



المحاضرة الثانية: عمليات الترسيب والترشيح

هندسة الإمداد بالمياه – السنة الرابعة

جامعة دمشق – كلية الهندسة المدنية – قسم الهندسة الصحية والبيئية

Prof. Dr. Eng. Bassam Alaji

Water supply -Water treatment

1443/03/21

عمليات الترسيب والترشيح

مقدمة:

يجب أن يؤمن المصدر المائي الكمية اللازمة للسكان ولفترة طويلة بالتنوع المناسبة لها من حيث قدرة محطات التنقية بالوصول للتنوع المطلوبة بأقل التكاليف الممكنة.

المراحل الأساسية التي تمر بها المياه ضمن محطات التنقية:

مرحلة الترسيب: وتكون إما ترسيب طبيعي أو ترسيب كيميائي.

مرحلة الترشيح

مرحلة التطهير.

المنشآت المتواجدة ضمن محطة التنقية

محطة ضخ المياه الخامية: وجودها مرتبط بموقع محطة التنقية بالنسبة للمصدر المائي فإذا كان منسوب المصدر المائي أخفض من منسوب المحطة فلا بد من وجود محطة الضخ، أما إذا كان أعلى عندها يتم الجريان بالإسالة الطبيعية و بالتالي لا حاجة لمحطة ضخ.

أحواض الترسيب الطبيعي (الأولي): وظيفتها احتجاز أكبر كمية ممكنة من المواد العالقة، ويتعلق وجودها بنوع المصدر المائي وعكارتة فمثلاً إن كان المصدر بحيرة فلا يلزم وضع حوض ترسيب طبيعي.

أحواض الترسيب الكيميائي: نضيف للمواد الغروانية مواد كيميائية فيكبر حجمها وتشكل ندف (جزيئات صلبة) فيسهل ترسيبها.

المرشحات الرملية: وجودها مرتبط بتنوع مياه المصدر المائي، وغالباً هي موجودة بكل المصادر

حوض التطهير: لا يمكننا الاستغناء عنه حتى لو لم تكن المياه ملوثة بكتريولوجياً لأنه من الممكن أن يحصل التلوث ضمن الشبكة أو الخزانات.

خزان المياه النقية: لا يمكن الاستغناء عنه.

محطة ضخ المياه النقية: يتعلق وجودها بمنسوب مركز التطهير ومنسوب خزان المياه النقية.

أحواض تحضير المحاليل الكيميائية: مثل حوض الخلط (المزج) وحوض تشكيل الندف.

المخبر الكيميائي: وجوده ضروري لتحديد نسبة العكارة، ووجود الجراثيم.....

المستودع: تتوفر فيه المواد الضرورية من قطع تبديل، مواد كيميائية مختلفة

مبنى إداري: يحوي مكاتب الدارسين والمهندسين والفنيين.

مبنى سكني.

أحواض الترسيب الطبيعي: يتم الترسيب الطبيعي ضمن أحواض، حيث تكون هذه الأحواض مقسمة إلى أربع مناطق::



منطقة الدخول

منطقة الخروج

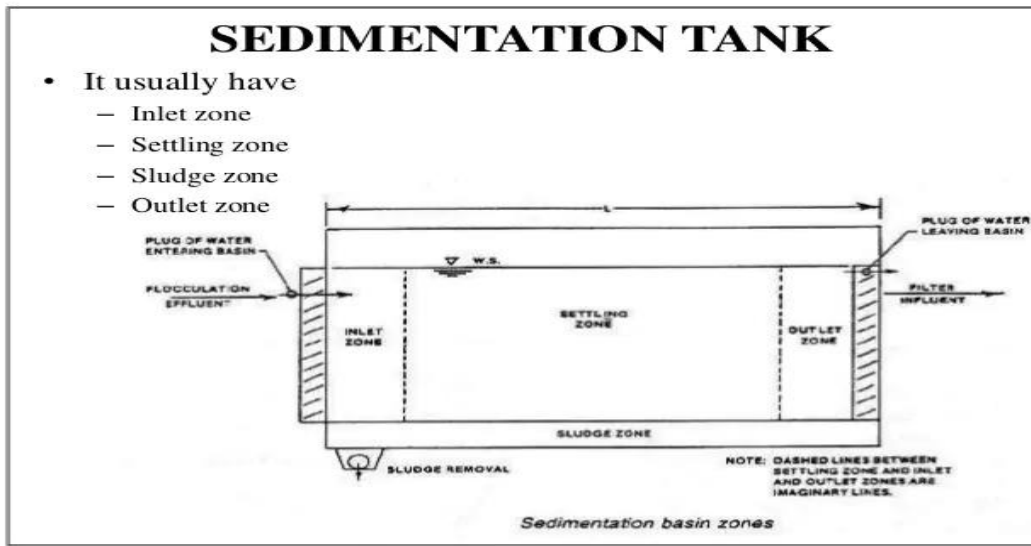
منطقة الترسيب

منطقة تجميع المواد الراسبة.

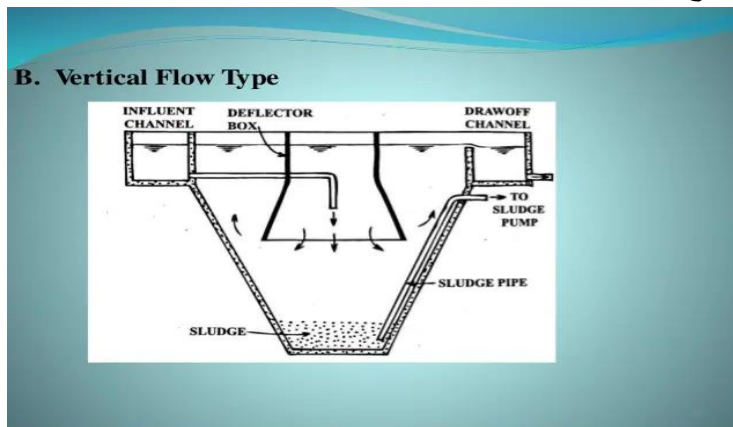
تدخل المياه من عدة فتحات موجودة في الجدار أو هدار وذلك لكي تدخل بهدوء بحيث لا تحدث جیشان بالرواسب وتخرج أيضا عبر هدار.

تقسم أحواض الترسيب حسب طبيعة حركة المياه ضمنها إلى:

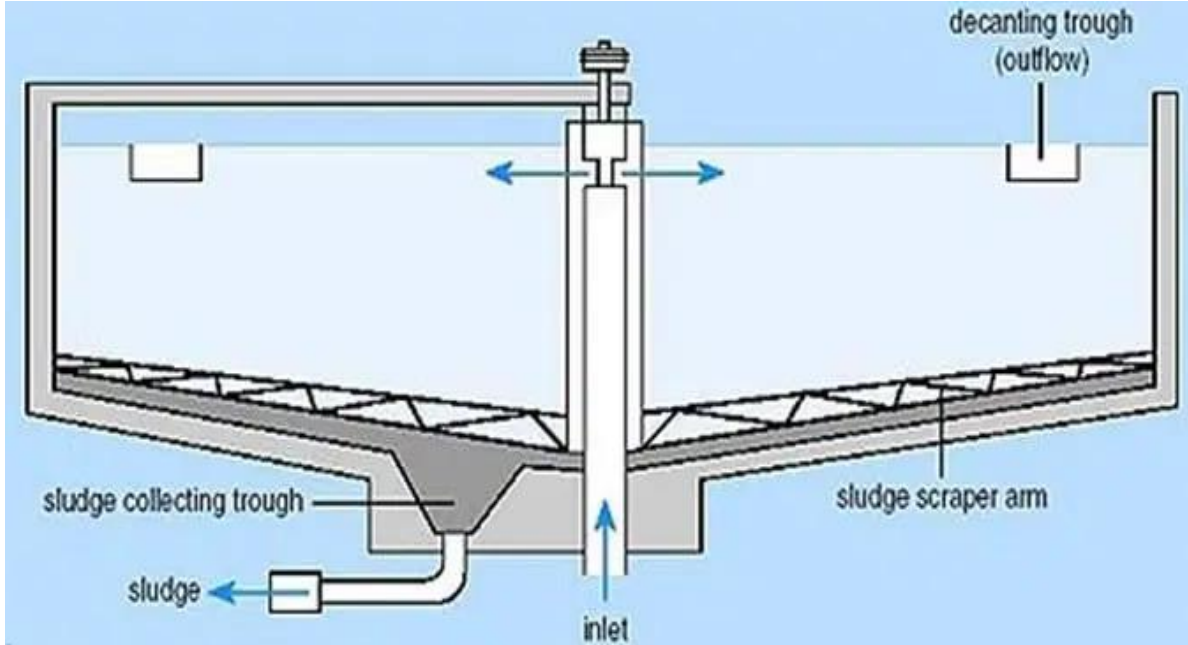
1- أحواض أفقية - مستطيلة: وهي الأكثر استخداما، حركة المياه ضمنها أفقية، يتم تصميم منطقة الدخول بحيث لا تدخل المياه من فتحة واحدة لكي لا تتدفق المياه بسرعة كبيرة ضمن الحوض مما يبطل عملية الترسيب، تتجمع المياه ضمن منطقة الخروج بهدوء وتصل إلى فتحة الخروج.



2- أحواض شاقوليه: تدخل المياه من الأعلى لتلتقي بشفرات توجه حركة المياه باتجاه الأعلى حيث تكون حركة المياه ضمنها من الأسفل للأعلى، ويكون القسم السفلي بشكل هرم تتجمع فيه الرواسب، ويكون القسم العلوي مستطيل أو مربع أو دائري وعلى طرفيه قناة لخروج المياه، ويتم خروج المياه عبر هدار على طول الحوض.



3-أحواض دائرية: وتكون حركة المياه ضمنها شعاعية بحيث تدخل المياه إليها من الأسفل إلى الأعلى ضمن أسطوانة في مركز الحوض جدرانها مثقبة تخرج منها المياه وتتوزع على سطح الحوض بانتظام وتسمى أسطوانة التهدة. تتحرك المياه بشكل شعاعي حتى هدار المخرج الممتد على محيط الحوض ، لتخرج من الأعلى. قطر الحوض لا يزيد على 50 متر.

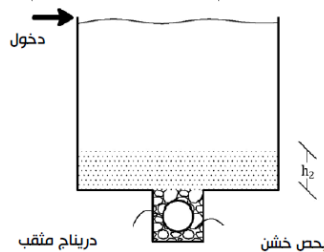


تنظيف أحواض الترسيب:

لا بد من تنظيف الأحواض من المواد المترسبة في منطقة تجميع الرواسب كل فترة تبعاً لدورة عمل المرسب وتغيير معايير التصميم تبعاً لطريقة التنظيف، ويمكن التنظيف بإحدى الطريقتين:

- تنظيف يدوي:

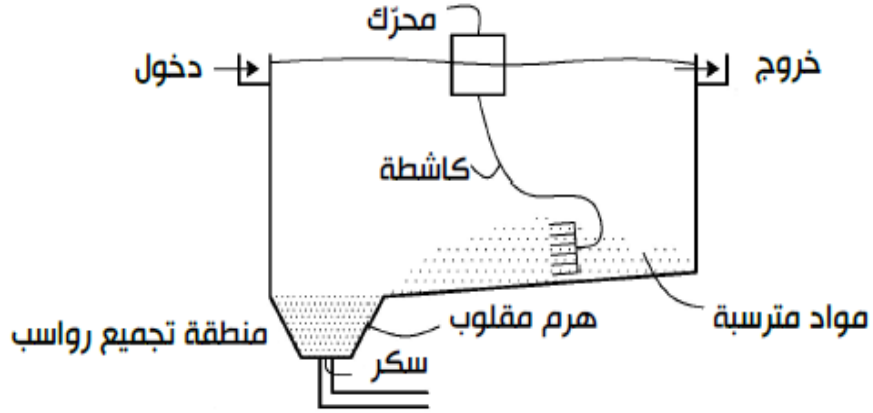
تعتبر هذه الطريقة بدائية وقديمة وبطيئة ولا يمكن استخدامها في المحطات المركزية الكبيرة ، ويمكن استخدامها في المحطات الصغيرة في حالات غياب الكادر الخبير بتشغيل المحطة. في بداية التصميم يجب معرفة الطريقة المستخدمة في تنظيف الحوض. تصمم هذه الأحواض بحيث يتم تركيب شبكة دريناج في وسط منطقة التجميع عبارة عن أنابيب مثقبة أو وصلات مفتوحة، ولتجنب انسداد هذه الثقوب ولضمان استمرارية العمل وعدم حدوث أعطال نقوم بإحاطتها بطبقة من البحص.



يتم التنظيف بإغلاق سكر الدخول وفتح سكر الدريناج لتفريغ المياه من الحوض. يقوم العامل بإزالة الرواسب يدوياً باستخدام معدات بسيطة. يجب تواجد حوض احتياطي كي لا يتوقف العمل خلال عملية التنظيف.

ثانياً : التنظيف الآلي:

هذه الطريقة هي الطريقة المعتمدة في المحطات المركزية الكبيرة، الفترة الزمنية التي تستغرقها هذه الطريقة عدة ساعات بينما عملية التنظيف اليدوي فتستغرق عدة أيام.



طريقة لتصميم الحوض:

يعطى أحد جوانب الحوض ميلا قدره 1% ليساعد آلة الكشط على القيام بعملها في تحريك الرواسب باتجاه الهرم المقلوب، وعند كل عملية امتلاء للهرم نفرغ الهرم ونلاحظ عدم ضرورة إيقاف الحوض عند التنظيف. يركب جسر على سطح المياه لحمل التجهيزات.

تؤخذ سرعة جريان المياه في الحوض بحدود 5 م/ثا أي 20-30 ضعفا لسرعة هبوط الحبيبات العالقة المراد ترسيبها.

معايير تصميمية:

$$H = h + h' + h''$$

عمق الحوض :



حيث:

H - العمق الكلي لحوض الترسيب.

h - عمق منطقة الترسيب (العمق الفعال) ويتراوح هذا العمق من 3-4 م.

h' - عمق منطقة الرواسب وتحدد حسابيا بحسب طريقة غسل الحوض.

h'' - ارتفاع الجدار فوق منسوب الماء ويؤخذ 40 - 50 سم.

زمن بقاء المياه في الحوض 2-4 ساعات - زمن الترسيب

نسبة الطول : العرض تتراوح بين 1:3 إلى 1:5 على ألا يتجاوز طول الحوض 50 م وعرض الحوض 10 م.

نسبة الطول :العمق بين 1:7 إلى 1:15

نسبة العرض :العمق بين 1:2 إلى 1:4

معدل التحميل السطحي هو حاصل قسمة التصريف على المساحة السطحية للحوض يفضل أن يكون ضمن القيم 20-40 m³/m²

ولا يتجاوز 75 m³/m² .

يفضل أن يكون معدل مرور المياه على هدار المخرج $25-35 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ويجب ألا يزيد عن حد أقصى قدره $70 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ أي ما يعادل $600-500 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{day}$.
كفاءة الترسيب % 50 - 60

مسألة

صمم حوض الترسيب المستطيل لتنقية مياه غزارتها $4000 \text{ m}^3/\text{day}$ علماً أن تركيز المواد العالقة فيها $S=250 \text{ mg/L}$
الحل:

نفرض زمن المكث في الحوض 3 ساعات فيكون:

حجم الحوض الكلي:

$$W = Q * t$$

$$W = \frac{4000 * 3}{24}$$

$$W = 500 \text{ m}^3$$

وبفرض معدل التحميل السطحي $20-40 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (حسب الأسس) فيكون:

مساحة الحوض:

$$F = Q/q = 4000/20 = 200 \text{ m}^2$$

العمق الفعال:

$$h = \frac{W}{F} = \frac{500}{200} = 2.5 \text{ m}$$

ok

نسبة الطول:العمق بين 1:7 إلى 1:15 نأخذ 1:10 فيكون $L=25 \text{ m}$ ok

نسبة الطول : العرض تتراوح بين 1:3 إلى 1:5 نأخذ 1:3 فيكون $B = 25/3 = 8 \text{ m}$

نسبة العرض:العمق بين 1:2 إلى 1:4 يكون ok $8/2.5 = 1:3.2$

فتكون أبعاد الحوض $25 * 8 * 2.5 \text{ m.m.m}$ بحجم 500 m^3

عدد الأحواض = الحجم الكلي / حجم الحوض الواحد = 1 عامل ويكون هنالك آخر احتياطي.

معدل مرور المياه على هدار المخرج $600-500 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{day}$ نختار 500 فيكون طول الهدار المطلوب .

$$4000 / 500 = 8 \text{ m} = B \text{ ok}$$

$H = h + h' + h''$ - العمق الكلي لحوض الترسيب.

h - عمق منطقة الترسيب(العمق الفعال) 2.5 m

h'' - ارتفاع الجدار فوق منسوب الماء ويؤخذ $40 - 50$ سم.

h' - عمق منطقة الرواسب وتحدد حسابيا بحسب طريقة غسيل الحوض. يجري حسابه كما يلي:

- نحسب حجم الرواسب : بما أن تركيز المواد العالقة $S=250 \text{ mg/L}$ فإن كمية المياه العالقة في اليوم :

$$250 \text{ mg/L} * 4000 \text{ m}^3/\text{day} : 1000 = 1000 \text{ kg/day}$$

نفرض كفاءة الترسيب % 60 حيث كفاءة الترسيب % 50 - 60 فتكون كمية المواد المترسبة في الحوض:

$$0.60 * 1000 = 600 \text{ kg/day}$$

نفترض نسبة الرطوبة للرواسب % 95 دوما تكون بين % 95-98 فيكون:

$$600 * 100 / 5 = 12000 \text{ kg} = 12 \text{ tons}$$

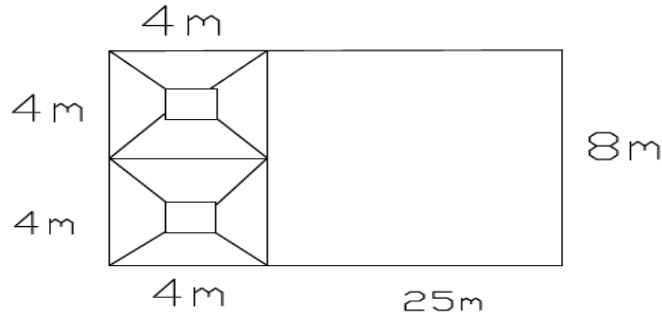
بما أن كثافة الرواسب تساوي كثافة المياه ومنه فإن حجم الرواسب :

$$W = 12 / 1 = 12 \text{ m}^3$$

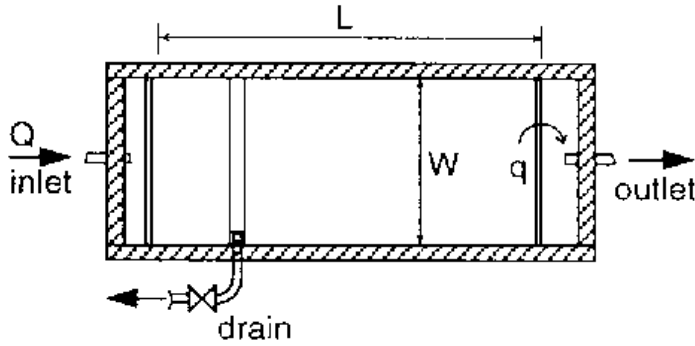
إذا فرضنا أن الحوض سينظف مرتين باليوم فيكون حجم الرواسب في الحوض 6 m^3 ، وإذا كان في كل حوض هرمان مقلوبان عند

مدخله فيكون حجم الرواسب في الهرم 3 m^3

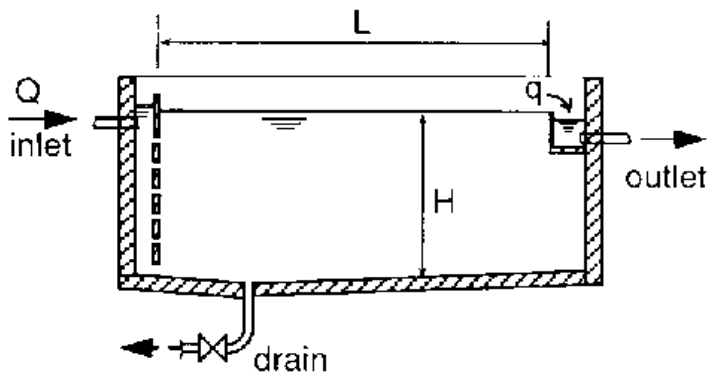
بما أن زوايا أضلع الهرم 45-50 درجة يمكننا تصميم الهرم المتشكل



plan



section



list of symbols

- L (m) length
- W (m) width
- H (m) depth
- Q (m^3/h) flow rate
- s_o (m/h) surface loading
- T (hr) detention time
- q (l/s m) weir load

design guidelines

$$s_o = \frac{Q}{L \cdot W} = 0.2 - 1 \text{ m/h}$$

$$T = \frac{L \cdot W \cdot H}{Q} = 1 - 3 \text{ hr}$$

$$q = \frac{Q}{3.6 \cdot W} \leq 2 - 3 \text{ l/s m}$$

$$\frac{L}{W} = 3 - 8, H = 1.5 - 2 \text{ m}$$

أحواض الترشيح

عملية الترشيح هي تنقية المياه الحاوية على مواد عالقة دقيقة ومواد غروية متبقية بعد عملية الترسيب وذلك بإمرارها ضمن وسط مسامي يؤدي إلى احتجاز هذه المواد. هناك عدد كبير من الأوساط المسامية المستخدمة للترشيح إلا إن أفضلها هو الرمل لوفرتة ورخصه وعدم تغير خواصه الفيزيائية مع الزمن.

يجري إدخال الترشيح في أغلب المخططات التكنولوجية لمحطات التنقية وذلك بهدف تخليص (أو إتمام تخليص) المياه من الغرويات إضافةً إلى الجزيئات المشتتة، وهذا ما تختلف به هذه الطريقة عن طرائق المعالجة المسبقة للمياه. وتتلخص عملية الترشيح بإمرار المياه الخاضعة للمعالجة والحوية على الشوائب عبر مواد الترشيح النفوذة للسوائل وغير النفوذة للجزيئات الصلبة. تتوافق خلال هذه العملية ضياعات كبيرة للطاقة إلا أنه يسمح بفوائد ضاغطة كبيرة في تكنولوجيا التنقية المائية فقط في حالات معالجة كميات غير كبيرة من المياه، وهذا ما يحدد مكان منشآت الترشيح في المخطط التكنولوجي. يعتبر الترشيح في أغلب الحالات المستوى المكمل لمعالجة المياه، حيث تخضع المياه للترشيح بعد خضوعها للترويق المسبق في المرسبات أو المروقات أو أجهزة التعويم.

يشكل عام عملية الترشيح هي عملية جريان المياه ضمن طبقات ثابتة (أغشية، ورق، نسيج، زجاج، مناخل، أو أوساط مسامية أخرى كالرمل والبحص والانترايسيت وغيرها).

الترشيح الحبيبي في تنقية المياه هو جريان المياه عبر مواد حبيبية (غالباً الرمل) وذلك بهدف حجز المعوقات الصلبة (الرمل، الغضار والطين، ندف الحديد والألومنيوم) وتزال بعض البكتريا والفيروسات والبروتوزوا. تقوم المواد المعلقة بملء الفراغات بين المسامات ببطء رافعةً المقاومة الهيدروليكية. تجري إزالة المواد المحجوزة بالتنظيف الدوري للمرشح والذي يمنع ارتفاع المقاومة بشكل كبير أو عبور المواد الصلبة إلى المياه النقية.

Common claims include:

- removal of Floccs from coagulation, Particulates (Sand filter)
- removal of pesticides (activated carbon filters)
- removal of minerals (reverse osmosis)
- removal of taste or odour (activated carbon filters)
- removal of particulate matter or colour (1 micron rated filters)
- removal of hardness (water softeners and reverse osmosis)
- removal of nitrates (ion exchange)

هنالك ثلاثة أشكال للترشيح خلال تمرير المياه عبر مواد الترشيح وذلك تبعاً لشحنة شوائب المياه والنسبة بين أبعادها وأبعاد حبيبات حمولة الترشيح :

1-حجز الشوائب على سطح طبقة الترشيح (الترشيح الغشائي) والموصوف **بعلاقة هازن** :

$$\delta = 0.01(v.d_e)^{0.5}$$

δ -قطر أصغر الجزيئات المحجوزة، mm .

d e -القطر الفعال لحبيبات الحمولة، mm .

v-سرعة الترشيح -حتى 10 m/h .

2-حجز الشوائب في مسامات طبقة الترشيح (الترشيح الحجمي). تخضع عملية الترشيح السطحي لقانون دارسي ،حيث تتناسب فواقد الضاغط p طرداً مع سرعة الترشيح v ضمن تأثير لمعامل الطردية k المرتبط باللزوجة الديناميكية η ومقاومة الوسط R.

$$v = \frac{P}{\eta.R} = k.p$$

3-تشكل الغشاء بالشوائب وتراكمها في مسامات حمولة الترشيح معاً.

لا يتشكل الغشاء في أغلب حالات استخدام المرشحات الحديثة، بينما تعبر الشوائب مع المياه سماكة طبقة الترشيح. وكلما كانت سرعة الترشيح أكبر وحبيبات حمولة الترشيح أضخم وأبعاد جزيئات العوالق الخاضعة للاستخلاص من المياه أصغر كان عمق انسداد التلوث في سماكة حمولة الترشيح أكبر .

تعتبر المرشحات البطيئة مثلاً للترشيح الغشائي، وتعتبر هذه العملية عملية تخلص ميكانيكي للشوائب المشتتة من المياه. بينما يعبر التخثير المسبق لشوائب المياه بهدف خفض شحنتها والسيطرة عليها عن الترشيح الحجمي، حيث أنه خلال القيم العادية لـ pH المياه الأولية ستملك جزيئات شوائب المياه وسطوح حبيبات مادة الترشيح شحنة سالبة مما يجعل العوالق تحجز بشكل سيئ في مسامات طبقة الترشيح ويقوم التخثير بتأمين تلاحق الشوائب المتخثرة على سطح حبيبات طبقة الترشيح. يمكن أن تتعرض الشوائب الملتنفة مسبقاً لعملية فصل ونقل تالي بالقوى الهيدروديناميكية للتيار إلى الطبقة السفلية للحمولة.

ميكانيزم الترشيح: يحدث ترسب المواد العالقة في مسامات مادة الترشيح (الترشيح الحجمي) إذا كانت أبعادها أقل من أبعاد المسامات ،وكان مسار حركة الجزيئات تقود إلى تماسها مع سطح الأفتية المسامية ،وتساعد في ذلك عمليات الانتشار بنتيجة الحركة البراونية، والاصطدام المباشر ، وحمول الجزيئات ، والتلاصق بفعل قوى فان دير فالس ، والترسب تحت تأثير قوى النقالة، والحركة الدورانية بتأثير القوى الهيدرو ديناميكية، وعملية تثبيت الجزيئات على السطح وفي المسامات والمشتربة بالسرعة المتدنية لحركة السائل وقوى الامتزاز وقوى التلاصق. يحدث انخفاض للفرغ المسامي مما يقود إلى رفع سرعة التيار وتغير النظام من الصفيحي إلى الجائش.

تقسم المرشحات بحسب وسط الترشيح إلى : المرشحات قماشية أو شبكية ، المرشحات الهيكلية أو الدياتوميكية ، المرشحات الحبيبية (الرملية، الكيرامزيتية...الخ).تعتبر المرشحات الحبيبية أكثر الزمر الثلاثة السابقة لنماذج المرشحات انتشاراً في محطات تنقية مياه الإمداد المنزلي.

يمكن تصنيف المرشحات الماكروية بحسب وسط الترشيح إلى :

1-المرشحات القماشية أو الشبكية

2-المرشحات الهيكلية أو الديناميكية

3-المرشحات الحبيبية (الرمليّة،الكيرامزيتية...الخ). والتي تعتبر أكثر الزمر الثلاثة السابقة لنماذج المرشحات انتشاراً في محطات تنقية مياه الإمداد المنزلي.

يمكن تصنيف المرشحات الحبيبية وفق المؤشرات التالية:

- 1-بحسب سرعة الترشيح إلى : بطيئة (0.1...0.3 m/h) ، سريعة (5...25 m/h) ، عالية السرعة (36...100 m/h)
- 2-بحسب الضغط المطبق إلى: مفتوحة (غير مضغوطة) Gravity filters ، ومضغوطة Vacuum filters .
- 3-بحسب اتجاه تيار الترشيح إلى :أحادي التيار (مرشح سريع عادي) ،ثنائي التيار ، متعدد التيارات.
- 4-بحسب ضخامة مادة الترشيح إلى : دقيقة الحبيبات ، متوسطة الحبيبات، ضخمة الحبيبات.
- 5-بحسب عدد طبقات الترشيح إلى :أحادية الطبقة ، ثنائية الطبقة ، متعددة الطبقات.

يحدث ترسب المواد العالقة في مسامات مادة الترشيح (الترشيح الحجمي) إذا كانت أبعادها أقل من أبعاد المسامات ، وكان مسار حركة الجزيئات تقود إلى تماسها مع سطح الأفقية المسامية ،وتساعد في ذلك عمليات الانتشار بنتيجة الحركة البراونية، والاصطدام المباشر ، وخمول الجزيئات ، والتلاصق بفعل قوى فان دير فالس ، والترسب تحت تأثير قوى الثقالة ، والحركة الدورانية بتأثير القوى الهيدروديناميكية، وعملية تثبيت جزيئات شوائب المياه على السطح وفي مسامات مادة الترشيح والمشتربة بالسرعة المتدنية لحركة السائل و قوى الامتزاز وقوى التلاصق.

يحدث انخفاض للفرغ المسامي لمادة الترشيح خلال استخلاص شوائب المياه بالترشيح نتيجة لترسب الجزيئات مما يقود إلى رفع سرعة التيار وتغيير النظام من الصفيحي إلى الجائش .وفي هذه الحالة ستفصل جزيئات الشوائب المحجوزة جزئياً وتنتقل عميقاً بالتيار في مسامات مادة لترشيح وتخرج مع الراشح.

يجري اختيار الترشيح السطحي أو الحجمي تبعاً لنوعية المياه المطلوبة بعد الترشيح ومواصفات المياه الأولية ودرجة تلوثها وكذلك التصورات الاقتصادية. يترافق هذا الشكل أو ذلك من الترشيح بتكاليف إنشائية واستثمارية تتحدد بدورها تبعاً للمعالجة المسبقة للمياه وطرق غسيل الأجهزة ومستوى أتمتة العملية وطرق ضبطها.

العوامل المؤثرة على أداء المرشح الرملي:تركيز المواد الصلبة المعلقة ومقاومة الندف (القدرة لمقاومة قوة القص) فالندف البيولوجية أقوى من الندف الكيميائية. يسمح استخدام المخترات ومساعدات التخثير بإزالة أعمق في عملية الترشيح وانخفاض في الفواقد الرئيسية وبالتالي دورة ترشيح أكبر .

مشاكل التشغيل للمرشحات الرملية:

ظهور كرات الوحل : Mud balls: تحتوي المياه الراشحة على الوحل وقد تظهر نتيجة الغسيل غير الكافي للمرشح . يمكن ضبط ذلك من خلال الغسيل السطحي

انكماش السرير Bed shrinkage: تغطى بعض جزيئات الرمل بغلاف رقيق من الوحل، يمكن أن يسبب شقوق في السطح وفي جوانب السرير

امتصاص الهواء Air binding: إطلاق الغازات المنحلة في المياه ، قد يسبب خسارة الرمل أثناء الغسيل. يمكن ضبط ذلك من خلال تجنب الضغط السلبي

مشاكل استخدام المرشحات الرملية في معالجة مياه الصرف الصحي :

زيادة في ظهور قشرة رقيقة من الوحل الميكروبي يمكن ضبطه بالغسل السطحي أو التنظيف الهوائي.

تشكل قشور لكاربونات الكالسيوم والذي يحدث عند استخدام مخثر يفرض قيمة عالية لـ pH يمكن أن يمنع باستخدام إزالة الكربنة للمياه .

المرشح متعدد الوسائط Multimedia Filters : أكثر المرشحات انتشاراً في معالجة المياه وهو النوع الرئيسي للمرشحات في المعالجة الثالثية والمتقدمة. من فوائده مقارنةً بالمرشحات أحادية الوسط: دورة الترشيح أطول، سرعة الترشيح أعلى، القدرة الأعلى لترشيح المياه ذات العكارة وذات العوالق الصلبة SS العالية.

المرشحات الرملية البطيئة:

وهي أحواض مستطيلة الشكل أو دائرية تبنى من الببتون العادي أو المسلح تحتوي الطبقات التالية:

- تجهز قاع الحوض بشبكة أنابيب مثقبة لتجميع المياه الراشحة وصرفها خارج المرشح.
- تعلق شبكة الأنابيب طبقة من البحص أبعاد حبيباتها من 1 - 4 مم وسماكتها من 40 - 50 سم.
- تعلقها طبقة من الرمل أبعاد حبيباتها من 0.3 - 1 مم وسماكتها من 100 - 120 سم.

تدخل المواد من أعلى السطح وتتراوح على كامله وتتراوح سرعتها البطيئة من 0.1 - 0.3 م/س.

تترسب المواد العالقة الدقيقة على السطح العلوي لطبقة الرمل مشكلة غشاء رقيق من مواد عضوية وغير عضوية يسمى الغشاء الهلامي أو غشاء الترشيح يقوم باحتجاز المواد العالقة في المياه. تزداد سماكته مع استمرار عمل المرشح حتى تصبح المياه الداخلة شبيهة بالمياه الخارجة فعندها يجب إيقاف المرشح عن العمل وغسله. يتم الغسيل من خلال إيقاف المرشح عن العمل وتفرغته من المياه ثم إزالة الغشاء الهلامي مع طبقة من الرمل بسماكة 3 سم تقريباً، ويجري غسل المرشح مرة كل شهر أو شهرين. وهي فترة عمل المرشح.

عند إدخال المرشح في العمل من جديد لا تجمع المياه الراشحة في خزان المياه النقية مباشرة وإنما تصرف إلى شبكة الصرف ريثما يتشكل الغشاء الهلامي من جديد ويحتاج لفترة زمنية تتراوح من يوم ليومين.

وتكون مساحة المرشحات البطيئة $1000 - 500 \text{ m}^2$ ومعدل التحميل السطحي $3-5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{day}$.

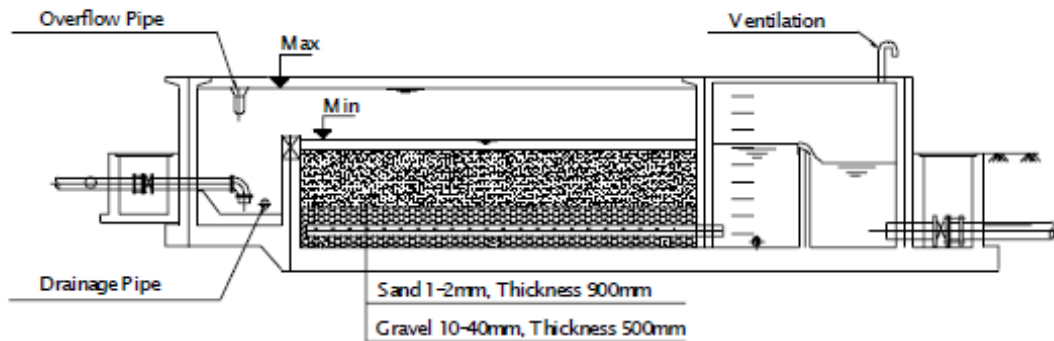


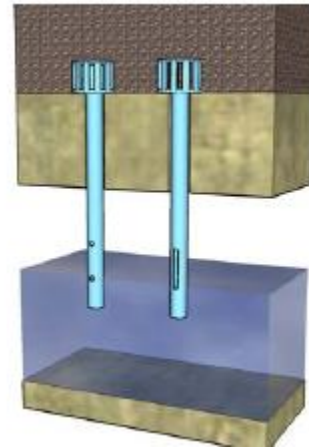
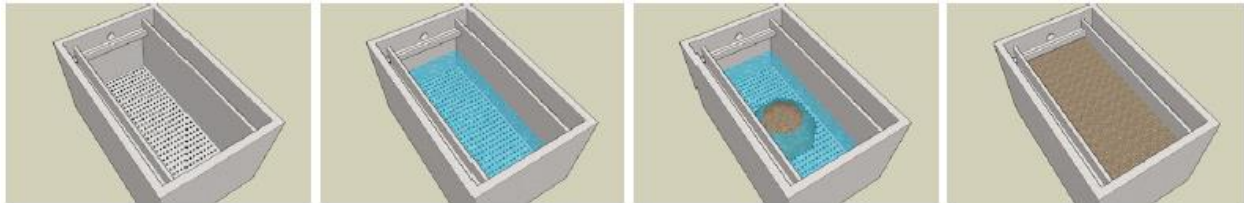
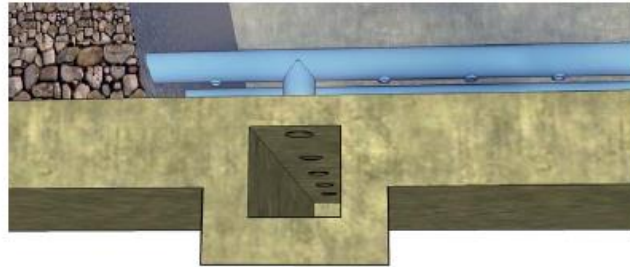
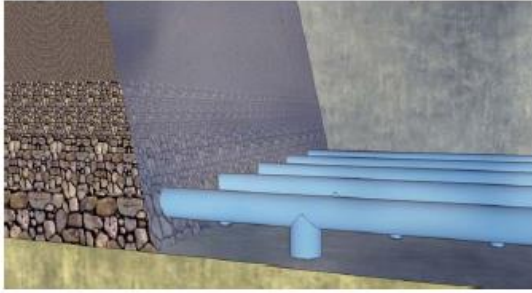
Figure 1.6 Standard design for Slow Sand Filter

المرشحات الرملية السريعة:

وهي أحواض مستطيلة الشكل مبنية من الببتون أو المسلح. يزود قاع الحوض بشبكة صرف المياه الراشحة تعلوها طبقة البحص ثم تليها طبقة من الرمل أما ارتفاع الماء فوق طبقة الترشيح فيتراوح بين 60 - 120 سم.

تعبير المياه إلى المرشح من خلال السطح ونظراً للسرعة الكبيرة فإن المواد العالقة في المياه لا تتمكن من الترسب على سطح طبقة الرمل بل ترشح إلى داخلها حيث تلتصق على سطح حبيبات الرمل. ويظل يعمل المرشح حتى تسد المسامات بين الحبيبات عندها تجرى عمليات الغسيل والصيانة. أثناء عملية الغسيل يتوقف المرشح عن العمل ويدخل تيار مياه من الأسفل للأعلى وإثناء صعود المياه تقوم

بخلخلة حبيبات الرمل وانتزاع المواد الملتصقة على سطحها ثم تخرج خارج المرشح. تستمر عملية الغسيل حتى تصبح المياه الخارجة من المرشح نقية. وتتراوح فترة الغسيل بين 15 - 20 دقيقة.



عدد المرشحات يحدد بالعلاقة:

$$N = 0.044 \sqrt{Q}$$

$$N = 0.5 \sqrt{F}$$

Where Q m³/d, F m²

$$\text{Number of filters} = 2.7 \sqrt{Q}$$

Where Q MGD

معدل التحميل السطحي. $C= 120-180 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{day}$

سرعة الترشيح $5 - 25 \text{ m/h}$

مساحة المرشح تقريبا 50 m^2

	Slow sand filtration	Rapid sand filtration
Grain	0,1-0,3 mm	0,5-3 mm
Filtration velocity	0,03-0,3 mm/s	1-5 mm/s
Duration	Months	Days
Cleaning	Skimming	Backwashing

مسألة:

مدينة تعداد سكانها 500 ألف نسمة نريد تنقية المياه أو معالجتها بالمرشحات السريعة التي تغذيها

والمطلوب: تصميم هذه المرشحات؟

الحل:

نفرض Q استهلاك الفرد 180 ل باليوم.

قد تكون معطاة ولكن هنا نحن فرضناها ..ومنه:

$$Q = 500.000 * 180 / 1000 = 90.000 \text{ m}^3 / \text{day}$$

نفرض معدل التحميل... $150 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{day}$ من أسس التصميم وبالتالي:

تكون مساحة الترشيح

$$F = Q/C = 90.000 / 150 = 600 \text{ m}^2 > 50 \text{ m}^2$$

يحسب عدد المرشحات من خلال القانون:

$$N = 0.044 \sqrt{90.000} = 13 \text{ مرشح}$$

وبالتالي تكون مساحة المرشح الواحد:

$$f = F/N$$

$$f = 600 / 13 = 46 \text{ m}^2 \approx 50 \text{ m}^2$$

ويوجد قانون اخر لحساب عدد المرشحات وكلاهما صحيح

$$N = 0.5 \sqrt{F}$$

وأخيرا نرسم المرشح: حسب مساحة المرشح الواحد وبالتالي:

نفرض طول المرشح 10 م وعرضه 5 م (مع العلم أنه لكل 4 مرشحات مرشح واحد إضافي.)

الاحتياج النوعي l/p/d	حجم التجمع السكاني
60	القرى الصغيرة
70	القرى حتى 5000 نسمة
80	البلديات حتى 20000 نسمة
100	البلديات حتى 50000 نسمة
125	المدن الصغيرة حتى 100000 نسمة
150	المدن الأكبر من 100000 نسمة

الاحتياج النوعي في سوريا حسب عدد السكان

عدد السكان المستقبلي:

$$A = A_0 + D.T \quad \text{الطريقة الحسابية}$$

$$A = A_0(1+K)^T \quad \text{الطريقة الهندسية}$$

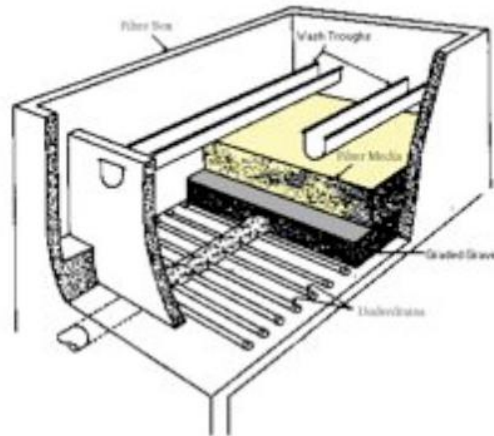
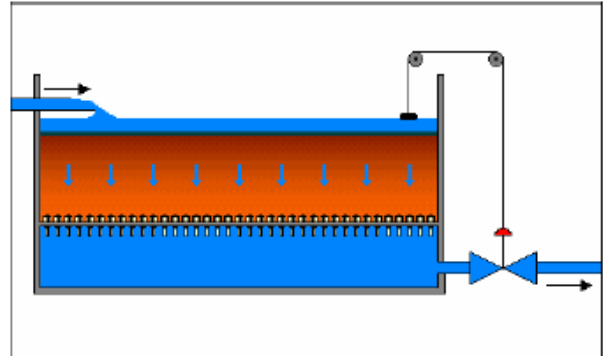
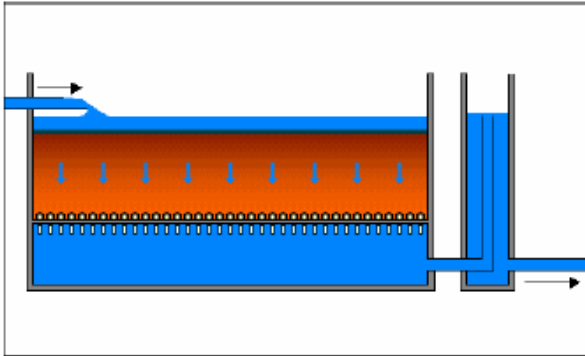
-A عدد السكان المستقبلي

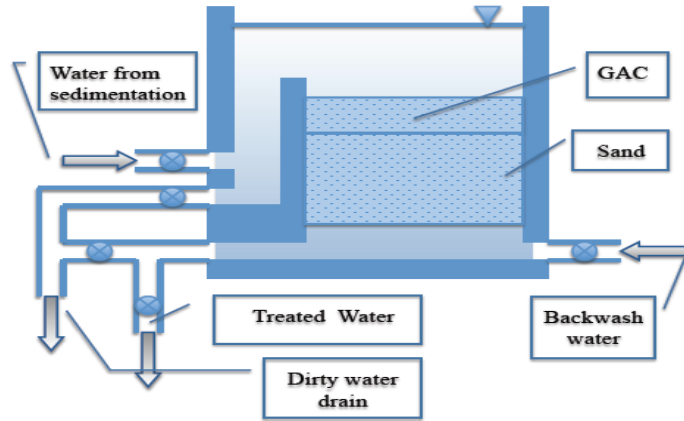
-A₀ عدد السكان الحالي

-D معدل التزايد السنوي

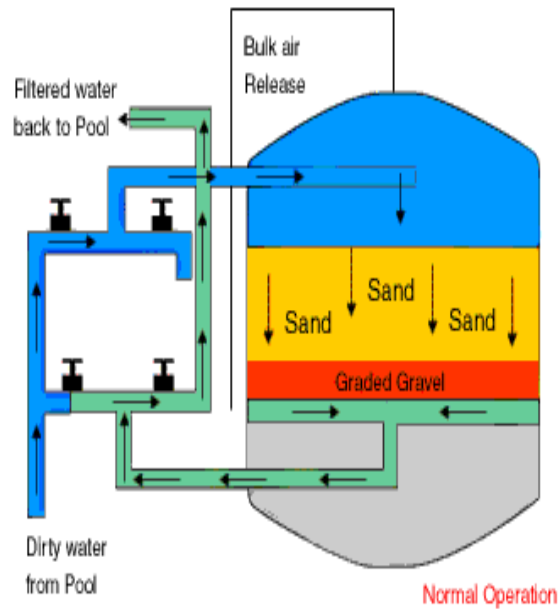
-K معدل النمو السكاني السنوي

-T العمر التصميمي





المرشحات الرملية المضغوطة



Pres. Rapid Filter calculation

Diameter (inch)	Height (inch)	Diameter (inch)	Height (inch)
10	54	21	65 (or 62)
13	54	24	72
14	65	30	72
16	65	36	72
18	65	48	72

Filtration rate (Loading rate) (gpm/ft ²)	Turbidity NTU	ملاحظات
4	10 - 20	المياه لديها العكارة
5	5 - 10	متوسطة العكارة
6	1 - 5	عكارة قليلة
7	<1	منعدمة العكارة تقريباً (خرارجه من Ultra filtration)

بافتراض أننا نريد انتاجية الفلتر الرملي بمعدل $10 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\text{Flow rate} = 10 \times 4.4 = 44 \text{ gpm}$$

نحسب مساحة سطح الفلتر او (FSA (Filter surface area وذلك بقسمة الانتاجية على معدل لفلتره Filtration rate او ما يسمى سرعة الفلتره Filtration speed الذي يؤخذ تبعاً للعكارة

لو افترضنا أن مياه التغذية لها عكارة = 2 NTU مثل Brackish water

معنى ذلك أن معدل الفلتره = 6 جالون لكل دقيقة، ويتم التعويض في المعادلة التالية:

$$\text{FSA (Filtration surface area)} = \text{Flow rate (gpm)} / \text{Filtration rate (gpm/ft}^2) = 44/6 = 7.3 \text{ (ft}^2)$$

بما أننا عرفنا مساحة السطح فنستطيع الآن معرفة نصف القطر

$$R^2 = \text{FSA} / 3.14 = 7.3 / 3.14 = 2.33 \text{ ft} \dots \dots \dots R = 18 \text{ inch then } D = 36 \text{ inch}$$

$$R^2 = 7.3 / 0.0218 = 336 \text{ in} \dots \dots \dots R = 18 \text{ inch then } D = 36 \text{ inch}$$

ومن جدول مواصفات الفلتر الرملي السابق نستنتج أن حجم الفلتر هو $72 * 36$

Media	Effective size, mm (in.)	Specific gravity
Anthracite	0.7-1.7 (0.03-0.07)	1.4-1.75
Sand	0.3-0.7 (0.01-0.03)	2.55-2.65
Garnet	0.4-0.6 (0.016-0.024)	3.8-4.3
Magnetite	0.3-0.5 (0.01-0.02)	4.9

TABLE 10.5 *Single-Medium Filter Characteristics for Water Treatment*

CHARACTERISTIC	VALUE	
	Range	Typical
Sand medium:		
Depth		
in.	24–30	27
(mm)	(610–760)	(685)
Effective size, mm	0.35–0.70	0.60
Uniformity coefficient	<1.7	<1.7
Anthracite medium:		
Depth		
in.	24–30	27
(mm)	(610–760)	(685)
Effective size, mm	0.70–0.75	0.75
Uniformity coefficient	<1.75	<1.75
Filtration rate:		
gpm/ft ²	2–5	4
(ℓ/s-m ²)	(1.36–3.40)	(2.72)

TABLE 10.6 *Dual-Media Filter Characteristics for Water Treatment*

CHARACTERISTIC	VALUE	
	Range	Typical
Anthracite:		
Depth		
in.	18–24	24
(mm)	(460–610)	(610)
Effective size, mm	0.9–1.1	1.0
Uniformity coefficient	1.6–1.8	1.7
Sand:		
Depth		
in.	6–8	6
(mm)	(150–205)	(150)
Effective size, mm	0.45–0.55	0.5
Uniformity coefficient	1.5–1.7	1.6
Filtration rate:		
gpm/ft ²	3–8	5
(ℓ/s-m ²)	(2.04–5.44)	(3.40)

TABLE 10.7 *Mixed-Media Filter Characteristics for Water Treatment*

CHARACTERISTIC	VALUE	
	Range	Typical
Anthracite:		
Depth		
in.	16.5–21	18
(mm)	(420–530)	(460)
Effective size, mm	0.95–1.0	1.0
Uniformity coefficient	1.55–1.75	<1.75
Sand:		
Depth		
in.	6–9	9
(mm)	(150–230)	(230)
Effective size, mm	0.45–0.55	0.50
Uniformity coefficient	1.5–1.65	1.60
Garnet:		
Depth		
in.	3–4.5	3
(mm)	(75–115)	(75)
Effective size, mm	0.20–0.35	0.20
Uniformity coefficient	1.6–2.0	<1.6
Filtration rate:		
gpm/ft ²	4–10	6
(<i>l</i> /s·m ²)	(2.72–6.80)	(4.08)