الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

البرنامج التدريبي لفنى تشغيل مياه

درجة ثالثة

الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحي

تكنولوجيا تشغيل وحدات إنتاج وتنقية وتوزيع مياه الشرب

المحتوى

عمليتي الترويب والتنديف
الترويب من الناحية الكيميائية
عملية الترويب
التنديف
الترسيب
أنواع المروقات الشائعة في مصر
الترشيح

عمليتي الترويب والتنديف

طبيعة الشوائب

تتكون الشوائب الموجودة في المياه نتيجة التآكل الأرضي الناتج من احتكاك المياه مع قطاع المجري المائي، وتتكون الشوائب من دقائق صغيرة كما تلتقط المياه مع الاحتكاك أيضا كميات من الأملاح وبقايا النبات المتحللة كما توجد شوائب أخرى إضافية ناتجة من التلوث الهوائي ومخلفات المصانع وفضلات الحيوانات، ولذلك فالمياه السطحية تتلوث بتأثير الطبيعية والإنسان وتحتوى المياه على مواد عالقة ومواد ذائبة عضوية من أصل نباتي أو حيواني وكذلك على المواد غير العضوية وكافة الأشكال البيولوجية كالبكتريا والنباتات المائية والهائمات (plankton) وتسمى هذه المواد "المواد العالقة الصلبة" وتكون قدراً كبيراً من مكونات الشوائب، أما الأجزاء الكبيرة الحجم مثل الرمل والطمي الثقيل " Heavy Silt"فيمكن إزالتها من المياه بتركها للترسيب بواسطة الجاذبية الأرضية وتسمى هذه المواد بالصلبة القابلة للترسيب (Settelable Solids). ولكل منها حجمها وتأثيرها المختلف على المياه.

القوي الطبيعية بين الجسيمات Natural forces between particles

تحمل عادة الجسيمات الموجودة في المياه شحنة كهربائية سالبة وتماما كما يتنافر قطبا المغناطيس المتماثلان فهناك قوة تنافر بين أي جسمين متماثلين في الشحنة وفي معالجة المياه فان قوة التنافر الكهربائية هذه تسمي (جهد زيتا – (Zeta Potentialوهي قادرة علي إبقاء الجسيمات الغروية الصغيرة جدا متباعدة بعضها عن بعض ومعلقة في المياه

وتوجد (قوة فان درفال (Van Der Waals Forceوهي تعمل علي جذب أي جسمين معا وقوة الجذب هذه تعمل في اتجاه مضاد لجهد زيتا وطالما كان جهد زيتا أقوي من قوة فان درفال فان الجسيمات الدقيقة تظل معلقة ومستقرة Stabilized

اذن فعملية التجليط (الترويب) هي إضافة الكيماويات (المجلطات Coagulantبغرض تعادل أو تقليل جهد زيتا للمواد الصلبة الغير قابلة للترسيب وبالتالي تصبح غير مستقرة Destabilizedويمكن لقوة فان درفال أن تبدا في جذب الجسيمات معا وعندئذ تتمكن الجسيمات الغير قابلة للترسيب من التجميع في مجموعات صغيرة من الندف الدقيقة

يصحب عملية إضافة الكيماويات تقليب سريع Flash Mixingالغرض منه سرعة خلط وتساوي توزيع المروب Coagulantللمياه

ومن أهم الكيماويات التي تستخدم في عملية الترويب هي الشبة والاسم الكيميائي لها هو (سلفات الألمونيوم).

الترويب من الناحية الكيميائية

عند اضافة الشبة للمياه يتفاعل مع قلوية المياه وينتج هيدروكسيد الالمنيوم ويقوم ايون الالمنيوم الموجب بعمل جذب للشوائب ذات الشحنات السالبة لتجميعها.

الية الترويب

للحديث عن آلية الترويب يمكن القول ان الترويب يحدث بثلاثة آليات مختلفة

- الترويب الاليكتروستاتيكي electrostatic coagulation
- الترويب الامتزازي ((adsorptive coagulation
- الترويب الترسيبي Precipitation coagulation

مواد الترويب

من المواد المستخدمة في الترويب

١. كلوريد الحديديك (، FE Cl 3. 6H2Oويتميز بقدرته الجيدة علي العمل في مدي كبير من الاس الهيدروجيني PHحيث يعمل في وسط الاس الهيدروجيني له من ٦ الي ٩

٢. كبريتات الالمونيوم(Al2(SO4)3. 14H2Oواسمها الدارج الشبة وهي تتميز بتوفرها ورخص ثمنها وتعمل في وسط الاس الهيدروجيني له من ٥.٥ الي ٧.٥.

مساعدات المروبات Coagulans Aids

مساعد المروب هو مادة كيميائية تضاف أثناء عملية الترويب بغرض تحسينها ولتكوين ندف أقوي وأكثر قابلية للترسيب وللتغلب هلي هبوط درجة الحرارة (خارج مصر) الذي يبطئ عملية الترويب وللتقليل من كميات المروب المستعملة وهناك ثلاث أنواع من مساعدات المروبات وهي

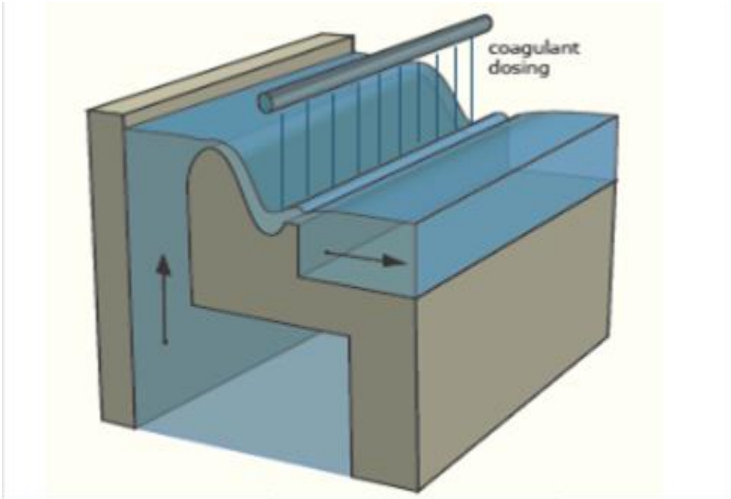
١. السيليكا المنشطة Activated Silica

2.عوامل تثقيل ومتميزات Weighting Agents and Adsordents

3.بولي الكتروليتات Polyelectrolytes

عملية الترويب coagulation

هي عملية اضافة المواد المروبة للمياه ويرافقها دائما عملية الخلط السريع للمياه الخام مع المادة المروبة وتستغرق هذه العملية من ١ الى ٧ ثواني والهدف منها توزيع المادة المروبة على كل كمية المياه الخام ويستلزم لذلك بذل طاقة للخلط ويتم ذلك من خلال خلاط ميكانيكي أو بواسطة الخلط الهيدروليكي كما يمكن ان يحدث الخلط السريع بحقن المروب في خط طرد طلمبات المياه العكرة



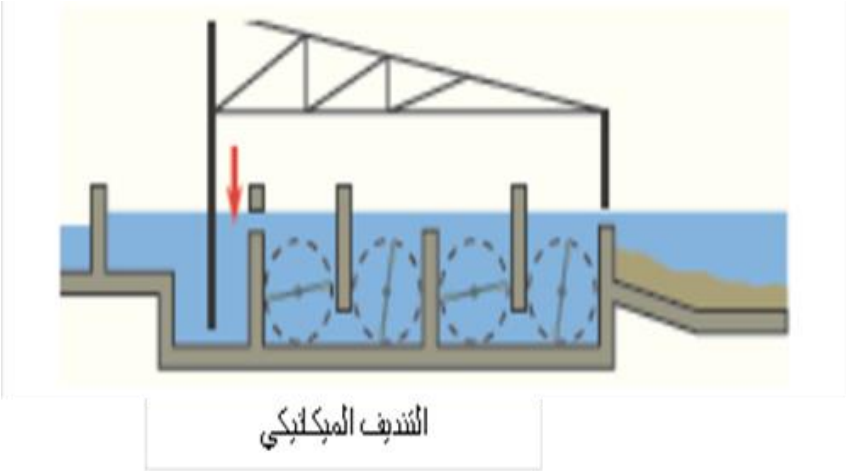
الترويب الهيدروليكي

التنديف Flocculation

أنواع طرق التنديف

عملية التنديف هي عملية مزج بطيء للمياه المروبة والهدف منها تجميع الجزيئات المروبة لتكوين الندف، والشكل لأمثل للندف في حجم رأس الدبوس من ١ : ٣ مم، استعدادا لعملية الترويق.

تتم عملية التنديف بواسطة خلاط ميكانيكي بطيء داخل حوض التنديف كما بالشكل



التنديف الميكانيكي

أو من خلال خلط هيدروليكي للمياه يتم الخلط فيه من خلال سريان الماء بين حواجز كما بالشكل وفي هذا النوع من أحواض التنديف تكون السرعة في حدود ٠.٣ م/ث ومدة المكث في حدود ٢٠ الي ٤٠ دقيقة.

المسدف ذو المحور الافقي 1

المسدف ذو المحور الراسي 1

ومن التصميمات المستخدمة للتنديف هي حوض التنديف داخل المروق الدائري ويحدث الخلط بواسطة قلاب كبير يدور بسرعة بطيئة داخل حوض التنديف في وسط المروق الدائري ويطلق علي هذا التصميم (clari flocculator) كما هو موضح بالشكل

العوامل المؤثرة على التنديف

أ. أولا الأس الهيدروجيني حيث يفضل أن تعمل الشبة في وسط يتراوح قيمة ال PHمن ٥.٥ الي ٧.٥

ب. قيمة ال .G value

ج. جرعة الشبة المستخدمة ويتم تحديدها بواسطة ال jar testكما سياتي تفصيلا.

د. عكارة المياه الخام، حيث يصعب تنديف المياه قليلة العكارة.

جهاز تحديد الجرعات (Jar Test)

يتكون الجهاز كما هو مبين الشكل رقم (٥-١) من مجموعة من الكؤوس الزجاجية والذي يستخدم لتحديد جرعة الشبه الفعالة معملياً

Figure 9 - Jar-test apparatus

الترسيب

عملية الترسيب تلي عملية الترويب/التنديف، وبحدوث هذه العملية تتم عملية الترويق، وتتم بإزالة المواد الصلبة القابلة للترسيب والتى تشمل الرمل والطمي والحصى والرواسب الكيميائية والملوثات والندف، وتتم فى حوض الترسيب تهيئة المياه المروقة للدخول إلى المرشحات لإجراء عملية الترشيح.

عملية الترسيب ذات الكفاءة العالية تساعد على إنتاج مياه مروقة بأقل عكارة ممكنة وتقلل إلى حد كبير من المواد العالقة التى يجب أن تزيلها المرشحات وبالتالي تساعد على زيادة ورفع كفاءة عملية الترشيح.

تجري عملية الترسيب (طبقا لتصميم محطة التنقية) فى أحواض الترسيب أو فى حيز الترسيب فى المروقات وهي ذات تصميمات وأشكال مختلفة قد تكون مستطيلة أو مربعة أو دائرية وغالبا ما تكون المروقات الدائرية ذات تغذية فى مركزها

أنواع المروقات الشائعة في مصر

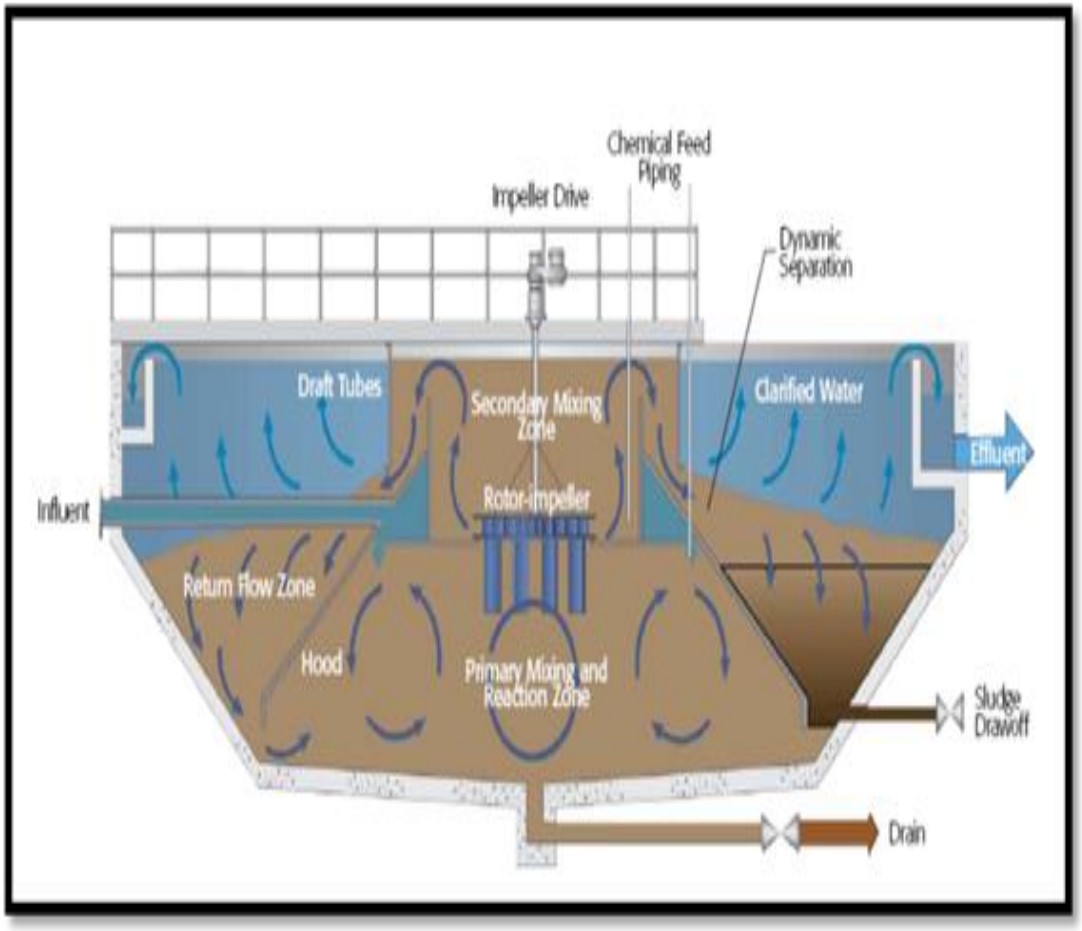
المروقات المستطيلة

(المروق النابض)

المروق التشيكي (الدائري)

مروقات الترايدنت

مروقات التحميل المرتفع



الترشيح

عملية الترشيح هي عملية سريان الماء خلال طبقة منفذة سواء كانت هذه الطبقة ورقة ترشيح او وسط مسامي، وفي محطات تنقية المياه الترشيح هو عملية سريان المياه من خلال وسط حبيبي

أنواع المرشحات

تنقسم المرشحات إلي:

١. طبقاً لسرعة الترشيح: فهناك المرشحات البطيئة والمرشحات السريعة.

٢. طبقاً لنوع طبقة الترشيح: فهناك مرشحات الرمل أو الفحم (الاثراسيت) أو الاثنين معا، وهناك المرشحات ذات طبقة الترشيح الواحدة أو متعددة الطبقات

٣. طبقاً لاتجاه الترشيح: فهناك المرشحات التي يتم الترشيح فيها من أعلى إلى أسفل وهو النوع الشائع، أو من أسفل إلى أعلى.

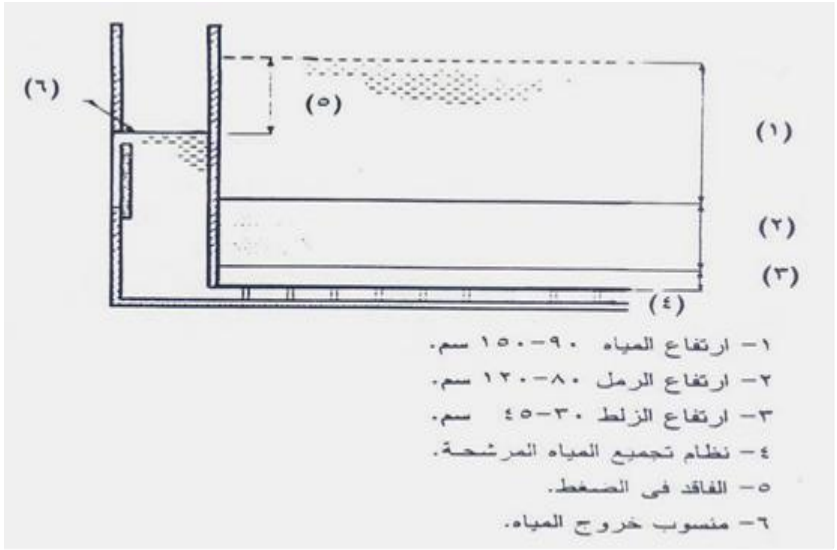
٤. وقد يكون الترشيح بالجاذبية أو تحت ضغط.

مرشحات الرمل البطيئة

يعتبر مرشح الرمل البطيء (Slow Sand Filters)من أوائل أنواع المرشحات، أنه قل الاعتماد عليه حاليا لبطئه الشديد (حيث ان معدل الترشيح به لا يتعدى ٠.١٢٥ م٣ / م٢ /س) بالاضافة الى احتياجه إلى مساحة كبيرة من الأرض مما يجعل تكاليفه عالية؛ فضلا على عدم صلاحيته في البلاد الحارة، حيث تنمو الطحالب بكثرة، ويقتصر استعماله على ترشيح المياه ذات العكارة المنخفضة بعد مرحلة الترسيب الطبيعي.

وخطوات التنقية باستخدام مرشحات الرمل البطيئة تتلخص فى:

١. مياه عكرة.
٢. ترسيب طبيعي.
٣. مرشحات رملية بطيئة.
٤. تعقيم
٥. خزان مياه أرضي
٦. مياه مرشحة للتوزيع



مرشحات رملية بطيئة في اليابان

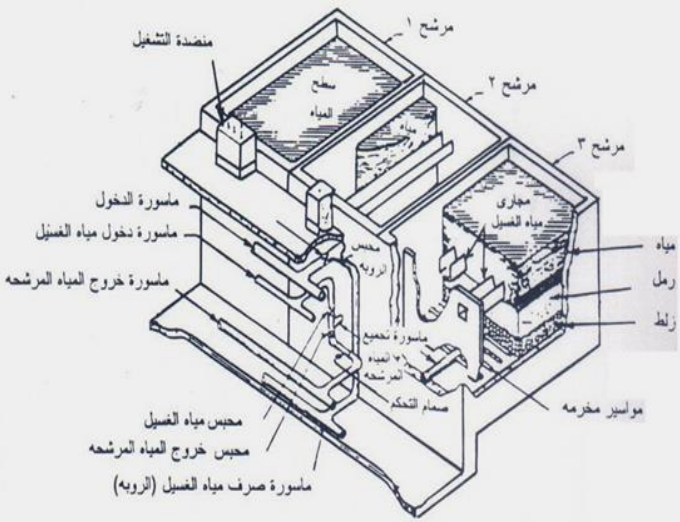
مرشحات الرمل السريعة

وتسمى هذه المرشحات أيضا بالمرشحات الميكانيكية وأهم فروق بينها وبين المرشحات البطيئة هي:

أن معدل الترشيح يتراوح بين ١٢٠ إلى ١٨٠ م٣ / م٢ / يوم، أي يصل معدل ترشيحها من ٣٠ – ٤٠ ضعف معدل ترشيح المرشحات البطيئة.

لذلك فإن مرشحات الرمل السريعة تشغل حيزا أصغر وبالتالي تكاليف إنشائية أقل بكثير لنفس التصرفات.

أن المياه التي يتم ترشيحها بالمرشحات السريعة، تعالج دائما بالمادة المروبة قبل دخولها المرشحات بحيث لا تزيد عكارتها عن ٤٠ جزء في المليون. وهو الأكثر استخداما في محطات المعالجة بمصر.

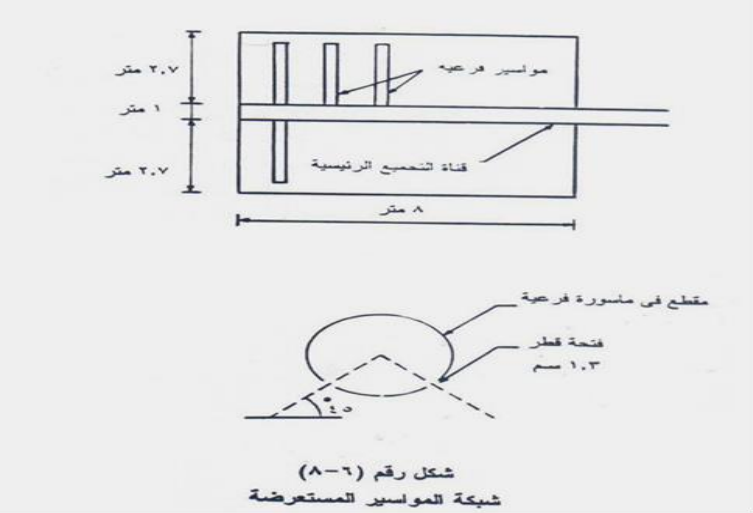


شكل رقم (٦-٧)

مرشـــح رمـــلى ســـريع

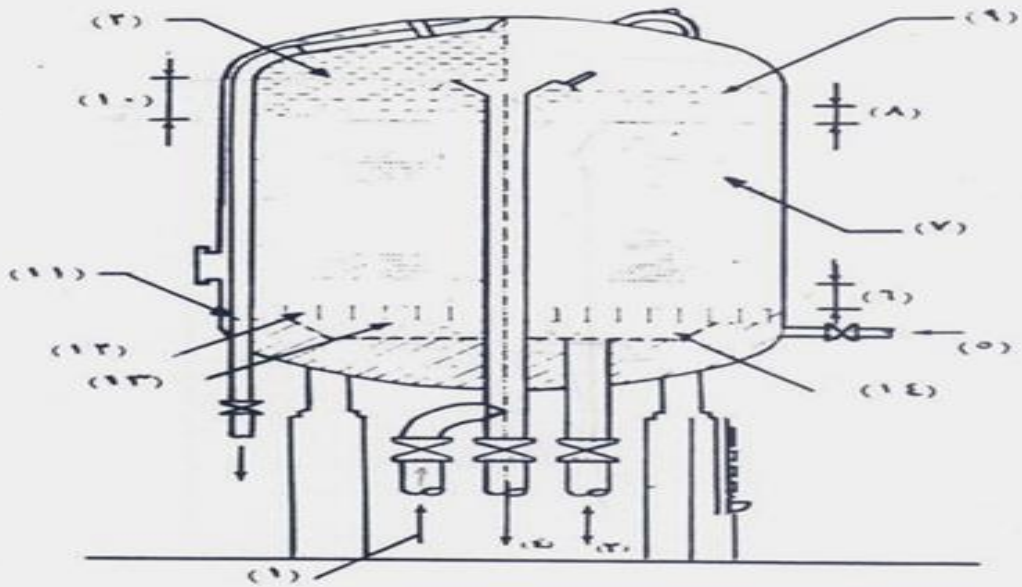
شبكة الصرف السفلية

وهي موجودة في قاع المرشح، وتعمل على تجميع المياه المرشحة بانتظام من مساحة المرشح، كما تقوم بتوزيع مياه الغسيل توزيعا متساوياً على مساحة المرشح أثناء عملية الغسيل حتى لاتختل طبقات الرمل والزلط.



شكل رقم (٦-٨)
شبكة المواسير المستعرضة

مرشح الضغط



١- دخول المياه للمرشح.
٢- المياه بعد دخولها للمرشح قبل عملية الترشيح.
٣- خروج المياه المرشحة، ودخول مياه الغسيل.
٤- خروج مياه الغسيل.
٥- دخول الهواء المضغوط.
٦- طبقة من الزلط أو الركام الخشن.
٧- طبقة من الرمل أو المواد المستخدمة فى الترشيح.
٨- تمدد الرمل أثناء عملية الغسيل.
٩- مياه الغسيل.
١٠- فراغ فوق الرمل.
١١- ماسورة تهوية.
١٢- بلوكات مفرغة.
١٣- قاع المرشح.
١٤- قناة دخول مياه الغسيل.

شكل رقم (٦-٥)
مرشحات تعمل تحت ضغط

جدول رقم (٦-١)

مقارنة بين مرشحات الرمل

الخواص	المرشح البطيء	المرشح السريع	مرشح الضغط
معدل الترشيح (م٣/م٢/يوم)	٣-٥	١٢٠-١٨٠	٢٤٠م٣/م٢/يوم
وسط الترشيح	رمل وزلط	رمل - رمل وزلط	رمل وفحم
سمك وسط الترشيح(م)	١,٥	٠,٨-١	حسب الحجم
أبعاد المرشح	٤٠X٤٠ م	٦-٩م	القطر ٥٠-٢٦٠سم الطول ١٠٠-٧٥٠سم
نوع الرمل	ناعم	خشن	خشن
زمن التشغيل (يوم)	٢٠-٦٠	٠,٥-١,٥	٠,٥-١,٥
عملية الغسيل	تكشط الطبقة العليا	يستخدم الماء والهواء للتنظيف	يستخدم الماء والهواء للتنظيف
مياه الغسيل (٪)	-	٣-٤	٦
جودة المياه المنتجه	عالية جدا	عالية	عالية
كفاءة المياه المنتجه	عادية	عالية	عالية
المساحه المطلوبه	كبيرة جدا	محدودة	محدودة للغاية
تكلفة التشغيل	منخفضة	متوسطة	مرتفعة