

شبكات الصرف الصحي

أعمال الصرف الصحي Sewage

تعريف الصرف الصحي: هي الأفعال التي تهدف إلى التخلص من المخلفات السائلة للمدينة بطريقة صحيحة والمخلفات السائلة هي المياه الناتجة عن جميع المخلفات في المدينة مما تحويه من فضلات عالقة أو ذائبة .

الأسباب اللازمة للقيام بأعمال الصرف الصحي للمدينة :

- 1 حماية المباني والمنشآت واطالة عمرها الاعتباري والمحافظة على سلامة الأساسات .
- 2 حماية مجاري المياه ومصادر المياه الجوفية من التلوث من الجراثيم .
- 3 المحافظة على الصحة العامة للمدينة إذا أن هذه المخلفات لم يتم التخلص منها بطريقة سليمة قد تؤدي إلى تلوث مصادر المياه وينبع عنها انتشار الأمراض كالكوليرا والتهيود .
- 4 العمل على راحة السكان والمحافظة على ممتلكاتهم إذا أن تجمیع المجاري بطريقة غير سليمة والقاء مسئولية التخلص منها على السكان وإلقاء الراحة .

المصادر الرئيسية للمخلفات السائلة في المدينة وهي :

- 1 **المخلفات السائلة المنزلية : Home water** وتشتمل المياه المستغلة في الحمامات والمطابخ والغسيل طبعاً تشتمل هذه السوائل على مواد بقايا صابون والنشا والسكر والأملام والأتربة والخضروات والأطعمة والمخلفات الآدمية.
- 2 **مياه الأمطار : Rain water** وتدذهب إلى شبكة المواسير الصرف عن طريق بالوعات في الشوارع حاملة معها المواد العالقة .
- 3 **مياه غسيل الشوارع :**

وتذهب إلى البالوعات ومنها إلى شبكة الصرف حاملة معها أوراق والرمال .

-4 مياه الرشح : Infiltration Water

وهي المياه الجوفية التي تدخل إلى مواسير الصرف خلال الوصلات الغير متقدمة أو عن طريق الماسورة نفسها إذا كانت الماسورة مسامية .

-5 المخلفات الصناعية : Industrial Water

وتشمل المياه المختلفة من المصانع المختلفة في المدينة وتحتاج بنوعيتها وكمياتها من مصنع آخر .

تقسيم أعمال الصرف الصحي في أي مدينة :

-1 أعمال تجميع المخلفات السائلة : Collection works

والغرض منها تجميع المخلفات السائلة من المنازل والمصانع ومصادرها الأخرى وتركيزها في نقطة واحدة . ومنها ترفع إلى أعمال المعالجة Treatment Works أو التخلص منها مباشرة ونظرا لأن المخلفات السائلة في الحقيقة لا تحتوي على أكثر من 0.001 من المواد الصلبة الذائبة أو العالقة في الماء فأن تجميع هذه المخلفات تم بواسطة شبكة من المواسير تسير فيها المياه بما فيها من مواد بانحدار طبيعي Gravity طبقا لقانون الهيدروليكي .

وتسير هذا لشبكة بحيث تصب المواسير الصغرى في مواسير أكبر منها وهكذا حتى تصب في النهاية في مجمعات رئيسية Collectors التي تؤدي إلى محطات الرفع التي ترفع المخلفات السائلة وتدفعها في مواسير ملتحمة تحت ضغط محطة المعالجة ، وهذه المواسير الملتحمة التي تسير فيها المياه تحت ضغط يسمى الماسورة الصاعدة وبهذا يمكن تقسيم أعمال

تجميع المخلفات السائلة إلى :

-1 شبكة المواسير بالانحدار الطبيعي : Gravity System

-2 محطة الرفع . Pumping System

-3 الماسورة الصاعدة Raising Main

-2 أعمال معالجة المخلفات السائلة : Treatment Works

الغرض منها معالجة هذه المخلفات للحد من الأضرار التي قد تنتج عنها الصحة العامة وتتوقف طرق المعالجة على مدى التنقية المراد الوصول إليها وبالتالي طريق التخلص من هذه المخلفات بعد معالجتها وتشمل الآتي :

- أ - عملية فصل الرواسب عن السوائل . التخلص من 35-55 %
- ب - معالجة السوائل بعد فصل الجزء الأكبر من الرواسب عنها . التخلص من 85-95% معالجة الرواسب بعد فصلها عن السوائل .

3 - أعمال التخلص من المخلفات السائلة : Disposal Sewage

وتشمل الآتي :

- 1 التخلص من السوائل : Disposal of effluents
- صب السوائل في المجاري المائية Disposal by Dilution
- أو استعمال السوائل في الري Disposal by irrigation
- 2 التخلص من الرواسب :
 - .1 استعمالها كسماد عضوي Use as a fertilizer
 - .2 الصب في المجاري المائية Dumping in water
 - .3 الحريق Incineration

الدراسات اللازمة لتصميم مشروعات الصرف

عند البدء في تصميم أي مشروع من إحدى مشروعات الصرف الصحي لابد من النظر في تقدير المخلفات السائلة المنتظرة في المدينة بعد نموها مستقبلاً وهذا يستوجب القيام بدراسات متعددة بتعداد وتقدير الآتي :

- 1 - التعداد السكاني .
- 2 - معدل استهلاك المياه .
- 3 - كمية مياه الرشح .
- 4 - كمية مياه الأمطار .
- 5 - المصانع المختلفة في المدينة .
- 6 - اتجاه الرياح .

عدد السكان الذي يخدم المشروع :

هناك طرق متعددة لتقدير وتتبؤ عدد السكان وهي :

-1 **الطريقة الحسابية .**

ويفيها يفترض زيادة تعداد المدينة عددا ثابتا لكل فترة زمنية معينة (عشرة سنوات عادة) وتشتهر أحيانا طريقة الزيادة الثابتة.

-2 **طريقة الزيادة الهندسية .**

ويفيها يفترض معدل ثابت تتمو به المدينة كل فترة زمنية معينة (عشرة سنوات عادة) ويمكن تقدير هذه النسبة بدراسة تعداد المدينة في السنوات السابقة ورصد النسبة المئوية للزيادة.

-3 **الطريقة البيانية التقريبية .**

ويفيها يوقع سنوات التعداد السابقة والتعداد المناظر لكل سنة بالرسم البياني العادي ثم يمد منحني التعداد حسب شكله وامتداده للسنة المطلوب تقدير السكان عندها.

-4 **الطريقة البيانية مع مقارنة المدينة موضع دراسة لمنحنىات نمو المدينة الأكبر منها والمتباينة معها في الظروف .**

-5 **تقدير عدد السكان بافتراض كثافات سكانية معينة .**

وتعتمد على معرفة الكثافات السكانية في المناطق المختلفة بالمدينة وبمعرفة مساحة كل منطقة وكثافة السكان فيها يمكن تقدير العدد الأجمالي للسكان في المدينة.

-6 **طريقة الزيادة المفترضة .**

-7 **الطريقة البيانية الدقيقة .**

وسوف نتعرض بالشرح لبعض الطرق:-

*** - الطريقة الحسابية : Arithmetic Increase**

هي عبارة عن

$$P = P_0 + AT$$

حيث : P_0 هي تعداد حقيقي لعدد السكان .

A متوسط زيادة عدد السكان في كل فترة زمنية ولتكن عشر سنوات.

T معدل الفترات الزمنية المطلوب تقدير عدد سكان تعدادها.

P عدد السكان المقدر للمدينة بعد مضي T من الفترات الزمنية.

وهي معاقة من الدرجة الأولى ويمكن تمثيلها بالخط المستقيم ويمكن مده للحصول على التعداد في سنة ما.

* - تقدير عدد السكان بالطريقة الزيادة الهندسية :

ويفترض فيها الكثافات السكانية للمناطق المختلفة للمدينة وبعرفة مساحة كل منطقة وكثافة السكان فيها ويمكن تقدير علي العدد الإجمالي للسكان في المدينة :

نوع المسكن	الكثافة السكانية (شخص / الهاكتار)
فيلا درجة اولي	10
فيلات درجة ثانية	60-30
عمارة سكنية شعبية	240-120
عمارة سكنية صغيرة	350-80
عمارات متوسطة	700-240
umarat sknny kbr (abraj)	1200-700
مناطق تجارية صناعية	75-25

2- معدلات استهلاك المياه Rates of water Consumption

بعد دراسة تعداد السكان الذي يخدمه المشروع مستقبلا يجب دراسة متوسط ومعدلات استهلاك الفرد للماء في اليوم وهذا يساوي مجموع التصرف الخارجي من محطات المياه طوال أيام العام مقسوما على عدد السكان وعدد أيام العام .

$$q = Q \cdot P \cdot 365$$

حيث : q متوسط معدل استهلاك المياه على مدار العام .
 P تعداد سكان المدينة .

Q معدل التصرف السنوي لمحطة المياه .

وهذا المعدل يختلف من مدينة لأخرى تبعاً للعوامل الآتية :

- 1 الموقع الجغرافي والمناخ : وكلما زادت درجة الحرارة كلما زاد معدل استهلاك المياه .

- 2 حجم المياه : كلما كبرت المدينة زاد معدل استهلاك المياه .
- 3 مستوى المياه العام : ارتفاع مستوى المياه يزيد من معدل استهلاك المياه .
- 4 تصميم معدلات المياه : طبعاً هذا يعد من زيادة المياه اذ يلاحظ دائماً انخفاض معدل استهلاك المياه في المدن الى النصف تقريباً بعد تركيب عدادات المياه .
- 5 انتشار الصناعة في المدينة : كلما زادت الصناعة زاد معدل الاستهلاك نظراً لاستهلاك جزء كبير من المياه في المصانع .
- 6 خواص المياه : كلما تحسنت خواص المياه مزيد الاستخدام .
- 7 ضغط شبكات التوزيع : وهذا يساعد على زيادة المياه .
- 8 تعليم شبكات لصرف الصحي : فقد لوحظ أن معدل استهلاك المياه زاد حوالي 40 % في بعض المدن بعد إنشاء مشروعات الصرف الصحي .

معدل استهلاك في المدن المختلفة لتر / شخص / يوم

المدينة	المعدل لتر/شخص/يوم
نيويورك	500
شيكاغو	1000
ميلانو	500
ميونخ	450
زيورخ	300
فيينا	150
روما	450
كولون (المانيا)	250
القاهرة	180
الإسكندرية	200

ومن المعلوم أن المصدر الرئيسي من المخلفات السائلة للمدينة هو أعمال إمداد المياه بالمدينة إلا أنه من المنتظر أن تقل كميات المياه التي تصل إلى شبكات الصرف عن كمية

المياه التي خرجت أصلاً من محطات تنقية المياه فقد بعض المياه ما بين محطة المياه ومحطة الصرف الصحي وهذا الفاقد يحدث نتيجة العوامل الآتية :

- 1 تسرب بعض المياه من خلال الوصلات الغير محكمة في شبكات المياه وكذلك من خلال الصمامات المركبة علي هذه الشبكات .
- 2 الاستعمالات للمياه في المنازل والمصانع التي ينتج عنها عدم وصول بعض المياه المستعملة إلى شبكات الصرف .
- 3 المياه التي تستعمل في الأغراض العامة مثل مقاومة الحرائق - غسيل الشوارع بدون شبكة صرف - إلا أن بعض من هذه المياه لا تصل إلى شبكات الصرف .
- 4 عدم اتصال بعض مساكن المدينة بشبكات الصرف الصحي خاصة بالأماكن المتطرفة للمدينة .

كل هذه الأسباب تؤدي إلى نقص كمية المياه التي تصل إلى شبكات الصرف عن طريق استعمال المياه للمدينة بحوالي 30 % من كمية المياه التي خرجت أصلاً من محطة تنقية المياه

3- كمية مياه الرشح : Quantity of infiltration water

وهذه المياه الجوفية التي تدخل شبكات مواسير الصرف وتتوقف كميتها على العوامل الآتية :

- 1 الطرول الكلي لشبكة الصرف : كلما زاد الطول كلما زادت كمية مياه الرشح .
- 2 أقطار مواسير شبكة الصرف : كلما زاد القطر زادت كمية مياه الرشح .
- 3 نوع المادة التي تصنع منها المواسير ودرجة نفاذية المياه إلى جدرانها : فالمواسير حديد الزهر ينعدم دخول مياه الرشح فيها بينما تدخل مياه الرشح في مواسير الفخار أو الخرسانة بمعدلات عالية نسبياً .
- 4 مسامية التربة ودرجة نفاذية المياه فيها : فتزيد مياه الرشح بزيادة مسامية التربة ودرجة نفاذيتها في الماء .
- 5 موقع المواسير بالنسبة لمنسوب المياه الجوفية : وكلما انخفضت المواسير تحت منسوب المياه الجوفية كلما زادت كمية مياه الرشح التي تدخل المواسير .

4- كمية مياه الأمطار : Quantity of rain water

للحصول على تقدير سليم لكمية مياه الأمطار التي تصل إلى شبكات الصرف الصحي للمدينة يلزم معرفة الآتي :

- 1 معدل سقوط الأمطار .
- 2 الزمن الذي تستمر فيه العواصف .

-3 معدل الفاقد .

-4 احتمالات تكرار سقوط الأمطار .

5-المصانع المختلفة في المدينة :

وذلك لتقدير كمية المخلفات السائلة التي تخرج منها يومياً ومعرفة إذا كانت بعض المصانع لها مصادر خاصة للمياه مما يزيد من تصرف مخلفاتها السائلة عن المياه التي تصلها من الشبكة العامة للمياه .

6-دراسة اتجاهات هبوب الرياح :

وذلك لمعرفة اتجاه الرياح السائدة أغلب أوقات العام وذلك لتحديد الأماكن المناسبة لإنشاء عمليات المعالجة .

ولقد وجد في جمهورية مصر العربية أن الرياح السائدة هي الشمال أو الشمال الغربي ولذلك ينصح أن تنشأ محطات المعالجة بالمدينة (تحت الرياح) أي من الجوب أو الجنوب الشرفي أو الشرق .

شبكات الصرف الصحي

هناك نوعان من شبكات الصرف :

1- شبكة الصرف المشتركة (المتصلة) : Combined system

وهي التي تنشأ بها شبكة الصرف الموحدة لاستقبال كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها سواء كانت منزلية أم صناعية أم مياه الأمطار .

2- شبكة الصرف المنفصلة : Separate System

وهي التي تنشأ بها شبكة صرف لاستقبال المخلفات السائلة المنزلية والمخلفات الصناعية وتنشأ شبكة أخرى في نفس الوقت لاستقبال مياه الأمطار .

الأحوال التي تستعمل فيها شبكات الصرف المشتركة :

1- في الشوارع والطرق المزدحمة بالخدمات العامة الأخرى ومواسير المياه وكابلات الكهرباء والتليفونات والغاز مما يصعب عليه وضع ماسورتين صرف لكل منها بغرض خاص وكذلك يستعمل ماسورة واحدة لصرف المخلفات السائلة جميعها .

2- إذا سقط الأمطار نادرة ويخشى أن تظل شبكة صرف مياه الأمطار خالية دون استعمالها طوال العام .

3- إذا كان هطول الأمطار بكثرة وغزارة مما يجعل كمية المخلفات المنزلية والصناعية بسيطة بالنسبة لمياه الأمطار مما يشجع إدماجها جميعاً طالما أن كمية المخلفات المنزلية والصناعية صغيرة ولا تؤثر في حجم تكلفة إنشاء شبكة مواسير خاصة للصرف .

4- إذا ظهر أن كل المخلفات الصناعية والمنزلية كذلك مياه الأمطار لابد من رفعها بطلمبات إلى نفس المكان ففي هذه الحالة لا يوجد داعي لفصل نوعي المخلفات عن بعضها .

5- إذا كانت الأرض مستوية مما يضطر لوضع المواسير بميل بسيط وبالتالي تسير المياه بسرعة بسيطة للمواسير مما ينتج عنه ترسيب المواد العالقة S.S في قاع الماسورة وتقادياً لهذه المشكلة يتبع طريقة الصرف المشتركة مما يزيد صرف الماء للماسورة وبالتالي يزيد من سرعة المياه وبالتالي لا يحدث ترسيب للمواد العالقة .

6- إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة تحل المواد السائلة أثناء سيرها لمدة طويلة في شبكة المواسير ولذلك نلجأ للصرف المشترك مما يزيد الصرف في الماسورة وبالتالي يمنع تحلل المخلفات السائلة الناتجة من الصرف الصحي .

الأحوال التي تستعمل فيها شبكات الصرف المنفصلة :

-1 انتظام مياه الأمطار ويمكن صرفها بالانحدار الطبيعي By Gravity أي بدون رفع في مصرف أو مجاري مائي أو نهر أو بحيرة مجاورة لها .

-2 إذا كانت تكاليف علاج المخلفات السائلة مرتفعة في هذه الحالة يحسن فصل مياه الأمطار عن المخلفات الأخرى مع التخلص منها بدون معالجة وذلك لتوفير التكاليف .

-3 عند تواجد شبكة صرف لمياه الأمطار قبل إنشاء مشروع صرف المخلفات السائلة فعندئذ يحسن الإبقاء على هذه الشبكة وتقوم بالخدمة التي نشئت من أجلها هذه الشبكة مع إنشاء شبكة صرف جديدة تكفي لحمل المخلفات السائلة الأخرى بالمدينة .

نقسيم المدينة إلى مناطق صرف :

نظراً إلى أن مواسير شبكة الصرف توسيع بميل يسمح بسريان الماء بها بانحدار طبيعي وبالتالي في البلاد المسطحة نسبياً يزيد عمق الماسورة كلما زاد طولها الأمر الذي يزيد التكاليف الإنسانية ويمثل خطراً على المنشآت المجاورة للخندق الذي تقع فيه الماسورة وذلك يتحتم علينا تقسيم المدينة إلى مناطق متعددة على أن تؤدي شبكة الصرف في كل منطقة إلى محطة رفع خاصة لمنطقة هذه المحطة ترفع المخلفات إلى المجمع الرئيسي إلى أن يصل إلى محطة الطلبات الرئيسية Pump Station وهذا يسمى Sectional Sys أي الصرف مع التقسيم إلى مناطق .

الإشتراطات الالزامية لمواسير الصرف الصحي

- 1 أن تكون مصنوعة من مادة صماء ما أمكن لا ينفذ منها الماء أو الغازات .
- 2 أن تكون ملساء السطح منن الداخل .
- 3 أن تحمل الضغوط التي تقع عليها من الخارج دون أن تتعرض إلى الكسر أو تلف .
- 4 أن تكون مستديمة أو خالية من الانحناء .

أنواع المواد التي تصنع منها مواسير الصرف الصحي

1- مواسير فخار حجري مزجج :

وتصنع مواسير المجاري من الفخار بأقطار أقصاها 36 بوصة حيث يكون لكل منها رأس وذيل .

2- مواسير خرسانية عادية :

وتصنع مواسير الصرف الصحي من خرسانة عادية إذا لم يتجاوز القطر عن 24 بوصة .

3- مواسير خرسانية مسلحة :

وتصنع بأقطار 24 بوصة فاكثر نظراً لعدم إمكانية تصنيع هذه الأقطار الكبيرة من الخرسانة العادية كلما قل تصنع بأقطار اصغر من ذلك عند الضرورة وتحتوي هذه المواسير على تسليح دائري وتسليح طولي .

4- مواسير خرسانية مبطنة بالفخار المزجج :

لما كانت مواسير الخرسانة العادية والمسلحة عرضة للتآكل نتيجة للغازات المتتصاعدة من المخلفات السائلة والتي تتفاعل مع الأسممنت الموجود بالخرسانة محلولة إليها إلى مواد غير متماسكة عبارة عن كبريتات كاليسوم وحديد وألومنيوم لذا من الأفضل تبطين المواسير

الخرسانية بألواح من الفخار المزجاج إذ أن هذه الألواح لها قدرة عالية على مقاومة التآكل أكثر من الخرسانة والألواح المستعملة تكون عادة

40*20 سم ذات نتوءات على السطح الخارجي ليسهل تماسكها مع الخرسانة وطريقة تسليحها نفس طريقة الخرسانة المسلحة .

التآكل في مواسير الصرف الصحي

يختلف مقاومة المواد التي تصنع منها مواسير الصرف الصحي في مقاومة التآكل الناتج من تحلل المواد العضوية الموجودة في المخلفات السائلة وأشد هذه المواد مقاومة للتآكل هي الفخار المزجاج المضروب بالملح بينما أقلها مقاومة هي المواسير الخرسانية .

السبب الرئيسي للتآكل الطبقة الخرسانية للمواسير هي توالد كبريتوز الهيدروجين داخل المخلفات السائلة نتيجة للتحلل اللاهوائي للمواد العضوية الكبريتية ثم التصاعد هذا الغاز إلى الجزء العلوي من الماسورة ونتيجة لنشاط أنواع معينة من البكتيريا تتكسر كبريتوز الهيدروجين ويتحول إلى حامض الكبريتيد وبصورة يتكثف على السطح الداخلي للماسورة وبالتالي يتفاعل مع الأسمنت في الخرسانة مكونة برقاائق من كبريتات الكالسيوم والألومنيوم ثم الحديد وهذه الرقاائق الهشة يسهل تشققها وانفالها على الجدار الخرساني من الماسورة وبالتالي يتعرض السطح الجانبي للخرسانة للتآكل حتى يتتساقط حبيبات الرمل والزلط بضياع المادة اللاصقة لها وتتوقف كمية كبريتوز الهيدروجين على :

- 1 درجة تركيز المواد العضوية .
- 2 درجة الحرارة الموجودة داخل المواسير .
- 3 كمية الكبريتات الموجودة أصلًا في المواد العضوية .

أهم الطرق المتبعة من الحد من تآكل المواسير الخرسانية وهي :

- 1 المحافظة على سرعة عالية في مواسير الصرف الصحي بالإضافة إلى منع الترسيب لأنها تساعد على تهوية المخلفات السائلة وبالتالي امتصاص الأكسجين الجوي الذي يبطل تفاعل كبريتوز الهيدروجين .
- 2 إضافة الكلور إلى المخلفات السائلة ليتعادل مع كبريتوز الهيدروجين وللحد من نشاط البكتيريا التي تسبب التفاعلات المؤدية للتآكل الخرسانة .

- 3 تطمين المجمعات الرئيسية بألواح من البلاستيك على أن يلتصق البلاستيك مع الخرسانة بواسطة مركبات المطاط أو أي مادة مقامة للأحماس .

الضغوط الخارجية على المواسير :

لقد أثبتت التجارب العلمية أن الأنتقال الناتجة عن الردم على بالراسورة يتحملها الربع العلوي من الماسورة كما أن فعل الأرض على الماسورة يتحمله الربع الأسفل للراسورة وان كل هذه الأنتقال ورد الفعل يكاد يكون منتظم التوزيع على الربع الذي يؤثر عليه ويتوقف على هذا الانظام على مدى العناية بعملية الردم .

$$W=C \cdot w \cdot B$$

حيث : W = الحمل بالرطل / القدم الطولي للراسورة
 C معامل ثابت يتوقف على نوع الردم والتنسبة بين عمق الخندق وعرضه .
 B يساوي عرض الخندق بالقدم مقاساً من ذن نهاية الربع العلوي للراسورة وهو يساوي مرة ونصف القطر مضافاً إليه 12 بوصة

$$B = \frac{2}{3} D + 12$$

وزن مادة الردم على القدم تكعيب .

إنشاء خطوط مواسير الصرف الصحي

طريقة تنفيذ خط مواسير الصرف الصحي

-1 يحدد محور الماسورة ويفضل أن يكون في محور الطريق إن أمكن حتى تتساوى في الأطوال الوصلات المنزلية إلى المنازل على جانبي الطريق إذ أن أصحاب المنازل هم الذين يقومون بدفع تكاليف هذه الوصلات .

-2 تحديد نصف عرض الخندق على جانبي المحور .

-3 يبدأ الحفر حتى العمق المطلوب طول هذا الحفر، إما يدوياً أو آلية حسب نوع التربة ومع تشكيل القاع بحيث تستند الماسورة على ربع محيطها بالكامل وليس على الراسم الأسفل فقط وكذلك مع عمل الفراغات اللازمة لرأس الماسورة .

- 4 توضع الشدات الازمة لمنع انهيار التربة و يتوقف نوع هذه الشدات ومدى العناية بها على عمق الحفر ونوع التربة التي يتم فيها العمل.
- 5 للتأكد من وصول الحفر للعمق المطلوب تستعمل لوحة اللحمة sight rail وشاحن اللحمة grieved وتكون لوحة اللحمة من قائمان رأسيان كل قائم على أحد جانبي الحفر و مثبت فيها لوح أفقى على مناسب معينة بحيث يكون الفرق بين منسوبى لوحتين متتاليتين مساويا للفرق بين منسوبى الماسورتين عند موضعى اللحمة.

(ملحوظة) أي أن الخط الوهمي الواصل بين سطحي اللوحين يكون موازيا لقاع الماسورة أما شاحن اللحمة عبارة عن قائم رأسي له قدم بأسفله و مثبت بأعلاه لوح خشبي قصير بحيث يكون طول اللحمة مساويا للفرق بين قاع الماسورة و سطح السفلي للوح اللحمة.

- 6 يتم تنزيل المواسير إلى القاع باستعمال خطافات و سلاسل خاصة و يبدأ في وضع المواسير من أسفل نقطة في خط الصرف بحيث يكون الرأس متوجه لأعلى و يثبت بحيث يكون اللوح الخشب في أعلى شاحن اللحمة على خط النظر للوحة اللحمة و قدمة شاحن اللحمة على قاع الماسورة. و عندئذ يكون قاع الماسورة على الشرب المطلوب ويستمر في إنشاء الخط بوضع ذيل كل ماسورة في رأس ساقتها مع التأكد من المناسب بالطريقة المذكورة أعلاه باستخدام شاحن اللحمة وهو المراد من استخدامها سالفاً.

- 7 بعد ذلك يتم التأكد من لحام المواسير بالطرق الفنية الموجودة في العقد ثم يختبر الخط للتأكد من سلامة المواسير واللحامات وذلك بضغط السائل في خط المواسير حسب طول الخط و قطر الماسورة.

بعد التأكد من سلامة الوصلات يردم الخندق بالأتربة المزالة أصلا عند الحفر لو كانت صالحة واستبعاد الأحجار والاجسام الكبيرة منها على أن يكون الردم على طبقات، ارتفاع كل طبقة 15 سم وتدك هذه الطبقات بعناية حول فوق الماسورة حتى ارتفاع 50 سم من رأسها العلوي وبعد ذلك يمكن زيادة ارتفاع الطبقات حتى 30 سم.

بعد تقدير كمية المخلفات التي تمر في كل فرع من فروع شبكة الصرف الصحي وكذلك تقدير التغيرات في هذه الكمية من وقت لآخر يمكن تصميم المواسير وذلك مع مراعاة الشروط الآتية :

1- تصميم المواسير الصرف بحيث لا تكون ممتلئة القطاع بل بحيث يكون ارتفاع المياه فيها كالآتي :

- عند مرور ادنى تصرف جاف يكون ارتفاع المياه في الماسورة الصرف 3/1 القطر

- عند مرور أقصى تصرف جاف يكون ارتفاع المياه في ماسورة الصرف 2/1 القطر

- عند مرور أقصى تصرف ممطر يكون ارتفاع المياه في ماسورة الصرف ¾ القطر.

للمواسير الكبيرة التي عند مرور أقصى تصرف ممطر يكون ارتفاع المياه مساوياً للقطر الكامل D وذلك للمواسير الكبيرة التي يقل قطرها عن 70 سم .

2- السرعة في مواسير الصرف يجب أن تكون كافية لمنع رسوبي المواد العالقة في قاع الماسورة وهي ما تسمى Self-cleansing velocity ويجب ألا تقل أي سرعة عن 60 سم / ث وذلك عندما يكون التصرف في الماسورة مساوياً للتصرف المتوسط في اليوم أما في حالة أقصى تصرف جاف بحيث ألا تقل السرعة عن 75 سم / ث .

• أما في حالة أقصى تصرف جاف يجب ألا تقل السرعة عن 75 سم / ث.

• أما في حالة ادنى تصرف تكون السرعة من 45 : 50 سم / ث وذلك لأن المياه في هذه الحالة تكون خالية نسبياً من المواد العالقة نظراً لأن هذا التصرف يحدث في ساعات الليل حيث أغلب مصادر المياه هو مياه الرشح .

وبهذه السرعات المختلفة نضمن عدم حدوث أي ترسيب في جميع الحالات ..

3- سرعة مياه الصرف في المواسير يجب ألا تزيد عن السرعة المئوية Destructive Velocity وقيمتها تتوقف على ماد تصنيع الماسورة ويجب ألا تزيد السرعة عن 1.5 متر / ث .

يجب أن لا يقل قطر الماسورة على 6 بوصة ويفضل أحياناً من 7:8 بوصة وذلك تبعاً لاحتمال انسدادها بما تحمله من مواد صلبة.

الخطوات الالزمه لتصميم قطاع الماسورة : أي تعين القطر والميل اللازم لها
لتصميم قطاع الماسورة يجب تعين القطر والميل الالزمتين لها .

-1- تعين التصرف المار في الماسورة :

ادني تصرف جاف Q_{min}

التصرف المتوسط Q_{aver}

أقصي تصرف Q_{max}

-2- بفرض ادني تصرف Q_{min} يمر بحيث يكون ارتفاع الماء في الماسورة 3/1
القطر :

وبالرجوع إلى الجدول نجد أن نسبة هذا التصرف إلى تصرف عندما يكون القطاع ممتلىء يساوي —

(مثال تصرف الماسورة 3/1 $Q = 0.235 \text{ ق} = \frac{1}{3} \text{ ق} / \text{ق} = 0.235$)

-3- بفرض أن سرعة المياه للقطاع الممتلىء (V Full) من 75 : 100 سم / ث إذن
مساحة قطاع الماسورة

$$A = Q/V$$

وبالتالي يمكن إيجاد القطر اللازم إذا لم يتتوفر هذا القطر في السوق يتم اختيار القطر الأكبر منه مباشرة .

-4- بعد أن يتم اختيار القطر الجديد وبالتالي يمكن حساب السرعة عند البناء القطاع

$$Q = A * V$$

$$V = 4Q / \pi D^2$$

-5- يمكن إيجاد الميل (S) الذي توضع عليه الماسورة بعد أن وجد R حيث
يساوي $D/4$ وذلك يمكن التعويض في المعادلة آلاتية (Manning s E qu.)

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

حيث: V يساوي السرعة م / ث .

R يساوي نصف القطر الهيدروليكي بالمتر يساوي مساحة قطاع الماسورة الممتلىء
بالماء على

طول محيط الماسورة الممتلىء بالماء .

S يساوي ميل الماسورة.

N يساوي ثابت يتوقف على نوع المادة تصنيع الماسورة .

يساوي 0.008 : للخشب الممسوح جيدا - 0.1 : 0.012 للمواشير المبطنة بالأسمنت - 0.014: 0.012 للخشب الغير ممسوح - 0.01 : 0.013 للمواشير الخرسانية - 0.012 : 0.015 للمواشير الفخار المزجاج - 0.017 : 0.015 للمواشير المبنية بالطوب أو الدبش .

مثال : المطلوب إيجاد قطر وميل ماسورة الصرف الصحي إذا علم أن التصرف المتوسط (Q_{aver}) المنتظر وصوله إلى الماسورة يساوي 8650 م مكعب / يوم وان ادنى تصرف يساوي ½ التصرف المتوسط ، وان أقصى تصرف يساوي ضعف التصرف المتوسط ، وحيث أن ماسورة الصرف مصنوعة من مادة الفخار المزجاج (أي أن $n = 0.015$ ث) .

$$\text{التصرف المتوسط} = Q_{\text{aver}} = 8650 \text{ م}^3 / \text{يوم}$$

$$0.1 = (60 * 60 * 24) / 8650 =$$

$$\text{ادنى تصرف} : \frac{1}{2} \text{ التصرف المتوسط} = 0.05 \text{ م}^3 / \text{ث} .$$

$$\text{أقصى تصرف} = 0.2 \text{ م}^3 / \text{ث} .$$

وبفرض ان الماسورة تحمل ادنى تصرف بعمق يساوي 1/3 الماسورة .

$$\text{التصرف} = 0.235 \text{ م}^3 / \text{ث}$$

$$q = 1$$

$$Q_{\text{full}} = 1/0.235 * Q_{\text{min}} = 4.25 * 0.05 = 0.2125 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

وبفرض أن سرعة الماسورة من 70 : 100 سم / ث.

نفرض انه تساوي 95 سم / ث .

مساحة القطاع :

$$Q = AV \quad A = Q/V$$

$$A = 2240 = \pi D^2 / 4 \quad D = 54 \text{ cm}$$

إذا كان هذا القطر غير موجود بالسوق فنختار القطر الأكبر منه مباشرة وهو 60 سم = 24 بوصة .

$$\text{مساحة القطاع الجديد} = 2826 \text{ سم}^2$$

$$\text{السرعة عند امتلا} \Delta \text{ القطاع} = \text{التصرف} / \text{المساحة} = 2862 / 610 * 2125 = 75 \text{ سم / ث}$$

حيث ان معامل $n = 0.015$ اذا بالتعويض في Manning eq.

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

$$0.75 = 1/0.015 * (0.6/4)^{2/3} ((S)^{1/2}) \quad S = 0.00015 \text{ m}$$

بعد تحديد قيمة التصرف عند امتلاء الماسورة (ادني تصرف 4.25).

عند تصميم ماسورة الصرف الحي هو في الواقع تطبيق السابقة على ماسورة دائيرية ممتلئة ولكن ليس ضغط وهذه القوانين تحتوي على خمسة متغيرات : Q, S, V, D, n اذا علم ثلاثة منها يمكن معرفة الاثنان الباقيان الافي حالة معرفة Q, V, D فلا يمكن تحديد قيمة S, n .

الأجهزة الإضافية في شبكات الصرف الصحي

تحتاج شبكات الصرف الصحي بعض الأجهزة لضمان حسن تشغيلها وصيانتها والإشراف عليها وهذه الأجهزة هي :

-1 المطابق (غرف التقفيش) : Manholes

وتسمى أحياناً غرف التقفيش Inspection Chamber وهي عبارة عن ماسورة رئيسية Shaft باتساع كافي لنزول العمال بداخلها تصل ما بين سطح الأرض وال MASURE و تكون الماسورة داخل الغرف منزوعة الجزء العلوي منها وبذلك تظهر المخالفات السائلة أثناء سيرها بال MASURE مما يسهل الكشف عن MASURE وتنظيفها وتسلیکها ما فيها من رواسب كما تستعمل أحياناً بـغرض تهوية المواسير أو دفع الرواسب في المواسير بتسلیک تصرف كبير من خرطوم حريق مثلاً داخل MASURE .

وتوضع المطابق في الأماكن الآتية :

- 1 عند تغيير قطاع MASURE .
- 2 عند تغيير نوع MASURE .
- 3 عند تغيير اتجاه MASURE .
- 4 عند تغيير ميل MASURE .
- 5 عند تقابل MASURES .
- 6 عند كل مسافة مناسبة تتوقف قطر MASURE .

وحددت المواصفات إن تصل المسافة المسموح بها بين مطابقين متتالين كما هو مبين بالجدول الآتي : وذلك نظراً لـكثير تكاليف إنشاء هذه المطابق مما يدعـو إلى الإقلال منها كلما أمكن ذلك :

أكبر مسافة بين مطابقين بالمتر	قطر MASURE بالبوصة
30	8 : 6
40	10 : 9

50	15: 11
60	36 : 18
100	48 : 36
150	اكبر من 48

والمسقط الأفقي لحجرة التفتيش إما دائري وهو الأكثر شيوعاً أو مربع أو مستطيل أو بيضاوي ويتوقف اختيار شكل الذي تبني به حجرة التفتيش على العوامل الآتية:

- 1 الموقع
- 2 مادة البناء
- 3 عمق غرف التفتيش
- 4 نوع التربة
- 5 عدد المواسير المتصلة بغرفة التفتيش

علي انه يجب ألا تقل مقاسات المسقط الأفقي الداخلية للمطبقة عن متر واحد إذا كان دائرياً أو مربعاً و $80 * 120$ سم إذا كان مستطيل أو بيضاوي .

-2 بالوعات الشارع :Street Inlets

وهي عبارة عن صناديق أو غرف سطحها العلوي مزود بفتحات طويلة تسمح بمرور المياه دون الأوراق والفضلات التي قد توجد في الشوارع وهي توضع على جانبي الطريق بجوار الرصيف مباشرة بحيث يكون السطح العلوي على منسوب سطح الطريق أو سطح الشارع - هذه الصناديق متصلة بمواسير صرف مياه المطر عن طريق وصلات خاصة تصب بأقرب غرفة تفتيش وبذلك يمكن صرف مياه المطر بالشارع وتدخل الصندوق عن طريق فتحات السطح العلوي ومنه إلى الوصلة المؤدية إلى ماسورة صرف مياه الأمطار .

توقف المسافة بين البوالعات على :

- 1 كمية المطر .
- 2 الانحدار الطولي للطريق .
- 3 نوع رصف الطريق .

مع مراعاة عدم إنشاء هذه البوالعات في الشوارع الترابية أو التي لم ترصف .

كما أن المسافة بين بالوعتين متتاليتين يجب ألا يزيد عن 200 متر على انه دائماً يفضل أن توضع البالوعة عند تقاطع شارعين او حتى تصرف مياه المطر من شارعين وذلك لاختصار التكاليف.

وهناك نوع آخر من البلوعات توضع تحت الرصيف وأي من هذين النوعين يكون عادة إما جاهز التصنيع من الحديد الزهر أو يبني في الموقع من المباني أو الخرسانة مزودة بشبكات لمنع دخول الأوراق والفراغات إلى البالوعة.

- | | |
|--|----------------------------------|
| Catch basins
Flushing Tanks
Measuring of flow devices
Grease & oil traps
Inverted Siphon
Regulators | -3
-4
-5
-6
-7
-8 |
| بالوعات تحجز الرواسب
احواض الصخ
اجهزه قياس التصرف
احواض حجز الزيوت والدهون
السيفونات المقلوبة
منظمات التصرف | |

احواض حجز الزيوت الدهون :

وهذه تستعمل عندما تحتوي المخلفات السائلة كمية عالية نسبياً من الزيوت والمواد الدهنية والغرض منها هو حجز هذه المواد قبل دخولها إلى مواسير الصرف حتى تلتصق بالجدران هذه المواسير ونسبة ضيقاً لقطاعها . وهذه تنشأ عادة عند مخارج المخلفات السائلة من المطاعم والفنادق الكبيرة ومحطات خدمة وتشحيم السيارات كذلك المصانع التي تستعمل فيها كميات كبيرة من الزيوت والدهون فيها

وهي عبارة عن أحواض مصممة تدخلها المخلفات على أن تخرج منها على منسوب أقل من سطح المخلفات في الحوض ولما كانت الزيوت تطفو على سطح المخلفات فإنها لا تخرج مع المخلفات إلى ماسورة المخرج لذا يجب إزالة ما تجمع من زيوت كل فترة .

كما أنه في حالة تواجد كمية كبيرة من الرمال من المخلفات السائلة مع تواجد الزيوت كما هو الحال في محطات خدمة السيارات يستحسن أن يقسم الحوض إلى قسمين الأول لاحتجاز الرمال والثاني لحجز الزيوت على التوالي .

ليس الغرض من هذه الأعمال هي مجرد التخلص من هذه المخلفات إنما الغرض منها التخلص مع عدم الإضرار بالصحة العامة ومع عدم مضايقة أو إزعاج المواطنين لما قد ينتج عن هذه المخلفات من الروائح نتيجة لتحلل ما فيها من مواد عضوية او من تشويه للأماكن العامة التي قد تصل إليها هذه المخلفات وطرق التخلص من هذه المخلفات سواء بعد المصافي وهو ما يطلق عليه المخلفات السائلة الخام او بعد المعالجة الابتدائية فقط او بعد المعالجة النهائية هي :

- التخلص من المخلفات السائلة بقذفها في المسطحات المائية برميها في الترع والمصارف والبحار والبحيرات وهو ما يسمى التخلص بالتخفيض Disposal by dilution
 - التخلص من المخلفات السائلة على مسطحات أرضية وهو ما يسمى التخلص Disposal by irrigation
- التخلص بالتخفيض وهي التخلص من المخلفات السائلة وذلك بقصفها في المسطحات المائية سواء كانت انهارا او فروعها او بحيرات او بحار الا ان بعض آراء تحفظ في استعمال تلك الطريقة خوفا من حدوث الاحتمالات الآتية :
- انخفاض تركيز الأكسجين الذائب في ماء النهر نتيجة نشاط البكتيريا الهوائية في أكسدة ما تحتويه المخلفات السائلة من مواد عضوية وبالتالي ينخفض تركيز الأكسجين في الماء مما يمنع نشاط الكائنات البحرية الحية مثل الأسماك وبالتالي يؤدي إلى موتها .
 - احتواء المخلفات السائلة على مواد صلبة عالقة او طافية تطفو على سطح الماء في النهر او البحر بشكل يؤذى النظر .
 - احتواء المخلفات السائلة على مواد كيماوية سامة او ضارة بالكائنات الحية بالنهر او بالبحيرة .
 - احتواء المخلفات السائلة على بكتيريا سامة او ضارة بالكائنات الحية بالنهر او بالبحيرة .
 - احتتمال وجود مواد مشعة تضر بالصحة .
الا انه باستعمال الطرق العملية والنظريات العلمية الصحيحة يمكن للمسطحات المائية استيعاب كمية من هذه المخلفات السائلة دون ان الإضرار بالغرض والاستعمالات المسطحات المائية سواء أكانت مصدرها مياه الشرب او مكان للتترفيه او للسباحة او للملاحة او مصدر للثروة السمكية .

- التقية الذاتية للمجاري المائية :

تتميز المجاري المائية بالقدرة الذاتية الكامنة فيها والقادرة على تحليل المواد العضوية إلى مواد ثابتة غير قابلة للتحلل وذلك نتيجة لاحتواء الماء على تركيز عالي من الأكسجين الذائب الذي يكاد يصل إلى درجة التشبع وعند صرف المخلفات السائلة في المجاري المائية تنشط البكتيريا وتستخدم هذا الأكسجين الذائب في تحليل وتثبيت المواد العضوية مما يؤدي إلى نقص تركيز الأكسجين في الماء ولكنه يستعوض بامتصاص الماء لأكسجين الموجود في الجو وكذلك من النباتات الموجودة في المجرى المائي مما يؤدي إلى عودة المجرى المائي لحالته الطبيعية وعودة الأكسجين الذائب فيه إلى تركيزه الطبيعي وهذا الظاهر تسمى بالتقية الذاتية للمسطحات المائية . Self Purification

وفي جمهورية مصر العربية يمنع مانعاً باتاً صب مخلفات سائلة تحتوي على مخلفات منزليه قبل المعالجة او بعد المعالجة النهاية في نهر النيل او الترع او الرياحات المترفة منه الا انه يسمح بصب هذه المخلفات في المصارف العمومية المستعملة لصرف المياه الذي اذا توفرت بعض الاشتراطات المهمة حسب القرار الجمهوري رقم 93 لسنة 1962 م وقانون 48 لسنة 1982 الا انه يؤخذ على هذا القانون انه يتطلب معايير خاصة بالمخلفات الصناعية تختلف عما يتطلبه في المخلفات المنزليه رغم ان جميع المخلفات الصناعية من المحلات التجارية او الصناعية قبل صبها في شبكات الصرف الصحي العمومية ل تعالج ويتخلص منها مع بقية المخلفات من المنازل وغيرها :

- 1 لا تزيد درجة الحرارة عن 40 درجة مئوية .
- 2 لا يقل الأس الهيدروجيني عن 6 ولا يزيد عن 10
- 3 لا تزيد المواد الراسبة او المترسبة عن 5 سم مكعب في اللتر في 10 دقائق .
- 4 لا تزيد المواد المترسبة عن 10 سم مكعب في اللتر بعد 30 دقيقة .
- 5 لا تحتوي على أجسام يزيد قطرها عن $\frac{1}{2}$ سم .
- 6 لا يزيد كبريتود الهيدروجين مقدراً على هيئة كب عن 1 جزء في المليون .
- 7 لا تزيد الزيوت والشحوم عن 100 جزء في المليون .
- 8 لا تحتوي على مواد سامة لكميات ضارة بمياه الأسماك او الكائنات البحرية .
- 9 لا تحتوي على مواد يتيح عنها تصاعد غازات قابلة ل الانفجار او التي درجة اشتعالها 85 درجة مئوية .

من البديهي ان هذا لا يوجد الا في البلاد التي تقع على شاطئ البحار وقبل البدء في تصميم عمليات التخلص من المخلفات السائلة بهذه الطريقة يجب عمل الدراسات الآتية :

- 1 دراسة التيارات البحرية Sea Current
- 2 دراسة الأمواج Sea Weaves
- 3 دراسة الرياح Wind
- 4 دراسة المد والجزر Tide

وبناء علي هذه الدراسة يختار افضل موقع للمصب الذي لا تسبب اتجاه التيارات والرياح والأمواج فيه إزاحة المخلفات الى الشاطئ بل ليزيحها الى داخل البحر وذلك مع مراعاة الشروط الآتية العامة :

- 1 الابتعاد بالمصب عن أماكن توالي الأحياء الصدفية حتى لا تلوث المخلفات السائلة هذه الأماكن .
- 2 يجب أن تمتد ماسورة المصب بالا يقل عن 150 م داخل البحر علي ان يكون المخرج علي عمق كبير (الإسكندرية تمتد 170 م وعلى عمق 16 متر)
- 3 في حالة ارتفاع سطح الماء أثناء المد يفضل ان نزود مخرج الماسورة بضماء يسمح بخروج الماء منها الي البحر ولا يسمح بدخول ماء البحر إليها.
- 4 يجب أن تمر المخلفات السائلة خلال مصافي لاحتجاز المواد الطافية ومنعها الوصول الي المصب وذلك تقadiا لظهورها علي سطح البحر بشكل يؤذى الناظر.
- 5 استعمال طلمبات لدفع المخلفات السائلة في ماسورة المصب اذا كانت مناسب شبكة الصرف الصحي منخفضة عن منسوب الماء في البحر.

تعقيم المخلفات السائلة قبل التخلص منها بالتخفيض .

ينصح انه باستعمال طريقي تنشيط الحمأة والترشيح يمكن التخلص من حوالي 95 % من البكتيريا مما قد يغنى عن ضرورة التعقيم بالكلور قبل الصرف المجاري المائية الا انه زيادة في الاطمئنان يفضل استعمال الكلور في معالجة المخلفات السائلة للتخلص من رائحتها قبل صرفها في المجاري المائية التي تستعمل للسباحة او الصيد او الترفيه بالإضافة الي زيادة كفاءة عملية التخلص من البكتيريا.

طريقة التخلص بالري :

وتسمى أحيانا التخلص علي سطح الأرض Disposal on Land وهذه الطريقة تتبع في جميع البلاد الداخلية التي لا تقع علي انهار او بحار وهي تستعمل للتخلص من المخلفات

السائلة وهي خام بعد التصفية او بعد التنقية الابتدائية او بعد المعالجة النهائية الا انه يفضل الا تستعمل للتخلص من المخلفات الخام اذ قد يتسبب ذلك في انسداد لمسام تربة في هذه المخلفات الخام في مواد عالقة.