

الباب الرابع

التخلص من المواد العالقة بالترشيح

obeikandi.com

الباب الرابع

التخلص من المواد الصلبة العالقة بالترشيح

مقدمة :

فى الترشيح تمر المياه خلال وسط ترشيحى لإزالة الجسيمات العالقة التى لم تزال بالترسيب. توجد أساليب مختلفة للترشيح ومنها بناء طبقة من الزغبات على سطح الوسط الترشيحى والتى تعمل كذلك كوسط ترشيحى والتشأنى هو تسرب الزغبات فى الوسط الترشيحى حيث تتسرب المياه بما يزيل الجسيمات العالقة. تنقسم المرشحات إلى نوعين رئيسيين وهما المرشحات البطيئة والمرشحات السريعة التى تعمل إما بالجاذبيه أو بالضغط. وأى من هذه المرشحات تعمل باستخدامها للوسط الترشيحى الرملى. تستخدم المرشحات البطيئة فى التصريفات الصغيرة أما المرشحات الرملية السريعة فهى تستخدم فى المحطات ذات التصريفات الكبيرة.

obeikandi.com

القسم الأول

الترشيح الرملى البطيء

Slow Sand Filtration

فى الترشيح الرملى البطيء تستخدم طبقة من الرمال الرفيعة (Fine sand) والتى من خلالها تتسرب المياه ببطئ لأسفل شكل (٦٦). نظرا لصغر حجم الحبيبات فان الفراغات للوسط الترشيحي تكون كذلك صغيرة. تحتجز نسبة كبيرة من المواد العالقة فى السطح العلوى للوسط الترشيحي بسمك من ٠,٥ الى ٢ سم وهذا يمكن من تنظيف المرشح بكشط الطبقة العليا من الرمال. ونظراً لأن معدل الترشيح يكون قليلاً (٠,١-٠,٣ متر فى الساعة = ٢-٧ م^٢/م^٢/ اليوم) فان الفترات الزمنية بين عمليات النظافة تكون طويلة وعادة تبلغ عدة شهور. عملية التنظيف للمرشح تستغرق حوالى يوم واحد، ولكن بعد التنظيف فإنه يتطلب ٢-٣ يوم إضافي ليصبح الوسط الترشيحي مؤثر تماماً. الأداء الرئيسى للترشيح الرملى البطيء هو ازالة الكائنات الحية الدقيقة من المياه العكرة، وبالتحديد البكتريا والفيروسات التى تقوم بنقل الأمراض عن طريق الماء ويقلل الى حد كبير من محتواها فى الماء. المرشح الرملى البطيء الذى يعمل بكفاءة يزيل كذلك البروتوزوا (مثل الانتاميبيا، هستولوتيكا والإسكارس). الترشيح الرملى البطيء عموماً يوفر مياه آمنة بكتريولوجيا كما انه مؤثر جدا فى ازالة المواد العالقة من المياه العكرة ولكن الانسداد فى الوسط الترشيحي قد يكون سريعاً جداً مما يتطلب تنظيف سريع من آن إلى آخر. واستخدام المرشح الرملى البطيء مناسب للمياه العكرة ذات عكارة (٥) بمقياس نيفيلومترى مع اقصى قيمة اقل من ٢٠ وحدة نيفيلومترى لعدة أيام قليلة.

الباب الرابع: التخلص من المواد العالقة بالترشيح
وفى غير هذه الحالات فإنه يلزم خفض العكارة فى المياه العكرة وذلك باستخدام
المروبات والترسيب او الترشيح الرملي السريع وذلك قبل دخول المياه الى المرشح
البطىء.

المرشحات الرملية البطيئة لها ميزات كثيرة فى الدول النامية، حيث يمكن
الحصول على مياه نقية آمنة صحيا كما يمكن إنشائها من المواد المحلية وباستغلال
العمالة المحلية وذلك مع الاستغناء عن كثير من المعدات الميكانيكية والكهربائية
الموجودة فى محطات التنقية التي تستخدم المرشحات السريعة. المرشحات الرملية
البطيئة تشغل حيز من الأرض ولكنها لا تتطلب الترويب أو الكلور. ولكن عند
ضخ المياه فى الشبكة يتم حقن جرعة الكلور.

١- نظرية الترشيح الرملي البطيء :

فى المرشحات الرملية تزال الملوثات من المياه العكرة خلال عدة عمليات
مختلفة منها التصفية أو التنقية (Screening) والترسيب والادمصاص والأداء
البيوكيميائي والميكروبي. تصفى الأجسام العالقة كبيرة الحجم والتي لا تمر خلال
مسام الوسط الترشيحي. ويحدث هذا عادة على سطح المرشح حيث تحتجز هذه
المواد فى الطبقة العليا للوسط الترشيحي بما يزيد من كفاءة التنقية ولكنها تزيد من
مقاومة تدفق المياه لأسفل. وبإزالة هذه الملوثات من الطبقة العليا من أن إلى آخر
يمكن استعادة الضغط الرأسى (Pressure Head) للوسط الترشيحي لقيمه الأصلية.

الترسيب يزيل الأجسام الصغيرة العالقة والتي ترسب على سطح جسيمات
الرمل للوسط الترشيحي. ونظرا لأن المساحة السطحية لجسيمات الرمل للوسط
الترشيحي كبيرة جدا، والتي تصل إلى ١٠ - ٢٠ ألف متر مربع لكل متر مكعب
من الرمل، وأن معدل الترشيح منخفض بما يوفر معدل تحميل سطحي منخفض فإن
كفاءة الترسيب ستكون تبعا لذلك كبيرة جدا بما يمكن من إزالة الأجسام الصغيرة
جدا. وهذه الإزالة تتم فى السطح العلوي للوسط الترشيحي ولا يتسرب إلى عمق
الوسط الترشيحي سوى المواد العضوية منخفضة الكثافة النوعية. المواد العالقة
المتبقية والمواد الهلامية (Colloidal) وبعض الملوثات المذابة تزال بالإدمصاص

على الطبقة الجيلاتينية الملتصقة على سطح حبيبات الوسط الترشيحي أو بالاجذب الكهروستاتيكي.

الانجذاب الكهروستاتيكي (Electrostatic Attraction) وإن كان مؤثرا ولكنة يحدث فقط بين الأجسام ذات الشحنات الكهربائية المختلفة. فرمل الكوارتز النظيف له شحنة سالبة ولذلك فإنه لا يمتز الأجسام ذات الشحنة السالبة مثل البكتريا والمواد الهلامية من اصل عضوى وأن أيونات النترات والفوسفات والمركبات الكيماوية المشابهة. لذلك فأثناء الأداء الجيد سيتعرض الوسط الترشيحي لتغيرات مستمرة لشحنات السالبة والموجبة على الغشاء المحيط بحبيبات الرمل التى يمكنها امتزاز معظم الملوثات من المياه المارة.

الاجسام التى تراكمت على حبيبات الوسط الترشيحي لا تستمر بدون تغيير فإنها تتغير من خلال نشاط بيوكيميائى وبكتيرى فأملاح الحديد والمنجنيز ثنائية التكافؤ والتى لا تذوب فى الماء والتى تكون جزء من الغطاء المحيط بحبيبات الرمال قد تختزل إلى البيكربونات المذابة فى الماء نتيجة تفاعلها مع ثانى أكسيد الكربون الناتج عن التحلل البيولوجى للمواد العضوية. المواد العضوية التى تتأكسد جزئيا توفر الطاقة اللازمة لنمو البكتريا ، والجزء الآخر يتحول الى مادة الخلايا التى تستخدم فى نمو البكتريا. وجنبا إلى جنب مع نمو البكتريا يوجد كذلك موت للبكتريا وبهذا توجد مواد عضوية والتى تحمل بواسطة المياه وتستهلك ثانيا بواسطة بكتريا على عمق اكبر فى الوسط الترشيحي. وبهذه الطريقة فان المواد العضوية القابلة للتحلل الموجودة أصلا فى الماء تتحلل بالتدرج وتتحول إلى مركبات غير عضوية مثل ثانى أكسيد الكربون، النترات، الكبريتات، الفوسفات وهذه المواد تصرف مع المياه الخارجة من المرشح. وللأداء المؤثر والجيد لعملية الترشيح فإنه من الضرورى أن تتحرك البكتريا إلى عمق الوسط الترشيحي وهذا يتطلب وقت مع حدوث تغير بطئ فى معدل الترشيح خلال ساعات وعمليا فقد وجد أن النشاط الكلى للبكتريا يمتد الى ما بعد ٦٠ سم من عمق الوسط الترشيحي، مما يتطلب أن لا يقل عمق هذه الطبقة عن ٧٠سم.

أهم تأثير في تنقية المياه باستخدام المرشح الرملى البطيء هو إزالة البكتيريا والفيروسات خلال الإدمصاص والعمليات الأخرى حيث تزال البكتيريا من الماء وتحتجز على سطح حبيبات الوسط الترشيحي. وبالنسبة للبكتيريا المعوية فإن برودة المياه أحيانا تكون ظروف غير مناسبة لمعيشتها، بالإضافة إلى عدم احتواء المياه على ما يكفى من المواد العضوية من اصل حيوانى لمعيشتها، بالإضافة إلى وجود أنواع مختلفة من البكتيريا المفترسة فى الجزء العلوى للوسط الترشيحي والتي تتغذى على البكتيريا المعوية، وكذلك فإن الأكسدة البيولوجية الكيماوية (Biochemical Oxidation) تقلل من المواد العضوية المطلوبة لتكاثر ونمو البكتيريا. وكذلك تنتج مختلف الكائنات الدقيقة فى الوسط الترشيحي مركبات كيماوية (مضادات حيوية) والتي تقتل أو تقلل من نشاط أنواع من البكتيريا المعوية. والأثر الكلى هو النقص الكلى لعدد بكتيريا (E - Coli) ونظراً لأن الكائنات الحية الممرضة (Pathogens) أقل مقاومة من (E Coli) لذا فإن نسبة النقص فيها تكون كبيرة. وعند تنقية المياه العكرة بمحتوى متوسط من البكتيريا فى المرشحات الرملية البطيئة، فإنه عادة ما تخفض بكتيريا E-Coli من عينة الماء المرشح بنسبة كبيرة جداً.

عادة تنشأ المرشحات الرملية البطيئة فى الهواء الطلق (غير مغطاة). وقد يحدث نمو للطحالب بفعل التمثيل الضوئى وان كان له سلبياته إلا أنه يزيد من كفاءة المرشح مع زيادة الإزالة للمواد العضوية والبكتيريا وذلك بواسطة الطبقة الرقيقة الهلامية على أسطح الوسط الترشيحي، والتي تتكون من الطحالب العضوية وأنواع أخرى مثل البروتوزوا والبلانكتون. سطح الوسط الترشيحي يكون نشط جداً بأنواع مختلفة من الكائنات التى تحجز المواد وتهضم وتحلل المواد العضوية من المياه المارة خلالها. وكذلك يستهلك فى سطح الوسط الترشيحي العلوى الطحالب الميتة، البكتيريا الحية وتحجز المواد العالقة الخاملة. وقد يسبق الترشيح البطيء الترسيب الطبيعى.

٣ - مبادئ التشغيل للمرشح الرملى البطيء :

كقاعدة فإن المرشح الرملى البطيء يتكون من حوض مفتوح من أعلا ويحتوى على طبقة من الرمل. عمق الحوض حوالى ٣ متر ومساحته تختلف من بضع عشرات الى بضع مئات من الأمتار المربعة. يوضع فى قاع الحوض نظام للتصريف ولحمل الوسط الترشيحي. يتكون الوسط الترشيحي من الرمل الناعم والذي يكون عادة غير مدرج ويكون خالى من الطفله ولايحتوى إلا القليل من المواد العضوية. سمك الوسط الترشيحي عادة من ١ - ١,٥ متر وترتفع المياه التى تتقى حتى ١ الى ١,٥ متر فوق الوسط الترشيحي. يجهز المرشح الرملى البطيء بعدد من مواسير الدخول والخروج للمياه مجهزه بمحابس وتجهيزات تحكم بما يحافظ على منسوب المياه فوق سطح الوسط الترشيحي وثبات معدل الترشيح شكل (٦٧). وأثناء التشغيل فإن المياه تدخل حوض الترشيح خلال المحبس (أ) وتمر خلال محبس العوامة (ب) والمياه فوق الوسط الترشيحي تمر خلال طبقة الرمل الى الصرف للمياه المرشحة التى تمر خلال مقياس للتدفق والتحكم (ف) وتندفق الى غرفة هدار المخرج ومنها تمر المياه خلال المحبس (ج) ثم الى الحوض تجميع المياه الرائقة شكل (٦٧).

ولثبات معدل الترشيح فانه يلزم فتح محبس التحكم قليلا كل يوم لتعويض زيادة المقاومة للوسط الترشيحي نتيجة الانسداد. وعند التغير فى الطلب على المياه المرشحة يتم ضبط المحبس (ف) ببطئ خلال فترة زمنية عدة ساعات مع مراجعة معدل إنتاج المياه بقراءة مقياس التدفق. هدار المخرج يمنع حدوث الضغط على الوسط الترشيحي بما يجعل عمل المرشح مستقلا عن التغير فى منسوب المياه فى حوض المياه الرائقة. والهدار كذلك يوفر التهوية للمياه والتهوية مطلوبة كذلك للمرشح للمساعدة فى خروج الغازات التى تنطلق أو التى تنتج أثناء الترشيح. ولتسهيل انطلاق هذه الغازات فإن قاع المرشح يكون بميل ١ : ٥٠٠ لأعلى فى اتجاه التدفق ولأغراض الصرف عند القيام بأعمال الإصلاح فإن أرضية حوض الترشيح تميل ١ : ٢٠٠ لأسفل. وعند تراكم كميات من الخبث (الطحالب الطافية كمثال) على سطح المياه أثناء الترشيح فإن مخارج الخبث فى الأركان الأربع

للمرشح تكون مناسبة لانتظام ازالة المواد الطافية. وبعد فترة من التشغيل فان محبس التحكم (ف) يكون تام الفتح حيث تحدث زيادة فى مقاومة المرشح وبالتالي نقص فى معدل الترشيح، عندئذ يجب خروج المرشح من الخدمة للتنظيف.

ويجرى التنظيف بكشط طبقة الرمال العليا المحملة بالرواسب بسمك ١,٥ - ٢ سم، وذلك بعد تصريف المياه من المرشح حتى مستوى ٢٠ سم أسفل طبقة الرمال. ولبدء عملية التنظيف يقلل المحبس (أ) عادة فى نهاية اليوم بينما يستمر المرشح فى تفريغ المياه بطريقة عادية خلال المحابس (ف، ج). وفى صباح اليوم التالى يتم قفل المحابس ف، ج، والباقي من المياه فوق طبقة الرمال يتم صرفها من المحبس (س). ويتم التحكم فى الصرف بواسطة هدار، قمة هذا الهدار تظل أقل أو أكثر قليلا من منسوب الوسط الترشيحي. المياه فى الفراغات العشرين سنتيمتر العليا للرمل يتم تفريغها بواسطة المحبس (ك) لفترة زمنية صغيرة. عند انتهاء عملية التنظيف يتم قفل المحبس (س) مع إعادة ملئ المرشح ببطئ بمياه مرشحة من اسفل خلال المحبس (د) لمنسوب ١٠ سم فوق طبقة الرمال. وأثناء هذه العملية يلزم الحرص على خروج كل الهواء المحتجز فى الفراغات للوسط الترشيحي.

بعد ذلك يسمح للمياه الخام (العكرة) بالدخول من المدخل خلال المحبس (أ) مع الحرص فى عدم إتلاف الوسط الترشيحي. وينظم وضع المحبس (أ) فوق صندوق الصرف المتصل بالمحبس (س). وعند وصول المياه النظيفة والمرشح إلى المنسوب العادى والذى ينظم بواسطة محبس التحكم (ب) فإن المحبس (م) يتم فتحة كاملا وكذلك يتم فتح محبس التحكم (ف) بما يكفى تشغيل المياه النظيفة والمرشحة بحوالى ربع معدل التدفق العادى. وخلال الإثنى عشر ساعة التالية يتم الرفع التدريجى لمعدل الترشيح إلى المعدل العادى. وبعد ما لا يقل عن ١٢ ساعة أخرى ويفضل بعد ٣٦ ساعة يقلل المحبس (م) ويفتح المحبس (ج) ويعود المرشح الى التشغيل العادى. وعند إيقاف المرشح عن العمل لمدة كبيرة مثل حالات الإصلاح أو إعادة التغذية بالرمل. فإن الزمن اللازم لنضج المرشح وكفاءته تكون من ١ - ٢ يوم وقد يمتد إلى عدة أيام أخرى. وعندما يكون المرشح جديدا فان فترة الانقطاع قد تصل الى عدة أسابيع. وفى حالة توقف المرشح لمدة كبيرة فإنه يلزم

صرف المياه كاملاً باستخدام المحابس (ك، ع، هـ). الطريقة التي ذكرت سابقاً للتشغيل المرشح الرملى البطيئ هناك بعض الصعوبات لتأمينها. وهى تعطى نتائج جيدة ولكن الإنشاءات معقدة. ويمكن تبسيطها وذلك عندما يكون معدل دخول المياه إلى المرشح ثابت على سطح الوسط الترشيحي لضبط معدل دخول المياه والذي يمكن تنفيذه بدون محبس تحكم الذى يعمل بالعوامة (ب). محبس (د) و(ك) يمكن أن يعملوا من محبس واحد. مهمة المحبس (ب) يمكن أن تتم بالمحسس (ج). مخارج الخبث للتخلص من المواد الطافية خاصة فى المرشحات الصغيرة وذلك عند إزالتها يدوياً.

٣ - اعتبارات التصميم للمرشح الرملى البطيء :

عند التصميم العملي للترشيح الرملى البطئ يلزم اختبار أربع عناصر وهى عمق الوسط الترشيحي، التوزيع الحجمى لرمل المرشح، معدل الترشيح، عمق المياه فوق الوسط الترشيحي. وتبنى الاعتبارات التصميمية على الخبرة من محطات المعالجة المقامة والتي تستخدم نفس المصدر المائي أو مياه ذات طبيعة مماثلة. وعند عدم توفير هذه الخبرة فإن التصميم يجب أن يبنى على نتائج الاختبارات التجريبية والتي تتم باستخدام مرشحات التجارب. وعند عدم توفير البيانات الحقيقية أو التجريبية يمكن استخدام الخطوات التالية:

- أ - فى المرحلة الأولى للتصميم يحدد سمك الوسط الترشيحي من ١ إلى ١,٢ متر. وهذا يكفي لأداء الوسط الترشيحي قبل الوصول إلى أدنى سمك ٠,٧ متر.
- ب- يتم تحليل التوزيع الحجمى للرمال المتوفرة محلياً. يتم اختبار الرمال ذات الحجم المؤثر حوالى ٠,٢ مم ومعامل تجانس أقل من ٣ (قسم ٣ باب ٤) ويمكن قبول معامل تجانس (٥) والحجم المؤثر من ٠,١٥ إلى ٠,٣٥ مم. ورمال البناء قد توفر هذه المطالب.
- ج- عند التصميم الأولى يتم تثبيت عمق المياه فوق الوسط الترشيحي ما بين ١ إلى ١,٥ متر.

د - يتم إعداد ما لا يقل عن وحدتين ترشيح ويفضل ثلاثاً. مع توفير مساحة من الأراضي لوحدات ترشيح إضافية.

هـ - يبنى المرشح من الخرسانة المسلحة بالشكل المستطيل والحوائط تكون عمودية بارتفاع ٣-٤ متر. مساحة المرشح عادة كبيرة فعند معدل تحميل سطحي ٠,٢ متر / الساعة لطاقة محطة سنوية ٢ مليون متر مكعب يتطلب مساحة من الوسط الترشيحي ١٣٧٠ متر مربع. مع وجود وحدة احتياط (للتنظيف) يلزم ٤ وحدات المساحة السطحية لكل منها ٤٦٠ متر مربع أو ٦ وحدات كل بمسطح ٢٧٠ متر مربع (النسبة بين أقصى معدل استهلاك ومتوسط معدل استهلاك ١,٢). ولمنع قصر المسافة على طول حائط الحوض فإن الحوائط الداخلية تكون خشنة حتى نصف سمك الوسط الترشيحي وأن تكون الحوائط مائلة قليلاً للخارج بما يساعد على الالتصاق الجيد للوسط الترشيحي بحوائط المرشح ومنع حدوث قصر المسافة. كما يلزم الحذر من ارتفاع منسوب المياه الجوفية.

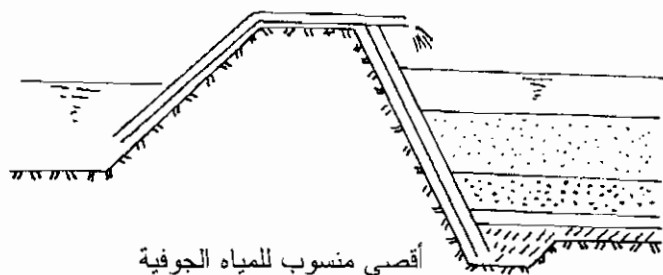
و - قاع المرشح يقوم بوظيفتين إحداهما حمل الوسط الترشيحي والآخر تصريف المياه المرشحة. مقاومة قاع المرشحات لمرور المياه المرشحة (الفقد في الضغط) يجب أن يكون صغيراً وفتحات أو ثقب قاع المرشح تكون صغيرة لمنع مرور أي مواد منها.

كما هو موضح في الشكل (٧٢) توجد أنواع من تجهيزات قاع المرشح فتشمل الطوب المصفوف والخرسانة المثقبة المصفوفة على دعائم خرسانية أو حديدية. ولمنع مادة الوسط الترشيحي من الدخول والانسداد لنظام التصريف تستخدم طبقة من الزلط المدرج. الطبقة السفلي من الزلط المدرج تكون كبيرة الحجم بما يحافظ على حرية الفتحات في قاع المرشح. في حالة قاع المرشح المثقب يكفي طبقة بسمك ١٠ - ٢٠ سم أما القاع بالطوب المرصوص بالفواصل المفتوحة (١٠ مم) يلزم أربع طبقات بأحجام ٤,٠ - ٦,٠ مم، ١,٥ - ٢ مم، ٥ - ٨ مم، ١٥ - ٢٥ مم من أعلا إلى أسفل وسمك كل طبقة ١٠ سم.

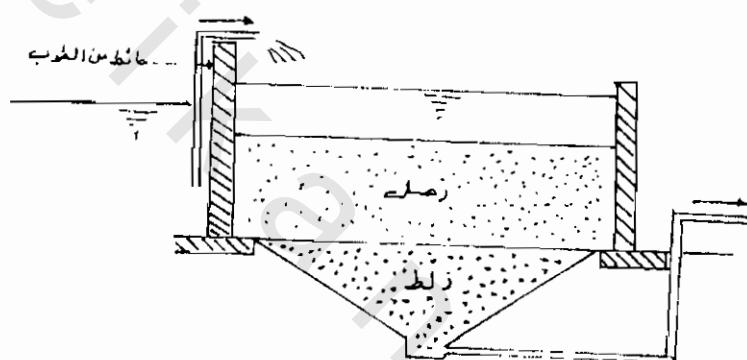
وفي المرشحات الصغيرة يكون استخدام المواسير الصغيرة المثقبة الجانبية أكثر مناسبة، وهذه المواسير المثقبة تكون متصلة بتصريف رئيسي الذي يوجه المياه خارج المرشح. وتكون المواسير إما من الفخار كامل الاستدارة أو نصف استدارة أو من الزهر. والأكثر شيوعاً في الإستخدام مواسير الأسبستوس والبولي إيثيلين. وتوضع المواسير ذات قطر حوالي ٨٠ مم بفواصل واحد متر وتكون مثقبة بقطر ٥ مم علي الجانب السفلي وبمعدل عشرة ثقوب في المتر الطولي. وماسورة التصريف الرئيسية تكون غير مثقبة وتكون مساحة مقطعها ضعف مساحة مقطع المواسير المثقبة المتصلة بها.

ز- يرتبط عمق المياه فوق الوسط الترشيحي بأقصى فقد في الضغط والذي يؤثر بالتالي علي طول دورة الترشيح، يلزم توفير فراغ فوق أقصى منسوب للمياه في المرشح بارتفاع ٢٠ سم، وأن تكون قمة حوائط المرشح بارتفاع لا يقل عن ٨٠ سم فوق سطح الأرض للحد من وصول الملوثات. وحدات محطة الترشيح الرملي البطيء توضع في صفوف علي جانبي شريط خالي من الأرض لتسهيل التحرك لنظافة لمرشح.

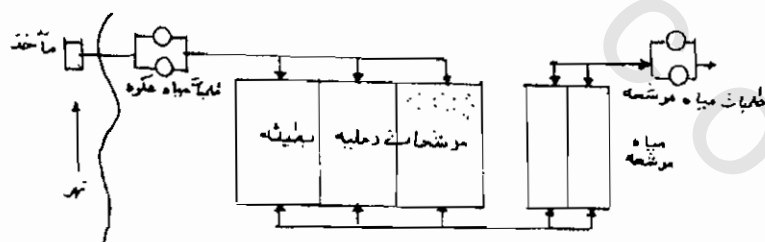
ح- يتم تنظيف المرشح بكشط السطح العلوي لطبقة الرمال بسمك ١,٥ - ٢ سم لإزالة الرمال الغير نظيفة. حيث ان الملوثات تكون بنسبة أكبر في الطبقات العليا وبنسبة أصغر في الطبقات العميقة والتي تتراكم بمعدلات صغيرة وهذا يمكن ان يسبب مشاكل في حالة استمرار الرمال في مكانها لمدة طويلة جداً. ولذلك بعد كشط الطبقة العليا عدة مرات والوصول الي أدنى سمك للوسط الترشيحي يلزم عندئذ إزالة ٣٠ سم إضافية من رمل المرشح قبل إضافة رمال جديدة. ونظراً لإحتواء الطبقة المزالة علي كل الكائنات اللازمة للأداء البيولوجي للمرشح الرملي لذلك يتم وضعها فوق الرمال الجديدة لتعجيل عملية النضج وحسن الأداء للوسط الترشيحي.



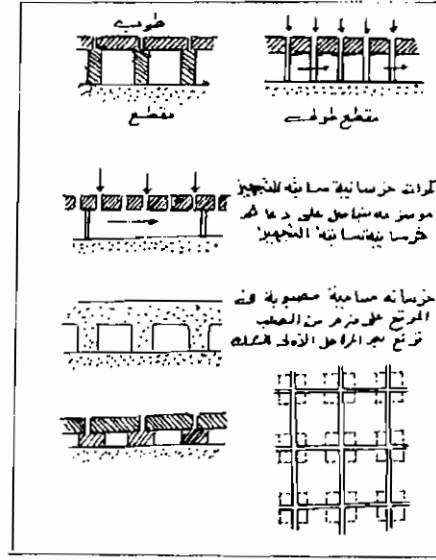
شكل (٦٩) مرشح رملي مبسط من الطوب على جانب جسر



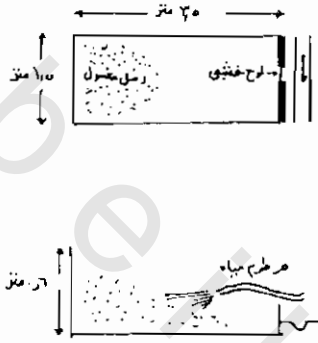
شكل (٧٠) مرشح رملي بسيط



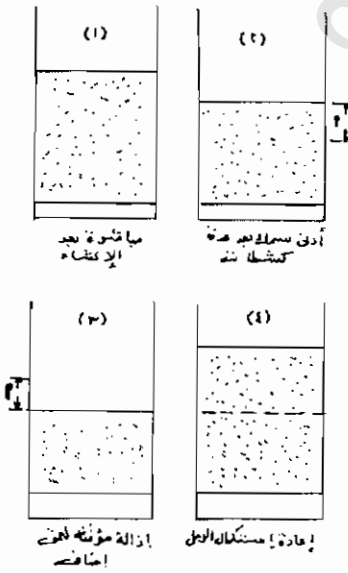
شكل (٧١) مخطط عام للمرشح الرملي البطيء



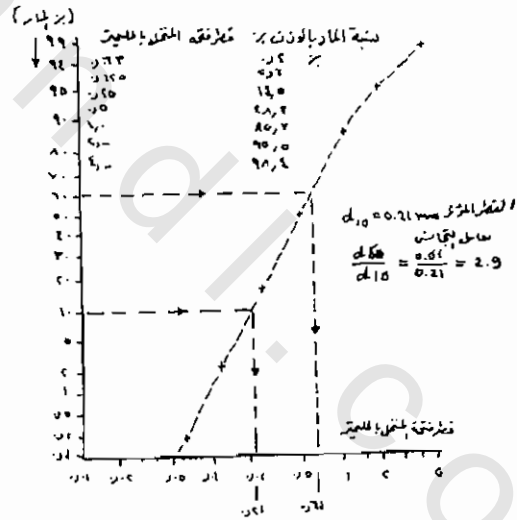
شكل (٧٢) نماذج لقاع المرشح الرملى البطئ



شكل (٧٤) غسيل الرمال



شكل (٧٥) كشط وإضافة الرمل للمرشح البطئ



شكل (٧٣) توزيع قطر حبيبات رمل المرشح

القسم الثانى

الترشيح الرملى السريع

١- مقدمة :

كما سبق توضيحه بالنسبة للترشيح الرملى البطئ فإن الرمل هو المستخدم عادة كوسط ترشيحى فى الترشيح الرملى السريع ولكن هناك إختلاف فى الأداء بين الحالتين، وذلك بسبب إستخدام رمل أكثر خشونة حيث الحجم المؤثر لحبيبات الرمل يتراوح ما بين ٠,٤-١,٢ ملمتر، ومعدل الترشيح أكبر بكثير ليصل ما بين ٥ إلى ١٥ م^٣/م^٢/الساعة (١٢٠-٣٦٠ م^٣/م^٢/اليوم). وحسب حجم حبيبات الرمل فإن مسام الوسط الترشيحى تكون كبيرة نسبيا والأجسام العالقة فى المياه المروية سوف تخترق الوسط الترشيحى إلى عمق كبير ولذا فإن طاقة الوسط الترشيحى لاحتواء الملوثات لا يكون كبيرا فى الترشيح السريع. ولتنظيف الوسط الترشيحى فإنه لا يمكن كشط طبقة الرمال العليا ولذا يستخدم الغسيل العكسى لتنظيف الوسط الترشيحى، والذى يتم باستخدام تدفقات عالية من المياه فى عكس إتجاه تدفقات المرشح حيث يتمدد الوسط الترشيحى ويتم تنظيفه. وتحمل مياه الغسيل العكسى الرواسب المسببة لانسداد المرشح خارج المرشح. تنظيف المرشح السريع يمكن أن يتم بسرعة ولايستغرق أكثر من ساعة، كما يمكن أن يتم من آن لآخر طبقا للحاجة وعند الضرورة كل يوم.

٢- استخدامات الترشيح السريع :

يستخدم الترشيح السريع فى تنقية المياه لأغراض الشرب. فيستخدم فى إزالة الحديد والمنجنيز لتنقية المياه الجوفية، كما يستخدم فى تنقية المياه قليلة العكارة مثل مياه البحيرات العذبة وبعض حالات المجارى السطحية العذبة والتي تحتوى على كائنات حية دقيقة مسببة للأمراض حيث يستخدم مطهر مثل الكلور للحصول على مياه آمنة. كما يستخدم الترشيح السريع لتنقية المياه بعد معالجتها بكيماويات الترويق والترسيب شكل (٧٦).

٣- أنواع المرشحات السريعة :

تنشأ المرشحات السريعة مفتوحة حيث تتدفق المياه إلى أسفل خلال الوسط الترشيحي بالجاذبية شكل (٧٧). وفى عمليات معينة تستخدم مرشحات الضغط والمرشحات التى تعمل بالتدفقات الصاعدة (Upflow Filters) شكل (٨٠) والمرشحات متعددة الوسط الترشيحي (Multi Media).

٤- نظرية عمل المرشح السريع :

الإزالة الكاملة للملوثات من الماء فى المرشحات السريعة تتم بعده عمليات. وأهمها هى عملية الحجز (Straining)، الترسيب، العمليات البيولوجية والبكتيرية. وهذه هى نفس العمليات التى تم توضيحها فى الترشيح الرمل البطئ. ولكن فى الترشيح السريع يكون معدل الترشيح عالى جداً (حتى ٥٠ ضعف معدل الترشيح الرمل البطئ). الحجز (Straining) للملوثات فى المرشح السريع ليس هام نظراً لكبر حجم الفراغات فى الوسط الترشيحي. وكذلك الترسيب غير مؤثر نظراً للسرعة العالية للترشيح. ولذلك فإن الملوثات التى تزال بالحجز والترسيب تكون قليلة جداً مقارنة بالترشيح الرمل البطئ وخاصة فى الطبقات العليا للوسط الترشيحي والتى تكون أقل تأثيراً. ولهذا يحدث إختراق عميق للملوثات فى كل الوسط الترشيحي للمرشح السريع. واهم تأثير فى تنقية المياه فى المرشح السريع هو إدمصاص الملوثات ذات الشحنة الكهربائية على حبيبات الوسط الترشيحي الذى يحمل شحنة كهربائية مختلفة. فى المرشح السريع الشحنات الاستاتيكية الطبيعية لمادة

الوسط الترشيحي تدعم بالشحنات الكهربائية الديناميكية الناتجة عن معدل التدفق العالي للمياه. فالشحنات الكهربائية (الأيونات) على حبيبات الوسط الترشيحي تسحب منها تاركة هذه الحبيبات حاملة شحنة موجبة (شحنة مختلفة). هذا التأثير الكبير يساعد على عملية الإدمصاص في المرشح السريع تمر المياه في دقائق، بينما في المرشح البطيء تظل المياه عدة ساعات في الوسط الترشيحي. الملوثات العضوية التي تحدث انسداد تزال في الرشح السريع بالغسيل العكسي. فرصة ووقت التحلل البيولوجي للمواد العضوية محدودة جداً. هذا لا يمثل عيب كبير نظراً لأن المواد المسببة للانسداد تزال بغسيل المرشح. ونظراً لأن النشاط البيولوجي والكيمياء للمرشح السريع لا يكفي لإنتاج مياه آمنة بكتريولوجياً لذلك فإنه يلزم عمل معالجات تالية مثل الترشيح الرملي البطيء أو التطهير باستخدام الكلور أو أى مطهر آخر لإنتاج مياه صالحة للشرب شكل (٧٩، ٨٠، ٨١).

تشغيل المرشح السريع ونظام التحكم:

٥- تشغيل المرشح السريع الذى يعمل بالجاذبية شكل (٨٢)

أثناء الترشيح تدخل المياه من المحبس (أ) وتتحرك في اتجاه الوسط الترشيحي وخلالها، وتمر من نظام التصريف السفلى (قاع المرشح) إلى خارج المرشح خلال المحبس (ب). ونظراً للانسداد التدريجي للمسام فإن مقاومة الوسط الترشيحي للمياه المتدفقة لأسفل تزداد بالتدريج، وهذا يعمل على تقليل معدل الترشيح إلا إذا تم تعويض ذلك برفع منسوب المياه فوق الوسط الترشيحي. أحياناً تصمم المرشحات السريعة للعمل بمنسوب ثابت للمياه والذي يتطلب تجهيز المرشح بالتحكم في معدل الترشيح سواء بالنسبة للمياه الداخلية أو في خطوط المياه المرشحة الخارجة. أجهزة التحكم في معدل الترشيح هذه توفر مقاومة مقاسه لتدفق المياه، وهذه تفتح بالتدريج آلياً لتعويض الزيادة في مقاومة الوسط الترشيحي ولتثبت ظروف التشغيل للمرشح السريع. وفي بعض الأحيان وبعد فترة من التشغيل فإن جهاز التحكم في معدل الترشيح يكون مفتوحاً تماماً ولهذا لا يمكن تعويض الانسداد في الوسط الترشيحي ويقل معدل الترشيح، وفي هذه الحالة يوقف المرشح لعمل الغسيل العكس.

ولعمل الغسيل العكس يتم قفل كلا من المحبس (أ)، (ب) وفتح المحبس (د) لصرف المياه الخام المتبقية خارج المرشح. وبعد عدة دقائق يفتح المحبس (هـ) لدخول مياه الغسيل، معدل الغسيل العكسي يجب أن يكون عاليا بما يعمل على تمدد الوسط الترشيحي وغسيل حبيبات الرمل والتخلص من الرواسب المتراكمة مع مياه الغسيل والتي يتم جمعها وصرفها. وعند انتهاء الغسيل العكس يتم قفل المحبس (د)، (هـ) وإعادة فتح المحبس (أ) للسماح للمياه لدورة الترشيح الجديدة. وفي المرشحات ذات الحبيبات الصغيرة للوسط الترشيحي فإن الغسيل الناتج عن عملية الغسيل العكسي قد لا يكون كافيا على المدى الطويل للمحافظة على نظافة الوسط الترشيحي، بما قد يتطلب عمل نظافة إضافية باستخدام الهواء والماء في الغسيل العكسي. وهكذا أكثر تعقيدا عن الغسيل بالمياه فقط ولا يوصى به في المرشحات الصغيرة.

نموذج آخر لتوضيح تشغيل المرشح شكل (٩٥)، شكل (٩٦).

- * بداية التشغيل يمكن فتح الصمامات ٢،١ حتى ترتفع المياه في المرشح من أسفل لأعلى وذلك لطرد الهواء بين فجوات الزلط والرمل.
- * فترة التحضير : تقفل الصمامات ٢،١ وتفتح الصمامات ٤،٣ لمدة ٥ - ١٥ دقيقة لتهيئه المرشح للعمل بتكوين طبقة هلامية رقيقة على سطح الرمل لتساعد في إتمام عملية الترشيح بكفاءة.
- * فترة الترشيح : يقفل الصمام ٤ ويفتح الصمام ٥،٣ وتستمر هذه الفترة ١٢ - ٣٦ ساعة حتى يصل الفاقد في الضغط نتيجة مرور المياه في طبقات الرمل والزلط الى حوالي ٢٥٠ سم ويكون هذا الفاقد في البداية ٤٠ - ٦٠ سم.
- * غسيل المرشح : يقفل الصمام ٥،٣ ويفتح الصمام ٧ لدخول الهواء المضغوط لمدة ٢-٣ دقيقة ويفتح الصمام ٢،١ لمدة حوالي ٥ دقائق لدخول مياه الغسيل وتصريفها ثم تكرر الدورة بفترة التحضير ثم فترة الترشيح ثم فترة الغسيل وهكذا.

* يستخدم أحيانا للمساعدة فى غسيل المرشحات أمشاط معدنية تتحرك فى الجزء العلوى من الرمال فتساعد على تحريك حبيبات الرمال واحتكاكها ببعضها وتستخدم أحيانا رشاشات مياه قوية يتم توجيهها لسطح المرشح أو هواء مضغوط مع رشاشات المياه ويعتمد اختيار طريقة الغسيل على أبعاد المرشح وتصميمه وتشغيله.

٦ - التحكم فى الترشيح: أشكال (٨٣، ٨٤)

توجد طرق كثيرة من نظم التحكم فى معدلات الترشيح والأكثر استخداما هو تنظيم التحكم فى الترشيح بتساوى توزيع المياه الداخلة للمرشح على وحدات الترشيح أو بالسحب المنتظم للمياه المرشحة (باستخدام محابس التحكم فى المنسوب، هدارات التدفق العلوى، السيفونات). النموذج الموضح فى الشكل (٨٤ - ب) بسيط لعدم وجود أجزاء متحركة، حيث تدخل المياه الى المرشح على هدار. وفى كل المرشحات تكون حافة الهدار على نفس المستوى. وقناة التغذية بالمياه الى المرشحات تكون بالحجم الذى يسمح بتدفق المياه بدون فقد فى الضغط. ومنسوب المياه فيها يكون متساويا عند مدخل كل هدار، وبذا يكون معدل التدفق فوق كل هدار متساوى والتغذية بالمياه لوحدة المرشح تكون متساوية فى التوزيع.

كما يمكن التحكم فى معدل الترشيح لكل المرشحات بمعدل التغذية بالمياه، حيث يمكن التحكم لتوفير المطالب من المياه المرشحة. ولتجنب اختلاف منسوب المياه فى المرشحات يمكن استخدام النموذج فى الشكل (٨٤ - ج)، حيث يستخدم محبس تحكم يعمل بعوامة للمحافظة على منسوب المياه فى كل مرشح. وغالبا فإن الترشيح السريع يستخدم لتتقية المياه التى سبق معالجتها بالمرويات وفى المروقات بحجز الزغبات العالقة التى لم تحجز فى المروقات أو فى أحواض الترسيب. عندئذ يلزم تجنب تفتت هذه الزغبات ولذا فإن هدارات الدخول لا تكون مناسبة فى هذه الحالة. ويكون الأفضل هو استخدام النموذج (٨٤-أ) يجهز كل مرشح بصندوق عوامة للمحافظة على ثبات منسوب المياه فى كل وحدات الترشيح باستخدام محبس التحكم بالعوامة. وتصمم قناة خروج المياه للمحافظة على منسوب المياه فى كل مخارج المرشحات. والمعدل الكلى لإنتاج جميع المرشحات يمكن التحكم فيه بمعدل السحب للمياه المرشحة.

وعند عدم استخدام نظم التحكم فى الترشيح فإن الترشيح يتم بمعدل ترشيح متناقص (Declining Rate Filtration). يمكن استخدام محابس للتحكم فى المرشح شكل (٨٥). فى هذا النظام تكون كل وحدات الترشيح على اتصال مفتوح بكنوات دخول المياه وخروج المياه المرشحة ولذا فإن كل وحدات الترشيح تعمل بنفس الضغط. عندئذ فإن معدل الترشيح لوحدات الترشيح سيكون مختلف، ليكون عالى فى المرشح الذى تم حالاً تنظيفه بالغسيل العكس وأقل بالنسبة للمرشح ذو أعلا دورة ترشيح. ولكل المرشحات المتصلة يحدد الإنتاج طبقاً لإمدادات المياه الداخلة، والذى سوف يكون عالياً بما يكفى الاحتياج من المياه المرشحة. أثناء الترشيح فإن الوسط الترشيحي يحدث له انسداد تدريجى ويرتفع منسوب المياه فى كل المرشحات نتيجة زيادة مقاومة الوسط الترشيحي لتدفقات المياه. وحدة الترشيح التى استمرت فى التشغيل أطول مدة تحتاج الى النظافة بالغسيل العكس ثم يفتح صمام هذه الوحدة ذات أقل مقاومة لتدفق المياه الداخلة ولذلك فإن نصيب المرشح من المياه الداخلة سيكون كبيراً ويقل التحميل على باقى المرشحات مؤقتاً وهكذا. وفى حالة عدم عمل إجراءات خاصة فإن معدل الترشيح بعد التنظيف مباشرة يمكن أن يكون عالياً جداً حتى ٢٥ م^٣/م^٢/الساعة والذى يكون أعلا بكثير عن المعدل المتوسط ٥-٧ م^٣/م^٢/الساعة. وعند الضرورة وللتحكم فى معدل الترشيح للمحافظة على نوعية المياه المرشحة يتم توفير تجهيزه إضافية لمقاومة التدفق (نافورة مثلاً) مثبتة على خط خروج المياه المرشحة. الترشيح بالمعدل المتناقص هو العادى فى المرشحات التى تعمل بالضغط. ونظراً لبساطته فإنه يستخدم فى المحطات الصغيرة فى الدول النامية. يمكن تنظيم التحكم فى الترشيح والغسيل ألياً شكل (٩٧)

٧- الاعتبارات التصميمية

لتصميم المرشح السريع يلزم تحديد أربعة عناصر وهى: حجم الحبيبات للوسط الترشيحي. سمك طبقة الوسط الترشيحي، عمق المياه فوق الوسط الترشيحي، معدل الترشيح. وطبقاً للظروف المناخية فإن هذه العناصر تبنى على أساس الخبرة للمرشحات التى تعالج نفس النوعية من المياه أو مياه مشابه لها وعند عدم توفير ذلك، فإن التصميم يبنى على أساس النتائج المتحصل عليها من مرشح تجريبى. هذه العناصر الأربعة مرتبطة ببعضها حيث يتأثر كلا من التحسن فى نوعية المياه

بطول دورة الترشيح ولكن التأثير على تكاليف الإنشاء يختلف. حجم حبيبات الوسط الترشيحي وتوزيعه ليس له تأثير على التكاليف، الحجم الصغير للحبيبات يحسن من نوعية المياه المرشحة ولكنه يسبب سرعة الانسداد للوسط الترشيحي وبالتالي النقص في زمن دورة عمل المرشح. في حالة استخدام حبيبات الوسط الترشيحي أقل من ٠,٨ مم يلزم استخدام الهواء للتنظيف. كلما زاد سمك الوسط الترشيحي كلما تحسنت نوعية المياه المرشحة. يجب أن يكون عمق المياه فوق الوسط الترشيحي كبير بما يكفي لمنع الضغط السلبي (Negative Pressure) كلما زاد العمق لطبقة المياه كلما زادت دورة عمل المرشح واهم العوامل هو معدل الترشيح حيث زيادته تقل نوعية المياه ودورة عمل المرشح وإن كان يقلل من التكاليف نظراً لصغر مساحة الوسط الترشيحي. وتصميم المرشح السريع يبنى على نتائج المرشح التجريبي.

٨- تنظيم الغسيل العكسي:

ينظف المرشح السريع بالغسيل العكسي وذلك بتوجيه تدفقات المياه الى أعلى خلال الوسط الترشيحي لمدة عشر دقائق. المياه المستخدمة في الغسيل العكسي تكون مياه مرشحة مرفوعة إلى خزان علوي أو مياه مرشحة من وحدة ترشيح أخرى في التشغيل. تكون تدفقات المياه بسرعة عالية بما يكفي لحدوث تمدد في الوسط الترشيحي وبما يمكن المواد المسببة للانسداد من التفكك وحملها بمياه الغسيل العكس. لإعطاء ٢٠% تمدد موضح في جدول (١١) التالي.

الجدول (١١)

متوسط قطر حبيبات الرمل (مم)	٠,٤	٠,٥	٠,٦	٠,٧	٠,٨	٠,٩	١,٠	١,١	١,٢
درجة حرارة	معدل التدفق للغسيل م ^٣ / م ^٢ / الساعة								
١٠° م	١٢	١٧	٢٢	٢٩	٣٤	٤٠	٥٧	٥٤	٦٢
٢٠° م	١٤	٢٠	٢٦	٣٣	٤٠	٤٨	٥٦	٦٤	٧٣
٣٠° م	١٦	٢٣	٣٠	٣٨	٤٧	٥٦	٦٥	٧٥	٨٦

وعند استخدام الضخ لرفع المياه للغسيل العكسي يستخدم عادة ثلاث مضخات واحدة منهم احتياط ومضختين فى التشغيل ويكفى مضختين للمحطات الصغيرة. يكون من المناسب استخدام خزان علوى لمياه الغسيل العكسي شكل (٨٥) ويملاً بطلمبات صغيرة فى الفترات بين الغسيل العكسي، ويكون مستواه من ٤-٦ متر فوق منسوب المياه فى المرشح. لفتح المياه الى خزان مياه الغسيل العكسي يستخدم عادة ثلاث فتحات (واحد احتياط) وتكون الطاقة الإجمالية للفتحتين فى التشغيل ١٠-٢٠% من معدل الإمداد بمياه الغسيل. وفى حالة عدم إستخدام خزان مياه الغسيل وأخذ المياه من حوض المياه المرشحة فإن هذا يسبب اضطراب فى شبكة التوزيع ويسبب الإمداد المنقطع للمياه. والبديل الأسهل هو زيادة عمق المياه فوق الوسط الترشيحي للحد من أقصى مقاومة للوسط الترشيحي. يكون عمق المياه المرشحة فوق الوسط الترشيحي من ١,٥-٢ متر. وحدات الترشيح العاملة فى محطة الترشيح يجب ان تكون قادرة على توفير هذا الكم من المياه لمعدل الغسيل العكسي. محطة الترشيح السريع التى تستخدم هذا النظام فى الغسيل العكسي يجب أن يكون بها ما لا يقل عن ستة مرشحات.

وعند دفع مياه الغسيل من أسفل الوسط الترشيحي خلال نظام الصرف السفلى فى قاع المرشح ولتوزيع مياه الغسيل بالتساوى على كل مساحة الوسط الترشيحي فإن نظام الصرف السفلى يجب أن يوفر المقاومة الكافية لمرور مياه الغسيل (عادة من ٠,٦ إلى واحد / متر ضغط ماء). عادة يكون نظام الصرف السفلى من مواسير متقبة من أسفل بقطر حوالى ١٠مم من الاسيستوس أو البلاستيك القوى ولمنع دخول مواد الوسط الترشيحي من دخول الثقوب فإن الوسط الترشيحي يحمل على مادة خشنة (الزلط) والتى لا تتأثر بمياه الغسيل العكس المنبثقة من الثقوب السفلية. فمثلاً فى حالة رمل الترشيح بالحجم المؤثر (Effective. Size) من ٠,٧ الى ١ ملمتر فإنه يحتاج إلى ٤ طبقات من الزلط من أعلى إلى أسفل ١٥سم (٢-٢,٨م)، ١٠سم (٦,٨-٨م)، ١٠سم (١٦-٢٣م)، ٢٠سم (٣٨-٥٤م) العمق الكلى لطبقات الزلط يكون ٥٥ سم.

بعد مرور المياه المرشحة للوسط الترشيحي حاملة الملوثات فإنها تجمع وتصرف في أحواض مياه الغسيل. المسافة الأفقية التي تقطعها مياه الغسيل إلى حوض تجميع يجب أن تكون محدودة بحوالي ١,٥ - ٢,٥ متر. توضع أحواض تجميع مياه الغسيل لتكون قمتها على مستوى من ٥٠ - ٦٠ سم فوق منسوب الوسط الترشيحي قبل التمدد، ومساحة مقطعها تتوافق مع نهاية الصرف للحوض ويكون عمق المياه جاهز للصرف شكل (٨٦). الجدول (١٢) يوضح معدل التدفق لمياه الغسيل (q) وعلاقته بعمق التدفق لمياه الغسيل (H) وعرض حوض مياه الغسيل (b) وطاقة الأحواض في.

جدول (١٢) استيعاب مياه الغسيل (لتر / ثانية).

عرض الحوض (b)			H
			عمق تدفقات مياه
			الغسيل في الحوض
٢٥ سم	٣٥ سم	٤٥ سم	
٢٥ سم	٤٠ ل/ت	٢٥ ل/ت	
٣٥ سم	٧٥ ل/ت	٣٥ ل/ت	
٤٥ سم	١١٥ ل/ت	٨٢ ل/ت	

يمكن وضع أحواض الغسيل بطرق مختلفة، بعض نماذج أحواض الغسيل شكل (٨٧).

عند استخدام الرمال الناعمة ذات قطر حبيبات أقل من ٠,٨ مم، فإن قدرة الغسيل لتدفقات المياه الصاعدة قد لا تكون كافية للمحافظة على نظافة حبيبات الرمل مع مضي الوقت. وبعد وقت ما يمكن أن تغطي الحبيبات بطبقة لزجة من المواد العضوية، بما يسبب مشاكل مثل كرات الطين وشقوق في المرشح. ويمكن منع هذه السليبيات بتوفير الهواء المضغوط في الغسيل العكسي بمعدل ٣٠-٥٠ متر مكعب في الساعة مع الماء بمعدل ١٠-١٥ متر مكعب في الساعة، وهذا يزيل الغطاء اللزج على سطح الحبيبات. وعند عمل الغسيل العكسي بالهواء يلزم توفير

شبكة مواسير منفصلة الشكل (٨٨) يوضح أحد النماذج الشكل (٨٩) يوضح تنظيم التغذية بالهواء والماء للغسيل العكسي. يبدأ الغسيل العكسي بتدفق المياه من الغرفة رقم (١) الى الغرفة رقم (٢)، الهواء الغرفة رقم (٢) يضغط ليقوم بتنظيف المرشح. يستخدم الماء المتجمع في الغرفة (٢) في تنظيف المرشح شكل (٩٠).

٩- المخطط العام لمحطة معالجة مياه الشرب بالمرشحات السريعة : أشكال (٩١، ٩٣)

محطة المعالجة بالمرشحات السريع تتكون من وحدات ترشيح (لا تقل عن وحدتين) مساحة كل واحدة (A). عند وجود أحد المرشحات خارج الخدمة للغسيل، فإن باقى الوحدات يجب أن تكون قادرة على توفير طاقة المياه المرشحة (Q) بمعدل الترشيح المطلوب (r). ويعبر عن ذلك بالمعادلة $Q = (n-1) A r$ حيث n هو عدد المرشحات. وفى التصميم التجريبي فإن مساحة وحدة الترشيح (A) بالمترب المربع يمكن تقديرها بـ ٣,٥ ضعف عدد وحدات الترشيح. ومن الناحية الاقتصادية فإن وحدات الترشيح يجب أن توضح فى مجموعات متلاصقة مع مواسير دخول وخروج المياه، وكذلك خطوط التغذية بالكيماويات تكون قصيرة ما أمكن. يجب الأخذ فى الاعتبار التوسعات المستقبلية للمحطة كمثال شكل (٩١). والخدمات العامة مثل طلبات مياه الغسيل والتغذية بالكيماويات والمكاتب وغرف التخزين، تداول الكيماويات وتخزينها والمرافق الصحية توضع فى مبنى فى الوسط بينما على الأجناب توضح وحدات الترشيح المختلفة على جانب أو جانبيين من ممر ذو مستويين المستوى العلوى يكون للتشغيل والسفلى لمجرى المياه. مخطط عام لتشغيل المرشح السريع شكل (٩٥، ٩٦، ٩٧) شكل ٩٨ الذى يعمل آلياً و شكل (٩٧) الذى يعمل بنظام الغسيل الآلى.

الإنشاءات:

كما سبق شرحه فإن المرشح السريع يتكون من حوض من الخرسانة المسلحة يحتوى على نظام صرف سفلى والوسط الترشيحي والمياه فوق الوسط الترشيحي ويكون الحوض مستطيل بحوائط عمودية. وتصميم المنشأ الخرساني يتم طبقاً

للقواعد العامة مع الأخذ في الاعتبار أن يكون مانعا لنفاذ المياه. توضع أسياخ حديد التسليح بعيدة عن بعضها بما يسمح بإحاطتها كاملا بالخرسانة. يقسم المنشأ الى عدد من القطع المستقلة (Individual- Sections) مربوطة بوصلات تمدد مانعة لنفاذ المياه. وتكون الخلطة الخرسانية وعملية خلط الخرسانة تحقق عدم التفاديه للمياه مع أدنى انكماش نتيجة جفاف الخرسانة ولا يتم الدهان بالجبس. ولا يتم التشطيب الجيد. ولمنع قصر المسافة على جدار المرشح (Short Circuiting) توضع ألواح خشبية أفقية ليست متطابقة من المنظور الرأسي في مواجهة الوسط الترشيحي ومثبتة في الجدار الداخلي للمرشح. يوضح المرشح بعيداً عن منسوب المياه الجوفية وعند الضرورة فوق أرض مرتفعة.

أسهل طريقة لعمل نظام الصرف السفلى لتحقيق التوزيع المتساوي لمياه الغسيل على كل الجانب السفلى للوسط الترشيحي هو باستخدام المواسير المثقبة أو باستخدام قطع خرسانية سابقة التجهيز ٦٠ سم × ٦٠ سم وتجهيز هذه القطع بثقوب بمعدل ٦٠ ثقب في المتر المربع توضح فيها الفني (Strainers) كما في الشكل (٩٢). الفني من البلاستيك الذي يتحمل الوسط الترشيحي، وفتحات الفني ضيقة حوالي ٥ مم بما يوفر مرور المياه وحسن توزيعها. وفي هذه الحالة يمكن وضع رمل المرشح فوق قاع المرشح مباشرة مع الفني مع عدم الحاجة الي طبقة الزلط تحت رمال المرشح. ولمنع التصنيف الهيدروليكي أثناء الغسيل العكسي والذي يدفع بالحبيبات الناعمة إلي أعلي والحبيبات الكبيرة الي قاع الوسط الترشيحي. لذلك فإن الرمال في الوسط الترشيحي يجب ان يكون منتظم في الحجم كلما أمكن ويجب أن يكون معامل التجانس للرمال أقل من ١,٧ ليكون حوالي ١,٣ و المفضل هو وضع طبقة من الزلط بارتفاع ٤٠ سم وبتدرج في الحجم بين ٢٠ - ٤٠ مم وتوضع فوق الأنابيب (الفني) وفوق الزلط طبقة الرمل التي يتم الترشيح خلالها.

١٠- المرشحات التي تعمل بالضغط: (Pressure Filters)

شكل (٩٩) :

المرشحات الرملية التي تعمل بالضغط عبارة عن هيكل أسطواني يتحمل ضغط داخلي أكبر من ٢ جوى يوضع بداخله مواد الترشيح مثل الرمل ويستخدم

هذا النوع على نطاق واسع في الترشيح للتصرفات الصغيرة ولترشيح مياه حمامات السباحة بوجه خاص. ويختبر الهيكل الأسطواني للمرشح على ضغط لا يقل عن ضعف ضغط التشغيل.

يفضل إلا يزيد معدل الترشيح لهذا النوع من المرشحات عن ٢٤٠ متر مكعب في اليوم لكل متر مربع من سطح المرشح وتكون هذه المرشحات إما رأسية أو أفقية من حيث محور الهيكل الأسطواني للمرشح إلا أن سريان المياه في كلا النوعين يكون رأسياً ومن أعلى لأسفل. يكون الهيكل الأسطواني للمرشح عادة من الصلب المقاوم للصدأ ويكون قطر المرشح من ٥٠ - ٢٦٠ سم وطوله أو ارتفاعه من ١٠٠ - إلى ٧٥٠ سم والأحجام المستخدمة بكثرة تكون عادة بالتصرفات الآتية:

٥ - ١٠ - ٢٠ - ٣٠ - ٦٠ - ١٠٠ - ١٥٠ متر مكعب في الساعة وفي أي الأحوال يفضل استخدام مرشحين على الأقل في عملية المعالجة للمياه لمواجهة أي أعطال أو مشاكل في التشغيل وبين الشكل (٩٨) رسماً توضيحياً لهذا النوع من المرشحات.

القسم الثالث

مواد الترشيح

مقدمة :

مواد الترشيح مثل رمل السيليكا أو الفحم النباتي وكذلك الزلط الحامل لمواد الترشيح يجب أن يتم استخراجهم من مناجم مستخدمة بانتظام للحصول على مواد الترشيح لتنقية المياه. الوسط الترشيحي هو المواد التي تزيل الجسيمات العالقة من الماء أثناء عملية الترشيح ومن هذه المواد الأنثراثيت (الفحم النباتي) ورمل السيليكا، الزلط. وتستخدم حبيبات الأنثراثيت (الفحم المنشط) للترشيح والأدمصاص. يحدد العمق للوسط الترشيحي وحجم الحبيبات في المرشح بواسطة المصمم حيث يؤخذ في الاعتبار حالة المياه العكرة ومدى المعالجة بالكيماويات. في حالة الوسط الترشيحي الخشن فإنه يسمح بدورات ترشيح أطول عن الوسط الترشيحي الناعم عند معدل معين للترشيح. تتحسن الإزالة للمواد العالقة مع زيادة عمق الوسط الترشيحي أو صغر حجم الحبيبات أو كليهما. عند استخدام حبيبات الفحم المنشط في الوسط الترشيحي فإن حجم الحبيبات الفحم يتوقف على الحجم والكثافة النوعية للرمل أو أى مادة أسفل طبقة حبيبات الفحم المنشط. فى حالة صغر حجم حبيبات الفحم يحدث فقد أثناء الغسيل لتنظيف الرمل وفى حالة كبر حبيبات الفحم أكثر من اللازم يحدث خلط بين المادتين فى منطقة التقابل. يستخدم

الوسط الترشيحي على الكثافة مثل العقيق (Garnet) أو الإلمنيت (Elminite) لزيادة الإزالة للمواد العالقة وزيادة معدلات الترشيح وهذا الوسط على الكثافة يظل كطبقة تحت طبقة الرمل لاختلاف الكثافة وحجم الحبيبات وبنفس الطريقة فإن رمل السيليكا يظل منفصلاً عن طبقة الفحم فوقه في الوسط الترشيحي المزدوج. العقيق هو تسمية لمواد مختلفة وهي سيليكا الحديد والألومنيوم والكالسيوم أو خام الكروم والألمينيت (Elminite).

١- تعاريف :-

أ - القطر المؤثر (الفعال) (Effective Size)

القطر الفعال للرمل هو فتحة المنخل بالمليمتر التي تسمح بمرور ١٠% من وزن عينة الرمل الممثلة للوسط الترشيحي أو بمعنى آخر بأنة فتحة المنخل التي تحجز ٩٠% الوزن من عينة الرمل بصرف النظر عن التدرج الحبيبي للرمل فإذا كان ١٠% من وزن عينة الرمل ذات قطر أقل من ٠,٤٥ مم فإن مادة الوسط الترشيحي لها قطر مؤثر ٠,٤٥ مم.

ب- معامل التجانس : (Uniformity Coefficient)

معامل التجانس يعبر عن درجة التغير في قطر الرمل وهو عبارة عن النسبة بين فتحة النخل التي يمر من خلالها ٦٠% من وزن الرمل والقطر الفعال (أو المؤثر) فعلى سبيل المثال إذا كانت فتحة المنخل التي يمر من خلالها ٦٠% من وزن الرمل هي ٠,٧ مم وكان القطر الفعال للرمل هو ٠,٣٥ مم فإن معامل التجانس يكون $٠,٧ \div ٠,٣٥ = ٢$.

(١) الرمل المستخدم في المرشحات الرملية البطيئة يكون القطر الفعال من ٠,٣ إلى ٠,٣٥ ويكون معامل التجانس من ١,٧٥ إلى ٢.

(٢) الرمال المستخدمة في المرشحات الرملية السريعة يكون القطر الفعال من ٠,٣٥ إلى ٠,٥ مم ويفضل ألا يزيد معامل التجانس عن ١,٦٥. وبالنسبة

لحبيبات الفحم المنشط فإن القطر المؤثر ما بين ٠,٦٥ مم ال ١ مم ومعامل التجانس ٨٥, ١.

٢ - استخدام الفحم المنشط فى عمليات الترشيح

تستخدم عادة حبيبات الفحم المنشط او بودرة الفحم المنشط لإزالة المواد العضوية المذابة واللون والمواد المسببة للطعم والرائحة فى معالجات المياه. وعموما فإن المركبات ذات الوزن الجزيئى العالى والمواد الغير متأينة تمتاز أكثر من المواد العضوية ذات الوزن الجزيئى المنخفض والمواد المتأينة.

وتستخدم بودرة الفحم المنشط عادة لمعالجة مشاكل المذاق والرائحة الموجودة فى مصادر المياه السطحية والتي تتغير نوعيتها موسميا وذلك فى محطات المعالجة التقليدية أما بالخلط السريع مع المياه من المآخذ أو مع المياه الداخلة الى حوض الترويب أو المياه الداخلة إلى المرشح. وتتوقف مناسبة مكان الاستخدام على القدرة على الخلط المناسب مع المياه وكذلك إعطاء الوقت اللازم للإدمصاص للملوثات وكذلك التقليل من التدخل مع الكيماويات الأخرى المستخدمه فى المعالجة والقدرة على عدم التغير فى نوعية المياه المعالجة لوجود حبيبات بودرة الفحم المنشط. لجرعة العادية هى من ١-٥٠ ملجرام/لتر.

معالجة المياه بحبيبات الفحم المنشط مكلف عن بودرة الفحم المنشط إلا أن حبيبات الفحم أكثر فاعلية فى إزالة الملوثات من الكيماويات العضوية الكثيرة التى تؤثر على المذاق والرائحة والمواد العضوية الكلية والترايبها لوميثان والكيماويات العضوية المتطايرة والملوثات من الكيماويات العضوية المخلفة. تتأثر كفاءة حبيبات الفحم المنشط بمواقع الاستخدام فى مراحل المعالجة. فالمعالجة المسبقة يمكن أن تقلل من الحمل العضوى على حبيبات الفحم المنشط وتزيل المواد الصلبة العالقة التى يمكن أن تتدخل فى عملية الإدمصاص / أو تسبب انسداد هيدروليكي.

عملية الإدمصاص بواسطة حبيبات الفحم المنشط مكلفة نسبياً وخاصة أن تكاليف التنشيط الحرارى مكلف. يمكن عمل التنشيط الحرارى فى الموقع. وفى وحدات المعالجة الصغيرة يتم التخلص من حبيبات الفحم النشط بعد استخدامها

واستبدالها حيث يعتبر ذلك أكثر وفرة. ويتم التنشيط باستخدام مواد حامضية أو قلوية أو مذيبة للشوائب على حبيبات الفحم المنشط وبعد إنتهاء عملية التنشيط يتم تصريف ما بقى من محلول من طبقة حبيبات الفحم ثم تنظيفه بالماء المرشح وإعادة استخدامه أما التنشيط الحرارى لحبيبات الفحم فيتم على ثلاثة مراحل:

(١) التجفيف عند درجة حرارة ١٠٠ م لمدة ١٥ ق لتجفيف حبيبات الفحم مما علق بها من مياه.

(٢) التحلل الحرارى للمركبات العضوية الممتازة فى حبيبات الفحم وذلك عند درجة حرارة ٨٠٠ م لمدة ٥ دقائق حيث تتطاير المواد العضوية.

(٣) التنشيط عند درجة حرارة أعلا من ٨٠٠ م لمدة ١٠ دقائق لأكسدة الشوائب المتبقية حيث تصبح حبيبات الفحم منشطة فى النهاية بين الشكل (١٠٠) نموذج لمرشح تستخدم فيه حبيبات الفحم المنشط.

٣- وضع الوسط الترشيحي :

أ - يتم نظافة الجسم الداخلى للمرشح قبل البدء فى وضع مواد الترشيح مع المحافظة على إستمرار النظافة طوال فترة وضع مواد الترشيح وقبل وضع أى مادة يتم تعليم أعلى منسوب لكل طبقة على السطح الداخلى للمرشح.

ب- يتم تشوين كل مادة ترشيح منفصلا مع المحافظة عليها من التلوث.

ج - الطبقة السفلى من الزلط توضح بعناية لتجنب تلف نظام التصريف السفلى والزلط فى القاع يجب أن يكون خشنا بما يوفر منعة من الحركة بواسطة نافورات المياه الخارجة من فتحات نظام التصريف السفلى. أدنى حجم لحبيبات الزلط للطبقة السفلى فى القاع يجب أن يكون من ٢-٣ ضعف حجم فتحات التصريف وسمك كل طبقة من الزلط يجب ألا يقل عن ثلاث أضعاف أقصى حجم لحبة الزلط فى الطبقة ولا يقل عن ٣ بوصة.

فى حالة عدم انتظام قاع التصريف السفلى كما فى حالة فرعات المواسير للتصريف فإن الطبقة السفلى يجب أن تحيط وتغطى مواسير الصرف مع توفير

سطح منتظم للطبقة الزلطية والتي توضح فوقها الطبقة الزلطية التالية. فى حالة وضع الزلط فإن العمالة يجب أن لا تقف أو تتحرك مباشرة فوق مادة الترشيح بل يتم الوقوف والحركة على سقالات أو ألواح خشبية تتحمل أوزانهم بدون إزاحة لمادة الترشيح.

يتم إكمال كل طبقة قبل البدء فى الطبقة التالية توضع كل طبقة بسمك محدد ومنتظم مع تسوية سطحها العلوى ومحاذاته مع العلامات على السطح الداخلى للمرشح. عند وضع الطبقة التالية يراعى أحداث تداخل مع الطبقة السفلى.

* بالنسبة لرمل الترشيح أو حبيبات الفحم الذى يوضع بالطريقة الرطبة فإن المادة توضع خلال الماء ثم يتم الغسيل العكسى للتسوية ولمواجهة التمدد الأولى للطبقة نتيجة تفكك الحبيبات فإن منسوب السطح العلوى قبل الغسيل الأولى يجب أن يكون أسفل المنسوب النهائى بنسبة ١٠% من سمك الطبقة. منسوب السطح العلوى لكل طبقة يتم مراجعته على المرشح بالماء إلى المنسوب الذى تم تحديده مسبقا داخل سطح المرشح.

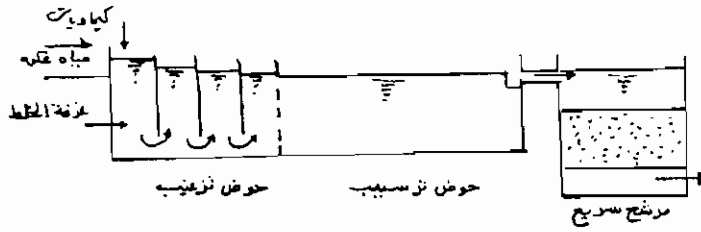
* بعد وضع كل طبقات الزلط وقبل وضع طبقات الرمل أو طبقات حبيبات الفحم يتم غسيل المرشح لمدة ٥ دقائق بأعلى معدل وبما لا يزيد عن ٢٥ جالون فى الدقيقة / القدم المربع من مساحة سطح المرشح ويمكن إلغاء هذا فى حالة عدم وجود أجسام غريبة أو ملوثات.

* فى المرشحات ذات الوسط الترشيحى المزدوج أو الثلاثى فإن كل مادة يتم غسلها وكشطها لإزالة الأجسام الصغيرة قبل وضع الطبقة التالية مع ملاحظة أن السطح العلوى لمادة الترشيح وبعد الغسيل الأولى يلزم أن يكون منسوبها أعلى من المنسوب المحدد بما يعادل سمك الطبقة المزلة بالكشط.

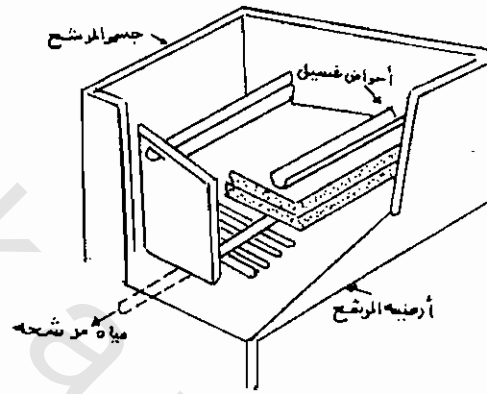
الغسيل الأولى :

بعد وضع كل مواد الترشيح يتم إدخال مياه الغسيل ببطيء لأعلى من نظام التصريف السفلى حتى غمر كل الوسط الترشيحى ويتم مكوث المياه لتتشبع الوسط الترشيحى لمدة لا تقل عن ١٢ ساعة ويتم التدرج فى معدل الغسيل بغرض طرد

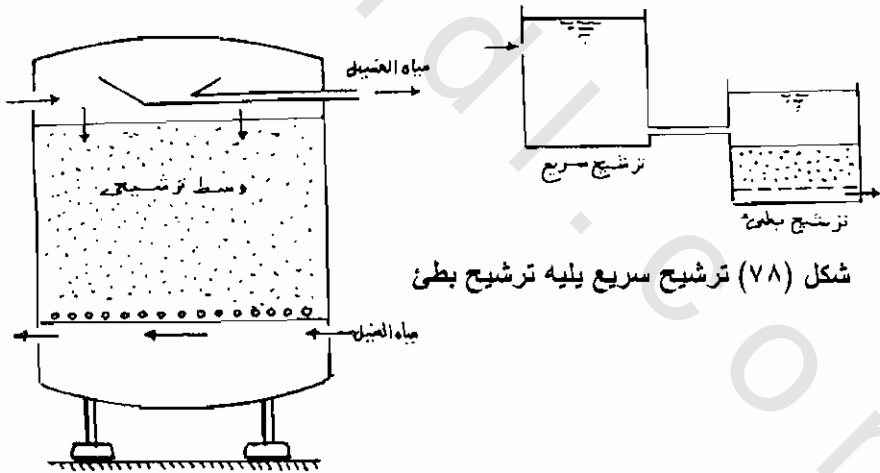
الهواء من الوسط الترشيحي. بعد الغسيل الأولى يتم تصريف المياه من المرشح ثم يتم إزالة طبقة من الأجسام الصغيرة حوالى ٤-٥ من سطح المرشح بالكشط يتم غسيل المرشح ما لا يقل عن ثلاث مرات لكل مرة لا تقل عن ٥ دقائق وأن يكون الغسيل متزامنا مع تشغيل مرشح آخر لتوفير مياه الغسيل. بعد تنفيذ الخطوات السابقة يتم تطهير الوسط الترشيحي بالكlor بجرعة عالية ٢٠ جزء فى المليون أو أن يتم التطهير بإضافة هذه الجرعة إلى مياه الغسيل الأولى.



شكل (٧٦) الترشيح السريع بعد الترويب والترسيب

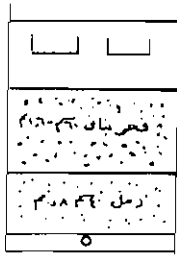


شكل (٧٧) مرشح سريع يعمل بالجاذبية

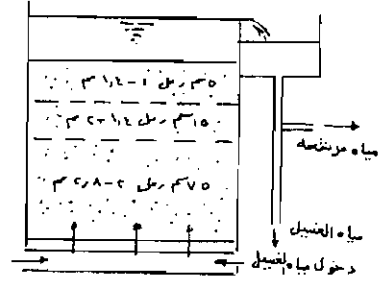


شكل (٧٨) ترشيح سريع يليه ترشيح بطيء

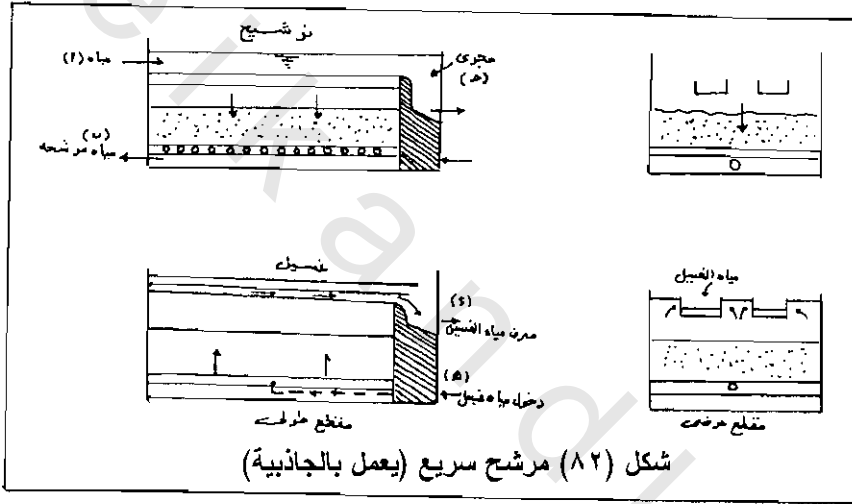
شكل (٧٩) مرشح يعمل بالضغط



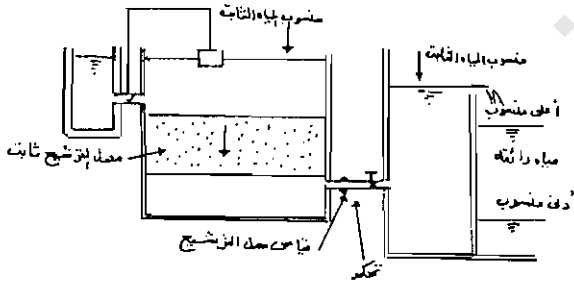
شكل (٨١) وسط ترشيحي مزدوج



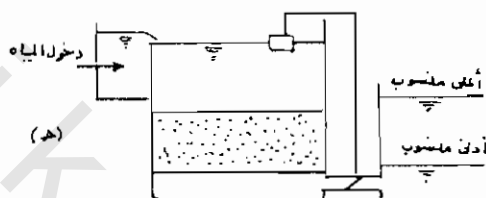
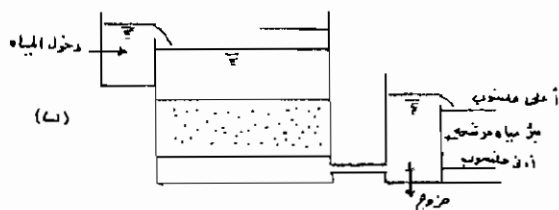
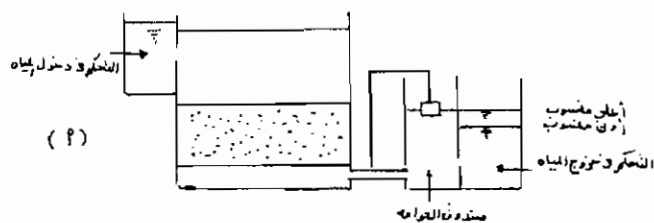
شكل (٨٠) مرشح التدفق العلوي



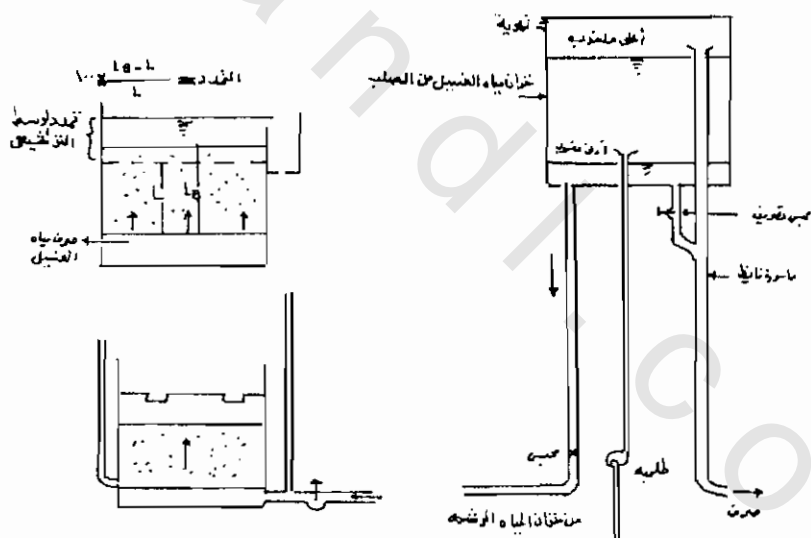
شكل (٨٢) مرشح سريع (يعمل بالجاذبية)



شكل (٨٣) التحكم في معدل الترشيح



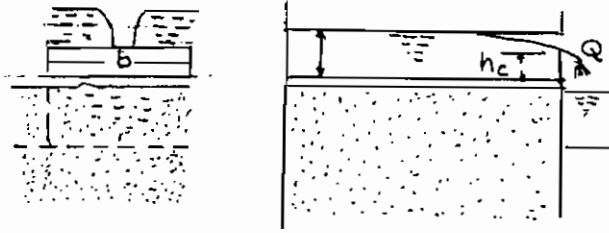
شكل (٨٤) التحكم في المرشح (الطرق أ، ب، ج)



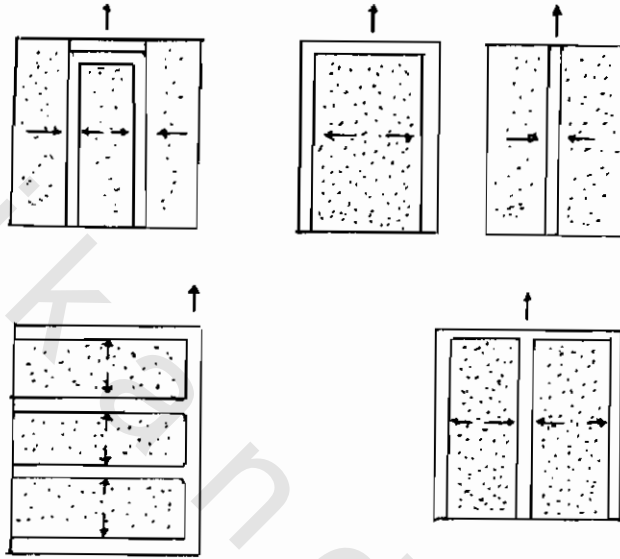
شكل (٨٥) خزان مياه الغسيل

$$h_c = \sqrt[3]{Q/gb^2}$$

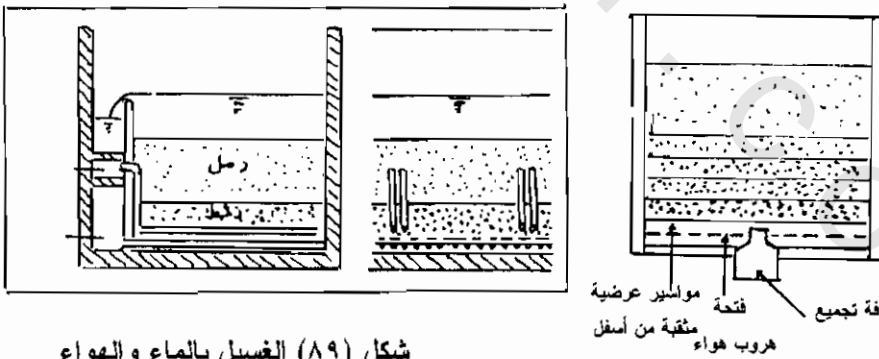
$$h_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot H$$



شكل (٨٦) التدفق في حوض مياه الغسيل

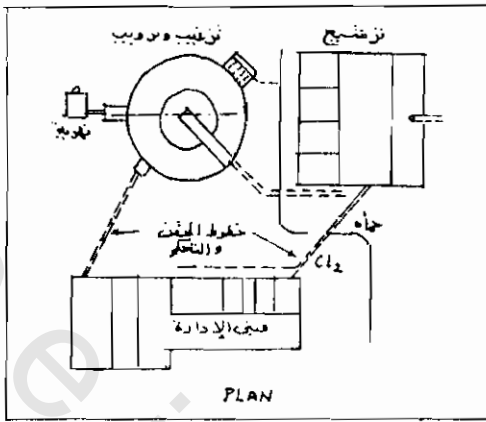


شكل (٨٧) تنظيم أحواض المياه لغسل الرمال

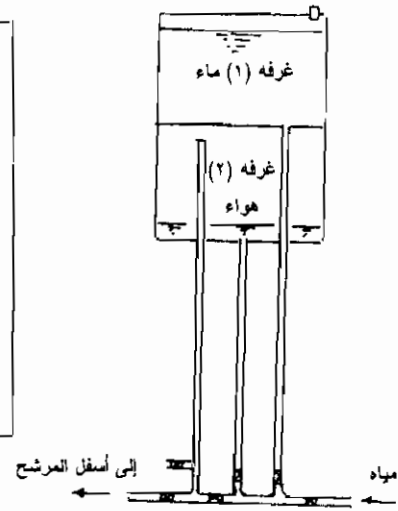


شكل (٨٩) الغسيل بالماء والهواء

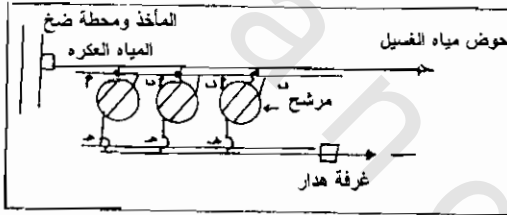
شكل (٨٨) نظام الصرف السفلي



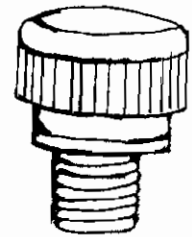
شكل (٩١) مخطط عام لمحطة مرشحات



شكل (٩٠) الغسيل بالماء والهواء



شكل (٩٣) مخطط عام للمرشحات السريعة

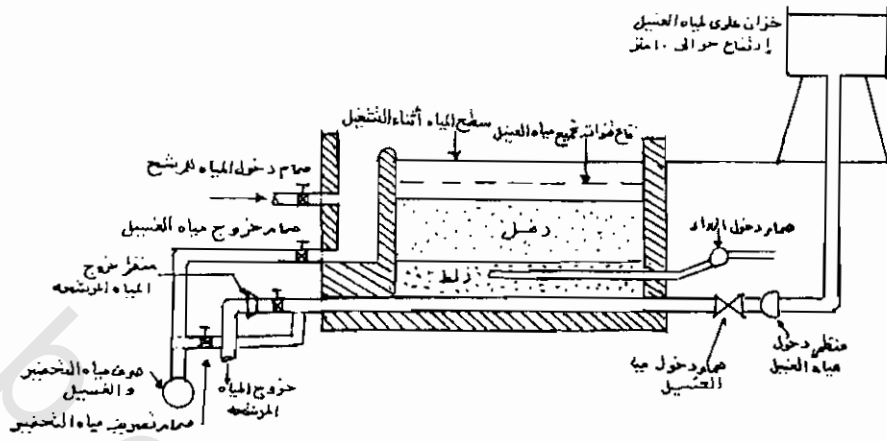


شكل (٩٢) فنى البلاستيك لتجميع

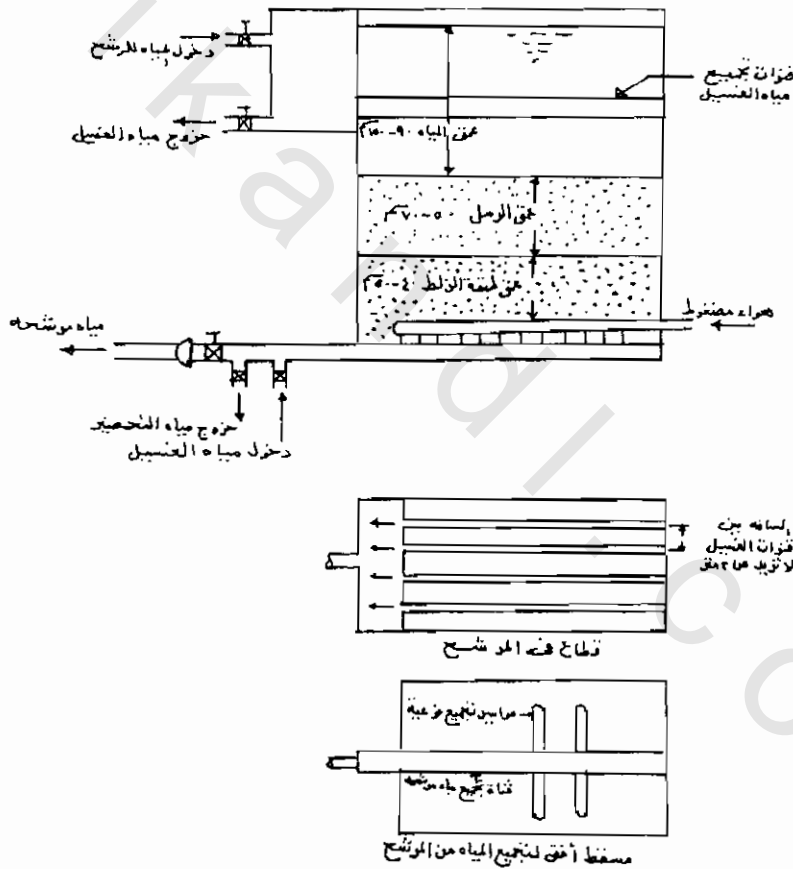
المياه من قاع المرشحات



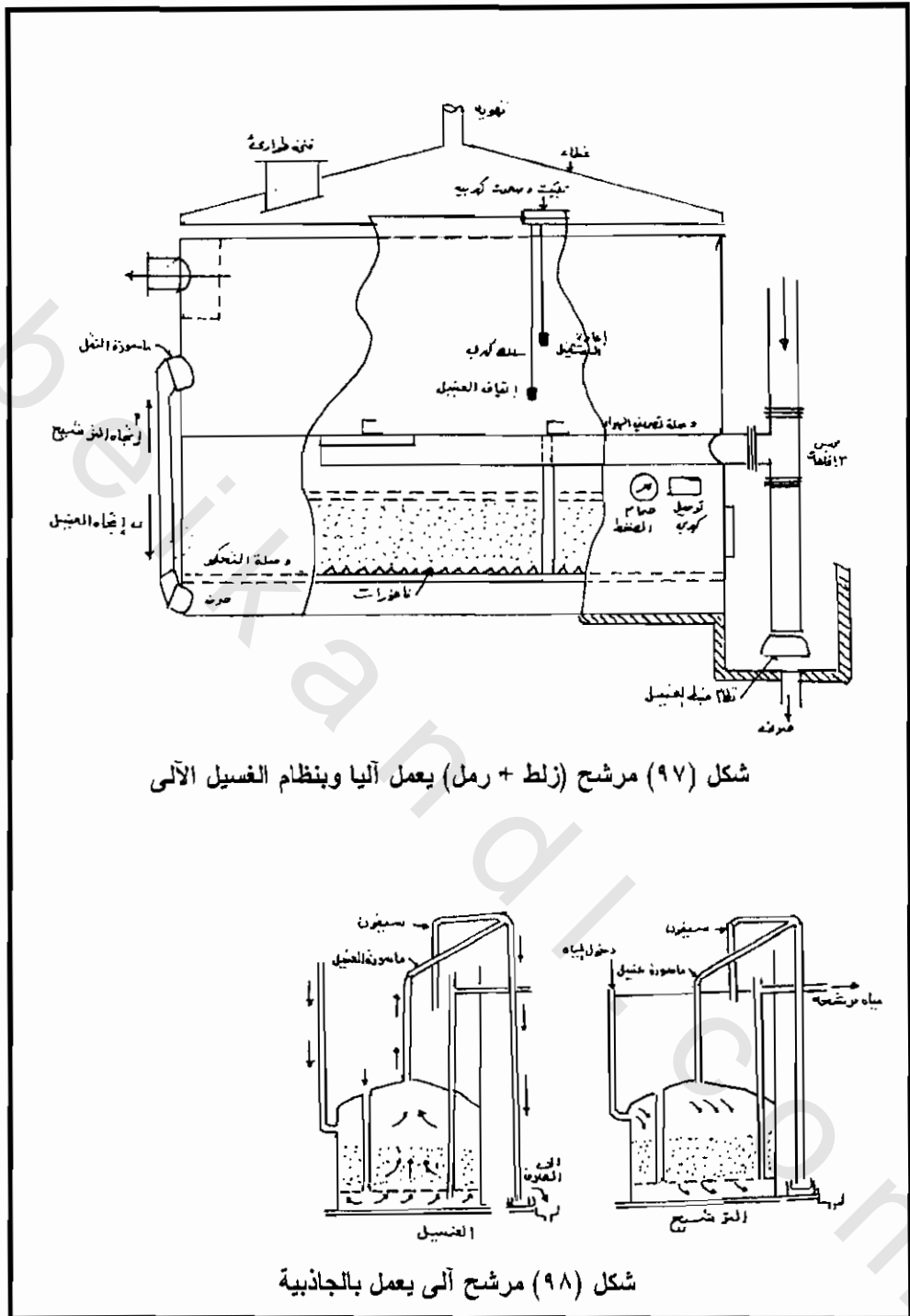
شكل (٩٤) مرشح زلط أفقى

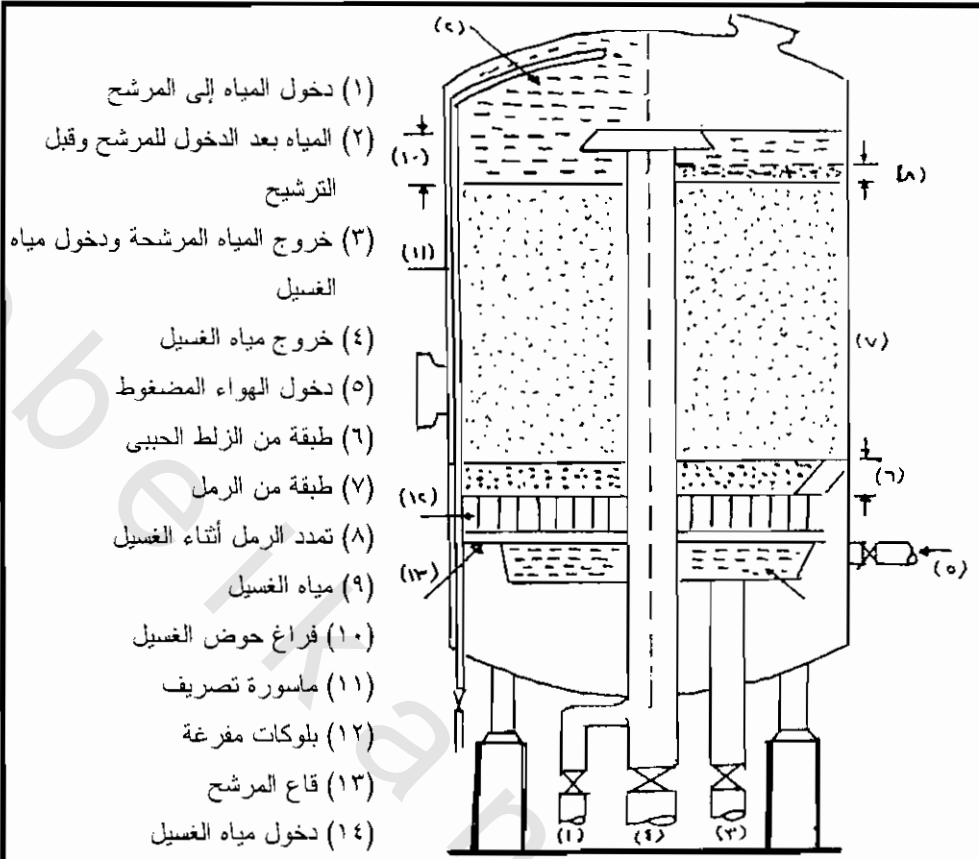


شكل (٩٥) تشغيل المرشح

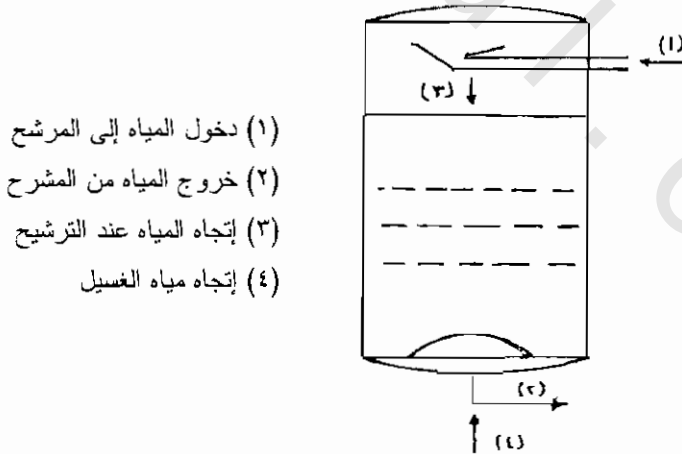


شكل (٩٦) تشغيل المرشح





شكل (٩٩) مرشح يعمل تحت ضغط



شكل (١٠٠) إستخدام الكربون المنشط في الترشيح