

مياه الصرف الصحي و شبكاتها

تعتبر عملية صرف مياه الصرف الصحي من أهم مواضيع استثمار المارد المائية وهي ضرورية جداً للحفاظ على الصحة العامة وتهدف إلى جمع مياه الصرف المدنية والمطرية ونقلها بشكل سريع إلى محطة المعالجة للحد من ضررها على البيئة .

تختلف مواصفات مياه الصرف الصحي تبعاً لأشكال استخدام المياه قبل صرفها وتبعاً للمستوى المعاشي ضمن التجمع السكاني ، كما تختلف كمية ومواصفات مياه الصرف الصحي بين الليل والنهار وبين يوم وآخر على مدار العام .

عند جريان مياه الصرف المدنية منفردة في الشبكة يكون تركيزها اعظماً بالمواد الملوثة وتعتبر مياه الصرف الصحي المدنية قلووية بعض الشيء وتحتوي على مواد ملوثة عضوية ومعدنية المنشأ .

أما من الناحية الجرثومية فتحتوي هذه المياه على كمية كبيرة من الجراثيم المختلفة غير المرضية والمرضية مثل (الكوليرا ، التيفوس ، الزحار ، التيفوئيد ...) تكون المواد الملوثة في مياه الصرف المدنية الحديثة بحالة غير منحلة ويكون لون هذه المياه عادةً رمادي إلى رمادي مصفر أما رائحتها فهي ضعيفة وبعد فترة تبدأ المواد العضوية بالتعفن ليصبح لون المياه رمادي داكن لها رائحة غاز كبريت الهيدروجين .

عند صرف مياه الصرف المدنية والمطرية معاً تتمدد مياه الصرف المدنية بمياه الأمطار وتحتوي مياه الصرف المطرية عادةً على الرمال وبعض ملوثات المياه التي تتجرف معها أثناء جريانها في الشوارع وتعتبر مياه المجاري المطرية حالياً ملوثة أيضاً وبحاجة للمعالجة .

مياه الصرف المعاشية :

هناك مجموعة من الأشياء يجب معرفتها للدخول في حساب كمية مياه الصرف المعاشية وهذه الأشياء هي :

1- عدد السكان :

من أجل الحصول على تعداد السكان الحقيقي للمنطقة التي يراد إنشاء مشروع صرف صحي يخدمها عدداً من السنين يلزم معرفة عدد السكان الحالي لحساب عدد السكان المستقبلي وهناك

عدة طرق لتقدير عدد السكان نذكر منها:

1 الطريقة الهندسية:

$$P = P_o \left(1 + \frac{\theta}{100}\right)^n$$

P_o : عدد السكان الحالي.

P : عدد السكان بعد n من السنين.

N : عدد من السنوات المستقبلية لمعرفة عدد السكان بعدها.

θ : المعدل السنوي لزيادة السكان السنوية.

2 الطريقة الحسابية:

وتسمى طريقة الزيادة الثابتة وفيها يفترض زيادة تعداد المدينة عدداً ثابتاً كل فترة زمنية (عشر سنوات مثلاً) يمكن الحصول على هذه الزيادة من دراسة نتائج الإحصاء السابقة ومن ثم الزيادة في التعداد كل عشر سنوات، ويؤخذ متوسط هذه الزيادات بعد استبعاد الزيادة غير العادية.

$$P = P_o + A \times t$$

P_o : آخر تعداد حقيقي.

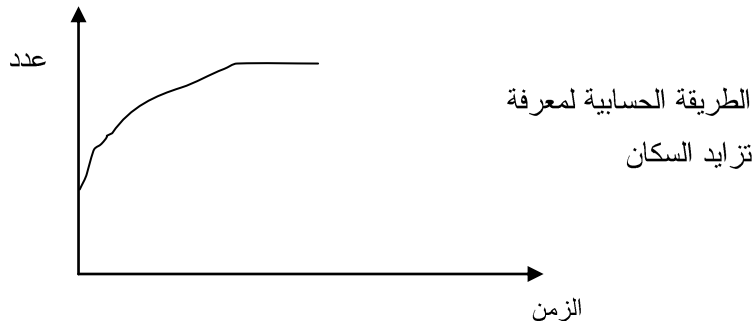
A : متوسط زيادة عدد السكان في فترة زمنية (تعاادل الفترة بين إحصائيين

متوالين).

t : عدد الفترات الإحصائية المطلوب تقدير عدد السكان في نهايتها.

3 الطريقة البيانية:

وفيها يوقع سنوات التعداد السابقة والتعداد المناظر لكل سنة، ثم نرسم الخط البياني ومنه يحدد منحنى التعداد بالنظر حتى السنة المطلوب تقدير السكان عندها، كما يحدد الشكل. كما أنه يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار اختلاف كثافة السكان من منطقة إلى أخرى ضمن المدينة الواحدة وذلك حسب نوع البناء. كما هو مبين بالجدول الذي يبين الكثافة السكانية لبعض المناطق الأوروبية.



جدول يوضح الكثافة السكانية حسب نوع البناء:

نوع البناء	الكثافة السكانية فرد/هكتار
فيلات درجة أولى	10-15
فيلات درجة ثانية	30-80
أبنية سكن شعبي	120-240
أبنية سكنية صغيرة	80-350
أبنية الطبقة المتوسطة	240-700
أبنية سكنية كبيرة	700-1200
مناطق تجارية وصناعية	25-75

2- مواصفات مياه المجاري المعاشية :

قبل إلقاء المياه الملوثة من مجاري المدينة ومن المعامل في الأنهار أو البحيرات يجب معالجة هذه المياه، ولاختيار نوع منشأة المعالجة وطريقة عملها يجب دراسة تركيب وصفات المياه الملوثة التي ستعرض لعملية المعالجة، وتقسم المواد المحمولة في المياه الملوثة المنزلية حسب حالتها الفيزيائية إلى ثلاثة أقسام وهي:

1 مواد صلبة غير منحلة.

2 مواد غروية معلقة أقطارها من 0,1 إلى 0,001 ميكرون.

3 مواد منحلة أقطار جزيئاتها أصغر من 0,001 ميكرون.

المواد الصلبة المنحلة وغير المنحلة والمعلقة الفردية يمكن أن توجد في حالة طافية كالشحوم أو في حالة معلقة أو راسبة أو قابلة للترسيب، ويعتمد تركيز المواد الصلبة في مياه المجاري على مقدار الماء المصروف، فكلما كان الماء المصروف كثيراً كان تركيز مياه المجاري قليلاً. لتعيين كمية المواد الصلبة الكلية الموجودة في مياه المجاري، تبخر كمية معلومة من هذه المياه، ويوزن ما تبقى بعد تجفيفه، وتنتج الكمية الكلية للمواد الصلبة.

أما المواد الصلبة القابلة للترسيب فيمكن تعيينها بواسطة وعاء ليسينكو المدرج.

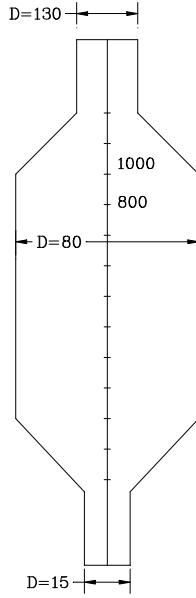
وذلك بقراءة المواد المترسبة خلال مراحل زمنية متقطعة لمدة ساعتين، ولكن لهذه الطريقة خطأ هو أن نسبة رطوبة الكميات المترتبة في البدء تبلغ حوالي 97,5% ، وبازدياد زمن الترسيب يزداد حجم المواد المترسبة إلى قعر الوعاء وتنقص رطوبتها بسبب الرص لتصل إلى

92-95% أي أن وزن $1cm^3$ من المواد الصلبة المترسبة في بداية التجربة يختلف عن وزن $1cm^3$ من المواد الصلبة المترسبة في نهاية التجربة.

ولقياس كمية المواد الصلبة المنحلة في مياه المجاري ترشح عينة ماء، ويؤخذ الماء المرشح ويبخر فنحصل على المواد الصلبة، عندئذ توزن هذه المواد ثم تسخن حتى درجة الإحماء $600C^o$ ثم توزن بعد التسخين.

إن فرق الوزن بعد الإحماء وقبله يعطي وزن المواد الطيارة.

أما وزن المواد الصلبة قبل التسخين فيعطي الكمية الكلية للمواد الصلبة المنحلة في الماء، وتشكل أغلب المواد المعلقة الفردية من المركبات العضوية ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة وذات التماسك الكبير جداً بالماء، لذلك فإن ترسب هذه المواد صعب جداً.



شكل يوضح وعاء ليسينكو

3- معدل الصرف اليومي :

إن معرفة مورد المياه في المدينة ومقدار استهلاك الماء العذب يتيح معرفة مقدار الصرف اليومي، وهو بحدود (60-70%) من استهلاك الماء العذب، وذلك بسبب ضياع بعض المياه المستهلكة في سقاية الحدائق وشطف الشوارع والساحات وغيرها. ولكن في بعض الأحيان تصرف إلى الشبكة مياه ليس بالضرورة مصدرها مياه الشبكة الحلوة، فقد تكون بعض الأبنية والمعامل مزودة بموارد مائية خاصة تدخل إلى الشبكة أو من مياه الرش، عندها فإن معدل الصرف يتراوح في هذه الحالات (70-95%) من معدل الاستهلاك اليومي من مياه الشرب.

إن معدل الصرف النوعي هو كمية المياه التي يصرفها الشخص الواحد، لكي نحدد كمية المياه الكلية ثم حساب قطر الأنبوب اللازم. ومعدل الصرف الصحي للشخص الواحد يعرف من معدل

الاستهلاك وذلك من معرفة كمية المياه المضخوخة من الشبكة ومعرفة عدد الأشخاص وتختلف قيمته تبعاً لعدة عوامل أهمها:

- درجة رفاهية السكان
- توفر المياه
- توفر الأدوات الصحية
- من شخص إلى آخر حسب وعيه الثقافي والاجتماعي والصحي
- وتحسب هذه القيمة لكل مدينة ولكل قرية ولكل شارع
- بمغرفة كل من معدل الصرف [L/day] وعدد السكان N يمكن حساب التدفق المار في الشبكة.

4- معاملات عدم انتظام التدفق :

إن معدلات الصرف متغيرة خلال ساعات اليوم الواحد وكذلك خلال أيام السنة الواحدة ويمكن أن نعرف مايلي:

1 -معامل عدم الانتظام اليومي k_1 :

وهو عبارة عن نسبة أعظم تدفق يومي خلال السنة مقسوماً على التدفق الوسطي خلال السنة وتتراوح قيمته $(1,5-1,1)$.

$$K_1 = \frac{Q_{\max(d)}}{Q_{\text{mid}(d)}}$$

2 -معامل عدم الانتظام الساعي k_2 :

وهو النسبة بين التدفق الساعي الأعظمي خلال اليوم مقسوماً على التدفق الوسطي الساعي في يوم صرف أعظمي.

$$K_2 = \frac{Q_{\max(h)}}{Q_{\text{mid}(h)}}$$

3 -معامل عدم الانتظام الأعظمي k_3 :

$$K_{G \max} = K_1 \cdot K_2 = \frac{24 \cdot Q_{\max(h)} \cdot Q_{\text{mid}(h)}}{24 \cdot Q_{\text{mid}} \cdot Q_{\text{mid}(h)}} = \frac{Q_{\max(h)}}{Q_{\text{mid}}}$$

ويستعمل معامل عدم الانتظام الأعظمي بشكل واسع جداً لحساب تدفقات المياه المنزلية الآنية من المدينة وقد أظهرت التجارب أن قيمته تتعلق بقيمة التدفق المنزلي الوسطى كما في الجدول التالي:

التدفق المنزلي الوسطى [L/sec]	K_{Gmin}	K_{Gmax}
5 وأصغر	0,38	2.5
10	0,45	2.1
20	0,50	1.9
50	0,55	1,70
100	0,59	1,60
200	0,62	1.55
300	0,66	1.50
400	0,69	1,47
5000 وأكثر من	0,71	1,44

تحديد التدفق الحسابي للمياه المعاشية :

إن التدفق الحسابي للمياه المعاشية يحسب إما باليوم أو بالساعة أو بالثانية وذلك كما يلي:

1 - التدفق اليومي:

$$Q_{mid(d)} = \frac{N \cdot q}{1000} \quad m^3/day$$

N : عدد السكان

q : معدل استهلاك الشخص الواحد

$$Q_{max(d)} = Q_{mid(d)} \cdot K_1$$

K_1 : معامل عدم الانتظام اليومي

2 - التدفق الساعي:

$$Q_{mid(h)} = \frac{Q_{mid(d)}}{24} \quad m^3/h$$

$$Q_{max(h)} = Q_{mid(h)} \cdot K_1$$

K_1 : معامل عدم الانتظام الساعي

3 - التدفق بالثانية:

$$Q_{mid(s)} = \frac{Q_{mid(s)}}{3600} \quad m^3/s$$

$$Q_{max(s)} = Q_{mid(s)} \cdot K_{Gmax}$$

$$Q_{min(s)} = Q_{mid(s)} \cdot K_{Gmin}$$

ملاحظة: تصمم الشبكات على أساس $Q_{max(d)}$ وتحقق على أساس $Q_{min(s)}$.

تحديد التدفق الحسابي للمياه الصناعية :

تحسب التدفقات أما باليوم أو بالوردية أو بالساعة أو بالثانية وهي أما تكون ناتجة عن مياه تكنولوجية أو من استهلاك العمال (نظافة شخصية من قبل العمال).

1 - تدفقات المصنع المعاشية :

أ - تدفق يومي:

$$Q_{(d)} = \frac{25 \cdot N_1 + 45 \cdot N_2}{1000} \quad m^3/day$$

N_1 : عدد العمال اللذين يعملون في الأقسام الباردة (لا يحتاجون لصرف مياه كثيرة)

N_2 : عدد العمال اللذين يعملون في الأقسام الحارة (يحتاجون لصرف مياه كثيرة أو

واستحمام)

25,45 : رقمان يدلان على استهلاك العامل الواحد في الورشة الحارة والباردة على

الترتيب.

ب - تدفق في الوردية:

$$Q_{(C.M)} = \frac{25 \cdot N_3 + 45 \cdot N_4}{1000} \quad m^3/CM$$

N_3 : عدد العمال في الوردية الواحدة في القسم البارد.

N_4 : عدد العمال في الوردية الواحدة في القسم الحار.

ت - تدفق في الساعة:

$$Q_{(h)} = \frac{25 \cdot N_3 + 45 \cdot N_4}{1000 \cdot T} \quad m^3/h$$

T : مدة زمن الوردية بالساعة.

ث - التدفق في الثانية:

$$Q_{(s)} = \frac{25 \cdot N_3 \cdot K_1 + 45 \cdot N_4 \cdot K_2}{1000 \cdot T \cdot 3600} \quad m^3/Sec$$

$$K_1 = 3,00 \quad \Leftarrow \quad 25 \text{ Liter}$$

$$K_2 = 2,50 \quad \Leftarrow \quad 45 \text{ Liter}$$

من أجل :

2 - تدفقات المعمل الصناعية :

أ - تدفق يومي:

$$Q_{(d)} = M \cdot q_o \quad m^3/day$$

q_o : معدل استهلاك واحدة المنتج

M : كمية الماء المنتجة في اليوم

ب - تدفق في الوردية:

$$Q_{(CM)} = M_1 \cdot q_o \quad m^3/CM$$

M_1 : كمية الماء المنتجة في الوردية

ت - تدفق في الثانية:

$$Q_{(s)} = \frac{K'_2 \cdot M_2 \cdot q_o}{T \cdot 3600} \quad m^3/Sec$$

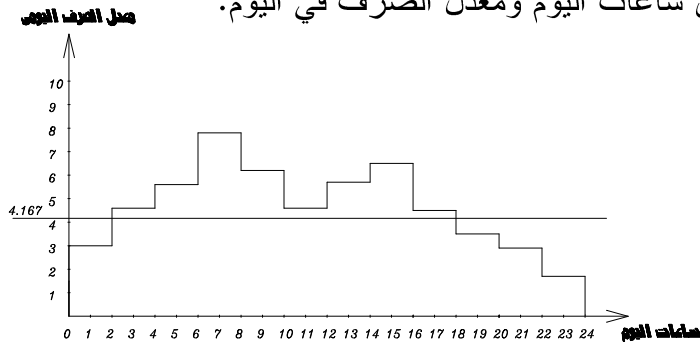
m_2 : واحدة الإنتاج في وردية أعظميه.

K'_2 : معامل عدم الانتظام ضمن الوردية الواحدة.

T : زمن ساعات الوردية.

منحني تدرج التدفقات لمياه المجاري :

أحياناً يلزم حساب التدفقات لمياه المجاري بدقة متناهية لذلك يتم اللجوء إلى منحني تدرج التدفقات والذي يمثل العلاقة ما بين ساعات اليوم ومعدل الصرف في اليوم.



مياه الصرف المطرية :

عند تصميم شبكة الصرف الصحي لابد من الاستناد إلى حسابات دقيقة للكميات المائية الإجمالية ، والتي تنتج عن استهلاك السكان للماء العذبة بالإضافة إلى المياه السطحية الناتجة عن الهطول المطري ، وكلما ينتج عن المياه الصناعية ويتم اعتبار هذه الكميات المائية في حساب المقاطع الهيدروليكية وفقاً لنوع شبكة التصريف المقترحة.

وفيما يتعلق بالمياه الناتجة عن الهطولات المطرية لابد من دراسة أمور عدة تتعلق بالهطولات ووضع المنطقة المدروسة مناخياً شدة الهطولات تكرار حدوث الفيضانات الخ

أنواع الجريانات للمجاري المطرية :

- 1 - جريانات مفتوحة (مكشوفة): وهي التي تنقل المياه المطرية عبر أفنية مفتوحة.
 - 2 - جريانات مغلقة (مغطى): وهي التي تنقل المياه المطرية عبر الفوهات المطرية إلى الشبكة تحت الأرض لتلقى في اقرب حوض مائي أو اقرب وادي.
 - 3 - جريانات مختلطة: حيث تضم الشبكة أفنية مكشوفة وعندما يزيد عمق هذه الأفنية تتحول إلى أفنية مغطاة .
- في النماذج السابقة تنتقل المياه بواسطة الانحدار الطبيعي ولا يلجأ إلى وضع محطة ضخ للمياه إلا في حالات خاصة تفرضها طبوغرافية الأرض.

عناصر العاصفة المطرية :

العاصفة المطرية هي المطرة الغزيرة والتي تهطل خلال فترة زمنية قصيرة، وتتميز كل عاصفة مطرية بعدة عناصر مميز وهي: شدة العاصفة- زمن التكرار- زمن الهطول.

□ شدة الهطول: وهي عبارة عن كمية الهطول في واحدة الزمن ونرمز لها بـ (I) ، أو هي كمية الهطول حجماً في واحدة الزمن في الهكتار الواحد ونرمز لها بـ (q) وتقدر بـ $[L/sec/ha]$.

أما شدة الهطول كارتفاع بالنسبة للزمن تقدر بـ $[mm/min]$ وتساوي إلى:

$$I = h / t$$

والعلاقة ما بين الهطول المطري الحجمي وشدة الهطول كارتفاع هي:

$$q = 166,7 \cdot i$$

- زمن الهطول: يقدر بالدقائق وتثبت بشكل خطوط في السجلات الآلية.
- زمن التكرار: وهو عدد المرات التي تصل فيها إلى شدة معينة للعاصفة المطرية خلال سنة واحدة، إن العواصف المطرية ذات الشدات الكبيرة ذات تكرار قليل أو العواصف المطرية ذات الشدات القليلة فهي ذات زمن تكرار كبير. كما أن العواصف ذات الشدات المختلفة تكون ذات زمن تكرار مختلف أيضاً.

تعريف تكرار الأمطار :

يعبر عنه بفترات زمنية مقدرة بالسنين حيث يتم خلالها هطول المطر ذات الزمن والشدة الواحدة لمرة واحدة.

تسمى الفترة الزمنية (مقدرة بالسنين) مابين امتلئين للشبكة المطرية بواحدة الهكتار (زمن التكرار) ونحصل عليها بالعلاقة:

$$P = 1/n$$

P - واحدة التكرار مقدرة بالسنة.

n - تواتر حدوث العاصفة المطرية.

إن انتقاء الفترة ***P*** بشكل صحيح ذو أهمية كبيرة عند تصميم شبكة المجاري فكلما أخذت قيمة ***p*** بشكل أكبر كلما استوعبت الشبكة تدفقات أكثر وكانت إمكانية غمر مساحات أقل.

لدراسة اقتصادية سليمة لقيمة ***P*** يجب معرفة تصور العواقب والخسائر التي يمكن أن تنتج من جراء امتلاء الشبكة وفيضانها.

- من أجل الأماكن السكنية والمنشآت الصناعية لا يكون هناك عواقب سيئة تنتج من امتلاء الشبكة لذلك يؤخذ زمن التكرار ضمن المجال (1-0,3) سنة.

□ من أجل الأماكن الكنية ذات الطبوغرافية شديدة الانحدار وساحات المنشآت الصناعية التي تحوي أقبية(مخازن) تحوي مواد وأجهزة تحتية فتؤخذ قيمة ***P*** من (10-5) سنة، حيث يمكن أن يؤدي الغمر في هذه المناطق إلى خسائر فادحة.

- الفترة الزمنية القصوى التي يتم فيها تجاوز العاصفة الحسابية لمرة واحدة يمكن أن تؤخذ من (100-10) سنة وتتعلق بمواصفات الحوض الساكب الذي يخدمه المجمع وحسب توضع المجمع أيضاً.

-جدول الفترة الفاصلة بين امتلاتين للشبكة (زمن التكرار P).

زمن التكرار P (بالسنيين)				ظروف توضع المجمعات الرئيسية
120-200	80-120	60-80	60	
				1- في الأماكن المخصصة للعبور (منشأة)
1.00-2.00	1.00-0.50	1.00-0.33	0.50-0.33	ملاتمة وسطية
3.00-2.00	2.00-1.00	1.50-1.00	1.00-0.40	غير ملاتمة
10.0-5.00	5.00-3.00	3.00-2.00	3.00-2.00	خاصة غير ملاتمة
				2- في الشوارع الرئيسية
2.00-1.00	1.00-0.50	1.00-0.33	0.50-0.33	ملاتم
3.00-2.00	2.00-1.00	1.50-1.00	1.00-0.50	وسطي
10.0-5.00	5.00-3.00	3.00-2.00	3.00-2.00	غير ملاتم
20.0-10.0	10.0-5.00	5.00-3.00	5.00-3.00	خاصة غير ملاتمة

-جدول زمن التكرار P من أجل أراضي المنشآت الصناعية التي لا تتجاوز مساحة الجريان لها 200 [ha] .

زمن التكرار P بالسنيين وفق قيم q_{20} [L/sec.ha]			نظام عمل المنشأة الصناعية
أكثر من 100	100-70	70	
2.00	1.00-0.50	0.50-0.33	دون انقطاع (ورديات مستمرة)
5.00-3.00	2.00-1.00	1.00-0.50	عمل متقطع (ورديات متقطعة)

علاقة شدة العاصفة المطرية الحسابية :

تؤخذ الهطولات المطرية لفترات زمنية تصل إلى 25 سنة ومن ثم يتم معالجة هذه المعلومات وتحدد المطرات المميزة وشداتها.

$$\square \text{ يعطى التدفق المميز: } q = \frac{A}{B \cdot t_r} \text{ أو } q = \frac{A}{t_{nr}}$$

t_r : زمن التركيز

A, B : ثوابت تستنتج من استقراء القراءات المطرية لطويلة.

q : شدة العاصفة المطرية وتقدر [L/sc.ha] .

□ ويكون معامل التدفق في الشبكة:

$$Q = q \cdot F$$

Q : التدفق في الشبكة.

F : مساحة المنطقة المدروسة.

معامل الجريان السطحي :

معامل الجريان هو عبارة عن النسبة بين كمية المياه الواصلة إلى المقطع المدروس إلى كمية المياه الهاطلة وهو دائماً أقل من الواحد ويرمز له بـ C ويختلف حسب طبيعة السطح المدروس كما يبين الجدول التالي:

طبيعة السطح	C	η
سطوح الأبنية والطرق المعبدة	0.950	0.224
بلاط أو جرف	0.600	0.145
رصف حجري	0.450	0.125
طح حصوي غير موصول	0.400	0.090
بساتين حصوية- طرق للحدائق	0.300	0.064
سطوح ترابية	0.200	0.050
أعشاب	0.100	0.038

وعند وجود عدة أنواع من السطوح يتم حساب معامل الجريان الوسطي من العلاقة:

$$C_{mid} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

وبإدخال معامل الجريان في علاقة التدفق نحصل على العلاقة:

$$Q = C_{mid} \cdot q \cdot F$$

أما قيمة التدفق المطري الحسابي الفعلي لحساب الشبكات المطرية الهيدروليكية فيحدد من العلاقة:

$$Q_p = \beta \cdot Q$$

β : معامل تخفيض يأخذ بعين الاعتبار الامتلاء للقسم الحر من الشبكة (تعمل بالنظام المضغوط)

وعادة يرتبط المعامل β بقيمة n وتحدد من الجدول التالي:

n	0.40	0.50	0.60	0.70
β	0.80	0.75	0.70	0.65

A, n : ثوابت يجب أن تحدد من خلال معالجة المعطيات لفترات زمنية مطرية من (20-25) سنة لمسجلات الهطولات المطرية وعند غياب هذه المعطيات يمكن أن نحسب A من العلاقة التالية:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left(\frac{\text{Log } mr \cdot P}{\text{Log } mr} \right)^{\xi}$$

q_{20} : شدة العاصفة المطرية $[L/sec.ha]$ للمكان المعطى بزمان هطول يساوي 20 دقيقة.
 mr : رقم الهطول الوسطي في السنة وتتعلق بمكان دراسة المشروع وتعطى بجدول خاصة.

ξ : قيمة الأس وتحدد من الجدول اللاحق.

P : زمن التكرار.

من أجل السطوح غير القابلة للتسرب فإن قيمة المعامل ξ تتعلق بالثابت A كما في الجدول التالي:

A	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1500
ξ	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23

حساب تدفقات المياه المطرية :

إن شدة العاصفة المطرية لها قيمة متغيرة تتعلق بزمان التركيز الذي يحسب من العلاقة التالية:

$$t_r = t_1 + t_2 + t_3$$

t_1 - زمن جريان الماء من أبعد نقطة حتى مجرى الشارع وعند توفر بالوعات مطرية في

حدود المساحة المدروسة حتى مجمع الشارع وتقدر بالدقيقة.

t_2 - زمن الجريان بالشارع حتى البالوعة المطرية ويقدر بالدقيقة.

t_3 - زمن الجريان ضمن الأنبوب حتى الوصلة المدروسة ويقدر بالدقيقة.

إن زمن تركيز التيارات السطحية لمياه الأمطار t_1 يجب أن يحسب للمناطق السكنية عند غياب

شبكات مياه الأمطار المغلقة ضمن المساحات تؤخذ بحدود (5-10) دقيقة وعند توفره تؤخذ

بحدود (3-5) دقيقة.

□ أما زمن جريان الماء بالأقنية الشارعية فيحدد بالعلاقة :

$$t_2 = \frac{1,25}{60} \sum \frac{L_2}{V_2}$$

L_2 - طول الجزء من القناة ويقدر بـ $[m]$.

V_2 - سرعة الجريان في القناة ويقدر بـ $[m/sec]$ ويتم فرضها حسب خبرة الدارس ومن ثم يجري التحقق منها.

□ أما زمن جريان الماء في الأنبوب حتى الوصلة المدروسة t_3 فيحدد بالعلاقة :

$$t_3 = \frac{1}{60} \sum \frac{L_3}{V_3}$$

L_3 - الطول التجميعي حتى الوصلة المدروسة للأنبوب.

V_3 - سرعة جريان الماء ضمن الوصلة $[m/sec]$.

ملاحظة:

عند إهمال زمن جريان الماء في الأنبوب t_3 فإنه يتم حساب زمن جريان الماء بالأقنية الشارعية t_3 وفق العلاقة التالية:

$$t_2 = \frac{1}{60} \sum \frac{L_2}{V_2}$$

تخطيط شبكات مياه الصرف الصحي

المنشآت الرئيسية لمشروع الصرف الصحي:

يمكن أن تنفذ مشاريع الصرف الصحي المختلفة حسب: تخطيط شبكة الأنابيب ومجمعاتها الرئيسية، عدد محطات الضخ، مكان منشأة المعالجة، وغيرها.
ويمكن أن يكون مشروع الصرف الصحي عبارة عن شبكة مجاري تعمل بالراحة مع محطة ضخ واحدة على المجمع الرئيس تسبق منشأة المعالجة أو محطة الضخ أو غيرها.

يلعب اختيار مواقع منشآت المعالجة دوراً كبيراً في تحديد شكل ومنشآت مشروع شبكة الصرف الصحي في المدن الكبيرة ويمكن أن نقسم منشآت الصرف الصحي حسب الوظيفة إلى فئتين رئيسيتين:

حيث تضم **الفئة الأولى**: منشآت وتجميع ونقل المياه المستعملة:

1 - التمديدات الداخلية والأدوات الصحية.

2 - الشبكة الخارجية.

3 - خطوط ومحطات الضخ.

وتتضمن **الفئة الثانية**: منشآت معالجة وتعقيم مياه المجاري ومعالجة رواسب المجاري.

التمديدات الداخلية والأدوات الصحية:

تقوم التمديدات الداخلية والأجهزة الصحية بتجميع مياه المخلفات المنزلية والصناعية من الأبنية السكنية والعامة ومن الأبنية الصناعية ونقل هذه المياه إلى خارج حدود المبنى (إلى شبكة الصرف الصحي الخارجية).

وتحتوي التمديدات الداخلية الأدوات الصحية (مغاسل، مجالي، مراحيض، حمامات، الخ. وشبكة الأنابيب شبه الأفقية التي تقوم بسحب المياه المستعملة إلى الأنابيب الشاقولية.

الشبكة الخارجية :

يمكن تعريف الشبكة الخارجية على أنها مجموعة من الأنابيب والأقنية المتشعبة والمدفونة في الأرض بميول معينة والتي تنقل المياه الملوثة بالانسباغ الحر إلى منشآت المعالجة أو إلى الوديان والأنهار وغيرها..... ونظراً لتشعب شبكة الصرف الصحي في المدن لكي تغطي كامل المساحة من شوارع وأزقة المدينة الواحدة تقسم عادة إلى عدد من الأحواض الساكنة ويمكن تعريف **الحوض الساكن**: بأنه ذاك الجزء أو المساحة من المدينة المحدود بخطوط تقسيم المياه. ونسعى الجزء من الشبكة الذي ينقل المياه المستعملة إلى حوض ساكن أو أكثر بالمجمع ونميز بين:

- **مجمعات فرعية**: تنقل المياه المستعملة إلى حوض ساكن.

- **مجمع رئيس**: تصرف إليه كافة مخلفات المدينة.

- **مجمع خارجي**: والذي ينقل المياه المستعملة خارج حدود المنطقة السكنية إلى حيث يتم التخلص منها ولا تصب فيه خطوط أو مجمعات جانبية.

تمدد الأنابيب تحت سطح الأرض على أعماق لا تقل عن (150 cm) وتأخذ ميولاً حسب انحدارات الأرض الطبيعية من جهة ومع أقطار هذه الأنابيب من جهة أخرى. ويجب أن يكون هذا الميل محصوراً بين الميل الأدنى الذي يعطي سرعة دنيا لحركة المياه المستعملة كي تمنع ترسيب المواد الصلبة المنقولة مع المياه وميل أعظمي ينتج عنه جريان ذو سرعة قصوى لا تؤثر على إهتراء الأنابيب.

تنشأ على الشبكة الخارجية بعض المنشآت الملحقة مثل غرف التفتيش، بلايغ مطرية، هدارات، الخ.

محطات الضخ :

من المفروض أن تنقل المياه المستعملة بالراحة أي الانحدار الطبيعي، ولذلك فإن الخطوط الفرعية والمجمعات تمد وتعطى ميولاً باتجاه انحدارات الأرض، ويمكن في كثير من الأحوال ونظراً لتباين تضاريس المنطقة فإنه يتوجب رفع مياه المجاري المتجمعة في نقاط منخفضة إلى مناطق عالية لتسير بعدها بالانحدار الطبيعي، تضخ المياه أو تنقل من محطات الضخ إلى النقاط المرتفعة بخطوط تعمل تحت الضغط خلافاً لباقي خطوط الشبكة، لذلك يجب أن تكون الأنابيب ووصلاتها المستعملة في هذه الخطوط من النوع الكتيمة الذي يتحمل ضغوطاً تتناسب وضغوط المضخات.

وقد تكون هناك أكثر من محطة ضخ واحدة في المدينة. يفضل تحاشي بناء محطات الضخ على شبكات الصرف الصحي وذلك لصعوبة وتشغيل وصيانة هذه المحطات من جهة والكلفة المادية التي تحتاجها سواء في الاستثمار أو في الصيانة أو البناء ومن المفضل دائماً وضع حلول مترادفة ومقارنتها اقتصادياً وفنياً واختيار الأنسب بين إنشاء محطة ضخ أو تمديد الخطوط على أعماق كبيرة.

تحتوي عادة محطات الضخ على حوض رطب تتجمع فيه المخلفات السائلة وبناء يضم المضخات التي تعمل على التيار الكهربائي ويجب أن تكون هناك مضخات عاملة وأخرى احتياطية كما يفضل وجود مصدرين للتيار الكهربائي.

كما تنشأ مصارف جانبية إلى أقرب نهر أو وادي، تعمل في حالة تعطل المضخات.

منشآت المعالجة :

تقوم منشآت المعالجة بتخليص مياه المجاري من البكتيريا ومن الشوائب والمواد الغريبة الضارة والقابلة للتحلل إلى درجة يصبح فيها تركيز هذه المواد صغيراً ولا يسبب ضرراً للإنسان والبيئة

وتكون منشآت المعالجة عادة عبارة عن أحواض متتالية يتم فيها ترسيب ومعالجة المواد المعلقة والمنحلة في المياه.

وتتقسم عمليات المعالجة بصورة عامة إلى:

أ- معالجة أولية (ميكانيكية).

ب- معالجة ثانوية (بيولوجية).

ج- معالجة معقدة (ثالثة) وأحياناً معالجات فيزيائية وكيميائية.

وتحتوي منشآت المعالجة على منشآت خاصة لتعقيم المياه المعالجة وهناك منشآت أخرى لمعالجة رواسب مياه المجاري (الحمأة) وذلك للتخلص منها.

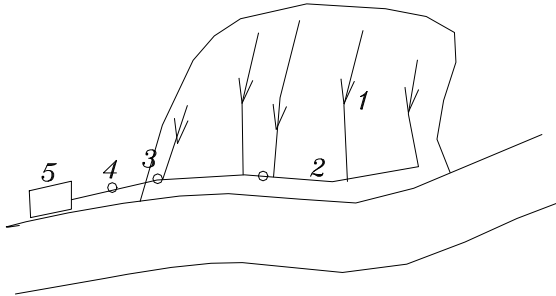
اختيار نظام الصرف الصحي :

نماذج شبكات المجاري :

يمكن تصنيف شبكات الصرف الصحي وفق طريقة جمع المياه وتصريفها حيث هناك نوعين :

1 - شبكات الصرف المشتركة:

هي الشبكات التي تستقبل المياه المنزلية والصناعية الملوثة بالإضافة إلى مياه الأمطار، وتزود هذه الشبكات على خط التصريف الرئيس لها بمجموعة من غرف التفتيش المزودة بهدارات جانبية لتصريف مياه الأمطار الغزيرة جداً، وذلك لتجنب الأبعاد الكبيرة حيث تساق مياه الفيضانات إلى أقرب نهر أو مصرف.



1- مصارف فرعية.

2- مجرور رئيسي.

3- غرف تفتيش ذات هدارات جانبية.

4- محطة ضخ رئيسية.

5- منشأة معالجة.

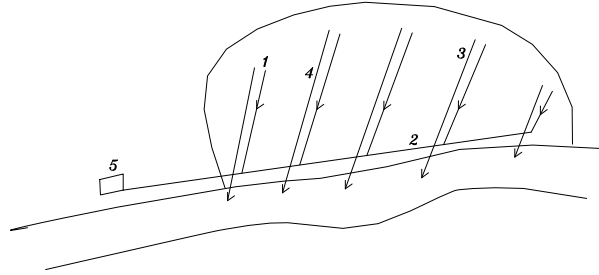
شبكة صرف مشتركة.

تستعمل هذه الشبكات في الأحوال التالية:

- إذا كان سقوط الأمطار نادراً.
- إذا كانت الأرض مسطحة، مما يضطرننا إلى وضع شبكة الصرف بميول أصغريه ينتج عنها تريب المواد العالقة.
- إذا كانت مياه المجاري مركزة ويلزم تخفيضها، وتنظف الأنابيب بزيادة التدفقات.

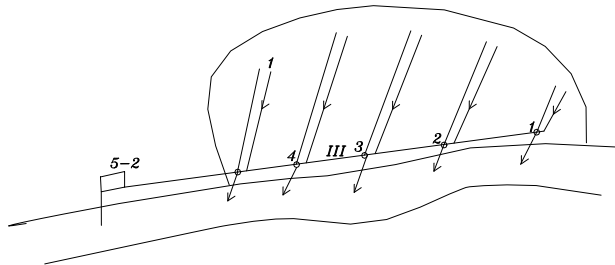
2 - شبكات الصرف المنفصلة:

شبكات الصرف المنفصلة: هي الشبكات التي تستقبل مياه الأمطار في مجار خاصة والمياه المستعملة المنزلية والصناعية في مجار أخرى. حيث تؤخذ مياه المجاري المنزلية والصناعية إلى منشآت المعالجة، ومياه الأمطار إلى أقرب نهر مجاور أو بحيرة أو وادي.



شبكة صرف منفصلة

أما شبكات الصرف النصف المنفصلة: فهي الشبكات التي تستقبل المياه المنزلية والصناعية الملوثة في مجار خاصة ومياه الأمطار في مجار أخرى، على أن تعمل شبكة مجاري المياه المنزلية بشكل اخفض من شبكة مياه الأمطار حيث تلتقي الشبكتان في غرف تفتيش مجهزة بهدارات للتخلص من مياه الأمطار الغزيرة.



شبكة صرف نصف منفصلة.

تستعمل شبكات الصرف المنفصلة والنصف المنفصلة في الأحوال التالية:

- إذا كانت البلدة مجاورة لمكان يسهل فيه التخلص من مياه الأمطار مباشرة، كوجود نهر دون تعرضها للمعالجة.
- إذا كانت مياه المجاري خفيفة التركيز.

الدراسة الفنية والاقتصادية لنماذج التصريف المحتملة :

إن اختيار أحد أنواع نماذج شبكات التصريف يشكل موضوعاً ذا أهمية كبيرة، فمن الناحية الصحية تشكل شبكة الصرف النصف المنفصلة أفضل الحلول، إذ تؤخذ فيها المياه المنزلية المستعملة ومياه الأمطار قليلة الغزارة والشديدة التلوث إلى منشأة المعالجة، بينما تؤخذ مياه الأمطار الغزيرة قليلة التلوث إلى أقرب مصب.

ولكن من الناحية الاقتصادية يشكل هذا الحل أقل الحلول اقتصاداً، لأن شبكة المياه المألحة بشكل أخفض من شبكة مياه الأمطار يؤدي إلى حفریات كبيرة بالإضافة إلى ضرورة إنشاء غرف تفتيش مجهزة بهدارات وإلى إنشاء محطة معالجة كي تستوعب بعض مياه الأمطار بالإضافة إلى مياه المجاري المنزلية مما يؤدي إلى كبر حجمها.

تشكل شبكة الصرف المشتركة من الناحية الصحية حلاً معقولاً، ولكن من مساوئ هذا الحل أيضاً ضخامة منشآت المعالجة، والأقطار الكبيرة اللازمة للمصارف، و التدفقات الكبيرة المطلوب رفعها في محطات الضخ، وضرورة إنشاء غرف تفتيش مجهزة بهدارات لتصريف مياه الفيضانات. ولقد أثبتت الأبحاث الاقتصادية أن المصارف السنوية اللازمة للشبكات المشتركة تقل من 15-25% عن المصارف السنوية للشبكات المنفصلة.

ومن ناحية أخرى تشكل شبكات الصرف المنفصلة حلاً معقولاً من الناحية الصحية ومن الناحية الاقتصادية، بسبب صغر حجم منشآت الضخ، والمعالجة اللازمة، وعدم الاحتياج إلى غرف التفتيش المجهزة بهدارات على طول المصرف الرئيسي.

تحديد خواص منطقة الصرف الصحي :

تنشأ مشاريع الصرف الصحي لخدمة ورفاه المدن والقرى والمنشآت الصناعية التي إما أن تكون قائمة أو في طور الإنشاء أو في مرحلة إعداد الدراسات الفنية لإقامتها، ويساعد التصميم

الصحيح لمشاريع الصرف الصحي على الإسراع في إقامة المنشآت وتخفيض كلف الإنشاء كما وأنه يساعد في حل العديد من المشاكل التي يواجهها مهندسي التخطيط العام لتحديد موقع المدن والضواحي وتوزيع المنشآت الصناعية المختلفة.

ومن المعلومات التي يتطلبها المهندس للبدء في تصميم مشروع الصرف الصحي حصوله على المخططات التنظيمية.

توضع المخططات التنظيمية للمدن والتجمعات السكنية وكذلك للمنشآت الصناعية المختلفة لتحديد مستقبل تطور وتوسع هذه المدن والتجمعات.

كما تدرس المشاكل الفنية المعمارية والإنشائية والصحية والاقتصادية وغيرها من القضايا الهندسية لفترة زمنية قادمة تتراوح بين 20-25 سنة.

تقسم المساحة التي يشملها المخطط التنظيمي للمدينة عادة إلى مجموعة من المناطق منها:

أ- **المنطقة السكنية:** حيث تشاد المباني السكنية والمباني العامة. تقام الشوارع والساحات والحدائق وأبنية الخدمات التي لا تشكل خطورة على المحيط. وهذه المنطقة تقسم بدورها إلى مناطق أصغر حسب طبيعة الأبنية المشادة فيها.

ب- **المنطقة الصناعية:** حيث تنشأ المصانع والمعامل وتلحق بها مناطق التخزين والحفظ ووسائل النقل.

ج- **منطقة تخزين** المواد الغذائية ومنشآت الخدمات التابعة لهذا النوع من الخدمات.

د- **منطقة محطات** وسائل النقل الخارجي إما بالسكك الحديدية أو بالطرق الملاحية أو مناطق المرافئ أو وسائل النقل البري وغيرها.

هـ- **منطقة الخدمات الصحية** المختلفة في المنطقة القريبة من حدود المدينة وذلك من أجل محطات معالجة مياه الشرب ومناطق الحماية المحيطة بها ومكان محطة معالجة المخلفات السائلة وأماكن المقابر والحزام الأخضر حول المدينة.

إن المخطط المدروس بشكل جيد يؤمن الاتصال البسيط بين الإنسان ومكان عمله وبين المستهلك وأماكن البيع المختلفة كما يؤمن إمكانية استقلال كل منطقة بخدماتها المختلفة. تحدد المساحة التي تخدمها شبكة الصرف الصحي داخل المعامل بمواقع الورش المختلفة وأبنية الخدمات التابعة لها. أما في المدن فتعبر حدود المخطط التنظيمي نهاية المساحة الواجب تخدمها، هذا ويجب أن يؤخذ بعين الاعتبار المناطق القريبة من المدينة بسبب اتجاه ميول وانحدارات الأرض الطبيعية.

تنظم المخططات عادة بمقياس $1/5000 - 1/2000$ للمدن والقرى وتنظم عادة بمقياس $1/500 - 1/1000$ للمصانع وتحمل على هذه المخططات خطوط التسوية بتباعد $(1-2m)$. ومن المفضل كل $(0,5m)$ ، وتوقع على هذا المخطط الأبنية القديمة والحديثة والمرافق العامة والطرق العامة والساحات.

كما وأنه من الضروري الحصول على مخطط عام للمنطقة وبقطر يتراوح بين $(25-35 km)$ تقع ضمن المنطقة التي يتم دراسة مشروع الصرف الصحي لها وتحمل على هذا المخطط كافة المعالم الطبيعية وكافة المعالم الهندسية والاصطناعية ويكون هذا المخطط عادة بمقياس لا يزيد عن $1/25000$ كما تحمل خطوط التسوية على هذا المخطط.

كما أن دراسة أحواض التربة المختلفة ومنسوب المياه الجوفية تعتبر من المعلومات الضرورية لتحديد أعماق تمديد الأنابيب ونوعية الأساسات واختيار مواد الأنابيب التي يمكن استعمالها. كما يصار إلى تجميع المعلومات المناخية من مصلحة الأرصاد الجوية وتشتمل هذه المعلومات على تسجيل لدرجات الحرارة الدنيا والعظمى واتجاه الرياح الغالبة في كل منطقة لتحديد أماكن منشآت المعالجة وكذلك بيانات عن الهطول المطري لتحديد أكبر عاصفة مطرية ومدى استمرارها وتواترها. وتتعلق كمية مياه الأمطار الواصلة لمشروع الصرف الصحي بنوعية غطاء الشوارع وانحدارات الأرض الطبيعية. ويتم أيضاً مصادر الطاقة الكهربائية وتوفيرها وأسعارها وذلك لتتم المقارنة الاقتصادية المختلفة في تقييم واختيار شكل مشروع الصرف الصحي. واختيار التجهيزات الكهربائية والميكانيكية.

يصمم مشروع الصرف الصحي لتخديم المنطقة خلال فترة زمنية محددة تسمى بالفترة التصميمية وخلال هذه الفترة تكون استطاعة المشروع كافية لاستيعاب كافة المخلفات السائلة دون الحاجة إلى إضافة منشآت جديدة وتقدر هذه الفترة عادة بـ $25 - 30 year$ للمدن والقرى ويؤثر على اختيار طول هذه الفترة مجموعة من العوامل منها:

☐ العمر الحقيقي للأجزاء المختلفة للمشروع.

☐ سهولة إضافة منشآت جديدة.

☐ كلفة المشروع الأولية وفوائد القروض المستجرة.

☐ كلفة الصيانة والتشغيل.

ويصار إلى تنفيذ مشروع الصرف الصحي عادة على مراحل وذلك تبعاً لمراحل توسع المدينة ويتم البدء بتنفيذ الشبكة الخارجية للأجزاء المأهولة من المدينة وللمناطق الصناعية ومناطق

الخدمات والأبنية الطبية، كما يصار في هذه المرحلة الأولية من التنفيذ إلى إنشاء منشأة المعالجة باستطاعات تتناسب وكمية المخلفات السائلة.

مبادئ تخطيط الشبكة :

يبدأ التخطيط عادة بتقسيم المنطقة إلى أحواض ساكنة، ويتم الاتفاق مع الجهات المعنية على موقع محطة المعالجة، ومصببات المياه والمجمعات الرئيسية، وبعد ذلك يتم تحديد مسار الخطوط الفرعية لكل حوض ساكن على حدة. ويكون بذلك الشكل الرئيس لمشروع الصرف الصحي قد أخذ شكلاً كاملاً. إن مواقع الخطوط الأخرى (شبكات مياه الشرب، خطوط الكهرباء، الخ) تحدد موقع وأعماق شبكات المجاري. يتم بعد ذلك تحديد الوصلات الحسابية من الشبكة ويتم حساب التدفقات التصميمية المارة في كل وصلة وينشأ المقطع الطولي لهذه الوصلات تمهيداً لإجراء عملية التصميم الهيدروليكي للشبكة. ويتم عادة تحديد المسارات وفق التسلسل التالي:

- أ. تحديد مسار المجمع الرئيسي في المدينة وخارجها.
 - ب. تحديد مسارات المجمعات الفرعية لكل حوض ساكن.
 - ت. تحديد مسارات الخطوط في الشوارع.
- يسير المجمع الرئيسي عادة من الفح العلوي للوديان وذلك لتحاشي السرعة العظمى غير المسموح بها في المجرور. وفي حال كون الوادي غير عميق يلجأ إلى وضع المجمع الرئيسي بشكل موازي لضفاف الأنهار مع إمكانية وصول الفروع بسهولة ودون اللجوء إلى أعماق كبيرة. وفي حالة التضاريس المنبسطة فيفضل أن يكون المجمع الرئيسي في وسط المدينة وتحدد مسارات الخطوط الفرعية في الشوارع بالطريق الأقصر متجهة من خط تقسيم المياه نحو المنخفض وتعطى ميولاً قريبة من ميول الأرض الطبيعية وذلك لتخفيض أعماق تمديد الأنابيب. إذا كان عرض الشارع أكثر من 30m فيفضل وضع مجرورين رئيسيين حتى لا تطول المجاري الثانوية ومن مبادئ تخطيط الشبكات نذكر:

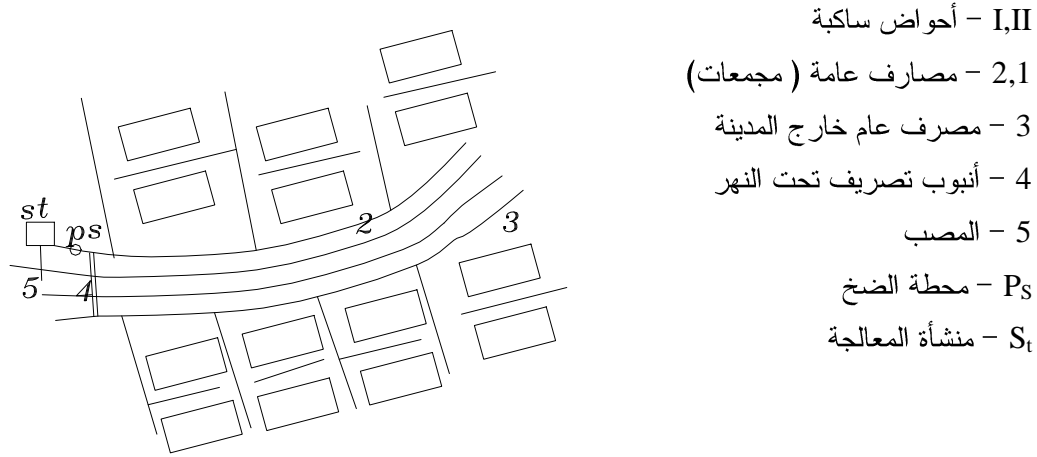
- إن إنشاء خطوط الشبكة من الناحية المنخفضة يؤخذ في حالة وجود ميول كبيرة في الأرض الطبيعية وبالتالي فإن اتجاه الجريان واحداً لا يمكن تغييره.
- أما في المناطق المنبسطة فإن خطوط الشبكة تحيط بالمنطقة من كامل جهاتها وبالتالي يتم صرف المياه المستعملة بأقصر الطرق ويتم بذلك تحاشي إنشاء خطوط طويلة بأقطار صغيرة.

- يفضل تحاشي تقاطع خطوط الشبكة مع الوديان والأنهار والخطوط الحديدية وغيرها تفادياً لإقامة منشآت خاصة مكلفة على الشبكة، وفي بعض الحالات يفضل إنشاء مجمعين تحاشياً لهذه المنشآت الخاصة.

أحياناً نلجأ إلى النموذجين معاً: نموذج نصف المحيط + نموذج المنطقة السفلى، ونلجأ إليه عندما تكون الأرض غير شديدة الانحدار وغير مستوية بشكل كبير.

تحديد شكل شبكة الأنابيب :

يتحدد شكل شبكة التصريف بالظروف الطبوغرافية للمدينة، وللمكان المحدد لمنشأة المعالجة، ولنقطة تصريف المياه بعد المعالجة. والشكل يبين نموذجاً لشبكة تصريف عامة:



شبكة تصريف عامة

وبشكل عام يمكن أن نميز خمسة أشكال لتخطيط شبكة التصريف.

□ الشكل العمودي:

يستعمل هذا الشكل في حالة الاستغناء عن منشأة المعالجة أو في حالة شبكات تصريف مياه الأمطار فقط. حيث تكون خطوط الصرف نازلة بشكل عمودي على المجرى المائي أو الوادي.

□ الشكل المعترض:

ينفذ في هذا الشكل مصرف رئيس معترض لاستقبال المياه المستخدمة في المصارف الفرعية لنقلها إلى محطة المعالجة.

□ الشكل القطاعي (المنطقي):

ينفذ هذا الشكل في المدن ذات الاختلافات الواضحة في مناسيب بناء الأحياء فيها. وفي هذا الشكل يعمل لكل قطاع مصرف رئيس خاص به. أما مياه الأحياء المنخفضة فتضخ أما إلى مجمع رئيسي وإما إلى منشأة المعالجة مباشرة.

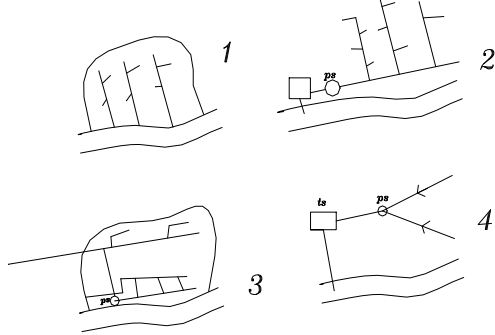
□ الشكل الشعاعي:

نلجأ إلى هذا الشكل عندما تكون طبوغرافية المنطقة التي ندرها متوضعة على هضبة حيث تتجه مياه المجاري من مركز المدينة إلى محيطها ونحتاج في هذه الحالة إلى عدد من منشآت المعالجة.

□ الشكل المروحي:

في هذه الحالة تكون مجمعات الأحواض الساكنة متوازية وموازية لخطوط التسوية، والمجمع الرئيسي يقطع كل المجمعات وبشكل مائل قدر الإمكان على خطوط التسوية ليأخذ مياه المجاري إلى محطة المعالجة.

تنفذ هذه الحالة عندما يكون شديداً باتجاه الوادي والمجرى المائي، هذه الشبكة تسمح بإلغاء السرعة المتوقعة التي يمكن أن تحدث في المجمعات الرئيسية.



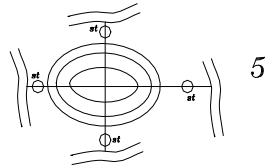
1 - الشكل العمودي.

2 - الشكل المعترض.

3 - الشكل القطاعي.

4 - الشكل الشعاعي.

5 - الشكل المروحي.



أشكال شبكات الصرف الصحي.

موقع الأنابيب في المقطع العرضي للشارع :

يتعلق ترتيب خطوط شبكات الصرف الصحي في المقطع العرضي للشارع بعدد من العوامل مثل: المنشآت القائمة فوق هذه الشوارع، ونوع تغطيتها، ونوع الخدمات الفنية الأخرى الممدودة تحت الشارع. وفي حال تجاوز عرض الشارع أكثر من 30m يفضل أن ينفذ خطان لشبكة المجاري.

- يجب ألا تقل المسافة بين شبكة الصرف الصحي وأساسات الأبنية عن 5 m في حال الخطوط المضغوطة، وعن 3 m في حال الانحدار بالجريان الطبيعي.
- عندما تمتد خطوط شبكة مياه الشرب والصرف الصحي بشكل متواز وعلى مستوي واحد فالمسافة بين السطح الخارجي للأنابيب يجب ألا يقل عن $1,5\text{ m}$ في حال قطر أنبوب مياه الشرب يزيد عن 200mm .
- إذا تم تمديد خط شبكة الصرف الصحي أعلى من خط شبكة مياه الشرب بـ 50 cm وما فوق فالمسافة بين السطح الخارجي للأنابيب يجب أي تقل عن 5 m .
- إذا وجد خط مياه حلوة متوضعا بأعماق $(50-60\text{ cm})$ للأنابيب الفرعية و 1 m للأنابيب الرئيسية وخط المجرور الرئيسي فقد تؤثر به عوائق طبيعي: مجرى، وادي، عائق هندسي، خط قطار، ممر مشاة. وبالتالي وف يتغير موقع المجرور تبعاً لهذه العوائق.

أعماق تمديد شبكة الصرف الصحي :

يتراوح عمق تمديد شبكات الصرف الصحي ضمن المجال $(8-1,5\text{ m})$ ، ويجب مراعاة مايلي من أجل تحديد عمق التمديد:

- 1 - تأمين حماية للأنبوب من عوامل الجو.
- 2 - طبيعة ونوع الحركة التي سوف يتعرض لها القسطل.
- 3 - تحديد النقاط المميزة في المخطط (النقاط المنخفضة، بعض الأحياء التي تسمح بإنشاء أقبية والتي تحتاج إلى تصريف في مناطق منخفضة).
- 4 - ويتم تحديد العمق المطلوب للأنبوب من العلاقة التالية:

$$H = h + i(l + L) + (Z_1 + Z_2) + \Delta$$

h : فرق الارتفاع ما بين الأرض الطبيعية وتوضع المجرور.

i : ميل الأنبوب

l : طول الأنبوب من بدايته حتى حفرة التفتيش.

L : طول الأنبوب من بدايته وحتى نهايته.

Z_1 : منسوب الأرض الطبيعية عند بداية الأنبوب.

Z_2 : منسوب الأرض الطبيعية عند نهاية الأنبوب.

Δ : فرق الارتفاعين الأنبوب والمجرور.

مادة صنع أنابيب مجاري الصرف الصحي :

هناك عدة عوامل تحكم على تحديد نوع الأنابيب المستخدمة في مجاري الصرف ومن هذه

العوامل :

- 1 - سرعة الجريان ضمن الأنابيب.
 - 2 - مواصفات مياه المجاري التي سوف تنقل خلال الأنابيب (حامضية، قلوية،).
 - 3 - التسرب المائي من وإلى الأنابيب.
 - 4 - طريقة وصل الأنابيب مع بعضها ومكان توضع الشبكة.
 - 5 - خواص التربة وقدرة تحملها
- ويمكن أن نقسم الأنابيب من حيث البنية إلى فئتين أساسيتين:
- الأنابيب الصلبة: ومنها الأنواع التالية
 - ☐ أنابيب الاسبستوس الإسمنتي (ACP) .
 - ☐ أنابيب حديد الصب (CIP) .
 - ☐ الأنابيب البيتونية والبيتونية المسلحة: ويكون أكبر قطر لأنبوب البيتون **24 inch** وفي حال ازداد عن ذلك يصبح من البيتون المسلح.
 - ☐ أنابيب الفخار المزجج (VCP) : مقاومة للحموضة وتوجد بأقطار وعلى الأكثر **16inch**.
 - الأنابيب المرنة: ومنها الأنواع التالية
 - ☐ أنابيب الفونت المرن: وتتراوح أقطارها (**6-2 inch**) .
 - ☐ أنابيب الحديد (DI) .
 - ☐ الأنابيب البلاستيكية المعالجة: ومن أهم أنواع هذه الأنابيب
 - _ بولي اتيلين (**Polyethylene (PE)**) .
 - _ **Polyvinyl chloride (PVC)** .
 - _ أنابيب البلاستيك المسلحة

. Reinforced Plastic Morton (RPM)

. Reinforced Thermosetting Resin (RTR)

الأنابيب البلاستيكية تستخدم بأقطار صغيرة وتصل حتى **12 inch** وقد انتشرت بشكل واسع في وقتنا الحاضر لأنها تتميز بمقاومة عالية للحموض و القلويات

□ من أجل المجمعات الكبيرة يتم بناء المجرور في أرض المشروع إما من البلوك أو عن طريق صبه في موقع العمل.

أنواع مقاطع أنابيب المجاري :

1 -المقطع الدائري : يعد المقطع الدائري من أكثر المقاطع متانة وبساطة في التنفيذ وتشكل المقاطع الدائرية نسبة % 90 من شبكات التصريف في العالم ، وتنفذ هذه المقاطع بأقطار أصغرية مقدارها مبين في الجدول التالي :

جدول يبين الأقطار للأنابيب الدائرية المنفذة حسب نموذج الشبكة

شبكات تصريف مشتركة	شبكات تصريف منفصلة (منزلية)	شبكات تصريف منفصلة (مطرية)	نوع الصرف
mm	mm	mm	
-	125	-	وصلة من بناء إلى الشارع
300 - 200	150	300 - 200	مصرف في شارع فرعي
250	200 - 150	300 - 250	مصرف في الشارع
250 - 200	-	250 - 200	الوصلات من البالوعات المطرية في الشوارع إلى أنبوب التصريف

ويعطى ارتفاع الماء الأعظمي في هذه الأنابيب حسب الأقطار بالجدول التالي :

جدول نسبة الامتلاء العظمى المسموحة حسب قطر الأنبوب ونموذج شبكة الصرف

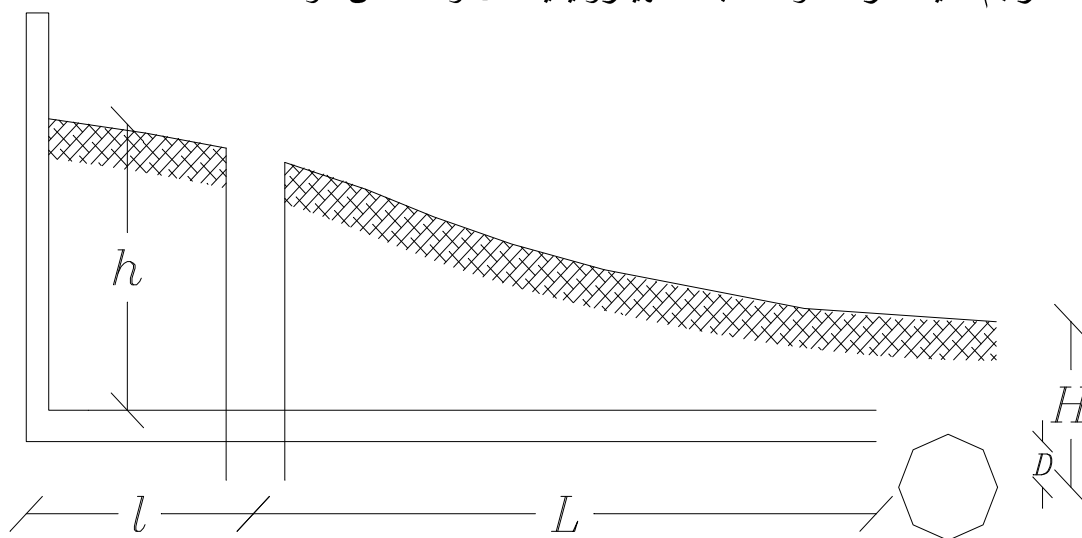
قيمة h/d نسبة الامتلاء حسب الأقطار المنفذة mm				نموذج الشبكة
أكبر من 900	900 - 500	500 - 350	200 - 100	
0.8	0.75	0.7	0.6	شبكة منفصلة منزلية
1	1	1	1	شبكة مشتركة و شبكة منفصلة لمياه الأمطار

2 -المقطع البيضوي : يستعمل هذا المقطع في الشبكات المشتركة عندما يكون التدفق المطري الأعظمي أكبر بكثير من التدفق الجاف الأصغري .

وهناك بعض المقاطع الأقل استعمالاً كما هو مبين في الشكل كالمقطع الذي يكون على شكل نعل فرس أو مستطيل أو شبه منحرف وغيرها .

المقاطع الطولية :

المقطع الطولي هو الخط الذي يقطع سطح الأرض الطبيعية حتى منسوب المجرور حتى يظهر نوضع الأنبوب بالنسبة لسطح الأرض الطبيعية وميل الأنبوب الطولي، وهو يعتبر المقطع التنفيذي حيث تترجم عليه الدراسة والحسابات الهيدروليكية لكل وصلة من الوصلات.



ويرسم المقطع الطولي بمقياس شاقولي $1/50 \leftarrow 1/100 \leftarrow 1/200$.

ومقياس أفقي $1/5000 \leftarrow 1/2000 \leftarrow 1/1000 \leftarrow 1/500$

كما يتم وضع مقياس الرسم بجانب المقطع الطولي.

أنواع وصلات المجاري :

1 -عندما يكون القطران متساويان :

عندما يكون قطر الأنبوب الأول يساوي قطر الأنبوب الثاني يتم الوصل بالمولد (الحافة العلوية بالحافة العلوية).

ولكن عندما يكون منسوب الماء في الأنبوب الثاني أعلى من منسوب الماء في الأنبوب الأول يفضل الوصل بمنسوب الماء لان الانتقال من منسوب الماء الأدنى إلى منسوب الماء الأعلى يسبب ضياعات موضعية كثيرة وبالتالي عمليات ترسيب في المجرور فيتم تلافي ذلك عن طريق الوصل بمنسوب الماء.

2 -عندما يكون القطران مختلفان:

عندما يكون القطران الأول والثاني مختلفان فإننا نصل بمنسوب المولد العلوي بشرط أن يحقق الانتقال من منسوب الماء الأعلى إلى ارتفاع الماء الأخفض وإلا سوف نضطر للوصل بمنسوب مستوي الماء.

أن منسوب قعر المجرور يحدد بدقة الميليمتر لان ذلك يؤثر على الضياعات الهيدروليكية، أما منسوب الأرض الطبيعية فيحدد بدقة السنتيمتر لأن ذلك يتعلق بكميات الحفر والردم.

تحديد ميل الأنابيب :

- 1 -عندما يكون ميل الأرض الطبيعية أكبر من الميل الأصغري للمجرور (أي يحقق التنظيف الذاتي للمجرور) يتم إعطاء المجور ميل موازي لميل الأرض الطبيعية، مع مراعاة شرط أن السرعة يجب ألا تزيد عن 3 m/Sec .
- 2 -عندما يكون ميل الأرض الطبيعية أكبر من الميل الأصغري للمجرور وعمق الحفر أكبر من العمق الأصغري للحفر أيضاً يتم إعطاء المجور ميل أصغري حتى نصل إلى عمق حفر يساوي العمق الأصغري فعندها يمكن المتابعة بميل موازي لميل الأرض الطبيعية وذلك لتلافي أعماق الحفر الكبيرة.
- 3 -عندما يكون ميل الأرض الطبيعية أصغر من الميل الأصغري للأنبوب يتم وضع الأنبوب بميل يساوي الميل الأصغري.

التصميم الهيدروليكي لشبكات الصرف الصحي

مبادئ حركة مياه المجاري في الشبكة :

ان كمية المواد الصلبة وغير المنحلة في مياه المجاري المنزلية تعادل 65 gr/p/day وهذه المواد قابلة للترسيب في قاع الأنابيب مما يؤدي إلى انسدادها أو إعاقة الجريانات، لذا يجب اختيار سرعة مناسبة للجريانات ضمن الأنابيب بحيث تحمل هذه المواد مع التيار المائي. تحوي المواد المترسبة في الأنابيب على نسبة $3-8\%$ من حجمها على رواسب عضوية أبعادها أكبر من 1 mm ، وعلى نسبة $92-97\%$ رواسب معدنية أبعادها وسطياً حوالي 1 mm بما فيها 75% بأبعاد أقل من $0,5 \text{ mm}$ ، وتشكل الرمال نسبة كبيرة تصل إلى 90% من نسبة الرواسب. الوزن الحجمي للرواسب المرصوفة حوالي $1,61 \text{ t/m}^3$ وللرواسب غير المرصوفة $1,4 \text{ t/m}^3$.

إن العناصر الرئيسية للجريان هي:

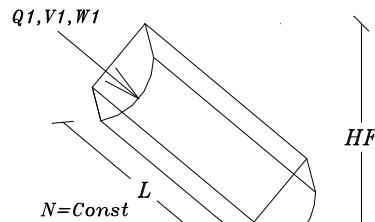
التدفق Q ، السرعة الوسطية للتيار V ، المقطع المائي W ، نصف القطر الهيدروليكي R ، الميل الهيدروليكي I ، خشونة سطوح القساطل الداخلية N .
يمكن أن يكون جريان المياه الملوثة منتظماً وغير منتظم وفي حال الجريان المنتظم تكون السرعة الوسطى للتيار ثابتة ويتحقق ذلك في الحالات التالية:

□ عندما تتساوى قيم التدفق المقطع المائي والميل الهيدروليكي في بداية المقطع وفي نهايته كما في الشكل.

□ عندما تكون خشونة الأنابيب واحدة على طول المجرى.

□ عندما لا تكون هناك مقاومات موضعية للجريان.

أما في حالة الجريان الغير منتظم فان سرعة الجريان الوسطى تتغير من مقطع لآخر بالرغم من تساوي المقاطع المائية ويتم ذلك بسبب عدم توفر الشروط المذكورة أعلاه للجريان المنتظم.



إن أسباب عدم انتظام الجريان يعود لمجموعة أسباب نذكر منها:

المقاومات الموضعية عند تغير الاتجاهات في الوصلات الجانبية، في قاع غرف التفقيش، في أمكنة تغير ميول الأنابيب، في حال وجود هبوطات في مستويات الماء في أمكنة تغير مستويات الأنابيب.

هذه الأسباب تؤدي إلى: تشكيل عتبات والتي بدورها تسبب نقصاً في السرعة وترسباً للمواد العالقة. وتتم دراسة شبكات الصرف الصحي وفق التسلسل التالي:
يعطى التدفق المار في الأنبوب بالعلاقة التالية:

$$q = \omega \cdot v$$

$$q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

ω : مساحة مقطع الأنبوب

v : السرعة ضمن الأنبوب

c : ثابت شيزي

R : نصف القطر الهيدروليكي

i : الميل

ولكن عندما يتعقد ارتباط أنابيب الصرف الصحي فإن استخدام العلاقة السابقة يكون صعب لذلك لابد من تبسيط هذه العلاقة وذلك بإدخال معاملات عليها كما يلي:

$$K = \omega \cdot c \cdot \sqrt{R} = \omega \cdot W$$

k : معامل التدفق وهو يساوي قيمة التدفق من أجل $i = 1$ وله نفس واحدة التدفق

$$. [m^3/sec]$$

$W = c \cdot \sqrt{R}$: معامل السرعة وهو يساوي قيمة السرعة من أجل $i = 1$ وله نفس

$$. [m/sec]$$

من أجل مقطع مليء يمكن أن نكتب:

$$q = A \cdot K_n \cdot \sqrt{i} = A \cdot q_n \Rightarrow A = \frac{q}{q_n}$$

$$v = B \cdot W_n \cdot \sqrt{i} = B \cdot v_n \Rightarrow B = \frac{v}{v_n}$$

q_n : التدفق المليء

v_n : السرعة في حال كون الأنبوب مليء

q : التدفق الجزئي

v : السرعة في حالة الامتلاء الجزئي

يمكن تحديد قيم A, B من الجداول وذلك اعتماداً على نسبة الإملاء h/d .
 من أجل خشونة ثابتة يمكن أن نحسب W, K حسب نسبة الامتلاء h/d وذلك من الجداول
 الملحقة وبشكل أسهل من الطريقة السابقة في اعتماد الثوابت A, B وفق مايلي:

- لدينا q, i معلومتان، نقوم بحساب K من العلاقة $K = \frac{q}{\sqrt{i}}$.

- نبحث عن قيمة K في الجدول وذلك بما يتناسب مع الشبكة أي بشكل يعطي نسبة امتلاء
 عظمى وبالتالي يمكن أن نحدد W ومنه نستطيع حساب السرعة وفق العلاقة: $v = W \cdot \sqrt{i}$

علاقة السرعة بتدفقات الشبكة:

- ☐ عندما تكون التدفقات وسطية فيجب ألا تقل السرعة عن $0,75 \text{ m/sec}$.
- ☐ عندما تكون تدفقات طقس جاف (شبكة أمطار) يجب ألا تقل السرعة عن $0,60 \text{ m/sec}$.
- ☐ عندما تكون تدفقات طقس جاف (شبكة معاشية) يجب ألا تقل السرعة عن $0,40 \text{ m/sec}$.
- ☐ في الشبكات المشتركة يجب ألا تقل السرعة عن $0,70 \text{ m/sec}$ وعندما تقل السرعة عن $0,40 \text{ m/sec}$ يجب تزويد الشبكة بأجهزة تنظيف.
- ☐ يجب ألا تزيد السرعة في شبكات الصرف الصحي عن 3 m/sec .

علاقة الميل للأنابيب بقطرها:

أما الميول الدنيا للأنابيب والتي تتعلق بقطر الأنبوب فيمكن أخذها من الجدول التالي :

قطر الأنبوب mm	150	200	300 - 400	750	1250 وأكثر
الميل الأدنى	0.007	0.005	0.003	0.001	0.0005

حساب الأنابيب المضغوطة :

الأنابيب المضغوطة بالتعريف هي الأنابيب التي تكون نسبة امتلاءها تساوي الواحد. ومن
 أجل حساب الأنابيب المضغوطة لابد كمن تحديد قطر الأنبوب وقيمة الضياعات الحاصلة.

1 - تحديد قطر الأنبوب:

$$q = w.v = \frac{\pi.d^2}{4}.v \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4.q}{\pi.v}}$$

حيث يتم فرض قيمة للسرعة ضمن المجال (1,5-2,5 m/sec) .

2 - تحديد مقدار الضياعات: وهي إما أن تكون ضياعات موضعية أو ضياعات طولية.
- الضياعات الطولية:

$$h_L = i.L = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

λ : معامل الضياعات الطولية. ويتم حساب λ كما يلي:

$$\lambda = \frac{8 \cdot 16^y \cdot g \cdot n^2}{d^{2y}} \Leftrightarrow \begin{aligned} c &= \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \\ c &= \frac{1}{n} \cdot R^y \end{aligned}$$

- الضياعات الموضعية:

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2g}$$

ξ : معامل الضياعات الموضعية.

وبالتالي فإن الضياعات الكلية الحاصلة تساوي :

$$h = h_L + h_m$$

المنشآت الملحقة بشبكة الصرف الصحي

بعد إنجاز التصميم لشبكة الصرف الصحي، لا بد أن نستعرض المنشآت الخاصة التي تلحق وتوضع على هذه الشبكة لتقوم بأداء وظيفتها على الشكل الأمثل ومن أهم هذه المنشآت:

حفر التفقيش:

وهي عبارة عن صناديق بيتونية مهمتها وصل المجرور بسطح الأرض الطبيعية، وتزود بغطاء من الفونت الثقيل ليقاوم حركة السيارات، وتستعمل من أجل الكشف عن المجاري وتنظيفها عند اللزوم من جراء امتلاء أنابيب الشبكة بالطمي أو في حالة الانسداد بالأجسام الطافية التي قد تدخل الشبكة.

أماكن توضع حفر التفقيش:

يمكن أن تتوضع حفر التفقيش في الأماكن التالية على طول مسار الشبكة:

- في بداية المجرور
- عند تغيير مقطع المجرور
- عند تغيير مادة تصنيع المجرور
- عند تغيير ميل المجرور
- عند تغيير اتجاه المجرور
- عند تقاطع مجرورين
- على المسافات المبينة في الجدول التالي وذلك حسب قطر المجرور:

قطر المجرور [mm]	150-200	200-250	300-350	450-900	900-1200	أكبر من 200
أكبر مسافة بين غرفتي تفقيش [m]	30	40	50	60	100	150

- يجب أن تحقق أبعاد الحفرة الأفقية مايلي:
- يجب أن لا تقل أبعادها عن $1 \times 1m$ إذا كان المسقط دائرياً أو مربعاً.
- ويجب ألا تقل أبعادها عن $1,2 \times 0,9$ إذا كان المسقط مستطيلاً.
- إذا كانت غرفة التفتيش عميقة فلا داعي لإنشائها بهذه المقاسات وإنما تنشأ بهذه المقاسات حتى عمق $2m$ عن القاع، أما باقي العمق إلى السطح فيكتفى بالبعد $0,6 \times 0,6m$.
- يجب التأكيد على أهمية أن تكون فوهة حفرة التفتيش بنفس منسوب الزفت تماماً.
- يمكن أن تنفذ حفر التفتيش من البيتون العادي أو المسلح وفقاً للأعماق المقرر لها ووفقاً لمقاومة التربة والحمولات التي يمكن أن تتعرض لها في الموقع.

حفر التفتيش ذات السقوطات:

- هناك حالات تفرض علينا استخدام حفر تفتيش ذات السقوطات فمن هذه الحالات:
- 1 -تلاقي مجرور فرعي مع مجرور رئيسي بحيث أن المجرور الفرعي أعلى من المجرور الرئيسي، حيث يتم جعل الأنبوب الفرعي يصب في أنبوب شاقولي خارج غرفة التفتيش ومنه إلى غرفة التفتيش
 - 2 -التقاطع مع معبر هندسي أو أي عائق طبيعي بسبب تغيير منسوب المجرور. ولحفر التفتيش ذات السقوطات عدة أشكال وذلك حسب عمق التلاقي بين المجرورين
 - عندما يكون عمق التلاقي بين المجرورين أقل من $1m$ يكون شكل حفرة التفتيش شاقولي عادي.
 - عندما يكون عمق التلاقي أكبر من ذلك فيجب مراعاة إخماد السرعة الناشئ نتيجة سقوط الماء من منسوب أعلى إلى منسوب أدنى فتعطى حفرة التفتيش على طول النازل الشاقولي درجات تساهم في تخفيض السرعة.

السيفونات:

في العديد من مشاريع شبكات الصرف الصحي قد نضطر إلى وضع المجاري تحت الأنفاق أو المعابر أو في حالات خاصة عند اجتياز الأنهار أما في حالة الوديان القليلة العمق يمكن أن نلجأ إلى استخدام الجسور المائية ولكن في حالة عمق المعبر المائي (الوادي) كبيراً فإنه يصبح من الصعب تحقيق الأعمدة (الحاملة للجسر المائي) على التحنيط عندها لابد من إدخال السيفونات

المقلوبة وتعتبر هذه الأخيرة من أفضل الحلول المتبعة في حال عدم صلاحية الجسور المائية والتي تدرس على أساس الأنابيب المضغوطة، كما يجب ألا تقل السرعة في السيفون عن $1m/sec$ ، كما ويجب إعطاء فارق في المنسوب بين الغرفة العلوية (في بداية المنسوب) والغرفة السفلية (في نهاية المنسوب) من أجل التغلب على الضياعات الهيدروليكية الحاصلة.

يفضل إنشاء أنبوبين للسيفون وذلك لكي يعمل واحد في حال تعطل الآخر، كما ويتم إنشاء أنبوب ثالث يسمى مهرب أو مفيض والذي يفتح إلى الوادي لتلافي حصول فيضانات في الشبكة إذا حصل أي عطل أو خلل.

الفوهات المطرية:

يتم إنشاء الفوهات في المناطق التي يحصل فيها هطولات مطرية وهي عبارة عن صندوق بيتوني مغطى من الأعلى بشبك من الفونت بحيث تكون شقوق الشبك متعامدة مع اتجاه جريان الماء وذلك لكي تعيق حركة الناس أو لتلافي سقوط أوراق الشجر والأوساخ المحمولة مع المياه. تتوضع الفوهات المطرية بجانب أطراف الشارع مع مراعاة ميل المقطع العرضي للشارع فإذا كان للشارع ميلين عرضيين فإنه يتم إنشاء فوهات مطرية على جانبي الشارع، تتراوح أبعاد الفوهات المطرية $40 \times 40 cm$ أو $50 \times 50 cm$. وبالنسبة لتباعدات فوهات المطر على طول الشارع تكون كما يلي اعتماداً على الميل الطولي:

الميل الطولي للمجرور	حتى 0,004	0,004-0,006	0,006-0,01	أكبر من 0,01
المسافة ما بين الباليع (m)	50	60	70	80

خزانات التدفق (الغسيل):

وهي عبارة عن خزانات يكون الغرض منها جمع المياه ومن ثم تصريفها في المجرى بسرعة كبيرة تساعد على تنظيف المجرى من المواد المترسبة في قاعه. ننشأ هذه الخزانات عندما تكون سرعة جريان الماء في حالة التدفق الجاف الأعظمي أقل من $60 cm/sec$ أو عندما تكون ميل الشبكة قليلة.

يكون حجم خزان الدفق يساوي إلى (1/10) من حجم الأنبوب الذي يساهم في تنظيفه. يحوي حوض الدفق على سيفون ذو غطاء بشكل جرس ذي ثقب ويتصل السيفون بدوره بمجرى التصريف ويوجد بين غرفة التفتيش و بين خزان الدفق أنبوب تهوية لتفريغ الهواء عند اندفاع الماء إلى غرفة التفتيش ويجهز الخزان بأنبوب للفائض (صرف الماء الزائد عند توقف السيفون عن أداء عمله).

أحواض حجز الزيوت والشحوم:

تستعمل هذه الأحواض لتخليص مياه المجاري من الزيوت والشحوم التي تسبب مصاعب في عملية المعالجة. يتم إنشاء هذه الأحواض على مخارج مياه المجاري للمطاعم والفنادق ومراكز صيانة وغسيل وتشحيم السيارات والآليات وكذلك المصانع التي تستعمل كميات كبيرة من الزيوت والمواد الدهنية.

مبدأ عمل الأحواض:

ان مبدأ عمل هذه الأحواض بسيط جداً حيث أن الوزن النوعي للزيوت أخف من الوزن النوعي للماء لذلك فهي تطفو على سطح الماء ويصار إلى فصلها من خلال خروج الماء من الحوض إلى مستوي أخف من مستوي سطحه وبالتالي تبقى الزيوت والشحوم طافية ويصار إلى جمعها وإبعادها.

تصنع هذه الأحواض إما من الحديد الصلب للأحواض الصغيرة أما الكبيرة فتصنع من البيتون العادي للجدران مع غطاء من البيتون المسلح ذو فتحات للنزول والكشف.

المذكرة الحسابية

الغاية من الدراسة :

الغاية من الدراسة جمع ونقل مياه الصرف المعاشية ومياه الأمطار بواسطة شبكة مجاري تؤمن متطلبات وسلامة الصحة العامة لأهالي المنطقة وبأقل التكاليف الممكنة وبشكل منسجم مع المستوى المدني والاجتماعي الحالي والمستقبلي للمنطقة.

مراحل الدراسة :

تتم الدراسة وفق المراحل التالية :

تخطيط شبكة الصرف الصحي :

حساب المساحات :

تم حساب مساحة كافة المحاضر على المخطط التنظيمي للمنطقة بعد تقسيمها إلى أحواض ساكنة تصب في كل فرع من فروع الشبكة ، ثم تم حساب المساحات الصبابة والرافدة والكلية لفروع المجاري الرئيسية .

تحديد الغزارات في فروع الشبكة :

بعد تخطيط الشبكة وفق المخطط وحساب المساحات الصبابة والرافدة والكلية نبدأ بتحديد الغزارات التصميمية في فروعها ،

حساب أقطار الشبكة :

نقوم بحساب الميول بشكل متناسب مع ميل الأرض الطبيعية ومن المنسوب الأعلى إلى المنسوب الأدنى . وفي حال كانت الأرض صاعدة يمكن اعتماد ميول أصغرية لتجنب أعماق كبيرة للحفر . يتم اختيار الأقطار من جداول خاصة . ويتم الاختيار بالشكل الاقتصادي الذي يحقق لنا نسب الامتلاء و السرعة المثلى والتي هي ضمن الحدود المسموحة للسرعة

$$(3.5 \text{ m/s} > V > 0.6 \text{ m/s})$$

والأقطار لا تقل عن 250 مم

ويتم الدخول إلى هذه الجداول كما يلي :

- لدينا q, i معلومتان، نقوم بحساب K من العلاقة $K = \frac{q}{\sqrt{i}}$.

- نبحث عن قيمة K في الجدول وذلك بما يتناسب مع الشبكة أي بشكل يعطي نسبة امتلاء عظمى وبالتالي يمكن أن نحدد W ومنه نستطيع حساب السرعة وفق العلاقة: $v = W \cdot \sqrt{i}$ وباستخدام التوسط الداخلي إذا اقتضى ذلك .

حساب المناسيب :

وهي مناسيب سطح الماء وقعر الأنبوب وتحسب بشكل بسيط وتعطى كنتائج في جدول الحسابات الهيدروليكية وقد تم حسابها وفق القوانين التالية:

* بالنسبة لمناسيب قعر الانابيب:

... للوصلة الأولى نفرض عمق توضع الأنبوب .

... للوصلة الثانية وما بعد نعتد طرق الوصل المختلفة

* بالنسبة لمناسيب سطح الماء :

سطح الماء في البداية = ارتفاع الماء في الأنبوب + منسوب قعر المجرور في البداية.

سطح الماء في النهاية = ارتفاع الماء في الأنبوب + منسوب قعر المجرور في النهاية.

ارتفاع الماء في الأنبوب = القطر × نسبة الامتلاء

نقوم بعد ذلك بحساب أعماق الحفر للخنادق التي توضع فيها الأنابيب .

حيث عمق الحفر في البداية يحسب من العلاقة التالية:

عمق الحفر في البداية = منسوب الأرض في البداية - منسوب قعر الأنبوب في البداية

عمق الحفر في النهاية = منسوب الأرض في النهاية - منسوب قعر الأنبوب في النهاية