (المياه التي تمت معالجتها) وذلك إلى مناطق الاستصلاح.
- ٩ عمل ميزانية شبكة لمناطق الاستصلاح (إذا طلب ذلك).

تحديد مسارات خطوط الطرد

- ١ بعد إعداد المخطط العام لشبكات الانحدار لتجميع مياه الصرف الصحي، يُبين عليه موقع محطات الرفع المقترحة ومسارات خطوط الطرد المقترحة للمدينة وحتى موقع أعمال المعالجة.
- ٢ إعداد لقطاعات الطولية لمواسير خطوط الطرد موضحاً عليها كافة البيانات.
- ٣ تحدد موقع غرف المحابس وأعمال العدایات وجميع التفاصيل.

تحديد موقع أعمال المعالجة

وتشمل تحديد مدى ملائمة الموقع من الناحية الفنية والاقتصادية والبنية والمناخية، وتحديد أنساب الطرق للاستفادة من المياه بعد المعالجة (سواء

بالصرف على المسطحات المائية أو باستخدامها في الرى والزراعة مع تحديد أنواع المزروعات والمساحات المطلوبة).

كذلك تشمل الدراسة تحديد مناطق الاستصلاح المطلوبة وكيفية الوصول إليها.

قبل البدء في أعمال التصميم لأعمال تجميع وصرف المخلفات السائلة، يجب إجراء دراسة لخصائص التربة، وتشمل ما يلى:

- ١- تحديد موقع الجسات وعدها والأعمق المطلوبة:
 - جسات لموقع محطات الرفع
 - جسات لموقع محطة المعالجة
 - جسات لمسارات خطوط الطرد
 - جسات لمسار خط طرد المياه المنقاء إلى مناطق الاستصلاح.
 - جسات لمسارات خطوط الانحدار.
- ٢- كتابة تقرير فني شامل عن أبحاث التربة لمعرفة خصائصها الطبيعية والميكانيكية والكيميائية.
- ٣- تحديد منسوب المياه الجوفية (تحليل كيميائي لخصائص المياه الجوفية).
- ٤- تحديد للتوصيات المطلوبة بالنسبة لأعمال الحفر والردم والطرق المقترحة لمنفذ الجوابن.
- ٥- تحديد طريقة تخفيض منسوب المياه الجوفية وطريقة نزح مياه الرشح.
- ٦- تحديد منسوب التأسيس لكافة الأعمال والوحدات وطريقة التنفيذ ونوع الأساسات.
- ٧- تحديد الاقتراحات الخاصة بإحلال التربة.
- ٨- كتابة أي توصيات أخرى لازمة لسلامة العمل.

دراسة خصائص التربة

الدراسات المناخية**والبيئية**

من الدراسات الالزامية لتصميم مشروعات الصرف الصحي معرفة الأحوال المناخية والبيئية للمدينة والمناطق المجاورة لها، ويمكن تلخيص هذه البيانات الالزامية كما يلى:

- أ- درجات الحرارة صيفاً وشتاءً (أقصى - متوسط - أدنى)
- ب- درجة الرطوبة على مدار العام (أقصى - متوسط - أدنى)
- ج- درجة البحر على مدار العام
- د- معرفة اتجاه الرياح السائدة أغلب لوقات العام وشتدتها
- هـ- الأشعة الشمسية (الكثافة- الفترة الزمنية)
- و- معدلات سقوط الأمطار (الكثافة - التكرار - الزمن)

٢ - التصميم الهيدروليكي لخطوط مواسير شبكات تجميع مياه الصرف الصحي

يقصد بالتصميم الهيدروليكي لمواسير تجميع مياه الصرف الصحي إيجاد العلاقة التي تربط بين التصرف والسرعة ومساحة مقطع الماسورة.

نظراً لأن الماء سائل غير قابل للانضغاط، لذلك عند مرور الماء خلال ماسورة فإن التصرف خلال أي مقطع من الماسورة يكون ثابتاً، ويتبع لهذا تغير سرعة سريان المياه بال MASURE كـما هو موضح بالشكل رقم (٥-٢) حيث أن:

(١-٢)

$$Q = A \times V$$

وإذا كان قطر الماسورة متغيراً، وبالتالي مساحة مقطعها، فإن:

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2$$

حيث:

: Q التصرف الماء في الماسورة (م³/ث)

: V السرعة في الماسورة (م/ث)

: A مساحة مقطع الماسورة = $\frac{\pi D^2}{4}$ عندما تكون الماسورة مملوءة (م²)

: D القطر الداخلي للماسورة (م)

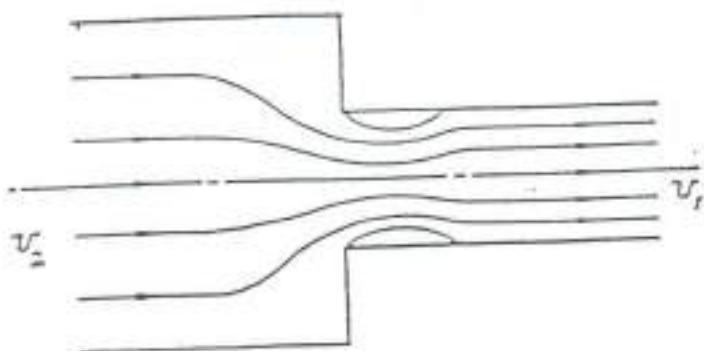
ويتم اختيار القطر الداخلي للماسورة عن طريق المعايير القياسية لكل نوع من أنواع المواسير مع الاستعانة ببيانات الشركة المنتجة لها، ويعبر عن قطر الماسورة بالقطر الداخلي لها بالإضافة إلى ذكر القطر الأسمى أو القطر الخارجي إذا تطلب الأمر ذلك.

ويتم اختيار المركبات في المواسير الأقل ميلًا تبعاً لظروف التصميم، ففي حالة الأرض المنبسطة يتم التصميم على أقل ميل مسموح به للماسورة بحيث لا يحدث ترسيب، أما في حالة الأرض المنحدرة فتقسم الماسورة على ميل يوازي سطح الأرض بحيث لا تزيد السرعة عن ٣٥ م/ث، ويتم تحقيق ذلك باتباع نظام الهيدرات للحصول على ميل مناسب.

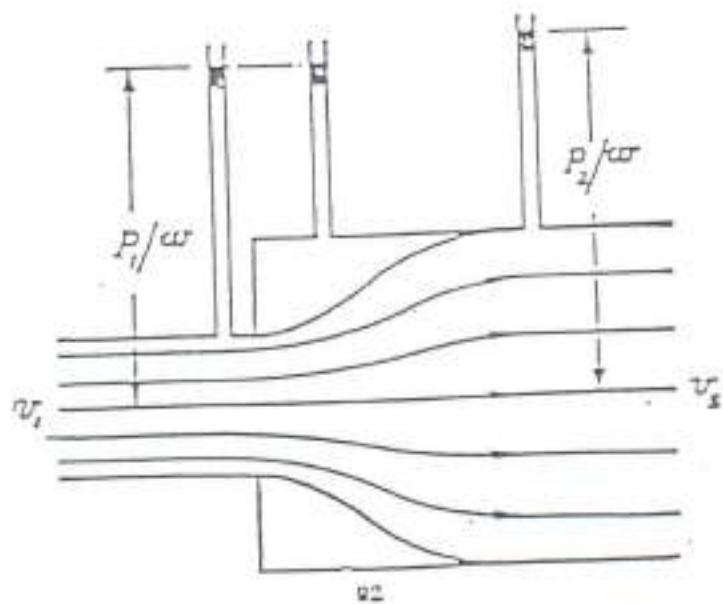
مقدمة

معادلة

الاستمرارية



$$\text{The loss of head} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$



شكل رقم (٥-٢)
معادلة الاستمرارية

مُنتَقِلٌ فِيمَا يَلِي ثُلَاثًا مِنَ الْمُعَادِلَاتِ الْهِيَدْرُولِيَّكِيَّةِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِي التَصْمِيمِ، وَهِيَ مُعَادِلَةُ كُولْ بِرُوكْ وَوَابِيتْ، وَمُعَادِلَةُ هَارْزِنْ وَبِلِيامْزْ، وَمُعَادِلَةُ مَانْجْ.

هِيَ مُعَادِلَةٌ مُسْتَقْدِمةٌ حَسَابِيًّا وَلَهَا أَسَاسٌ رِيَاضِيٌّ وَأَخْدَتْ فِي الْاعْتِبَارِ هَا لِزَوْجَةِ السَّائِلِ وَحَالَتِهِ مِنْ كُونِهِ خَطِيئًا أَوْ مُضْطَرِبًا وَأَخْدَتْ أَيْضًا فِي الْاعْتِبَارِ خَشُونَةَ الْجَدَارِ الدَّاخِلِيِّ لِلْمَاسُورَةِ.

وَتَرْبِطُ مُعَادِلَةُ كُولْ بِرُوكْ وَوَابِيتَ بَيْنَ السَّرْعَةِ، وَالْقَطْرِ، وَالْمَيْلِ الْهِيَدْرُولِيَّكِيِّ، وَتَنْصَنُ عَلَىَ:

(٢-٢)

$$V = -2\sqrt{2gDS} \log \left[\frac{K_s}{3.71D} + \frac{2.51v}{D\sqrt{2gDS}} \right]$$

حيث:

V: سرعة السائل (م/ث)

g: عجلة الجاذبية الأرضية (م/ث²)

D: القطر الداخلي للماسورة (م)

S: الميل الهيدروليكي للماسورة، ويعبر عنه (م/م)

K_s: خشونة الجدار الداخلي للماسورة، ويعبر عنه (م)

v: معامل الزوجة ويعبر عنه (م³/ث)

ومن دراسة معايير كول بروك نستنتج الآتي:

- ١- يفضل استخدام هذه المعايير نظرًا لمسؤوليتها من حيث وصفها للماء والوسط الناقل له (جدار الماسورة الداخلي).
- ٢- نظرًا لصعوبية حل المعايير حسابياً فيفضل استخدام المختبرات أو التجارب وذلك بغرض تسهيل حل المعايير، كما يستخدم الجدول رقم (٢-٢) لتعيين قيمة (K_s) لأنواع المسوير المختلفة أو القيمة التي يوصي بها المنتج.
- ٣- يستخدم الجدول رقم (٢-٢) لتعيين قيمة (v) معامل الزوجة عند درجات الحرارة المختلفة سواء لمياه الشرب أو مياه الصرف الصحي.

المعادلات

الهيدروليكيّة

معادلة كول

بروك ووابيت

(٤-٢) جدول رقم (٤-٢)

قيم خشونة الجدار للأنواع المختلفة من المواسير (Ks)

رقم مسلسل	نوع المسورة	قيمة (Ks) (مم)	حالة المسورة قديمة	حالة المسورة عادية	حالة المسورة جيدة
١	أسمنت لسمتي	٠,٠٣		٠,٠١٥	
٢	بلاستيك (PVC):				
	- مواسير بلاستيك بوصلات ملحوظة	٠,٠٣		-	
	- مواسير بلاستيك بوصلات رأس وذيل بحلقة كاوش	٠,٠٣		-	
٣	بوليستر مسلح بالياف زجاج	٠,٠٣	٠,٠٣		
٤	خرسانة سابقة الإجهاد	٠,٣	٠,١٥		
٥	خرسانة عادية	٠,٣	٠,١٥	٠,٠٦	
٦	خرسانة مسلحة	٠,٣	٠,١٥	٠,٠٦	
٧	زهر مرن:				
	* مواسير ذات حماية داخلية من الموننة الأسمانية	٠,٠٣		-	
	* مواسير ذات حماية داخلية من البيتومين	٠,٠٣		-	
٨	صلب:				
	* مواسير ذات حماية داخلية من الموننة الأسمانية	٠,٠٣		-	
	* مواسير ذات حماية داخلية من البيتومين	٠,٠٣		-	
٩	فخار مزج ذات رأس وذيل بالوصلة المرنة وكتل بوصلة الموننة الأسمانية (القلفطة)	٠,٠٦			

ملحوظة قوية: الأسمدة المستخدم في كافة أعمال الصرف الصحي ومن ضمنها أعمال المواسير يجب أن يكون من النوع المقاوم

للتأثيرات

جدول رقم (٣-٢)

قيم معامل الزوجة (٧) عند درجات الحرارة المختلفة

معامل الزوجة ٠,٦٠٤ ٠,٥٥٦ ٠,٥١٤ ٠,٤٧٨ ٠,٤٤٦ ٠,٤١٧ ٠,٣٩٢ ٠,٣٦٦	درجة الحرارة (درجة منوية) ٤٥ ٥٠ ٥٥ ٦٠ ٦٥ ٧٠ ٧٥ ٨٠	معامل الزوجة ٠,٥٢١ ١,٣١٠ ١,١٤٨ ١,٠٠٧ ٠,٨٩٧ ٠,٨٠٤ ٠,٧٢٥ ٠,٦٦١	درجة الحرارة (درجة منوية) ٥ ١٠ ١٥ ٢٠ ٢٥ ٣٠ ٣٥ ٤٠
٠,٦٠٤	٤٥	٠,٥٢١	٥
٠,٥٥٦	٥٠	١,٣١٠	١٠
٠,٥١٤	٥٥	١,١٤٨	١٥
٠,٤٧٨	٦٠	١,٠٠٧	٢٠
٠,٤٤٦	٦٥	٠,٨٩٧	٢٥
٠,٤١٧	٧٠	٠,٨٠٤	٣٠
٠,٣٩٢	٧٥	٠,٧٢٥	٣٥
٠,٣٦٦	٨٠	٠,٦٦١	٤٠

تعتبر هذه المعادلة من أكثر المعادلات شيوعاً في الاستخدام لعدة أسباب لأنها:

- ذات صيغة مناسبة وسهلة في الاستخدام.
- حققت نتائج عملية مناسبة تتفق مع الصيغة الرياضية.
- صالحة للاستخدام لمدى واسع من الأقطار، ولقيم معامل احتكاك C أكبر من ١٠٠.

والمعادلة الأصلية هي على الصورة

$$(٣-٢) \quad H_C = 10.706 \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} \times D^{-4.87} \times L$$

ومنها يمكن استنتاج معادلة السرعة لهازن ويليانز

(٤-٢)

$$V = 0.355 \times C \times D^{0.63} \left(\frac{H}{L} \right)^{0.54}$$

جدول:

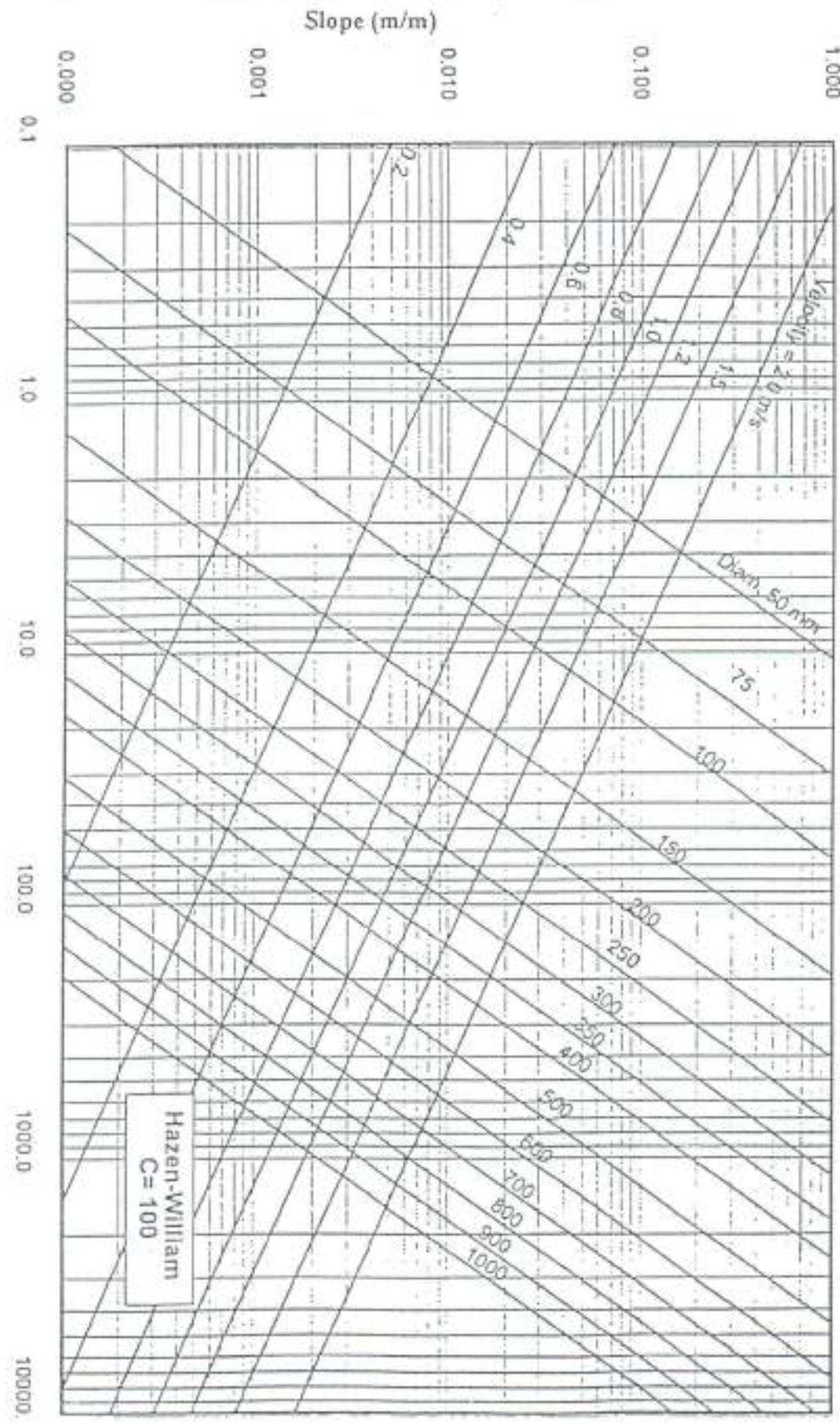
C: معامل الاحتكاك لهازن - ويليامز.

وووضح الشكل رقم (٦-٢) المنحنيات الخاصة بمعادلة هازن - ويليامز، عند معامل احتكاك $C = 100$ كما توجد منحنيات أخرى عند قيم C أكبر من ذلك، كما يوضح الجدول رقم (٤-٢) القيم المختلفة لمعامل الاحتكاك C تبعاً لنوع الماسورة.

جدول رقم (٤-٢)

قيم معامل الاحتكاك (C) في معادلة هازن - ويليامز

معامل C	نوع الماسورة	
١٣٠ - ١٢٠	فخار مزجج	-١
١٠٥ - ١٠٠	بلاستيك	-٢
١٥٥ - ١٥٠	بولستر مسلح بالياف الزجاج	-٣
١٤٥ - ١١٠	خرسانة مسلحة	-٤
١٤٥ - ١٤٠	خرسانة سابقة الإجهاد	-٥
١٣٠ - ١٠٠	خرسانة عادية	-٦
١٤٠ - ١٣٠	اسيمنتوس لسمنتي	-٧
١٤٥ - ١٤٠	زهر مرن	-٨
١٤٥ - ١٤٠	صلب	-٩



شكل رقم (١-٢)
المخطط الخاص بمعامل هازن - وييلز عند معامل لامتكا 100

معادلة مانج

الفصل الثاني: تخطيط وتصميم شبكات تجميع مياه الصرف الصحي

٤٠٠٤

ترتبط معادلة مانج بين السرعة، ومعامل الاحتكاك، والميل الهيدروليكي للراسورة، ومساحة مقطع الماسورة، ومحيط الجزء المبطن منها وتنص على:

(٥-٢)

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

حيث:

V : سرعة التصرف (م/ث)

R : نصف القطر الهيدروليكي ($\frac{A}{P}$)

A : مساحة مقطع الماسورة (م^٢)

P : المحيط المبطن (م)

S : الميل الهيدروليكي للماسورة (م/م)

n : معامل الاحتكاك ويعتمد على نوع مادة الماسورة

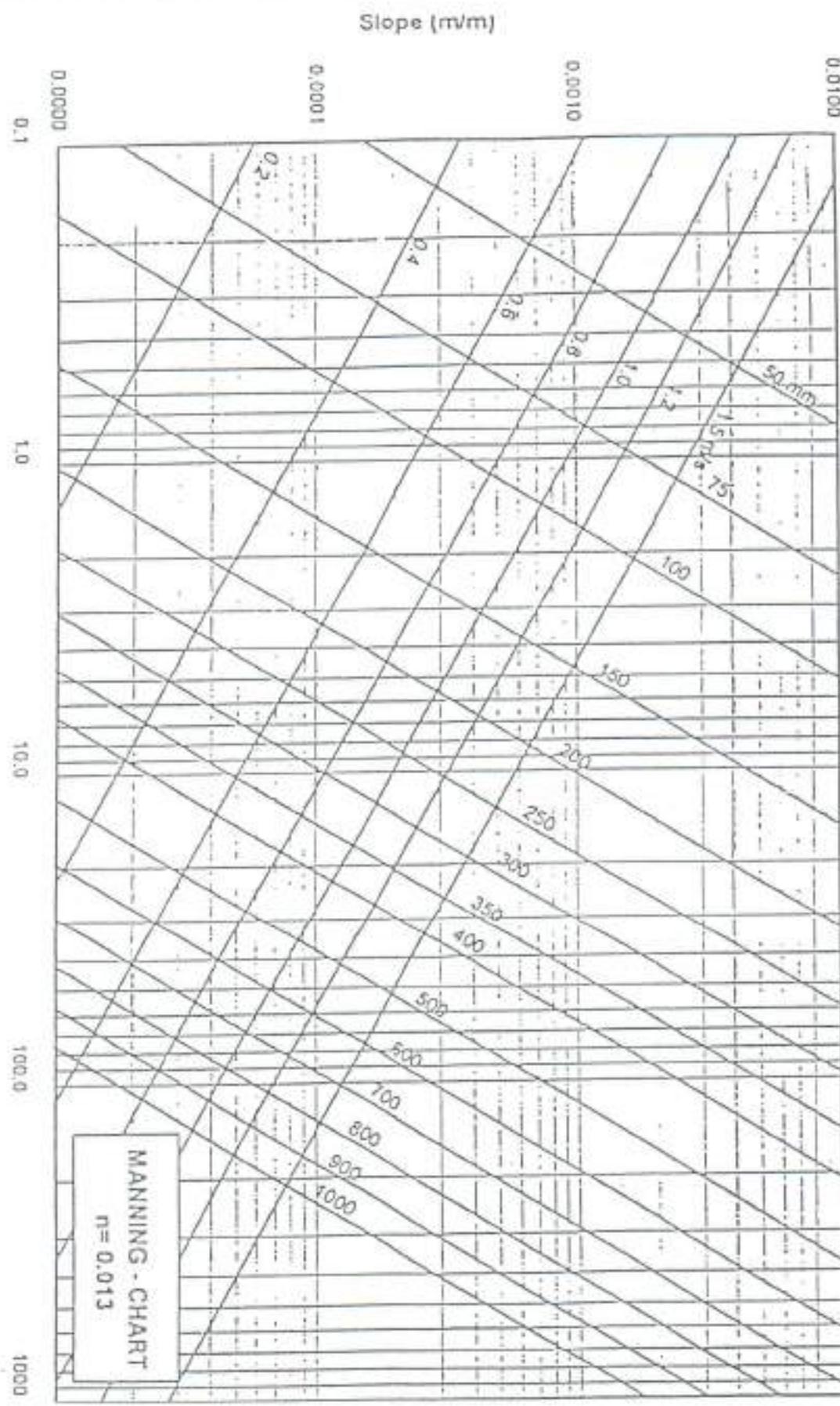
ونظرأً لصعوبة استخدام المعادلة فإنه يتم استخدام المتغيرات الموضحة بالشكل رقم (٧-٢).

ويعرض الجدول رقم (٥-٢) قيم معامل الاحتكاك (n) في معادلة مانج، وذلك للمواسير والمجاري المائية المستخدمة في أعمال الصرف الصحي.

جدول رقم (٥-٢)

قيم معامل الاحتكاك (n) في معادلة مانج

رقم مسلسل	نوع الماسورة	معامل الاحتكاك (n)
١	لسبيسوس لسيتشي	٠,٠١٥ - ٠,٠١١
٢	مجاري خرسانية	٠,٠١٨ - ٠,٠١٢
٣	مواسير زهر غير مبطنة	٠,٠١٥ - ٠,٠١٢
٤	مواسير زهر مبطنة بالأسفلت	٠,٠١٥ - ٠,٠١١
٥	مبطنة بعونة الأسمنت	٠,٠١٥ - ٠,٠١١
٦	مواسير خرسانية	٠,٠١٦ - ٠,٠١٢
٧	مواسير بلاستيك	٠,٠١٥ - ٠,٠١١
٨	مواسير فخار مزجاج	٠,٠١٧ - ٠,٠١٠



شكل رقم (٧-٢)
الم酣نات الخاصة بمعادلة ماننج

اشتراءات يجب
أخذها في
اعتبار عند
التصميم

قطر الماسورة:

يتم اختيار قطر ماسورة الصرف الصحي بحيث تستوعب أقصى تصرف (Design peak flow)، على أن تكون الماسورة مملوقة جزئياً حتى لا يحدث تحمل لاهوائي، وتتراوح نسبة الامتداء من 0,5 إلى 0,8 من تصرف الامتداء.

ومن واقع الخبرة العملية فإن نسبة الامتداء تتغير تبعاً لقطر الماسورة كما هو موضح بالجدول رقم (٦-٢).

جدول رقم (٦-٢)

العلاقة بين نسبة الامتداء وقطر ماسورة الصرف

نسبة الامتداء	قطر الماسورة (مم)
0,5	٢٥٠، ٢٢٥، ١٧٥
0,67	٦٠٠، ٤٥٠، ٣٧٥، ٣٠٠
0,8	٨٠٠ وأكبر

ولا يجب أن يقل قطر ماسورة الصرف عن ١٧٥ مم للوصلات المنزلية الصغيرة، وذلك منعاً لاحتمال سددها بما قد تحمله من مواد صلبة كبيرة.

معامل الاحتكاك:

يفضل استعمال معامل احتكاك ($n = 0,013$) حيث يعطي كل نوع المواسير.

السرعة في مواسير الصرف:

يجب أن تكون سرعة سريان المياه في مواسير الصرف كافية لمنع رسمب المسواد العالقة في قاع الماسورة، وتسمى هذه السرعة سرعة التنظيف الذاتي (Self - cleaning velocity). وقد وجد أنها يجب ألا تقل عن ٦٠ سنتيمتراً في الثانية، عندما يكون التصرف في الماسورة مساوياً للتصرف المتوسط في اليوم، بينما في حالة أقصى تصرف جاء يجب ألا تقل السرعة عن ٧٥ سنتيمتراً في الثانية.

أما في حالة أننى تصرف فيسمح بهبوط السرعة حتى ٤٥ أو ٥٠ ممتر/متر^٢ فى الثانية، وذلك لأن المياه عند تكون خالية نسبياً من المواد العالقة نظراً لأن هذا التصرف يحدث عادة فى ساعات الليل حيث يكون مصدر أغلب المياه فى الماسورة هو مياه الرشح. وبذلك نضمن عدم حدوث أى ترسيب فى جميع الحالات. ويمكن استخدام المنحنى الموضح بالشكل رقم (٨-٢) لتحديد أقصى وأدنى سرعة طبقاً للتصرف فى كل حالة.

أقل ميل:

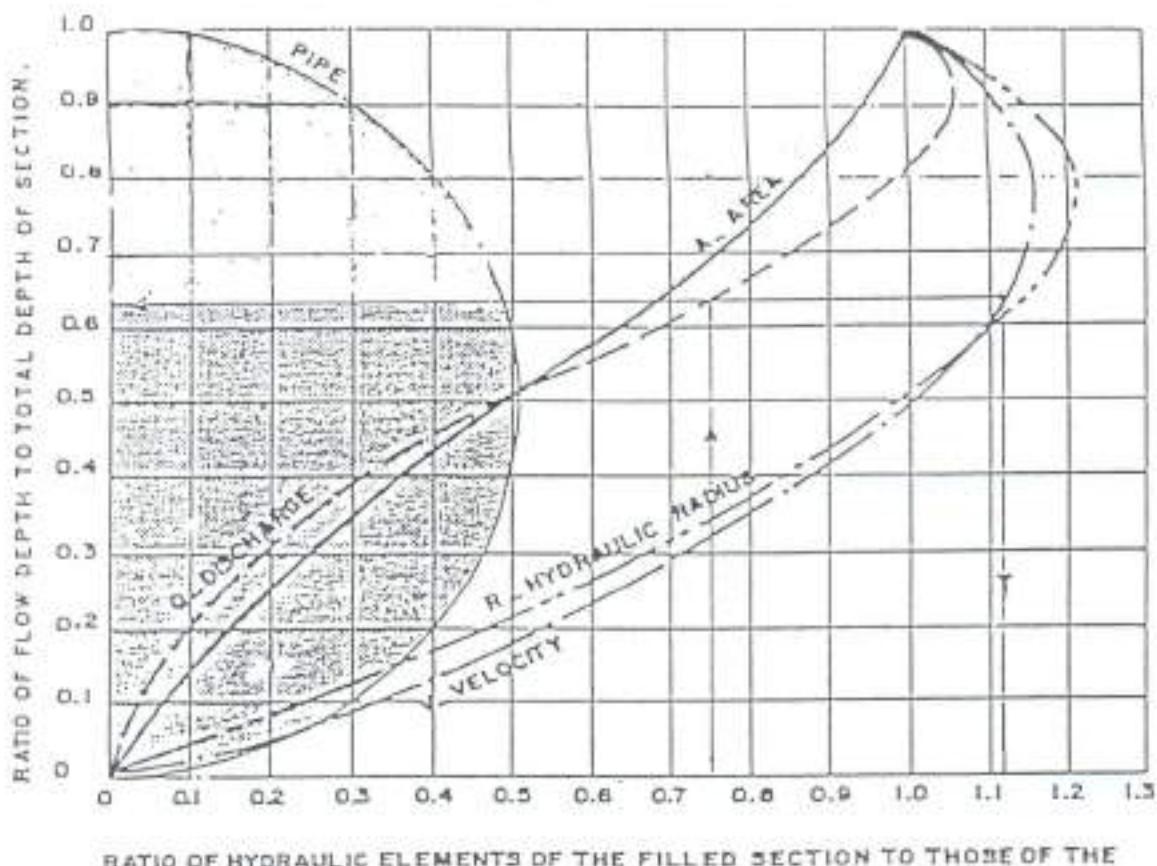
يتغير أقل ميل للماسورة حسب قطرها. ويوضح جدول رقم (٧-٢) أقل ميل مسموح به للماسورة.

جدول رقم (٧-٢)

العلاقة بين قطر الماسورة وأقل ميل

أقل ميل للماسورة (م/م)	قطر الماسورة (مم)
٠,٠٠٤	١٧٥
٠,٠٠٣٥	٢٢٥
٠,٠٠٣٠	٢٥٠
٠,٠٠٢	٣٠٠
٠,٠٠١٥	٣٧٥
٠,٠٠١٢	٤٥٠
٠,٠٠١	٥٠٠
٠,٠٠٠٧٥	٦٠٠
٠,٠٠٠٥٥	٨٠٠
٠,٠٠٠٤٠	١٠٠٠
٠,٠٠٠٤٢	١٢٠٠
٠,٠٠٠٢٤	١٥٠٠

ويمكن استخدام جداول ملحق هذا الكتاب لتصميم مواسير تجميع مياه الصرف الصحي بالاتحاذار مباشرة بعد معرفة التصرف المعلوم والميل الاقتصادي.



RATIO OF HYDRAULIC ELEMENTS OF THE FILLED SECTION TO THOSE OF THE FULL SECTION.

$$\frac{V}{V_{full}} = \frac{Q}{Q_{full}} + \frac{A}{A_{full}} - \frac{R}{R_{full}}$$

EXAMPLE (1)

$$\frac{Q_{max}}{Q_{full}} = 0.75 \rightarrow \frac{V_{max}}{V_{full}} = 1.12 , \quad \frac{D_{max}}{D_{full}} = 0.63$$

EXAMPLE (2)

$$\frac{Q_{min}}{Q_{full}} = 0.20 \rightarrow \frac{V_{min}}{V_{full}} = 0.75 , \quad \frac{D_{min}}{D_{full}} = 0.31$$

شكل رقم (٨-٢)

العنصر الهيدروليكي لمواسير الانحدار غير الممتدة في القطاع الدائري

المطابق:

يجب وضع المطابق في الموقع الذي يتغير فيها ميل المسورة أو قطرها أو اتجاهها، وعند التقاطعات، وعند بداية كل ماسورة، وتوضع المطابق على مسافات معينة تحدد بواسطة الكود المصري بغرض إجراء أعمال الصيانة، ويوضح الجدول رقم (٨-٢) العلاقة بين قطر المسورة والمسافة بين المطابق، ويعرض الشكل رقم (٩-٢) مطابقاً نموذجاً.

جدول رقم (٨-٢)

العلاقة بين قطر ماسورة والمسافة بين المطابق

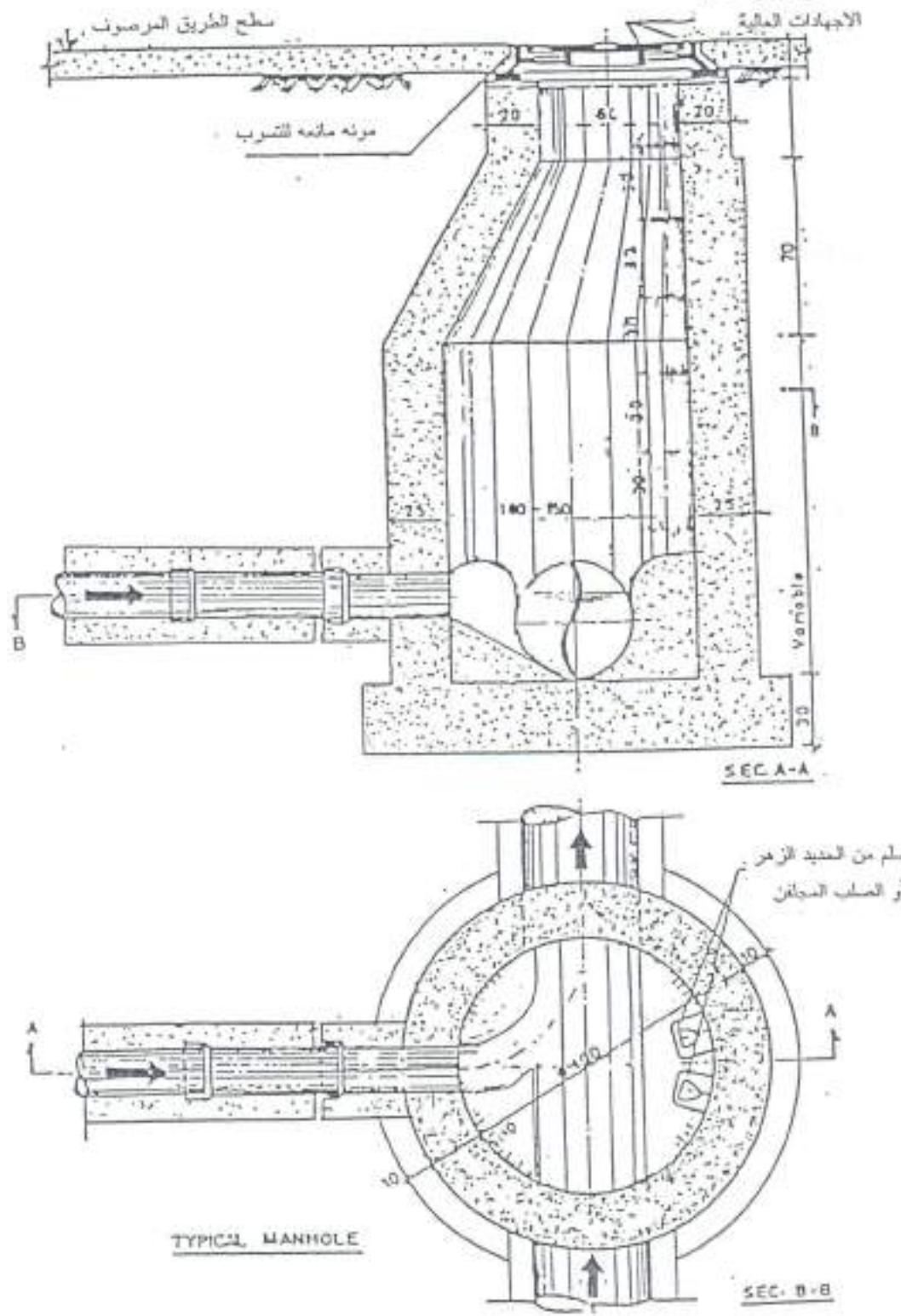
المسافة بين المطابق (م)	قطر المسورة (مم)
٣٠	٢٢٥ - ١٧٥
٤٠	٣٧٥ - ٣٠٠
٥٠	٤٥٠
٨٠	٨٠٠ - ٦٠٠
١٠٠	١٢٠٠ - ١٠٠٠
١٢٠	أكبر من ١٥٠٠

ويينبغي إضافة مطبق بهدار إذا كانت المسورة الداخلية للمطابق أعلى بمتر واحد أو أكثر من المسورة الخارجية من المطابق، ويكون الهدار من النوع الخارجي الموضح بالشكل رقم (١٠-٢).

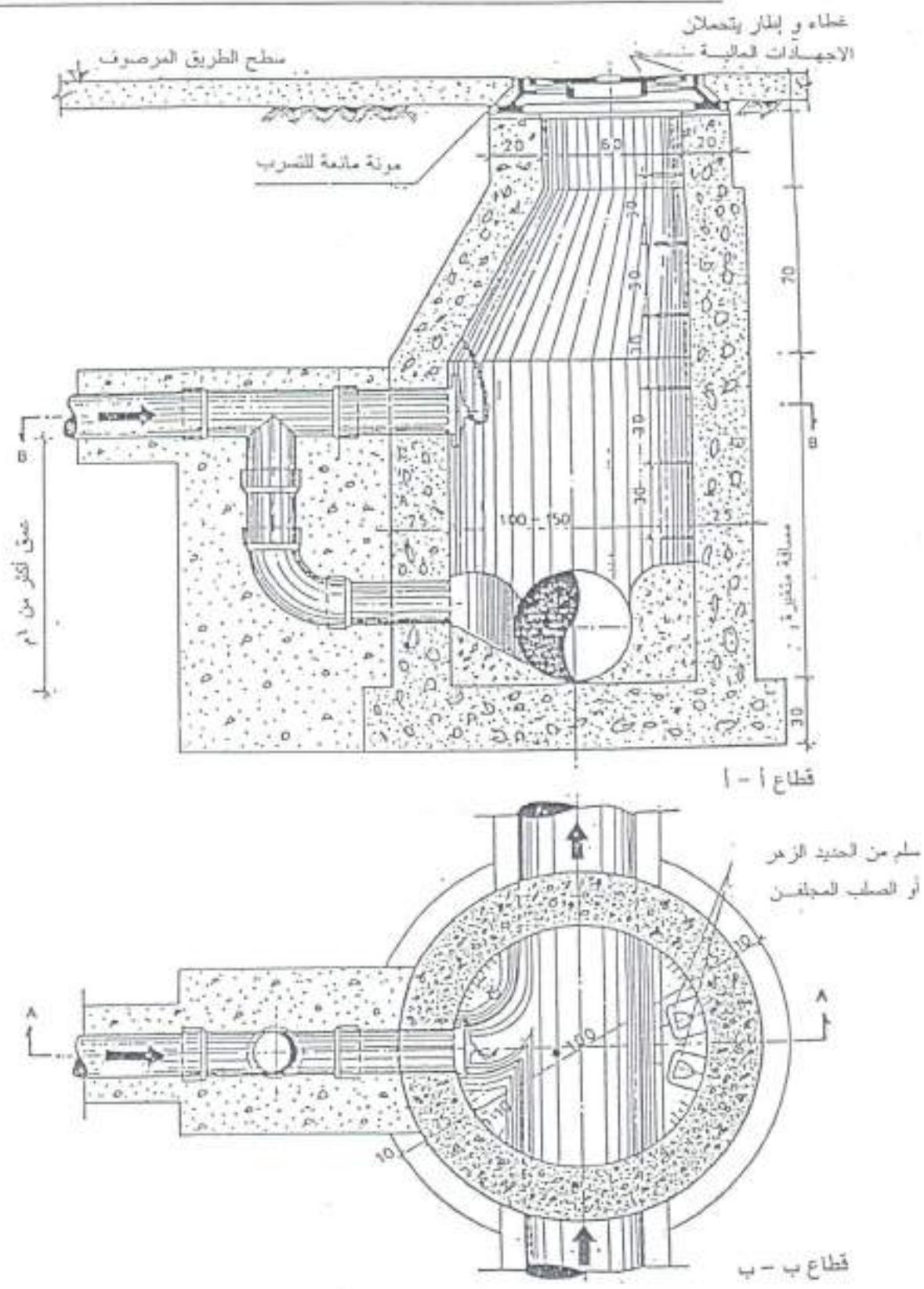
وإذا لم يكن قطراً المسورة الداخلية والمسورة الخارجية متساوين فيجب أن يتطابق الراسم العلوي لكل منها مع الآخر، ولا يقل عمق المطابق عن ١,٢٠ متر.

وبعد تحديد قيمة التصرف عند امتلاء المسورة بحوالى ٤,٢٥ مرة أخرى تصرف، فإن تصميم ماسورة تجميع مياه الصرف الصحي هو في الواقع تطبيق لقوانين السابقة على ماسورة دائرية مماثلة ولكن ليست تحت ضغط، هذه القوانين تحتوى على خمسة متغيرات هي التصرف (Q)، السرعة (V)، القطر (D)، معامل الاحتكاك (n)، وميل بدن المسورة (S). وهذه المتغيرات الخمسة تتناسب مع بعضها، وبمعرفة أي ثلاثة منها يمكن حساب المتغيرين الباقيين.

شماره و پیمان یکم



شکل رقم (۹-۲)



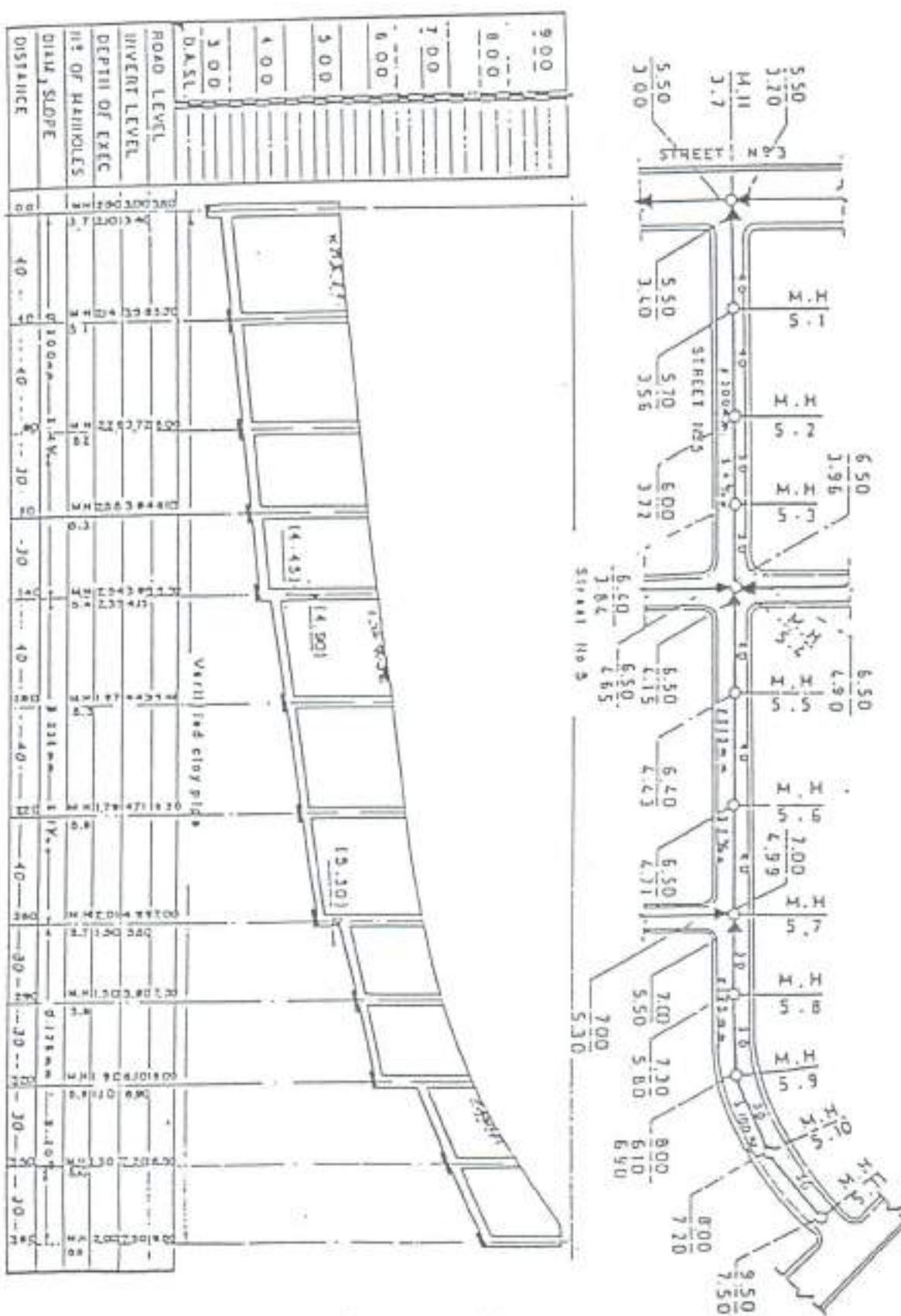
شكل رقم (١٠-٢)

مطبق في مصر

**القطاعات الطولية
لمواسير الاتحدار**

بعد إتمام تصميم مختلف مواسير شبكة تجميع مياه الصرف الصحي بالاتحدار الطبيعي، أي تعين القطر والميل، ترسم قطاعات طولية لخطوط المواسير المختلفة، كالمبين بالشكل رقم (١١-٢)، وتوضح عليها البيانات الآتية:

- أ - منسوب الأرض الطبيعية أو منسوب أعلى الرصف.
- ب - منسوب قاع الماسورة.
- ج - عمق الحفر حتى قاع خندق الماسورة.
- د - ميل الماسورة.
- هـ - نوع مادة الماسورة.
- و - أماكن تقاطع المواسير حيث تنشأ المطابق.
- ز - أماكن المطابق ولرقمها.
- حـ - موقع المنشآت المقامة على الخط.
- طـ - موقع عبور العوالق المختلفة (سكك حديدية - مجاري مائية - ترع ومصارف - طرق رئيسية).
- ي - توصيات المباني المختلفة على خطوط المواسير.
- لـ - أساسات المواسير ومتانتها.



مکمل (۲-۱)

الخطاطعات الطويلية لدو اسپير مياه الصرف الصحي بالازدبار الطبيعي

٣- أنواع مواسير شبكات تجميع مياه الصرف الصحي

هناك بعض العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار نوع المواسير المستخدمة في شبكات تجميع مياه الصرف الصحي ويمكن ذكر هذه العوامل كما يلى:

- * خواص مياه الصرف الصحي التي تحملها المواسير.
- * العمر الافتراضي لنوع المواسير وعلاقته بالفترة التصميمية للمشروع.
- * مدى مقاومة المواسير للنحر نتيجة السرعات العالية.
- * التأكل نتيجة الأحمال المتواجدة داخل المواسير وخاصة في الجزء العلوي الداخلي.
- * السهولة في النقل وال搬动和 التركيب وتحمل المواسير للأحمال المؤثرة عليها داخلياً وخارجياً.
- * نوع الوصلات المستخدمة لهذا النوع وسهولة تركيبها.
- * مسامية مادة المواسير.
- * الأقطار والتوزيع المتأخرة.
- * أسعار المواسير.

ومن الصعب أن تتوافق جميع الاحتياجات في نوع واحد من الأنواع المختلفة ولذلك فإنه يتم اختيار أنساب هذه الأنواع طبقاً لظروف المدينة.

وعوماً فإن أنساب أنواع المواسير بالانحدار الطبيعي والتي تستخدم في تجميع مياه الصرف الصحي هي مواسير الفخار المزجاج، والبلاستيك، والألياف الزجاجية (الفيبرجلاس)، والمواسير الخرسانية. وسنتناول فيما يلى هذه الأنواع الأربع مع تلخيص مميزات وعيوب كل نوع منها.

١. مواسير الفخار هي مواسير مصنوعة من خليط متجانس من الطين المحروق في درجة حرارة لا تقل عن ١١٠٠ درجة مئوية، وهي مزجاجة من الداخل والخارج

بطبقة شبيهة بالزجاج (محلول كلوريد الصوديوم). وينتج هذا النوع من المواسير بأطوال تتراوح من ١٠٠ متر إلى ٢٠٠ متر وبأقطار تتراوح من ١٠٠ مم إلى ١٠٠٠ مم.

مميزات مواسير الفخار المزجج:

- * لها مقاومة عالية للتآكل والبرى.
- * ذات مقاومة عالية للأحماض والكيماويات (باستثناء حمض الهيدروفلوريك).
- * مصممة للتركيب باستخدام وصلات مرنة أو بحب الكتان والمونة الأسمنتية.
- * تتميز بنعومة سطحها الداخلي.
- * لا تتأثر بالعوامل الجوية أو الأرضية أو لبارات الكهربائية الشاردة.
- * العمر الافتراضي للمواسير طويل يصل إلى ٦٠ أو ٧٠ عاماً.
- * أرخص أنواع المواسير لأن الخامات متوفرة في مصر.

عيوب مواسير الفخار المزجج:

- * مقاومتها ضعيفة للصدمات.
- * تحتاج إلى عناية خاصة عند مناولتها وتركيبها نظراً لسهولة كسرها.
- * ذات مسامية عالية لذلك لا ينصح باستخدامها في المناطق التي يرتفع بها منسوب المياه الجوفية.
- * لا يزيد طول الماسورة من هذا النوع عن مترتين فقط، وبالتالي فسوف تحتاج الخطوط إلى عدد كبير من المواسير مما يستغرق وقتاً كبيراً في الإنشاء.

أنواع الوصلات بين مواسير الفخار المزجج:

تنتج هذه المواسير برأس وذيل، وبأطوال ١، ١,٥، ٢ متر، وبأقطار من ١٥٠ مم حتى ٧٠٠ مم، وتكون وصلاتها كما يلى:

*** وصلة مرنة:**

وهي إما وصلة مرنة من البلاستيك مزودة بحلقات من الكاوتش، أو وصلة رأس وذيل مزودة بحلقة من الكاوتش.

* وصلة ثانية:

يتم توصيل المواسير بأن يدخل ذيل الماسورة في رأس الماسورة التالية، وذلك بعد أن توضع حلقة من حل الكتان المشبع بالأسمدة اللبناني في الفراغ بين الذيل والرأس. ثم يتم ذلك جيداً، ويملأ الفراغباقي بمونة الأسمنت ورمل بنسبة ١ : ١.

وتحتاج هذه الوصلة بما يلى :

- ضمان استقامة محاور المواسير المتتابعة.
- منع تسرب مونة الأسمنت والرمل إلى داخل الماسورة.
- ثبات المواسير في موضعها وعدم هبوطها أو تلف لحاماتها قبل جفاف الأسمنت.

أما عيوب الوصلة فتتمثل في أنها صلبة، مما يعرضها للترخ إذا حدث هبوط في التربة أسفل الماسورة. لذلك يفضل استبدال مونة الأسمنت والرمل بمادة بيتمينية تسخن حتى درجة ٦٠ ٤ فهرنهايت (٥ درجة منوية)، ثم تصب في الفراغ الموجود بين الرأس والذيل.

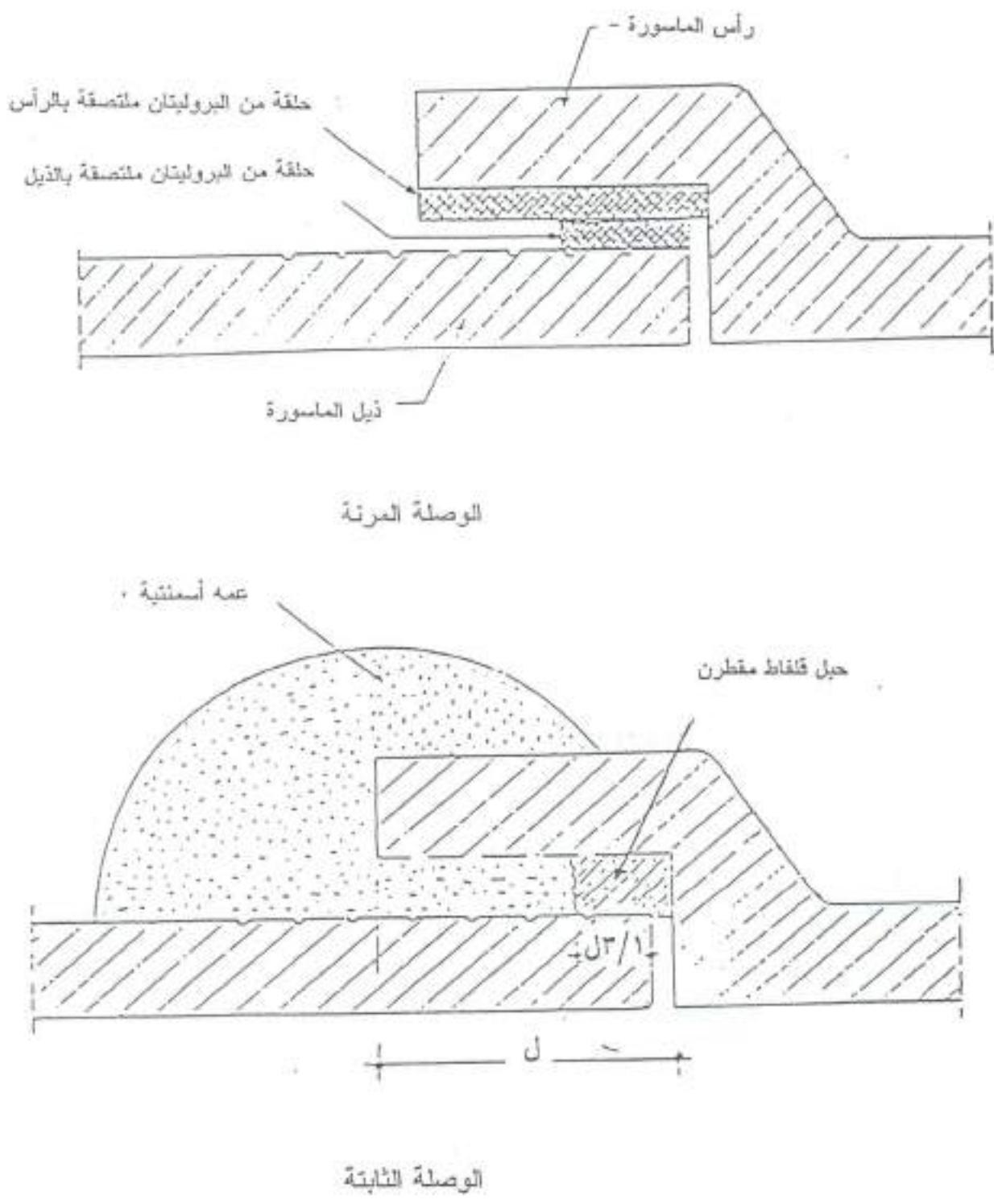
ويعرض الشكل رقم (١٢-٢) كل من الوصلة المرننة والوصلة الثابتة لمواسير لفخار المزجج.

هي مواسير مصنوعة من مادة بولي كلوريد الفينيل غير اللدن وبعض المواد المضافة غير الصاما، وينتج هذا النوع من المواسير في مصر بأطوال ٣، ٦، ٩ أمتار، وبأقطار حتى ٤٠٠ مم. ويعرض الشكل رقم (١٢-٢) الأشكال المنتجة من المواسير البلاستيك، بينما يوضح الشكل رقم (١٤-٢) قطع الاتصال المستخدمة في تركيبها.

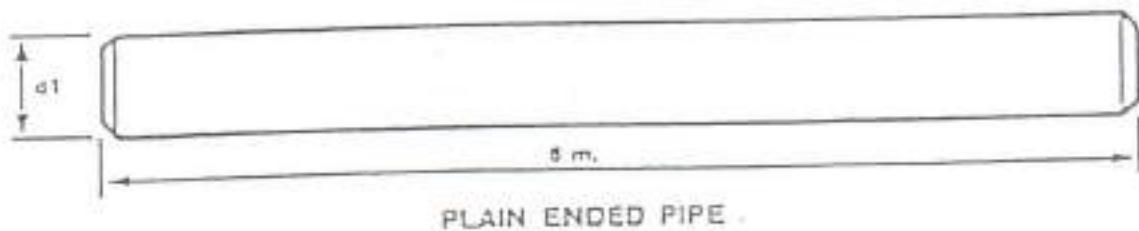
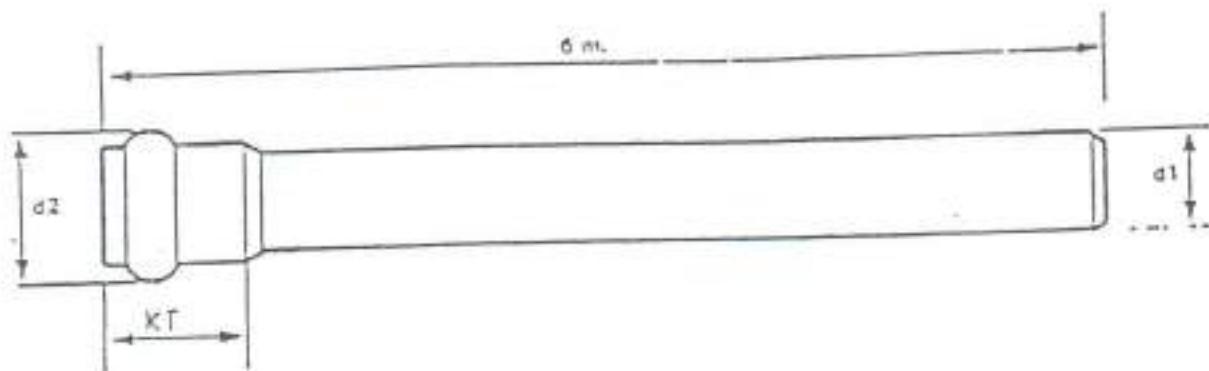
٢. مواسير

البلاستيك

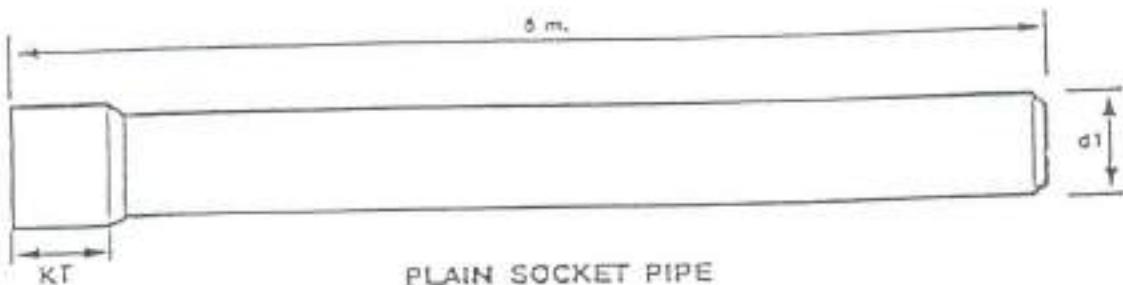
uPVC



شكل رقم (١٢-٢)
الوصلة المرنة والوصلة الثابتة لمواسير الفخار المزجاج

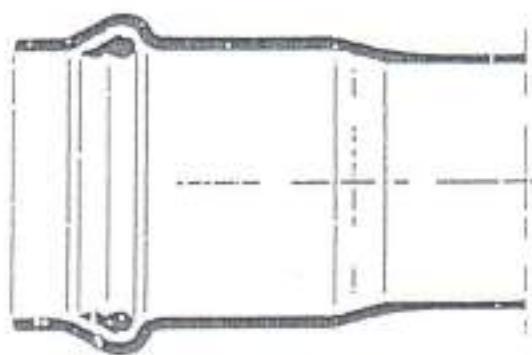
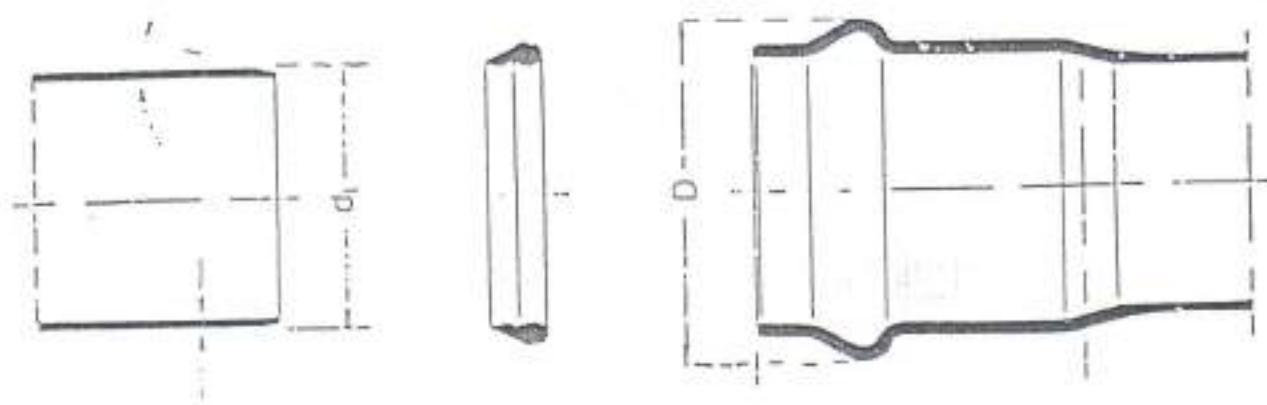


PLAIN ENDED PIPE .

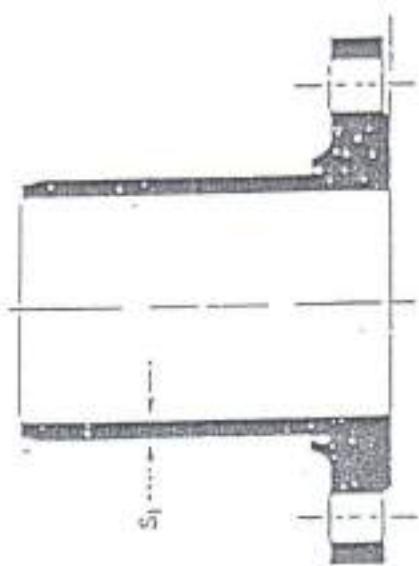


PLAIN SOCKET PIPE

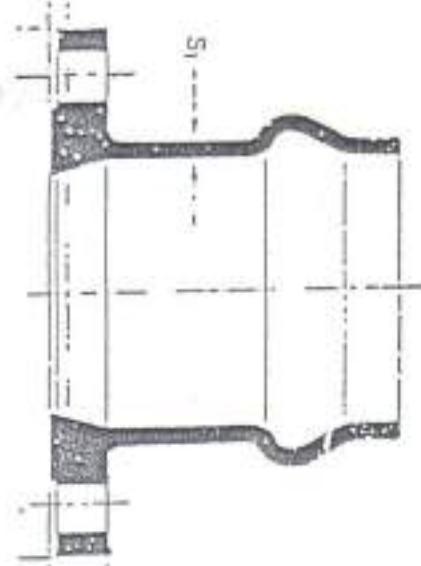
شكل رقم (١٢-٢)
الأشكال المنتجة من المواسير البلاستيك



مواسير PVC



قطعة اتصال وجه ذوبل



قطعة اتصال وجه ورأس

شكل رقم (١٤-٢)

قطع الاتصال المستخدمة في تركيب المواسير البلاستيك

مميزات مواسير البلاستيك:

- خفيفة الوزن.
- سهلة التركيب.
- قوية التحمل للصدمات.
- عديمة التأثير بالأحماض أو القلوبيات أو الأملاح.
- مقاومة للصدأ.
- لا تؤثر في خواص السوائل المنقولة.
- نعومة السطح الداخلي مما يقلل احتمال حدوث ترسب داخليها.
- عدم نفاذيتها وإحكام وصلانها مما يقلل من احتمالات وصول مياه الرياحن إليها.
- مقاومة للحرائق.

عيوب المواسير البلاستيك:

تتأثر بالحرارة الشديدة لذلك لا تستخدم فوق سطح الأرض وتحت أشعة الشمس المباشرة، وكذلك لا تستخدم في نقل السوائل ذات الحرارة الأعلى من ٦٠ درجة مئوية.

هي مواسير مصنوعة من خليط مكون من الآتي:

٢. **مواسير الألياف الزجاجية (الفيبر جلاس)**
- بولي إستر، وهو راتنج سائل كمادة لاصقة.
- ألياف الزجاج المعروفة بال-Glass E، وتستخدم على هيئة خيوط مركبة من شعيرات مستمرة، متوسط قطر الشعيرة حوالي ١٥ ميكرون.
- شرائط رقيقة من ألياف الزجاج المعروفة بال-Glass C، مصنوعة من شعيرات دقيقة متسموجة من الزجاج المحتوى على نسبة عالية من أكسيد السيليكون (٦٦ %)، وتستخدم في بناء الطبقة الداخلية والخارجية للمواسير.
- رمل الكوارتز، ويحتوى على ٩٥ % أكسيد سيليكون، ويستخدم في التصنيع كمادة مالئة، وتحتلت نسبة بمسافته حسب نوعية المواسير.

ويتم تصنيع هذا النوع من المواسير في مصر بأطوال من ٦ إلى ١٢ متراً وأقطار من ٢٠٠ مم إلى ١٨٠٠ مم.

مميزات مواسير الفيبر جلاس:

- * ممتازة عالية.
- * مرنة مناسبة.
- * نعومة فائقة للسطح الداخلي.
- * مقاومة عالية لتأثير الأحماض والقلويات والمواد المؤكسدة والأملاح والكيماويات المختلفة.
- * مقاومة عالية لتأثير لشعة الشمس ودرجات الحرارة حتى ٢٥٠ درجة مئوية.
- * العمر الافتراضي طويل ويصل إلى خمسين عاماً.

تُنتج محلياً بأقطار تبدأ من ٦٠٠ مم وتُصنع من الخرسانة العادي أو الخرسانة المسلحة، وهناك أنواع منها تُصنع من الخرسانة المسلحة سابقة الإجهاد، ويستخدم الأسمنت المقاوم للكبريتات في صناعة هذه المواسير، كما يتم دهانها من الداخل والخارج بالبيتومين الساخن، أو تغطينها بطبقات من البلاستيك.

٤. المواسير

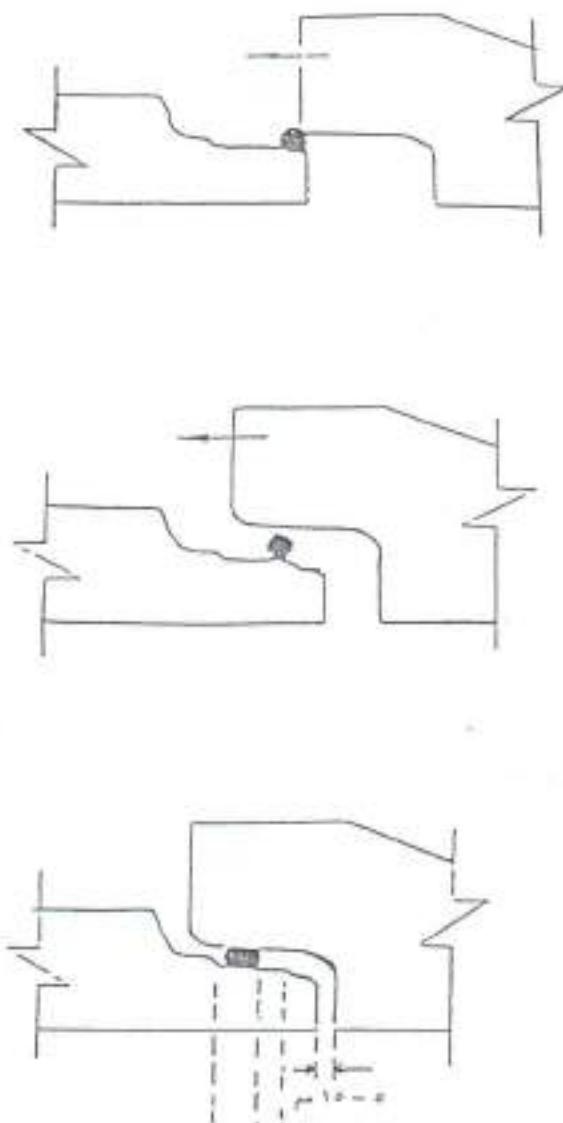
الخرسانية

- #### مميزات المواسير الخرسانية:
- * تجمع المواسير الخرسانية المسلحة بين الممتازة وتحمل إجهادات الشد والضغط.
 - * سطحها الداخلي أملس مما يقلل من مقاومة تدفق السوائل.
 - * تلائم أي نوع من الوصلات (رأس وذيل)، (فلانش - جيبولت)، ويمكن تنفيذ انحراف لخط المواسير خلال الوصلات.
 - * ذات مقاومة عالية للصدمات.
 - * تُنتج بأطوال كبيرة مما يوفر الوقت والجهد في عمليات التركيب والإحلال.
 - * العمر الافتراضي طويل ويصل إلى أكثر من خمسين عاماً.
 - * اللحامات المستخدمة متوافرة في مصر.

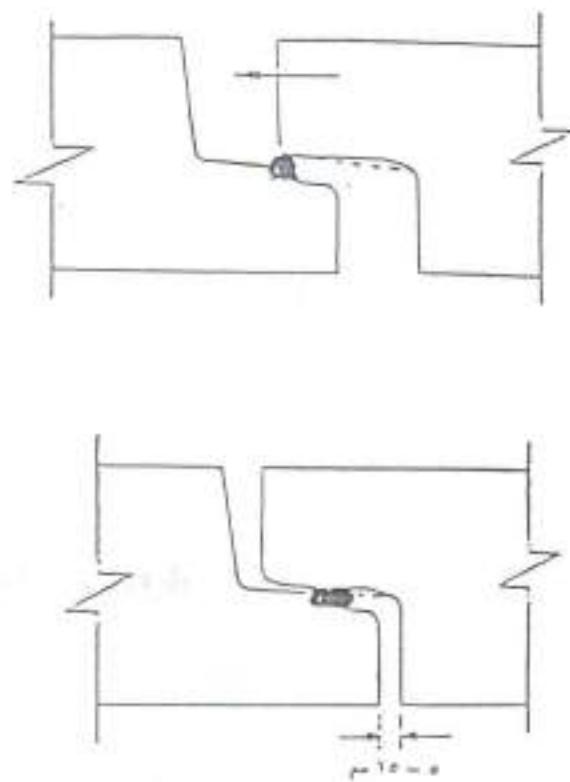
عيوب المواسير الخرسانية:

- * تصلب المواسير في الأجزاء الحارة يزيد من احتمال نفاذيتها للمياه.
- * عندما تستخدم في مشروعات تجميع مياه الصرف الصحي أو نقل مخلفات صناعية لابد من تكسية السطح الداخلي بشرائح رقيقة من البلاستيك سمكها لا يقل عن ٢٠ مم، أو دهان السطح الداخلي بكامله بثلاث طبقات من الإيبوكسي وقطران الفحم بسمك لا يقل عن ٤٥٠ ميكرون.

ويعرض الشكل رقم (١٥-٢) طرق تركيب المواسير الخرسانية، بينما يوضح الشكلان رقم (١٦-٢) و(١٧-٢) كيفية تركيب المواسير الخرسانية سابقة الإجهاد ذات الاسطوانة الصلب الداخلية، أو بدونها.



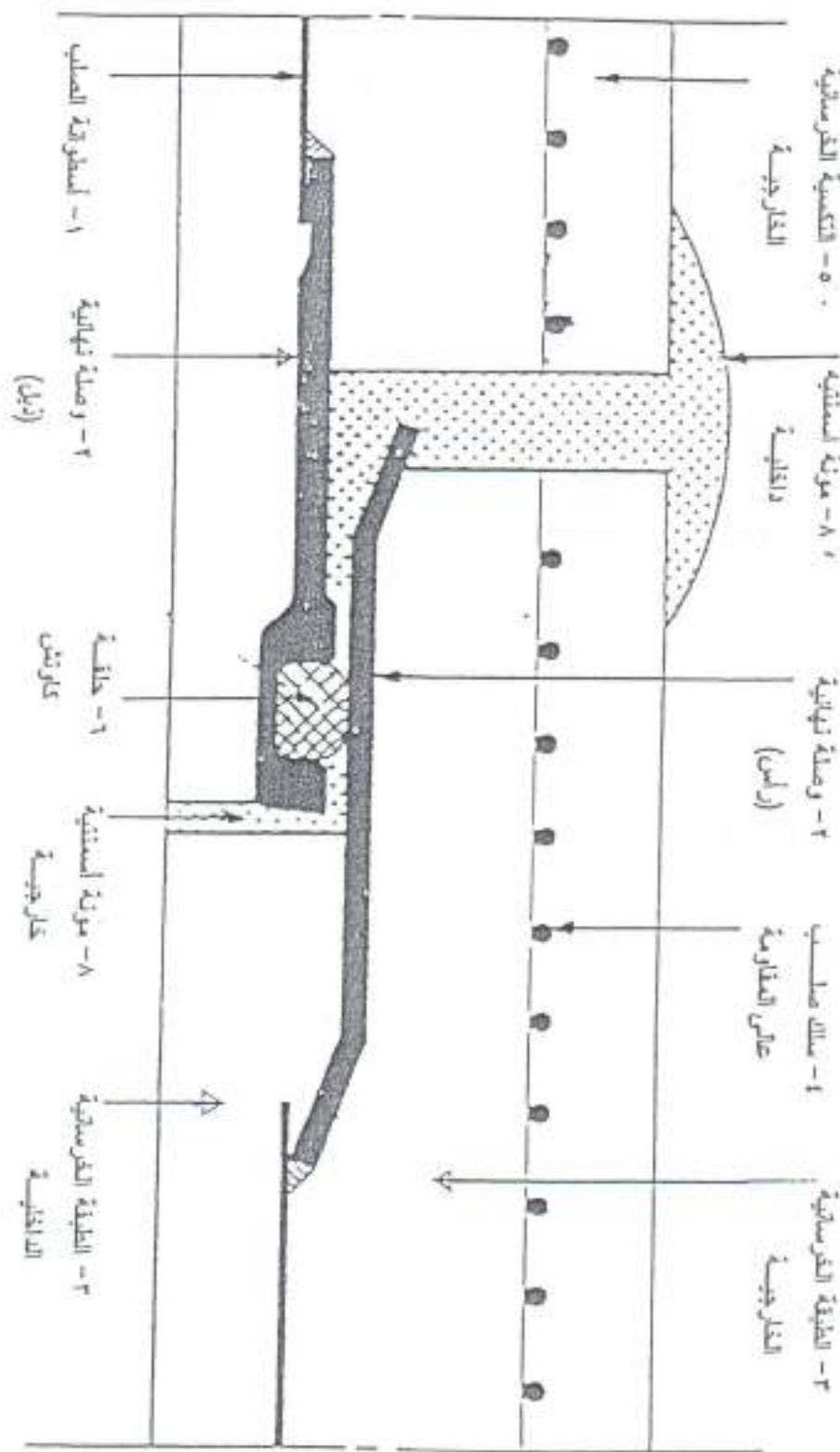
حلقة مطاط (مع دوران رأس الماسورة)



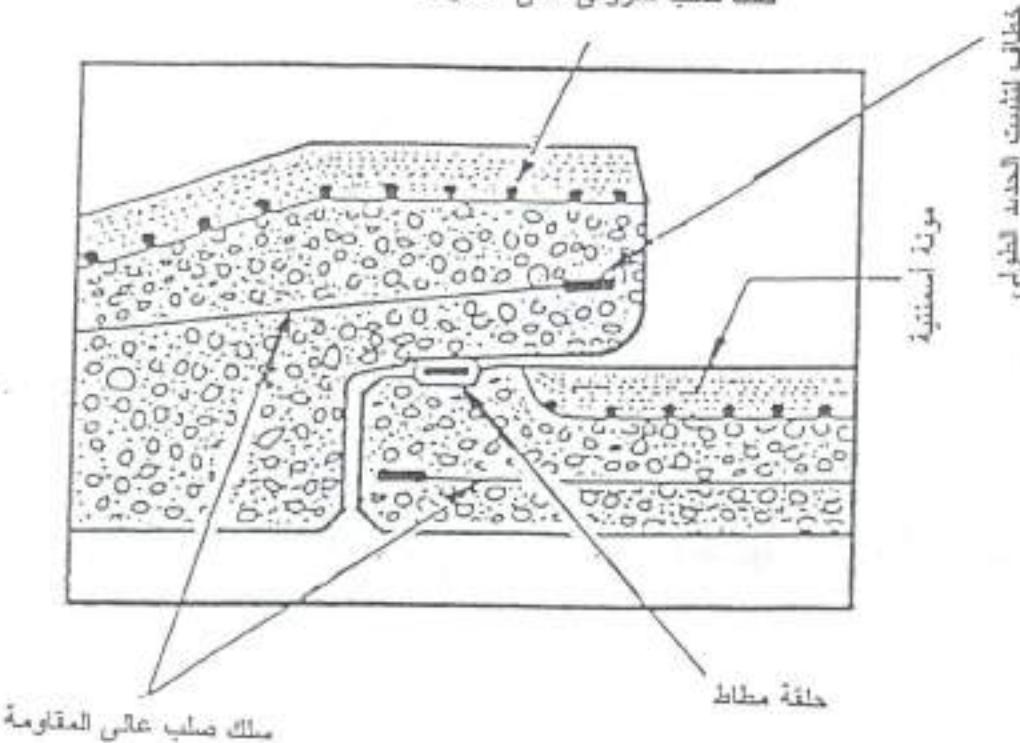
حلقة مطاط (مع انزلاق رأس الماسورة)

شكل رقم (١٥-٢)
طرق تركيب المواسير الخرسانية المسلحة

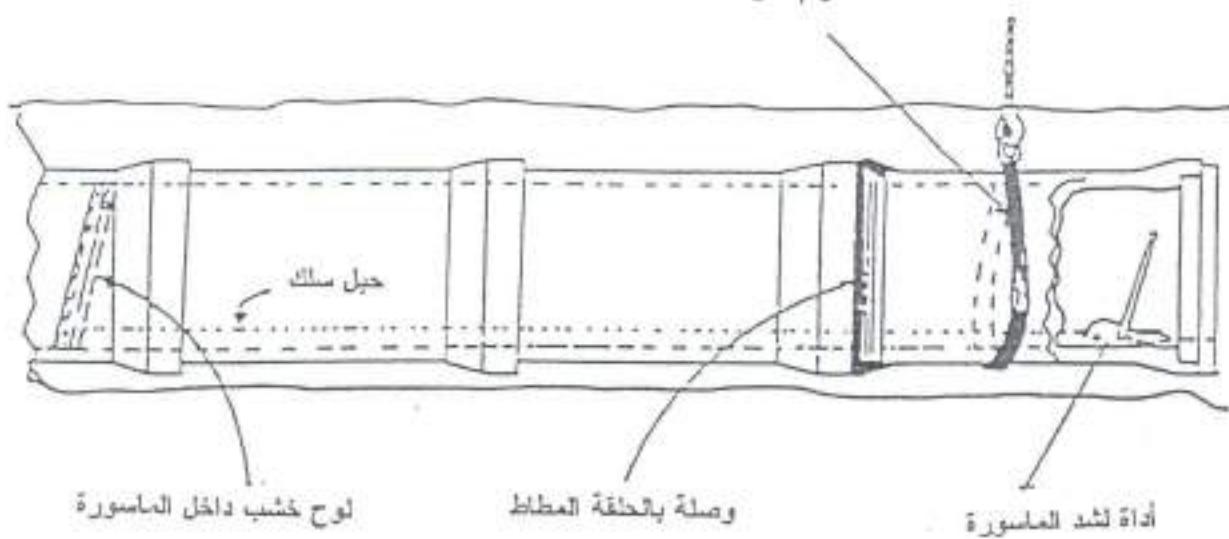
شيكار رقم (١٠٢-٦) (٢٠١٣) [٢] [١] [٣] [٤] [٥] [٦] [٧] [٨] [٩] [١٠] [١١] [١٢] [١٣] [١٤] [١٥] [١٦] [١٧] [١٨] [١٩] [٢٠] [٢١] [٢٢] [٢٣] [٢٤] [٢٥] [٢٦] [٢٧] [٢٨] [٢٩] [٣٠] [٣١] [٣٢] [٣٣] [٣٤] [٣٥] [٣٦] [٣٧] [٣٨] [٣٩] [٤٠] [٤١] [٤٢] [٤٣] [٤٤] [٤٥] [٤٦] [٤٧] [٤٨] [٤٩] [٥٠] [٥١] [٥٢] [٥٣] [٥٤] [٥٥] [٥٦] [٥٧] [٥٨] [٥٩] [٦٠] [٦١] [٦٢] [٦٣] [٦٤] [٦٥] [٦٦] [٦٧] [٦٨] [٦٩] [٧٠] [٧١] [٧٢] [٧٣] [٧٤] [٧٥] [٧٦] [٧٧] [٧٨] [٧٩] [٨٠] [٨١] [٨٢] [٨٣] [٨٤] [٨٥] [٨٦] [٨٧] [٨٨] [٨٩] [٩٠] [٩١] [٩٢] [٩٣] [٩٤] [٩٥] [٩٦] [٩٧] [٩٨] [٩٩] [١٠٠] [١٠١] [١٠٢] [١٠٣] [١٠٤] [١٠٥] [١٠٦] [١٠٧] [١٠٨] [١٠٩] [١٠١٠] [١٠١١] [١٠١٢] [١٠١٣] [١٠١٤] [١٠١٥] [١٠١٦] [١٠١٧] [١٠١٨] [١٠١٩] [١٠٢٠] [١٠٢١] [١٠٢٢] [١٠٢٣] [١٠٢٤] [١٠٢٥] [١٠٢٦] [١٠٢٧] [١٠٢٨] [١٠٢٩] [١٠٢٩] [١٠٣٠] [١٠٣١] [١٠٣٢] [١٠٣٣] [١٠٣٤] [١٠٣٥] [١٠٣٦] [١٠٣٧] [١٠٣٨] [١٠٣٩] [١٠٣٩] [١٠٤٠] [١٠٤١] [١٠٤٢] [١٠٤٣] [١٠٤٤] [١٠٤٤] [١٠٤٥] [١٠٤٦] [١٠٤٦] [١٠٤٧] [١٠٤٧] [١٠٤٨] [١٠٤٨] [١٠٤٩] [١٠٤٩] [١٠٥٠] [١٠٥٠] [١٠٥١] [١٠٥١] [١٠٥٢] [١٠٥٢] [١٠٥٣] [١٠٥٣] [١٠٥٤] [١٠٥٤] [١٠٥٥] [١٠٥٥] [١٠٥٦] [١٠٥٦] [١٠٥٧] [١٠٥٧] [١٠٥٨] [١٠٥٨] [١٠٥٩] [١٠٥٩] [١٠٦٠] [١٠٦٠] [١٠٦١] [١٠٦١] [١٠٦٢] [١٠٦٢] [١٠٦٣] [١٠٦٣] [١٠٦٤] [١٠٦٤] [١٠٦٥] [١٠٦٥] [١٠٦٦] [١٠٦٦] [١٠٦٧] [١٠٦٧] [١٠٦٨] [١٠٦٨] [١٠٦٩] [١٠٦٩] [١٠٧٠] [١٠٧٠] [١٠٧١] [١٠٧١] [١٠٧٢] [١٠٧٢] [١٠٧٣] [١٠٧٣] [١٠٧٤] [١٠٧٤] [١٠٧٥] [١٠٧٥] [١٠٧٦] [١٠٧٦] [١٠٧٧] [١٠٧٧] [١٠٧٨] [١٠٧٨] [١٠٧٩] [١٠٧٩] [١٠٨٠] [١٠٨٠] [١٠٨١] [١٠٨١] [١٠٨٢] [١٠٨٢] [١٠٨٣] [١٠٨٣] [١٠٨٤] [١٠٨٤] [١٠٨٥] [١٠٨٥] [١٠٨٦] [١٠٨٦] [١٠٨٧] [١٠٨٧] [١٠٨٨] [١٠٨٨] [١٠٨٩] [١٠٨٩] [١٠٩٠] [١٠٩٠] [١٠٩١] [١٠٩١] [١٠٩٢] [١٠٩٢] [١٠٩٣] [١٠٩٣] [١٠٩٤] [١٠٩٤] [١٠٩٥] [١٠٩٥] [١٠٩٦] [١٠٩٦] [١٠٩٧] [١٠٩٧] [١٠٩٨] [١٠٩٨] [١٠٩٩] [١٠٩٩] [١٠١٠] [١٠١٠] [١٠١١] [١٠١١] [١٠١٢] [١٠١٢] [١٠١٣] [١٠١٣] [١٠١٤] [١٠١٤] [١٠١٥] [١٠١٥] [١٠١٦] [١٠١٦] [١٠١٧] [١٠١٧] [١٠١٨] [١٠١٨] [١٠١٩] [١٠١٩] [١٠١٢] [١٠١٢] [١٠١٣] [١٠١٣] [١٠١٤] [١٠١٤] [١٠١٥] [١٠١٥] [١٠١٦] [١٠١٦] [١٠١٧] [١٠١٧] [١٠١٨] [١٠١٨] [١٠١٩] [١٠١٩]



سلاك صلب حلزوني على المقاومة



حزام رفع



شكل رقم (١٧-٢)

كيفية تركيب المواسير الخرسانية سابق الإجهاد بدون الأسطوانة الصلب الداخلية

٣

الفصل الثاني

تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب

الفصل الثاني

تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب

تشمل أعمال توزيع مياه الشرب الوحدات الرئيسية التالية:

- ١- محطات طلمبات ضخ المياه النقية (الضغط العالي).
- ٢- شبكات توزيع مياه الشرب.
- ٣- منشآت التخزين الأرضية والعالية.

مقدمة

يمكن تلخيص أهم متطلبات الأمان في أعمال توزيع مياه الشرب في النقاط

متطلبات الأمان

التالية:

- ١ - يجب أن تفي كميات المياه التي تقللها الشبكة بكافة الاحتياجات المائية المطلوبة في أى وقت.
- ٢ - يجب أن يكون ضغط التشغيل بشبكة التوزيع كافياً لوصول المياه إلى بعد أعلى مكان بالمدينة أو التجمع السكني.
- ٣ - يمكن التحكم في سريان المياه خلال شبكة التوزيع باستخدام محابس الفصل.
- ٤ - يجب أن تكون شبكة المواسير آمنة على نوعية المياه النقية وأن لا تتفاعل معها أو تسمح ببنائها.
- ٥ - ينبغي أن تكون مواد الصنع للمنشآت والشبكات والأجزاء الميكانيكية والكهربائية من مواد متينة تحمل التشغيل المستمر وتحاول التأكل من الداخل والخارج.
- ٦ - من الضروري أن تخلو شبكة التوزيع من النهارات الميتة.
- ٧ - ينبغي ألا يتعرض أي جزء من أعمال التوزيع مع الخدمات والمرافق الأخرى.

توزيع المياه

في أعمال

الأمان

- يجب حماية جميع أعمال التوزيع من الثلوج من الخارج أو الداخل.

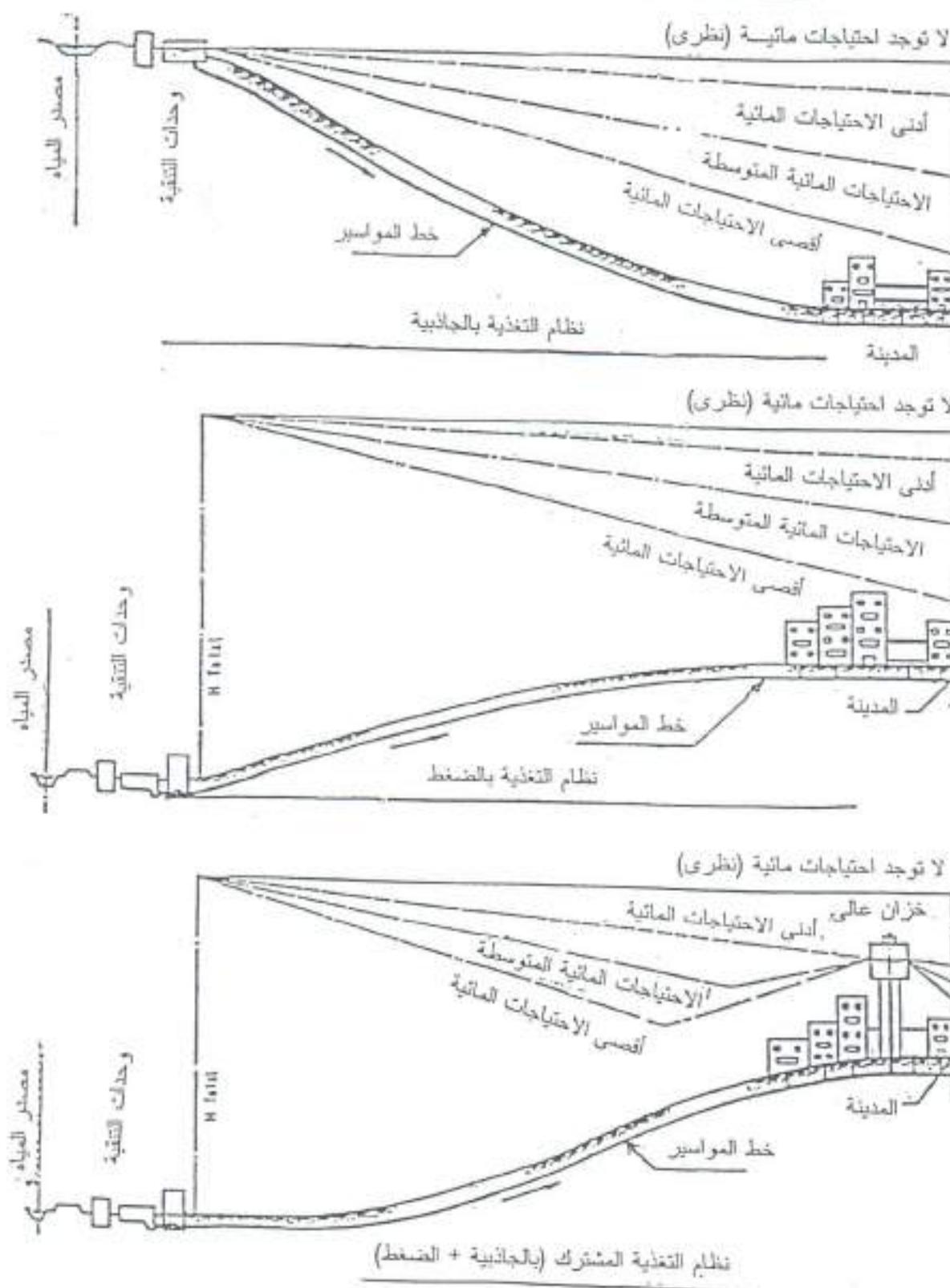
يمكن تقسيم النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب كما هو موضح بالشكل رقم (١-٢)، كما يلى:

- | | | |
|----------------------|-------------------|---------------------|
| ١- التغذية بالجانبية | ٢- التغذية بالضغط | ٣- التغذية المشتركة |
|----------------------|-------------------|---------------------|

هي التغذية من أعلى وفيها تكون جميع أعمال إنتاج وتنقية وتخزين المياه (في خزانات أرضية) في مكان مرتفع عن منسوب المدينة أو التجمع السكاني، ويسمح هذا الوضع بتغذية المدينة بالضغط الكافي والناتج من الفارق الاستاتيكي، ويمتاز هذا النظام بعدم وجود محطات ضخ (ضغط)، أو منشآت تخزين عالية؛ أي أنه نظام اقتصادي مريح.

هي التغذية من نفس المستوى أو أقل، بواسطة محطة ضخ تعمل طوال الوقت وفيها تكون جميع أعمال إنتاج وتنقية وتخزين المياه (في خزانات أرضية) هي في مكان ذي منسوب يعادل منسوب التجمع السكاني أو المدينة أو يقل عنه، كما تخلو شبكة التوزيع من منشآت التخزين العالية؛ ولذلك تستخدم محطة ضخ (ملعبات) تتوضع بجوار أعمال التنقية وتعمل طوال الوقت، وبتصريفات مختلفة، لتلبى كافة الاحتياجات المائية.

هي التغذية من نفس المستوى أو أقل، بواسطة محطة ضخ ومنشآت تخزين عالية ونجد في هذا النظام الثالث للتغذية بمياه الشرب أن جميع أعمال إنتاج المياه وتنقيتها وكذلك تخزينها في خزانات أرضية هي في مكان ذي منسوب يعادل منسوب المدينة لو يقل عنه، وتتوارد في شبكة للتوزيع منشآت تخزين عالية مما يتبع الفرصة لأن تعمل محطة طلبات ضخ المياه النقية بعض الوقت، بتصريف ثابت، بينما تتبع منشآت التخزين العالي فرصة تعويض كميات المياه أثناء ساعات الذروة على أن يتم ملؤها أثناء ساعات الليل.



شكل رقم (١-٢)

النظم الهندسية للتغذية بمياه الشرب

شبكة توزيع المياه

يقصد بشبكة التوزيع خطوط المواسير الرئيسية المعتمدة من محطة تغذية المياه أو من محطة ضخ المياه إلى شبكة التوزيع الفرعية في جميع مناطق التجمعات العمرانية المختلفة (مدن/قرى/عزب/نجوع). وتستخدم شبكة توزيع المياه في تغذية جميع أنحاء التجمعات السكانية بالمياه الصالحة للاستخدامات المنزلية والصناعية ومقاومة الحرائق، وذلك وفقاً للمعدلات المطلوبة وتحت الضغط المناسب، مع الأخذ في الاعتبار الحماية الكافية للشبكة لضمان عدم تلوث المياه وضمان نظافة الشبكة.

وتشمل شبكة التغذية المواسير، وجميع ما يلزمها من قطع خاصة، ومحابس مختلفة، وحنفيات حريق ورى، بالإضافة إلى الأعمال الإنسانية والتكميلية اللازمة لحمايتها وضمان سهولة تشغيلها وصيانتها مثل غرف المحابس والدعایات والدعامات الخرسانية للأكواح والمشتركات. إلخ. وفي الغالب، تتبع خطوط المواسير في إنشائها شكل سطح الأرض.

وتعتبر أعمال توزيع المياه واحدة من أهم الأعمال الإنسانية الرئيسية وأكثرها تكلفة في عملية الإمداد بالمياه، حيث تتعرض المواسير على اختلاف أنواعها إلى إجهادات وتأثيرات متنوعة، سواء من التربة المحيطة بها أو بسبب التغير في درجات الحرارة، أو الصدمات التي تحدث أثناء النقل والتركيب.

تخطيط شبكة التوزيع

عند تخطيط شبكة التوزيع، تستخدم إحدى الطرق الأربع الآتية: التخطيط الشجري، أو الدائري، أو الشبكي، أو القطرى.

١. التخطيط الشجري في نظام التخطيط الشجري (Tree System)، يمتد الخط الرئيسي من محطة الطلبيات إلى وسط القرية أو المدينة (شكل رقم ٢-٢-١) ويقل قطره كلما بعد عن المحطة. وتتفرع من هذا الخط أفرع أخرى إلى داخل الشوارع المتفرعة من الشارع الرئيسي، لتوزيع المياه. ومع أن هذا الأسلوب في التخطيط يعتبر أرخص الطرق للتخطيط إلا أنه أقل استعمالاً لوجود نهايات

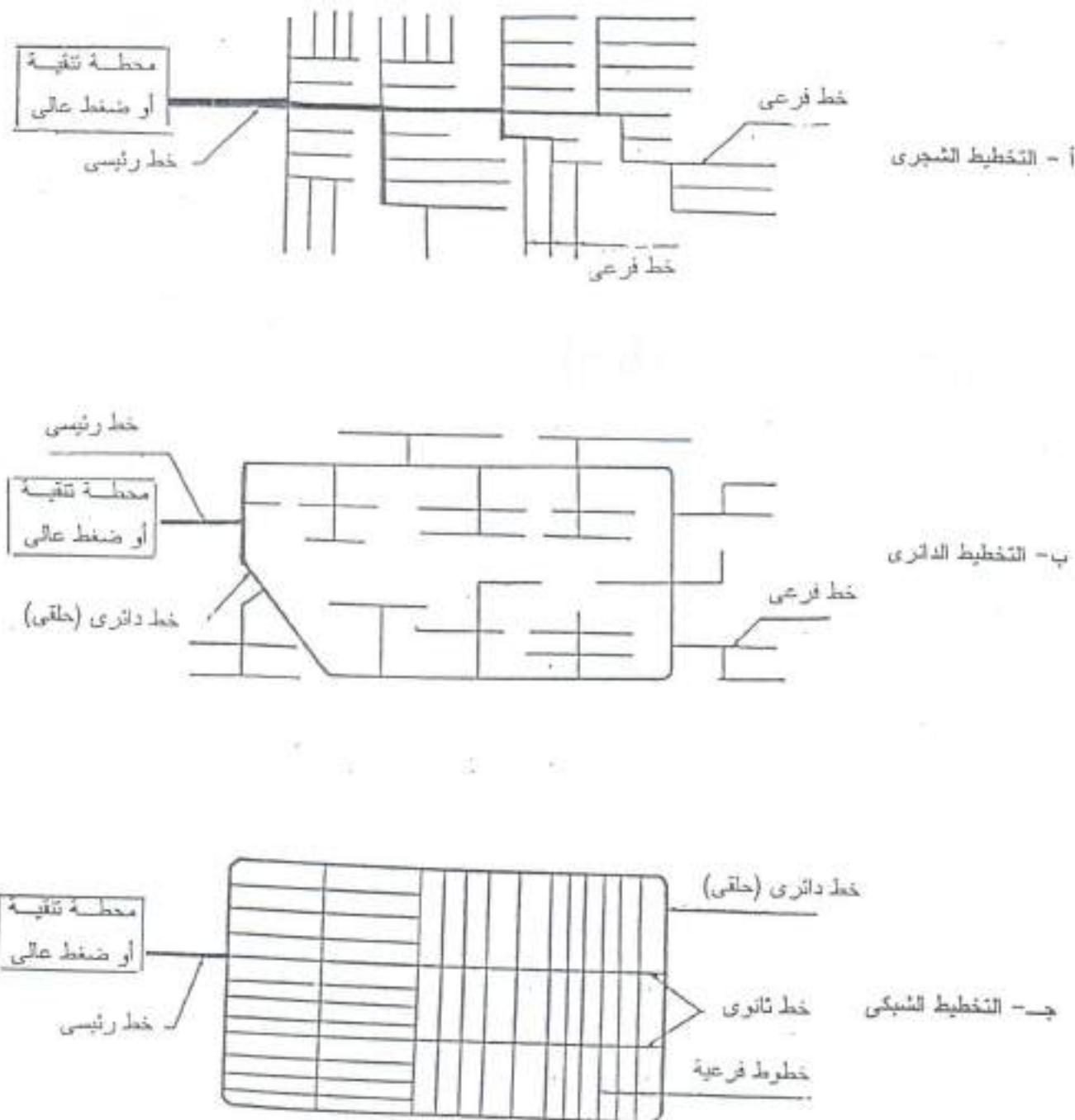
غير متصلة (بيئة Dead Ends) كثيرة، بالإضافة إلى تعرض مناطق كثيرة للحرمان من المياه في حالة قفل خطوط المياه بسبب الإصلاح والصيانة، أو نتيجة حدوث كسر في الخط الرئيسي. ويمكن استخدام هذا النظام في القرى والتجمعات الصغيرة.

٢. التخطيط الدائري
يعتبر التخطيط الدائري (Circle System) تطويراً لنظام التخطيط الشجري، مع توصيل نهايات الخطوط الرئيسية حول المدينة أو المنطقة حيث يمر الخط الرئيسي في شارع يحيط بالمنطقة القديمة. لتكوين دائرة أو حزام مغلق تتفرع منه خطوط فرعية في الشوارع الجانبية، وذلك حسب تخطيط مسارات خطوط التوزيع (شكل ٢-٢-ب). ويستعمل هذا النظام في تغذية القرى والمناطق الريفية، ويمتاز هذا النظام عن النظام السابق بقلة النهايات غير المتصلة، بالإضافة إلى عدم حرمان أي منطقة من الماء بسبب أي كسر يعيده عن المنطقة، نظراً للتغذية من أكثر من اتجاه.

٣. التخطيط الشبكي
يفضل استخدام التخطيط الشبكي (Gridiron System) في المدن السكنية الصغيرة والمتوسطة. ويتكون هذا النوع من الشبكات من خط دائري رئيسي يحيط بالمدينة أو المنطقة على هيئة حزام، بالإضافة إلى خطوط شبه رئيسية أخرى (ثانوية) تخترق الشارع الرئيسية على ألا تزيد المسافة بين أي ماسورتين رئيسيتين عن كيلو متر واحد (شكل ٢-٢-ج)، على أن تتمتد بينهما خطوط فرعية للتوزيع. ويضمن هذا النوع وصول المياه إلى أي منطقة من اتجاهين، كما يجعل المياه دائمة الحركة حيث تمر من جهة إلى أخرى ثم بالعكك طبقاً للسحب والضغط في جهتي الخط.

وهذه الطريقة، وإن كانت عالية التكاليف، إلا أنها تعتبر أفضل من الطرق السابقة نظراً لضمان الإمداد بالمياه دون توقف أو انقطاع، وضمان ملائمة توزيع الضغط، بالإضافة إلى مقاومة الحرائق.

٤. التخطيط القطري
يمكن اعتبار نظام التخطيط القطري (Radial System) نظاماً عكسياً لنظام الدائري، حيث تخرج الخطوط الرئيسية حاملة للمياه من محطة ضخ أو



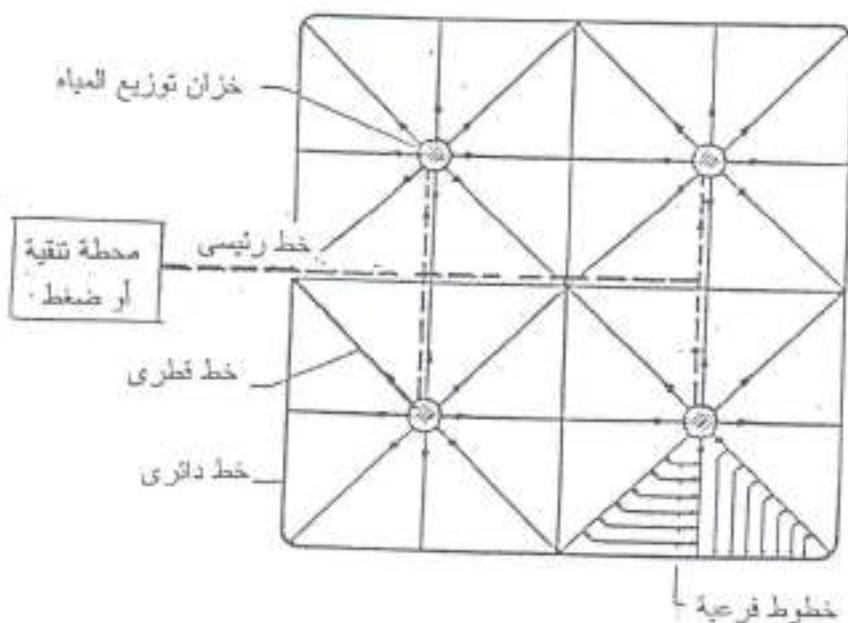
شكل رقم (٤-٢)

التخطيط الشجري والدائرى والشبكي لشبكات توزيع المياه

تنقية المياه إلى خزانات المياه في مركز المناطق المختلفة المقسمة إليها المدينة أو الخطوط الحاملة للمياه، ثم تفرع منها خطوط التوزيع الازمة إلى أطراف المناطق (شكل رقم ٣-٢). وتحتاج هذه الطريقة باحتفاظها بمعدل التصرف والضغط العالي بداية من توزيعها في خزانات المناطق المركزية إلى جميع أنحاء المدينة وقلة الفاقد في الضغط فيها، ويستخدم هذا النظام في تنمية المدن الكبيرة.

و عموماً، فإن نظام توزيع ونقل المياه لأى مدينة يمكن أن يجمع بين أكثر من نظام من النظم السابقة، حسب تخطيط المدينة أو التجمع العمراني.

ويوضح الشكل رقم (٤-٢) إرشادات تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب في المدن السكنية بالنظام الشبكي المفضل.



شكل رقم (٣-٢)
التخطيط القطري لشبكات توزيع المياه

