

دورة تمهيدية في تصميم شبكات الصرف الصحي و أحواض التعفن Septic tank



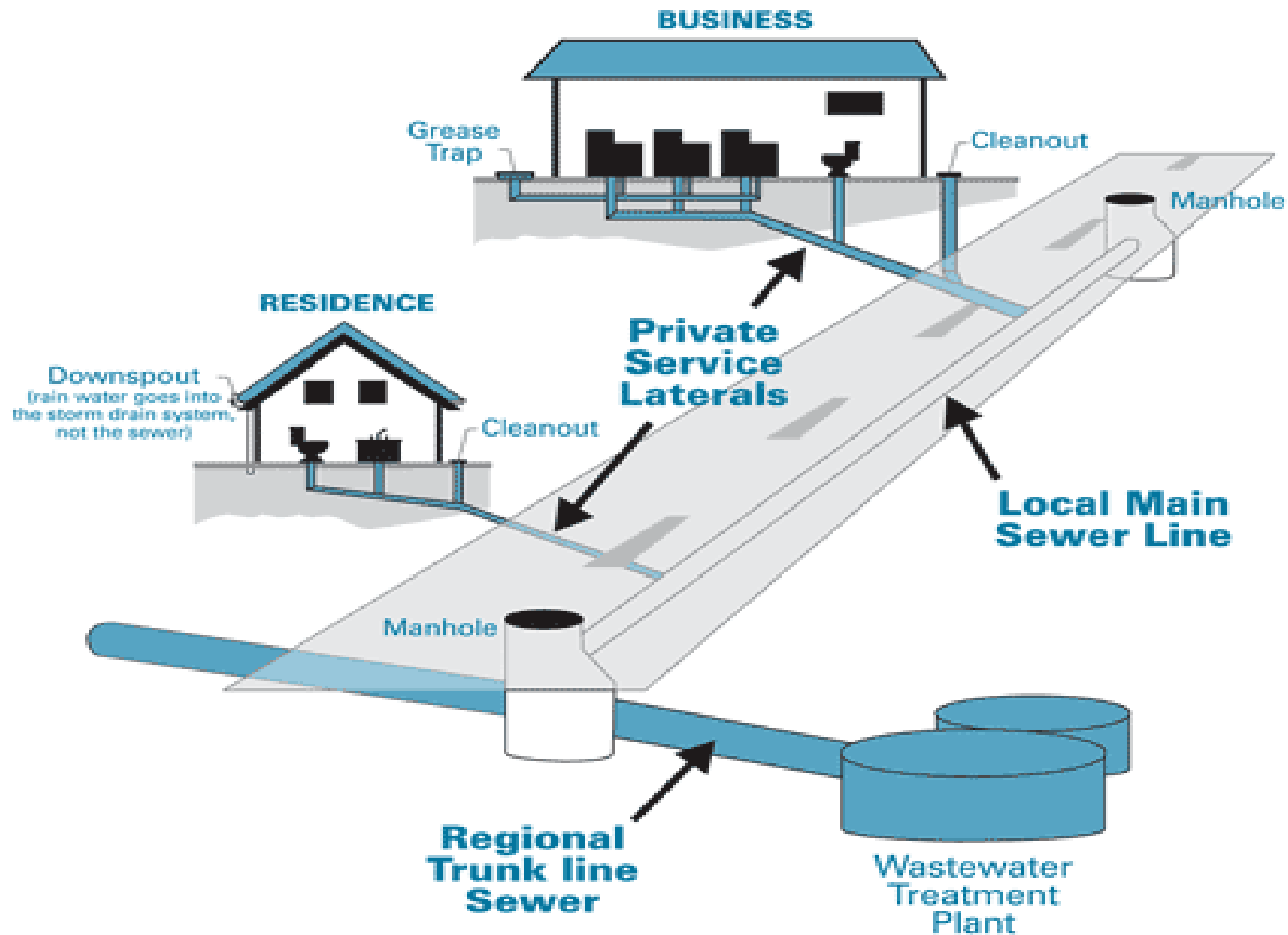
إعداد : د.م. عبدالله صغير
دكتوراه في الهندسة المدنية (هندسية بيئية صحية)

مقدمة لا بدّ منها

- تستهلك المياه لأغراض متعددة من قبل الإنسان فالماء هو مصدر الحياة .
- ويستخدم الإنسان المياه في حياته المعاشية وذلك من أجل عمليات التنظيف والاستحمام وكذلك يشرب الإنسان الماء ويترافق هذا الاستهلاك مع تصريف لمياه ملوثة تنتج نتيجة نشاطات الإنسان.
- ومصادر المياه الملوثة المعاشية متعددة وهي :
- 1- مياه مصرفة من المطابخ.
- 2- مياه مصرفة من الحمامات والتواليتات
- 3- مياه غسيل الأراضي .
- 4- مياه الأمطار .
- وهذه المياه تعتبر مياه ملوثة وتسمى في المراجع الأجنبية مياه صرف صحي (Municipal wastewater) وتسمى أيضاً بالمياه المألحة وذلك في المراجع العربية

مقدمة لا بدّ منها

- مياه الصرف الصحي البلدية تعتبر مصدر للتلوث يهدد صحة الإنسان والبيئة لذلك يجب ضمان ابعاد هذا التلوث عن الإنسان ومعالجته بطريقة علمية تضمن سلامة الإنسان وتمنع تلوث البيئة ومن هنا جاءت فكرة شبكات الصرف الصحي ومحطات المعالجة كبديل عن الجور الفنية التي تسبب تلوث المياه الجوفية و تلوث البيئة .
- وإن عدم تصريف مياه الأمطار ضمن شبكات الصرف الصحي قد يؤدي إلى حدوث غمر في بعض الشوارع والأقضية وإلى تخریب البنية التحتية ومن هنا جاءت فكرة تصريف مياه الأمطار



مقدمة لا بدّ منها:

- 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 قلوية بعض الشيء وتحتوي على مواد ملوثة عضوية ومعدنية المنشأ .

مواصفات مياه الصرف الصحي

. 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 .

مواصفات مياه المجاري المعاشية :

- وتقسم المواد المحمولة في المياه الملوثة المنزلية حسب حالتها الفيزيائية إلى ثلاثة أقسام وهي:
- مواد صلبة غير منحلة كالرمال
- مواد غروية معلقة أقطارها من 0,1 إلى 0,001 ميكرون.
- مواد منحلة أقطار جزيئاتها أصغر من 0,001 ميكرون.

مواصفات مياه المجاري المعاشية :

- 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.

فوائد شبكات الصرف الصحي

- . منع تلوث المياه الجوفية .
- . حماية الأقبية من الغمر
- . المحافظة على البنية التحتية من شوارع وغيرها
- . نقل المياه الملوثة إلى محطات معالجة مياه الصرف الصحي لمعالجتها
- . الأمر الذي يسهم في تحقيق التوازن المائي.

فوائد شبكات الصرف الصحي

. منع تلوث المياه الجوفية .



الصرف الصحي والصرف غير الصحي

- . يتم الصرف الصحي بواسطة أنابيب أو قنوات تسمى مجاري الصرف الصحي من ضمن شبكة المجاري ويعرف المجرور علي أنه أنبوب أو قناة في الغالب الأعم مغلقة ومن أهداف المجاري ما يلي :
- . جمع الفضلات السائلة ونقلها الى نقاط المعالجة أو نقاط التخلص النهائي .
- . المحافظة علي الصحة العامة ورفاهية المنطقة المأهولة بالسكان أو بمشاريع التنمية .

مصادر الفضلات والمخلفات السائلة وطرق جمعها

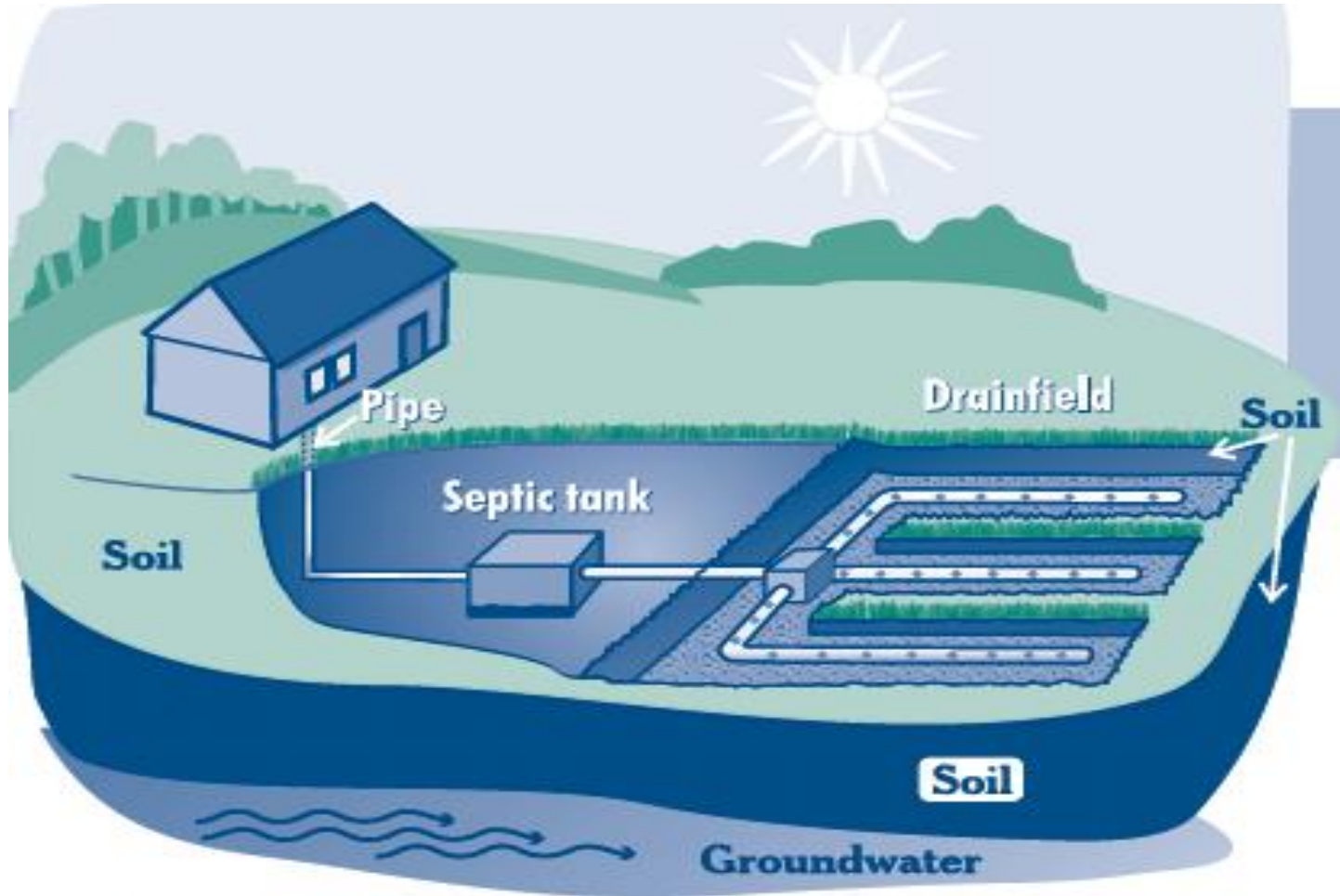
- إن التجميع و التخلص من الفضلات السائلة من مصادر إنتاجها هام على الصحة العامة وتلافي حدوث مخاطر لا تحمد عقبها وتختلف مصادر الفضلات السائلة باختلاف استخدام المياه وتتنوع بتنوع الإنتاج الزراعي و الصناعي و التجاري و استعمال المياه في المنازل للغسيل والنظافة الشخصية وغيرها من أنماط الاستهلاك .

الأنظمة البدائية للصرف الصحي و لمعالجة مياه الصرف الصحي

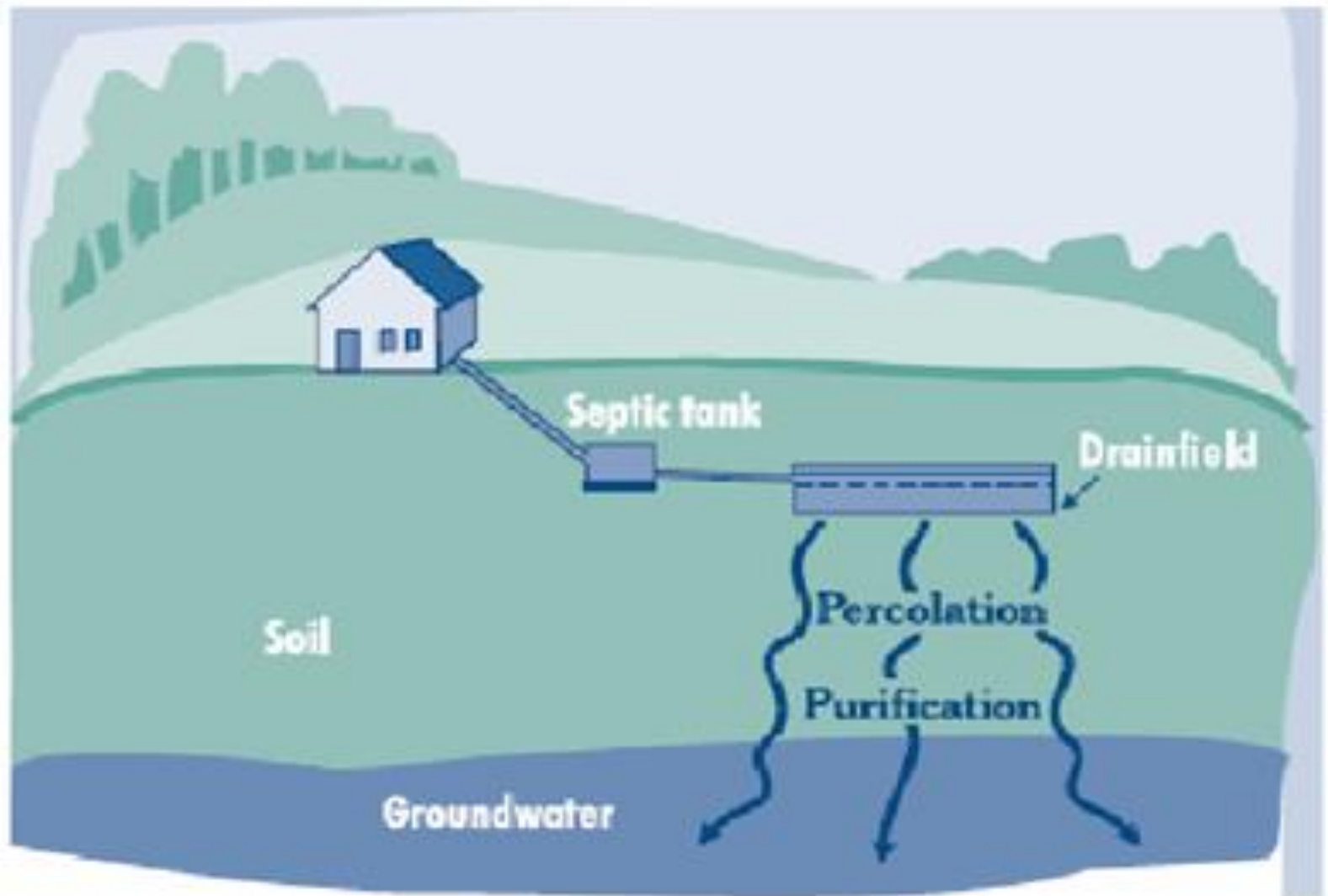
يوجد عدة أشكال وأنواع لأنظمة المعالجة البدائية للصرف المنزلي وسوف نركز في هذه الدورة على:
أنظمة التعفن (تحلل لاهوائي)

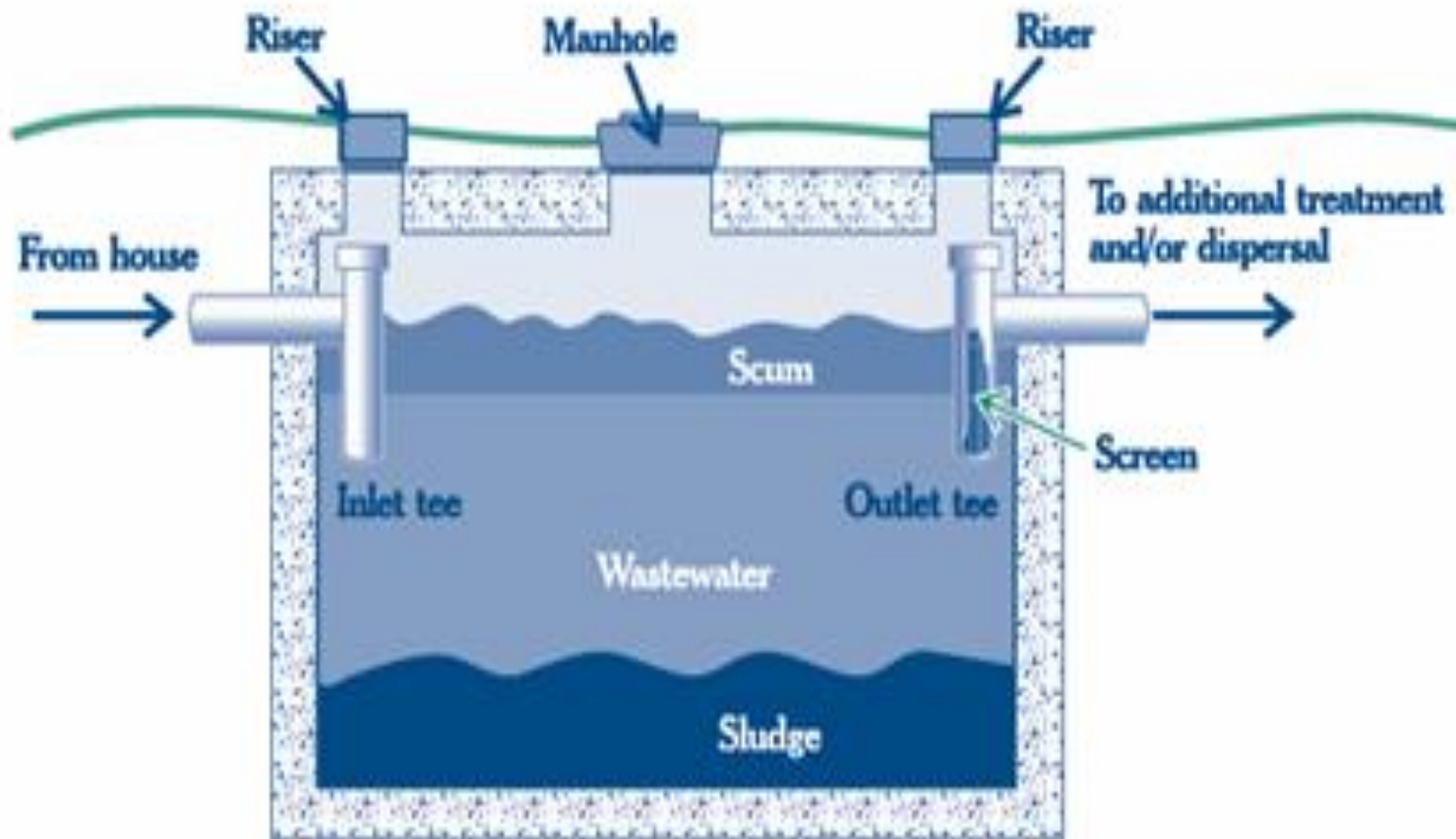
Septic System

الشكل العام لأحواض التعفن (septic tank)



Typical septic system





مميزات أحواض التعفن

- سهولة الإنشاء .
- منخفضة الكلفة .
- تحقق كفاءة جيدة لمعالجة مياه الصرف الصحي قد تصل إلى 80 % وذلك عند استخدام نظام توزيع للمياه الخارجة من أحواض التعفن.
- تعتبر حل جيد في المناطق المنزلة.
- تعتبر حل اقتصادي في الأماكن قليلة كثافة السكان.
- تعطي كمية قليلة من الحمأة الناتجة عن الصرف المنزلي

مميزات أحواض التعفن

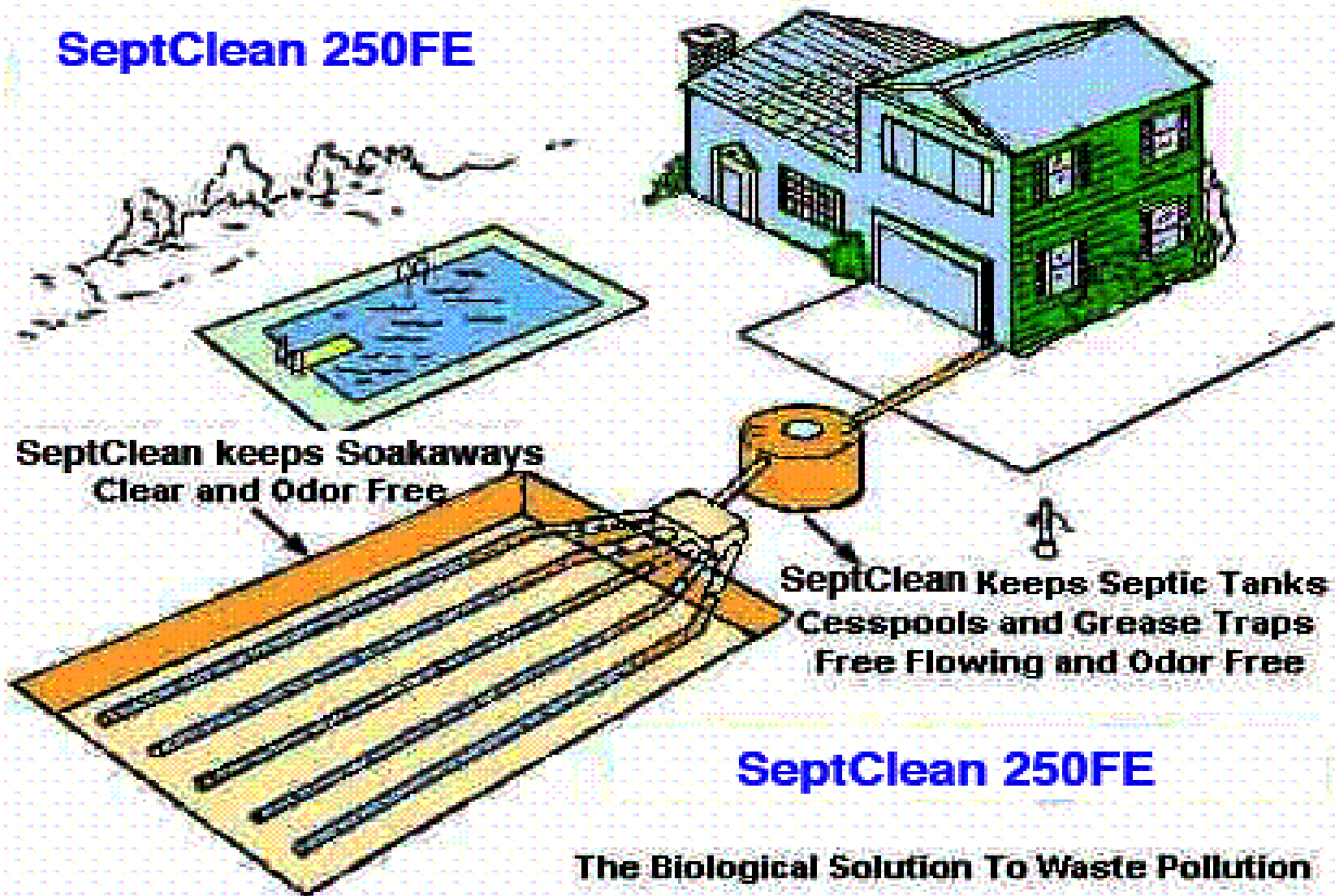
- يفضل في حال كانت التربة نفوذة استخدام نظام فعال لتصريف المياه الخارجة من حوض التعفن .
- في أحواض التعفن المجهزة بأنظمة توزيع المياه المعالجة تعمل التربة كوسط مرشح يجهز المواد العالقة الموجودة في مياه الصرف مما يحسن من خصائصها.
- تقوم البكتريا الهوائية بتفكيك المواد العضوية الموجودة في التربة والتي نسبة كبيرة منها أتت من مياه الصرف.

مساوئ أحواض التعفن

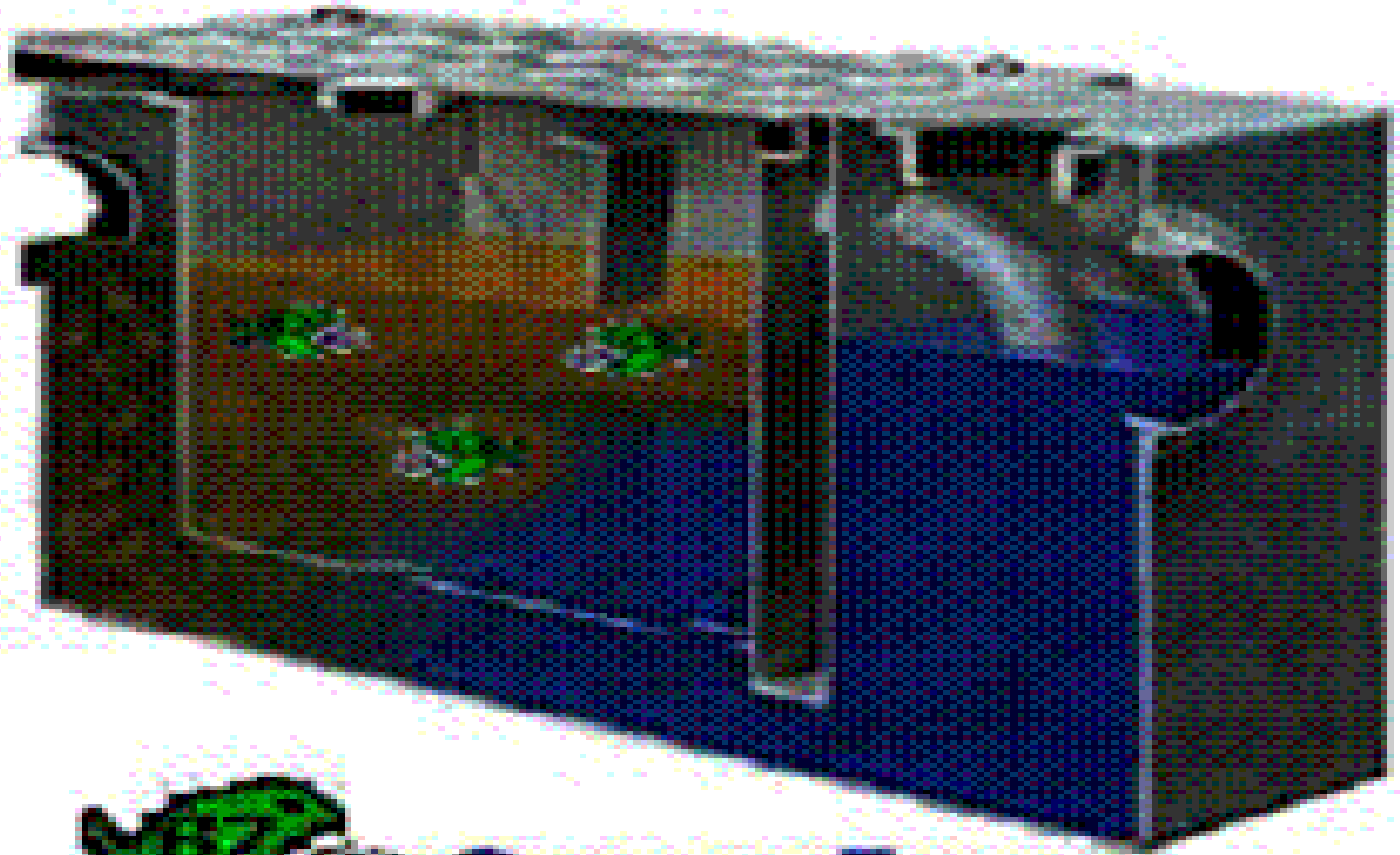
- قد تؤدي التصميم الخاطئ لنظام توزيع المياه الخارجة من أحواض التعفن إلى تلويث المياه الجوفية وذلك في حال كان منسوب البساط المائي مرتفعا لذلك يجب اخذ ذلك بعين الاعتبار عند التصميم.

شكل عام لأحواض التعفن مع أنابيب التوزيع

SeptClean 250FE



حوض تعفن يظهر فيه كيفية حجز الزيوت والشحوم

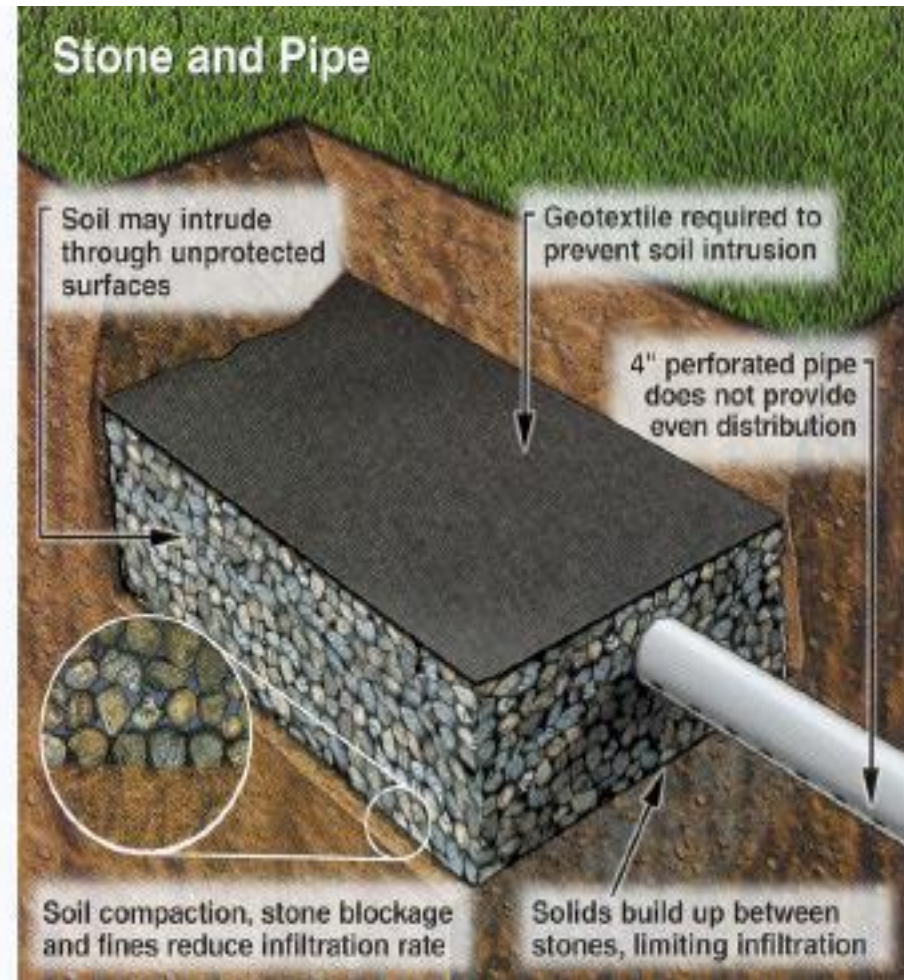


Grease Trap

حوض تعفن من البلاستيك



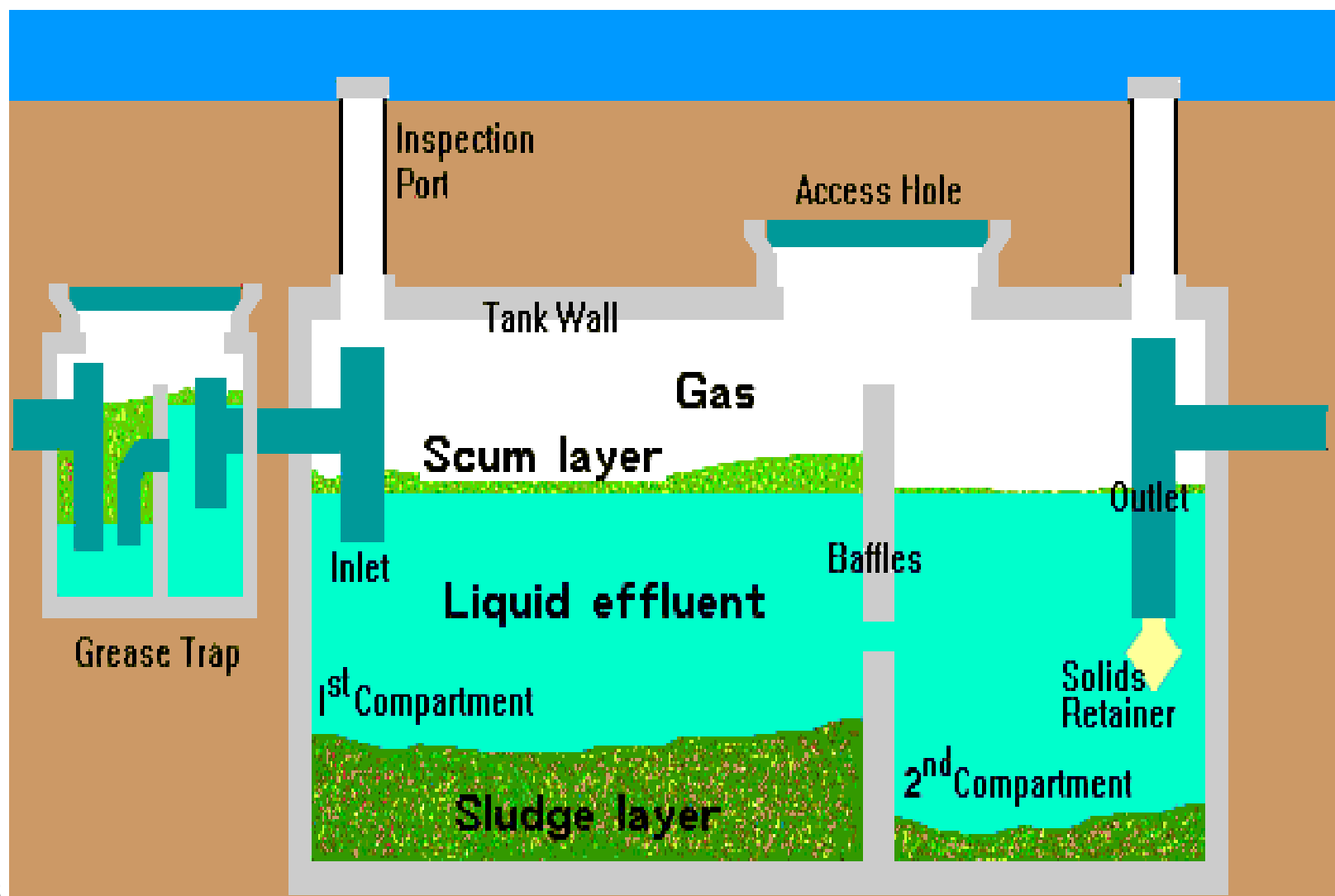
حوض تعفن من الحجر او البلاستيك



شكل سطح حوض التعفن



حوض تعفن على مرحلتين مع فاصل للزيوت والشحوم



شبكة توزيع المياه الخارجة من حوض التعفن



أسس تصميم أحواض التعفن

- . نحدد عدد الأشخاص الذي سوف نصمم حوض التعفن ليستوعب تصريفهم.
- . نحدد استهلاك كل شخص من المياه.
- . نحدد تصريف كل شخص من المياه الملوثة وعادة هو 80-95% من الاستهلاك
- . زمن المكوث المفضل هو 3 يوم.
- . نحسب حجم من العلاقة (مع الانتباه إلى تجانس الواحدات :
الحجم = التدفق * زمن المكوث
- . الارتفاع الفعّال لهذا الحوض عادة هو 1.5 - 2 م

أسس تصميم أحواض التعفن

- نحسب مساحة الحوض من العلاقة :

$$A=V/H$$

حيث V هو حجم الحوض

H هو الارتفاع الفعال للحوض

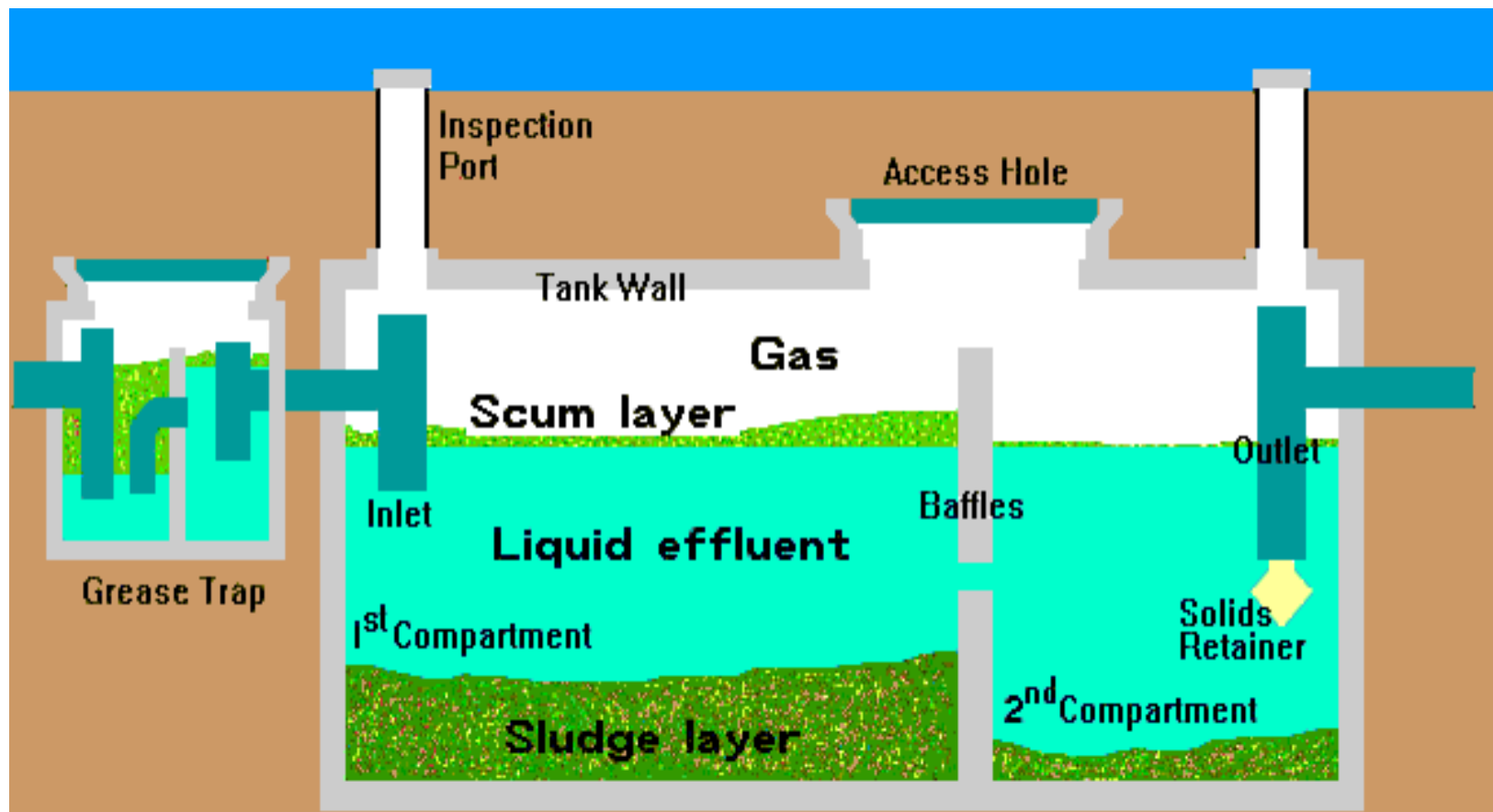
نحسب أبعاد الحوض وذلك بفرض ان نسبة الطول إلى العرض هي 2.

تنشأ هذه الأحواض عادة من البيتون المسلح او من الحجر أو البلوك مع ضرورة عزلها بمواد لمنع التسرب.

ويمكن إنشاؤها من البلاستيك أو الكروم أو الحديد المطلي بالايوكسي

أسس تصميم أنظمة توزيع المياه الخارجة من حوض التعفن

- القطر لا يقل عن 4 انش وتكون هذه الأنابيب مفتوحة الوصلات.
- الميل الطولي لأنبوب التوزيع 2-5 %
- العمق الوسطي بحدود 1م
- التباعد الأصغري بين الأنابيب بحدود 2.5 م
- قيمة تسرب الماء هي 10 ل/ يوم /م² (من سطح الحقل) وهذه القيمة متغيرة حسب نفاذية التربة ونوعها .
- يفضل استخدام أنابيب التوزيع في للترب النفوذة .
- سرعة الجريان في هذه الانابيب لا تقل عن 0.3 م /ثانية



ملاحظة هامة جداً

- يجب عدم تصريف المياه المطرية إلى أحواض التعفن لأنّ مياه الأمطار سوف تؤدي إلى انجراف الحمأة خارج حوض التعفن مما يؤدي إلى انخفاض كفاءة المعالجة.
- عند اختيار موقع حوض التعفن وموقع شبكة التسرب يجب أن نبتعد قدر الإمكان عن الآبار الجوفية وذلك تحسباً لأي تسرب مفاجيء للمياه الملوثة من هذا الحوض.
- شبكة سفلية

تمرين عملي

- لدينا مخيم يقع في منطقة منعزلة والمطلوب تصميم حوض تعفن مع شبكة توزيع للمياه الخارجة من هذا الحوض وفق المعطيات التالية:
- عدد الأشخاص الذي يدخلون المتواجدين في المخيم في الحالة الأكثر تكراراً هو 500 شخص.
- يستهلك الشخص الواحد 25 ليتر / يوم .
- النواتج الصلبة الناتجة عن الشخص الواحد هي بحدود 0.09/10 م3 /سنة.
- كمية التسرب للتربة التي سوف ينشأ فيها شبكة التوزيع للمياه الخارجة من حوض التعفن هي بحدود 30 ليتر / يوم/م2.

الحل

- أولاً: نحسب التدفق اليومي المصرف :
- نفترض أنّ نسبة التصريف هي بحدود 95 % من قيمة الاستهلاك (عادة 60-90% في الأماكن السكنية العادية)

$$Q=0.95*25*500/1000=11.9 \text{ m}^3/\text{ day}.$$

ثانياً : نحسب حجم حوض التعفن وذلك على فرض زمن المكوث هو 3 يوم :

$$.V=Q*T=11.9*3=35.6 \text{ m}^3$$

ثالثاً : حساب مساحة حوض التعفن :

نفرض أنّ الارتفاع الفعّال للحوض هو 2 م وأنّ نسبة الطول إلى العرض هي 2 فتكون مساحة الحوض :

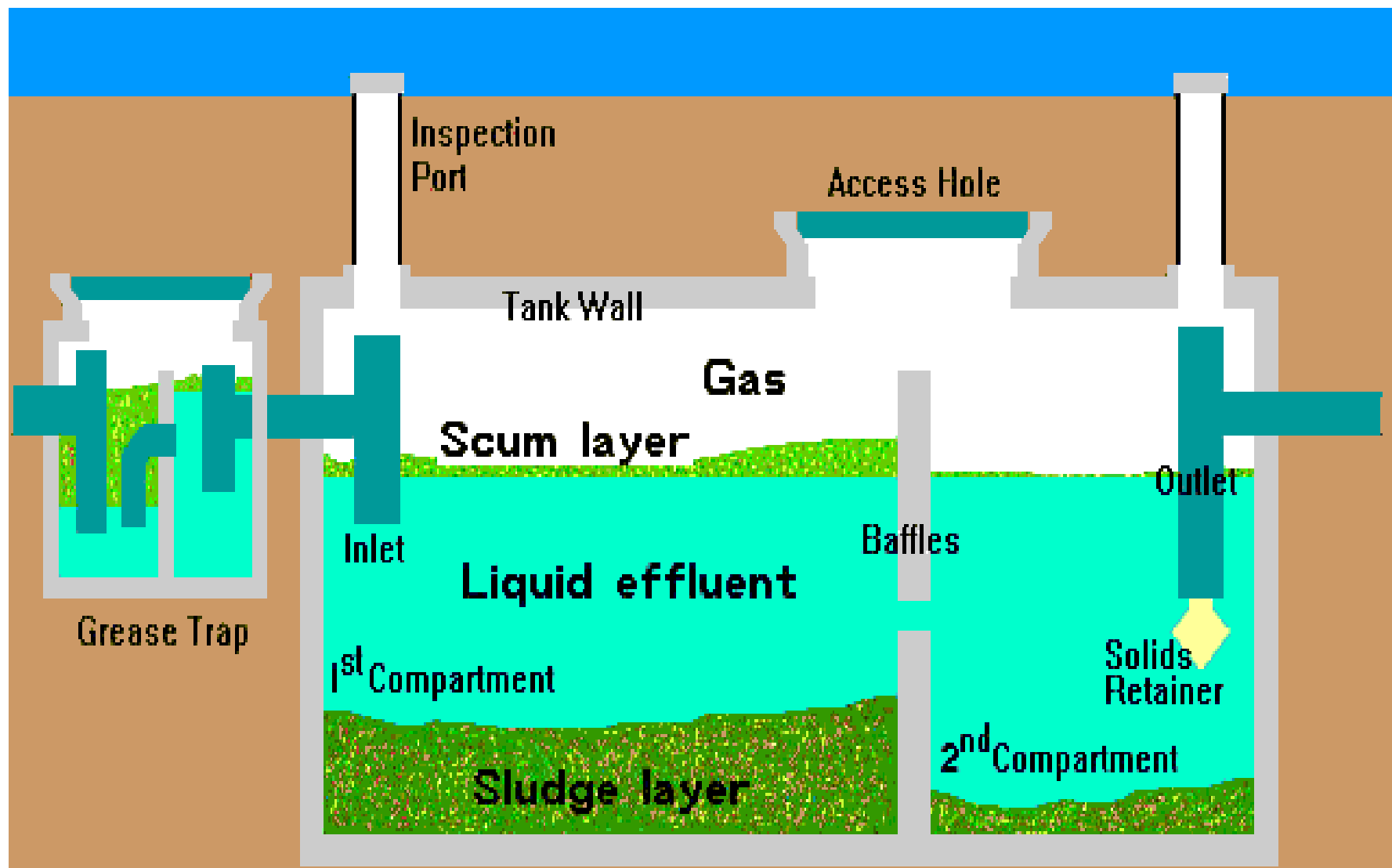
$$A=V/H=35.6/2 = 17.82\text{m}^2$$

$$.A=2*W^2$$

فيكون العرض هو : 3 م

والطول هو 6 م

- إذا الأبعاد التصميمية لأحواض التعفن هي :
- ارتفاع المياه 2 م ونضيف ارتفاع حر فوق سطح الماء بحدود 0.5 م فيكون ارتفاع جدران حوض التعفن هو 2.5 م
- إذا $H=2.5m$ $W=3 m$ $L= 6m$.
- يفضل أن نقسم هذا الحوض إلى قسمين :فيقوم القسم الأول بحجم حوالي $2/3$ من الحجم الكلي ويقوم بفصل الزيوت والشحوم ويعمل أيضاً كحوض ترسيب وتخمير , وأما القسم الثاني فحجمه $1/3$ من الحجم الكلي فيقوم بعملية التخمير أو التحلل اللاهوائي كما في الشكل الآتي



حساب حجم الرواسب

- حساب حجم الرواسب الصلبة :
حجم الرواسب سنويا هو :

$$0.09/10 * 500 = 4.5 \text{ m}^3$$

وعادة يتم تنظيف حوض التعفن عندما يمتلئ ثلثه بالرواسب وبالتالي
نحسب الزمن الفاصل بين كل فترتين تنظيف:

$$T = (1/3 * 36) / (4.5) = 2.66 \text{ year}$$

إذا نقوم بتنظيف هذا الحوض من الرواسب كل :

$$2.66 * 12 = 32 \text{ month}$$

تصميم شبكة توزيع

- التدفق اليومي هو 11.9 م³/يوم .
- نختار أنبوبين للتوزيع فيكون نصيب كل انبوب من التدفق 5.95 م³/يوم = 0.01653 م³/ثانية.
- نفرض ميل الأنبوب الواحد 3 % .
- نفترض قطر الأنبوب 4 انش ومصنوع من البيتون العادي وطول كل قسطل هو 1 م ومفتوح الوصلات بمقدار 10سم
- عامل مانينك للأنبوب هو 0.0165

علاقة مانينك

- تستعمل علاقة مانينغ لحساب استيعاب المجرى:

- $$Q = 1/n (S * Rh^{(2/3)} * I^{0.5})$$

- $$Rh = A_w / P_w$$

- حيث Q استيعاب المجرى م³/ثا و n أمثال الخشونة وغالباً ما تساوي (0.0165) في حالة البيتون و (0.011) في حالة البولي ايتلين و S المقطع المائي بالمتر المربع و R نصف القطر المائي بالمتر و I الميل الطولي.

- نحقق التصميم .
- من خلال برنامج FLOW PRO يتبين لنا ما يلي

Depth, Flowrate, Slope, and Roughness

Flow Pro will compute the depth, flowrate, slope or roughness for the channel type of your choice. It will also compute the velocity, area, wetted perimeter, and hydraulic radius.

Depth | Flowrate | Slope | Roughness

Select the channel type

☐ Trapezoidal
 ☒ Circular
 ☐ Ushaped
 ☐ Elongated circular

Flowrate, m ³ /s:	0.001653	Depth, m:	0.033
Diameter, m:	0.1	Velocity, m/s:	0.733
Manning's N:	0.0165	Area, m ² :	0.002
Bottom slope:	0.03	Wetted perimeter, m:	0.122
		Hydraulic radius, m:	0.018

- نلاحظ ان السرعة أكبر من 0.3 م /ثانية والعمق الماء أقطر من قطر الأنبوب فالأنبوب يعمل بالراحة والتصميم مقبول

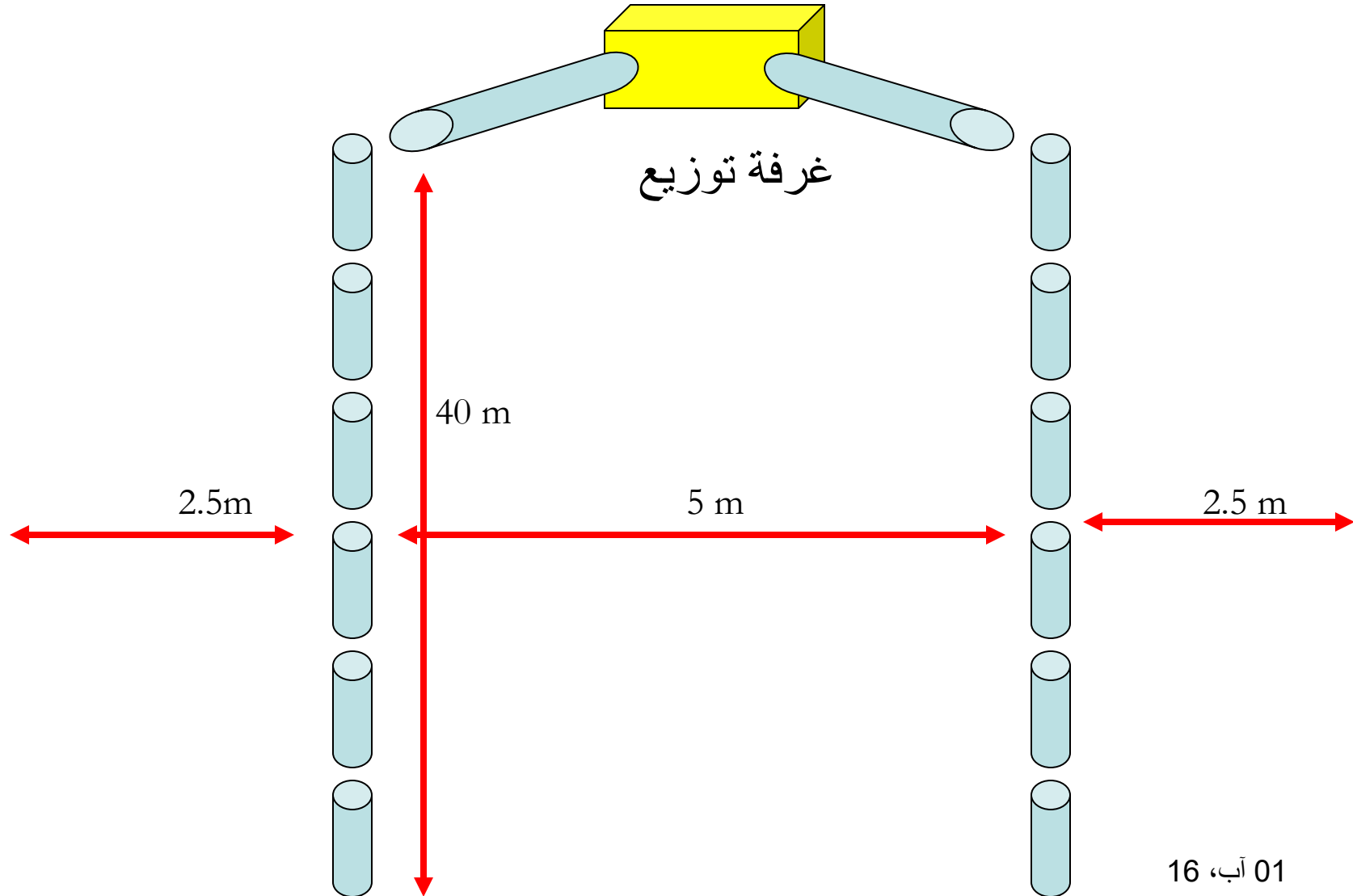
مناقشة التصميم

- في حال كان عمق (DEPTH) مياه الصرف المعالجة أكثر من 0.1 م عندها نقوم بتكبير القطر ونختار قطراً متوفراً في السوق المحلي .
- في حال كانت السرعة أقل من 0.3 م /ثانية عندها نزيد الميل مع ملاحظة دوماً أنه تقل نسبة امتلاء الأنبوب كلما زاد ميله .
- يجب دوماً تحقيق شرط الجريان بالراحة و شرط السرعة .

حساب المساحة اللازمة من أجل توزيع مياه الصرف الخارجة من حوض التعفن

- كمية التسرب للتربة التي سوف ينشأ فيها شبكة التوزيع للمياه الخارجة من حوض التعفن هي بحدود 30 ليتر / يوم/م².
- التدفق اليومي هو : 11900 ليتر / يوم
- المساحة اللازمة = التدفق اليومي / كمية التسرب في المتر مربع
- نعوض فنجد المساحة اللازمة هي $11900 / 30 = 397$ م².
- بفرض أن التباعد بين الانبوين هو 5 م ونضيف مسافة مقدارها 2.5 م من كل طرف فيكون العرض الكلي هو 10 م ويكون الطول إذا هو :
- $397 / 10 = 39.7$ m عمليا الطول هو 40 م والعرض 10 م

شكل مبسط لتوزيع انابيب التوزيع المياه الخارجة من حوض التعفن



حساب المناسيب التصميمية التنفيذية

- منسوب فرضي هو الصفر الاعتباري سطح حوض التخثير هو 0.00 ونفترض سماكة سطح الخزان 20سم.
- منسوب الولد السفلي للقسطل الذي يصرف في حوض التخثير هو -70 سم.
- منسوب المولد السفلي للقسطل الخارج من حوض التخثير هو -75 سم أي ينخفض بمقدار 5 سم عن المولد السفلي للقسطل الداخل إلى حوض التخثير.
- نفرض أن منسوب المولد السفلي للقسطلين ذوي القطر 4 انش الخارج من غرفة التوزيع هو -77 سم أي ينخفض بمقدار 2 سم.
- نحسب فرق منسوب المولد السفلي لنهاية انابيب التوزيع عن منسوب المولد السفلي لبداية القسطل من العلاقة :

$$He = IP * L$$

He: منسوب المولد السفلي لنهاية انابيب التوزيع

IP: هو ميل الأنبوب ويساوي 0.03

L: طول القساطل اعتباراً من النقطة المعتبرة إلى النقطة المحسوبة

$$He = 0.03 * 40 = 1.2 \text{ m}$$

إذا منسوب المولد السفلي لنهاية القسطل هو :

$$- (120 + 77) = -197 \text{ cm}$$

يجب ان نحفظ العلاقة التالية :

$$HB = HA + L * IP$$

HB: منسوب نقطة النهاية

HA: منسوب نقطة النهاية

مهم جداً

- نحسب فرق منسوب المولد السفلي لنهاية انابيب التوزيع عن منسوب المولد السفلي لبداية القسطل من العلاقة :

$$He = IP * L$$

He: منسوب المولد السفلي لنهاية انابيب التوزيع

IP : هو ميل الأنبوب ويساوي 0.03

L

: طول القساطل اعتباراً من النقطة المعتبرة إلى النقطة المحسوبة

$$He = 0.03 * 40 = 1.2 \text{ m}$$

إذا منسوب المولد السفلي لنهاية القسطل هو :

$$- (120 + 77) = -197 \text{ cm}$$

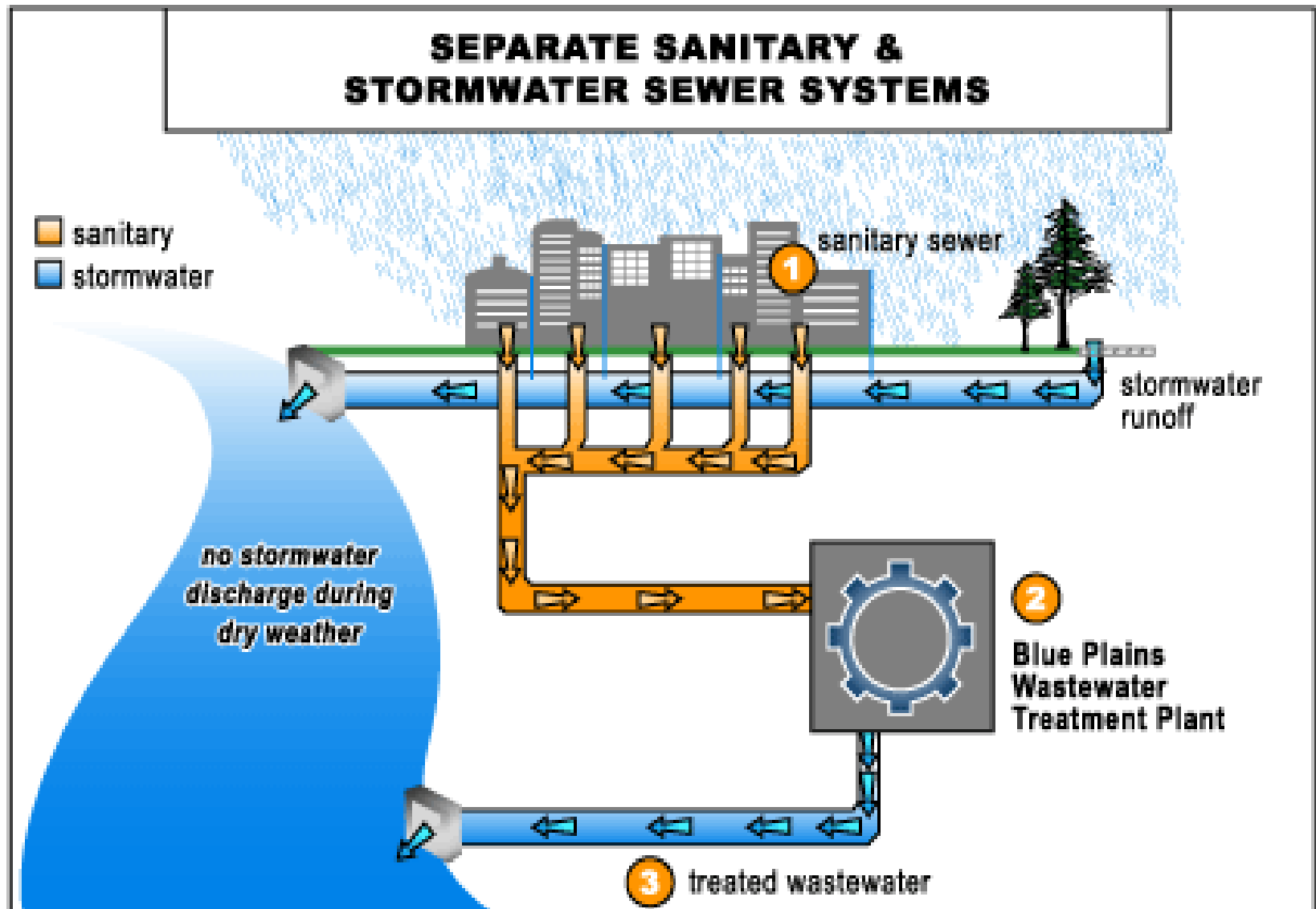
يجب ان نحفظ العلاقة التالية :

$$HB = HA + L * IP$$

HB : منسوب نقطة النهاية

HA: منسوب نقطة النهاية

نظام الصرف الصحي المنفصل :



نظام المجاري الصحية المنفصل :

- يستخدم نظام المجارى الصحية المنفصل لجمع ونقل الفضلات المنزلية والتجارة والصناعية وفى هذا النظام يتم التخلص من المياه السطحية surface water ومياه السيل و الأمطار وبواسطة مجاري مياه الأمطار . أما الفضلات السائلة والحمأة المنزلية والتجارة والصناعة فيتم التعامل معها بواسطة مجاري أخرى تسمى المجاري الصحية .

محاسن ومساوئ النظام المنفصل لشبكات الصرف الصحي

ومن محاسن هذا النظام :

نظام اقتصادي إذ يستعمل مجارى ذات أحجام صغيرة .
صرف الفائض من المياه .

كمية الفضلات السائلة و الحمأة الداخلية للمعالجة قليلة .

تقل التكلفة مقارنة بنظام المجاري الموحد عندما يحتاج آلي ضخ الفضلات .

محاسن ومساوئ النظام المنفصل لشبكات الصرف الصحي

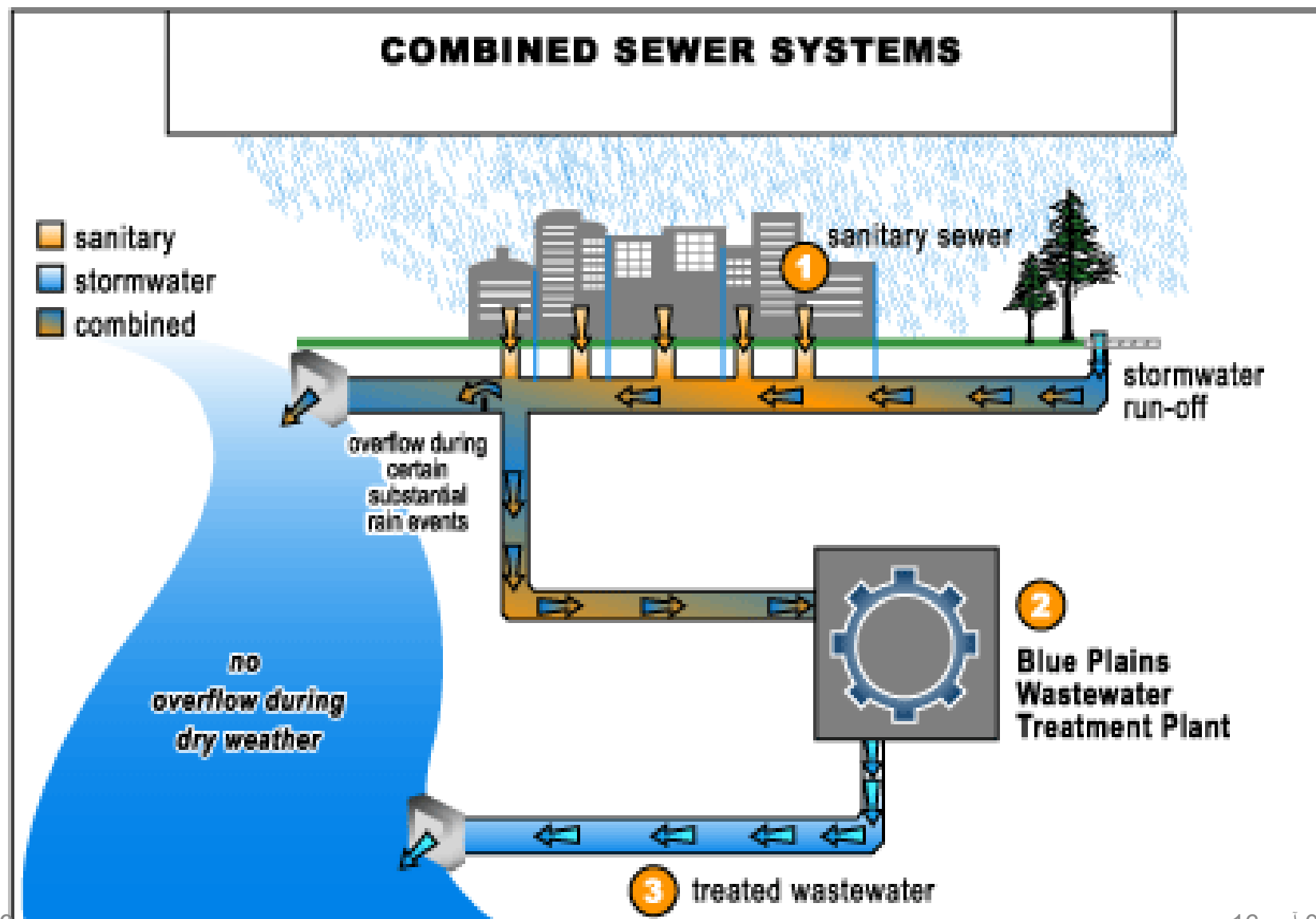
أما مساوئ النظام :

يحتاج الى أضافه وقشط للأوساخ وهذه عملية مكلفة والاحتياج لنظافة ناتج من صعوبة التأكد من وجود سرعة التنظيف الذاتية في المجرور عداً عندما يتم استخدام ميل كبير .

وجود شبكتين للمجاري في الطريق تقود آلي زحمة المرور وربما قادت منع المرور عند القيام بعمليات الترميم والإصلاح .

تكلفة شبكتن أو نظامين من المجاري أكثر من تكلفة نظام واحد .

نظام الصرف الصحي المختلط



نظام الصرف الصحي المختلط

وفي النظام المختلط للمجاري يقوم نفس المجرور بحمل ونقل الفضلات السائلة المنزلية والتجارية و الصناعية بالإضافة الى المياه السطحية ومياه السيل ومياه الأمطار .

ومن محاسن هذا النظام :

تقوم مياه الأمطار بتخفيف الحمأة مما يساعد في سهولة معالجتها في محطات المعالجة .

تقلل مياه الأمطار من اقتصاديات المعالجة .

تساعد المياه في النظافة والكشط المستمر للأوساخ المترسبة في المجاري لمجاري أكبر في حجمها مما يساعد علي نظافتها .

النظام شبه المنفصل

- وهذا النظام خليط بين النظامين السابقين بحيث يقوم نظام شبكة المجاري باستقبال الفضلات السائلة وجزء من مياه الأمطار والسيول والمياه السطحية (مثلا المياه المجمعة من أسطح المنازل والتي تجد طريقها آلي الشبكة ويقوم جزء آخر من النظام بنقل الجزء المتبقي من مياه الأمطار والسيول والمياه السطحية .

وقد يقود سوء الاستخدام للمصارف الصحية الى مشاكل عديدة منها :

- ✓ الانفجارات .
- ✓ حدوث الحرائق .
- ✓ الانسدادات (من جراء الشحوم والدهون والزيوت أو الأحمال القاعية وغيرها من الأوساخ) .
- ✓ الإعطاب والخلل (مثلا من جراء دفع الفضلات الحارقة أو الأكلة ومن جراء التحميل الزائد أو التوصيلات غير القانونية أو تلوث المياه أو التعرض للمعالجة بالدفع الفائض أو إدخال الفضلات غير القابلة للتفسخ) .
- ✓ ولعمل تصميم جيد مناسب لشبكة المجاري فلا بد من القيام بدراسات للفحص والاستقراء فيما يتعلق :بالنواحي الطبوغرافية والجيولوجية والجغرافية والهيدرولوجية والهيدروليكية للمنطقة .



التحريات اللازمة لتصميم شبكات الصرف الصحي

تتعلق التحريات اللازمة بشبكات الصرف الصحي بما يلي

- . بخواص المياه السطحية والجوفية (مثلا النفاذية ومستوي المياه الجوفية والتسرب ومعامل الدفع السطحي وغيرها من العوامل المؤثرة .
- . بشبكة المجاري الحالية وما بها من قصور أو مشاكل أو عيوب ومدي تحملها للامتداد مستقبلاً .
- . بإمدادات المياه (من كمية الاستهلاك والنسبة المئوية الداخلة لشبكة المجاري) .
- . بقطاع الخدمات الأخرى بالمنطقة (مثل وضع شبكة المياه وخطوط إمدادات الكهرباء وخطوط الهاتف وأنابيب الغاز وعرض الشارع.
- . بالصناعات القائمة والمتوقعة .

تتعلق التحريات اللازمة بشبكات الصرف الصحي بمايلي

- . بالسكان (الكثافة السكانية والنمو والمواليد والوفيات والهجرة والزمن التصميمي مع الخطة الرئيسية) .
- . بالرصد الجوي والبيانات الهيدرولوجية المتعلقة بأقصى وأدنى متوسط للأمطار ودفق الأنهار ومستوي البحر والتيارات السائدة والرياح والرطوبة والحرارة والتبخر .
- . بتاريخ المنطقة وحدث كوارث طبيعية مثل الزلازل والبراكين وغيرها .
- . بالبيانات السياسية والقوانين المؤثرة علي توصيلات المجاري ومعدلات الدفق وجهات الاختصاص .
- . بالبيانات الاقتصادية .

. ويمكن تقسيم المسوحات والفحوصات الإستقرائية الى محاور محددة

مثل :

1. المحور الطبيعي : المتعلق بطبوغرافية المنطقة وخريطة المدينة ووجود شبكة مجاري حالية والإمتدادات المستقبلية والمناطق الأثرية والتاريخية ومناطق التراث .
2. المحور التنموية : ويتعلق بالسكان بالمنطقة ونوع التنمية السائدة وأهم الخطوط القومية بالمنطقة .
3. المحور السياسي : ويتعلق بالحدود السياسية والاتفاقيات وبروتوكولات الخدمات وقوانين المتعلقة بالمعالجة المبدئية للفضلات الصناعية وتلك المتعلقة بإعادة الاستخدام والدوران وتلك المتعلقة بصرف المجاري المائية وغيرها من قوانين وأنماط استخدامها وطريقة تطبيقها والجهات الصادرة منها وكيفية تغييرها لتتناسب والتغيرات الطارئة في المجتمع والدراسات والبحوث .
4. المحور المالي : الأطوار التي يمكن أن يمر عليها مشروع الصرف الصحي هي :
التحليل الأولية : (وتشمل التقنية والاقتصاد والآثار البيئية)
مرحلة التصميم
الإنشاء والتشييد
التشغيل والصيانة

معدل التصريف إلى شبكات الصرف الصحي

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 الرشح، عندها فإن معدل الصرف يتراوح في هذه الحالات (70-95%) من معدل الاستهلاك اليومي من مياه الشرب.

معدل الصرف اليومي

- 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
- بمعرفة كل من معدل الصرف $[L/day]$ وعدد السكان N يمكن حساب التدفق المار في الشبكة.

معدل تدفق الفضلات السائلة إلى شبكة المجاري :

يتغير معدل تدفق الفضلات السائلة الى المجرور يوميا . فمثلا غالبا يكون معدل التدفق في المناطق السكنية قليل في الصباح الباكر يصل أعلاه بين السادسة الى الثامنة صباحا عندما يتأهب الناس للذهاب إلى مقر العمل ثم يصل أعلاه مرة أخرى بين الساعة الرابعة والسادسة مساء عندما يعود الناس من العمل أو يستيقظون من قيلولة ما بعد الظهر

أما التدفق المصرف من المنشآت الصناعية والتجارية فعادة يحدث معظمه أثناء ساعات النهار بمعدل ثابت ولتحديد معدل تدفق الفضلات يبني التقدير على أقصى استخدام للمياه أو يبني على الكثافة السكانية أو يحسب علي عدد المباني أو طبقا لتوصيلات المحتاجة لتوصيلات المنازل وعند حساب كميات الدفق الداخلة للمجرور لابد من إضافة أي مياه تجد طريقة إليه من خلال التشققات في الأنابيب أو الوصلات المعطوبة أو عبر التوصيلات المتقاطعة أو خلال غرف التفتيش غير جيدة التصميم أو عبر غطاء غرفة التفتيش المغمور أو من التوصيلات المنزلية غير الجيدة أو من المصارف غير القانونية .

معدل تدفق الفضلات السائلة إلى شبكة المجاري :

- ✓ وأنواع الدفق التي يجب أخذها بالاعتبار عند التصميم تضم :
- ✓ أقصى معدل تدفق : يجب ألا تزيد السرعات عن تلك المحددة طبقاً لخواص وأحمال المواد المصنوع منها المجرور .
- ✓ أقل معدل تدفق : وهذا حرج وهام لتحديد الميل المسموح به للأنبوب المجرور بحيث تكون السرعة مناسبة لمنع ترسب المواد غير العضوية أو المواد الصلبة العالقة أو تراكم الزيوت والشحوم والدهون على جدران المجرور .
- ✓ تصميم المجرور : تحوي معايير التصميم إيجاد سعة الأنبوب وأقل وأقصى ميل وارتفاعات مناسبة التدفق والتغيرات في حجم التدفق ويمكن أن تبني الحسابات أما على أساس التدفق الذي يملأ كل مقطع الأنبوب (تدفق كامل) أو على أساس أن التدفق يملأ جزء من مقطع الأنبوب (تدفق جزئي) .وبالنسبة للتدفق الكامل يمكن إيجاد حجم وميل المجرور باستخدام المعادلات التي سوف تمر في الدورة القادمة بعون الله

مياه الصرف المطرية :

- عند تصميم شبكة الصرف الصحي لابد من الاستناد إلى حسابات دقيقة للكميات المائية الإجمالية ، والتي تنتج عن استهلاك السكان للمياه 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

مياه الصرف المطرية :

- أنواع الجريانات للمجاري المطرية :
- جريانات مفتوحة(مكشوفة): وهي التي تنقل المياه المطرية عبر أقنية مفتوحة.
- جريانات مغلقة(مغطى): وهي التي تنقل المياه المطرية عبر الفوهات المطرية إلى الشبكة تحت الأرض لتلقى في اقرب حوض مائي أو اقرب وادي.
- جريانات مختلطة: حيث تضم الشبكة أقنية مكشوفة وعندما يزيد عمق هذه الأقنية تتحول إلى أقنية 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 التي 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:
- $I = h / t$
- **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 أما 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 المطرة ذات الزمن والشدة الواحدة لمرة واحدة.
- (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.

تعريف تكرار الأمطار

- 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 السكنية 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.

علاقة شدة العاصفة المطرية الحسابية :

- تؤخذ الهطولات المطرية لفترات زمنية تصل إلى 25 سنة ومن ثم يتم معالجة هذه المعلومات وتحدد المطرات المميزة وشداتها.
- يعطى التدفق المميز: $q = \frac{A}{B.t_r}$ أو $q = \frac{A}{t_{rr}}$
- **tr**: زمن التركيز
- **A,B**: ثوابت تستنتج من استقرار القراءات المطرية لطويلة.
- **q**: شدة العاصفة المطرية وتقدر [L/sc.ha] .
- ويكون معامل التدفق في الشبكة:
- $Q = C * q * F$
- **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:

C	طبيعة السطح
0.950	سطوح الأبنية والطرق المعبدة
0.600	<u>بلاط أو جرف</u>
0.450	رصيف حجري
0.400	<u>طح حصوي غير موصول</u>
0.300	<u>بساتين حصوية - طرق للحدائق</u>
0.200	<u>سطوح ترابية</u>
0.100	<u>أعشاب</u>

- وعند وجود عدة أنواع من السطوح يتم حساب معامل الجريان الوسطي من العلاقة:
- وبإدخال معامل الجريان في علاقة التدفق نحصل على العلاقة:

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

متطلبات تخطيط شبكة المجاري المعاشية



المعلومات اللازمة قبل التخطيط :

- عند دراسة أي مشروع صرف صحي لا بد من معرفة بعض المعلومات التي بدونها لا يمكن دراسة المشروع, منها :
- معلومات مكانية :
- توضع المخططات التنظيمية للمدن, والتجمعات السكنية, وكذلك للمنشآت الصناعية المختلفة لتحديد مستقبل تطور وتوسع هذه المدن و التجمعات.
- والمخططات تنظم عادة بمقاييس **2000/1** إلى **5000/1** للمدن و القرى وبمقياس **500/1** إلى **1000/1** للمصانع, وتحمل على هذه المخططات خطوط التسوية بتباعد من (**1-2** متر) كما أنه من الضروري الحصول على مخطط عام للمنطقة بقطر يتراوح بين (**25-30**) كيلو متر تقع ضمنه المنطقة التي يتم دراسة مشروع الصرف لها, وتحمل على هذا المخطط كافة المعالم الطبيعية, وكافة المعالم الهندسية الاصطناعية ويكون هذا المخطط عادة بمقياس لا يزيد عن (**25000/1**) تقسم المساحة التي يشملها المخطط التنظيمي للمدينة إلى مجموعة من المناطق منها :
- المنطقة السكنية
- المنطقة الصناعية
- منطقة تخزين المواد الغذائية
- منطقة محطات ووسائل النقل الخارجي
- منطقة الخدمات الصحية المختلفة

المعلومات اللازمة قبل التخطيط :

- . كما أن دراسة أحواض التربة المختلفة و منسوب المياه الجوفية تعتبر من المعلومات الضرورية لتحديد أعماق مد الأنابيب, ونوعية الاساسات, واختيار مواد الأنابيب التي يمكن استعمالها.
- . ويصار إلى تجميع المعلومات المناخية من مصلحة الأرصاد الجوية, و تشمل هذه المعلومات على تسجيل لدرجات الحرارة الدنيا و العظمى على مدار السنة, واتجاه الرياح, وكذلك بيانات عن الهطول المطري ويتم أيضاً دراسة مصادر الطاقة الكهربائية وتوفرها وأسعارها وذلك لتتم المقارنات الاقتصادية

معلومات عن السكان :

معلومات عن السكان :

إن الحصول على التعداد السكاني الحقيقي للمنطقة التي يراد إنشاء مشروع صرف صحي لعدد من السنين، ويلزم معرفة عدد السكان الحالي لحساب عدد السكان المستقبلي وهناك عدة طرق لتقدير عدد السكان نذكر منها :

الطرق الهندسية : حيث يتم حساب عدد السكان المستقبلي حتى نهاية الفترة التصميمية وذلك وفق العلاقة التالية :

$$P = P_0 \times (1 + R)^n$$

P : عدد السكان المستقبلي.

P₀ : عدد السكان الحالي.

R : معدل تزايد السكان.

n : الفترة التصميمية للمشروع.

وثائق ومراحل تخطيط شبكة مجاري :

- يتم عادة تخطيط شبكة المجاري إما على مرحلة واحدة أو على مرحلتين عندما يتم التخطيط على مرحلتين, يتم إنجاز التصميم و المخططات التقنية في البداية ثم إنجاز الرسومات العملية أما عندما يتم التخطيط على مرحلة واحدة فيتم إنجاز المخططات التقنية و العملية سوية.
- التخطيط على مرحلتين يتم فقط للمشاريع الضخمة أما عملياً فيتم التخطيط على مرحلة واحدة يجب أن تحوي المخططات التقنية و التقنية العلمية على المعلومات و المواد التالية :
- معلومات عامة, موضوعة لإعداد المشروع وتخليده و مكانه على حدة وألوية الانجاز, الإعداد والتجهيزات اللازمة لما قبل المشروع, الإنجاز المبكر للمشروع.
- وثائق ومعطيات الانطلاق يجب أن تكون في أساس المشروع.

- معطيات عن كمية وشكل مياه المجاري وكذلك عن محتوى الملوثات فيها وعن العلاقة بين استهلاك المياه و صرفها.
- تقديم رسومات لأنظمة الصرف وأشكال شبكات المجاري ووصلاتها وإيضاح مكان توسيع محطات الضخ، ومنشآت المعالجة وكذلك مكان إلقاء المياه المعالجة.
- التأكيد على درجة معالجة مياه المجاري اعتماداً على معرفة كمية مياه الحوض المائي المستقبل ومقدرته على التنقية الذاتية.

أهم المراجع

- كتاب الصرف صحي (1) للدكتور أمجد مراد آغا.
- مشروع دبلوم في كلية الهندسة المدنية – قسم الهندسة البيئية عام 2006 بعنوان: “مقارنة بين الكودين الروسي والفرنسي لتصميم شبكات الصرف الصحي” إعداد المهندس عبدالله صغير وإشراف الدكتور حسام صبوح.
- كتاب تصميم شبكات الصرف الصحي للدكتور حسام صبوح
- محاضرات في تصميم شبكات الصرف الصحي للدكتور محمد ضاي لطلاب السنة الرابعة قسم الهندسة البيئية في كلية الهندسة المدنية.
- دورة في التصميم الهيدروليكي لشبكات الصرف الصحي للدكتور محمود قطامة.

نرحب باي استفسار يمكن مراسلتنا على الايميل
a.saghir@secdo.org