الباب الرابع

التخلص من المواد العالقة بالترشيح

الباب الرابع

التخلص من المواد الصلبة العالقة بالترشيح

مقـدمة :

فى الترشيح تمر المياه خلال وسط ترشيحى لإزالة الجسيمات العالقة التى لـــم تزال بالترسيب. توجد أساليب مختلفة للترشيح ومنها بناء طبقة من الزغبات علـــى سطح الوسط الترشيحى والتى تعمل كذلك كوسط ترشيحى والثـــانى هـــو تســـرب الزغبات فى الوسط الترشيحى حيث تتسرب المياه بما يزيل الجســـيمات العالقـــة. تنقسم المرشحات إلى نوعين رئيسين وهما المرشحات البطيئة والمرشحات السريعة التى تعمل إما بالجازبيه أو بالضغط. وأى من هذه المرشحات تعمـــل باســـتخدامها للوسط الترشيحى الرملى. تستخدم المرشحات البطيئة فى التصرفات الصغيرة أمـــا المرشحات الرملية السريعة فهى تستخدم فى المحطات ذات التصرفات الكبيرة.

القسم الأول

الترشيح الرملى البطىء

Slow Sand Filteration

فى الترشيح الرملى البطىء تستخدم طبقة من الرمال الرفيعة (Fine sand) والتى من خلالها تتسرب المياه ببطئ لأسفل شكل (٦٦). نظرا لصغر حجم الحبيبات فان الفراغات للوسط الترشيحى تكون كذلك صغيرة. تحتجز نسبة كبيرة من المواد العالقة فى السطح العلوى للوسط الترشيحى بسمك من ٠,٥ الى ٢سم وهذا يمكن من تنظيف المرشح بكشط الطبقة العليا من الرمال. ونظراً لأن معدل الترشيح يكون قليلا (٠,١-٠,٣ متر فى الساعة = ٢-٧ م^{٣}/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 أضافى ليصبح الوسط الترشيحى مؤثر تماما. الأداء الرئيسى للترشيح الرملى البطىء 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 البطئ الذى يعمل بكفاءة يزيل كذلك البروتوزوا (مثل الانتاميبا، هستولوتيكا والإسكارس). الترشيح الرملى البطىء عموما يوفر مياه آمنه بكتريولوجيا كما انه مؤثر جدا فى ازالة المواد العالقة من المياه العكرة ولكن الانسداد فى الوسط الترشيحى قد يكون سريعا جدا مما يتطلب تنظيف سريع من آن إلى آخر. واستخدام المرشح الرملى البطىء مناسب للمياه العكرة ذات عكارة (٥) بمقياس نيفيلومترى مع اقصى قيمة اقل من ٢٠ وحدة نيفيلومترى لعدة أيام قليلة.

وفى غير هذه الحالات فانه يلزم خفض العكارة فى المياه العكرة وذلك باستخدام المروبات والترسيب او الترشيح الرملي السريع وذلك قبل دخول المياه الى المرشح البطئ.

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 في 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:

في المرشحات الرملية تزال الملوثات من المياه العكرة خلال عدة عمليات مختلفة منها التصفية أو التنقية (Screening) والترسيب والادمصاص والأداء البيوكميائي والميكروبي. تصفى الأجسام العالقة كبيرة الحجم والتي لا تمر خلال مسام الوسط الترشيحي. ويحدث هذا عادة على سطح المرشح حيث تحتجز هذه المواد في 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 أخر يمكن استعادة الضغط الرأسى (Pressure Head) للوسط الترشيحي لقيمته 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 في السطح العلوي للوسط الترشيحي ولا يتسرب إلى عمق الوسط الترشيحي سوى المواد العضوية منخفضة الكثافة النوعيه. المواد العالقة المتبقية والمواد الهلامية (Colloidal) وبعض الملوثات المذابة تزال بالإدمصاص

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

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

الاجسام التى تراكمت على حبيبات الوسط الترشيحى لا تستمر بدون تغيير فإنها تتغير من خلال نشاط بيوكميائى 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 الأخر يتحول الى مادة الخلايا التي 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 الترشيحى. وبهذه الطريقة فان المواد العضوية القابلة للتحلل الموجودة أصلا فى الماء تتحلل بالتدريج 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 الترشيحى 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 الترشيحى، مما يتطلب أن لا يقل عمق هذه الطبقة عن ٧٠سم.

أهم تأثير فى تنقية المياه باستخدام المرشح الرملى البطىء هو إزالة البكتريا والفيروسات خلال الإدمصاص والعمليات الأخرى حيث تزال البكتريا من الماء وتحتجز على سطح حبيبات الوسط الترشيحى. وبالنسبة للبكتريا المعوية فان 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 البكتريا المفترسة فى الجزء العلوى للوسط الترشيحى والتى تتغذى على البكتريا المعوية، وكذلك فان الاكسدة البيولوجية الكيماوية (Biochemical Oxidation) تقلل من المواد العضوية المطلوبة لتكاثر ونمو البكتريا. وكذلك تنتج مختلف الكائنات الدقيقة فى الوسط الترشيحى مركبات كيماوية (مضادات حيوية) والتى تقتل او تقلل من نشاط أنواع من البكتريا المعوية. والأثر الكلى هو النقص الكلى لعدد بكتريا (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 بكتريا 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 والبكتريا وذلك بواسطة الطبقة الرقيقة الهلامية على أسطح الوسط الترشيحى، والتى تتكون من الطحالب العضوية وأنواع أخرى مثل البروتوزوا والبلانكتون. سطح الوسط الترشيحى يكون نشط جدا بأنواع مختلفة من الكائنات التى تحجز المواد وتهضم وتحلل المواد العضوية من المياه المارة خلالها. وكذلك يستهلك فى سطح الوسط الترشيحى العلوى الطحالب الميتة، البكتريا الحية وتحجز المواد العالقة الخاملة. وقد يسبق الترشيح البطىء الترسيب الطبيعى.

٣ – مبادئ التشغيل للمرشح الرملى البطىء :

كقاعدة فان المرشح الرملى البطىء 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 الترشيحى. يتكون الوسط الترشيحى من الرمل الناعم والذى يكون عادة غير مدرج ويكون خالى من الطفله ولايحتوى إلا القليل من المواد العضوية. سمك الوسط الترشيحى عادة من ١ – ١,٥ متر وترتفع المياه التى تنقى حتى ١ الى ١,٥ متر فوق الوسط الترشيحى. يجهز المرشح الرملى البطئ بعدد من مواسير الدخول والخروج للمياه مجهزه بمحابس وتجهيزات تحكم بما يحافظ على منسوب المياه فوق سطح الوسط الترشيحى وثبات معدل الترشيح شكل (٦٧). وأثناء التشغيل فإن المياه تدخل حوض الترشيح خلال المحبس (أ) وتمر خلال محبس العوامة (ب) والمياه فوق الوسط الترشيحى تمر خلال طبقة الرمل الى الصرف للمياه المرشحة التى تمر خلال مقياس للتدفق والتحكم (ف) وتتدفق 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 الترشيحى 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 الترشيحى 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 فان قاع المرشح يكون بميل ١ : ٥٠٠ لأعلى فى اتجاه التدفق ولأغراض الصرف عند القيام بأعمال الإصلاح فان أرضية حوض الترشيح تميل ١: ٢٠٠ لأسفل. وعند تراكم كميات من الخبث (الطحالب الطافية كمثال) على سطح المياه أثناء الترشيح فان 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 وبالتالى 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 يقفل 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، والباقى من المياه فوق طبقة الرمال يتم صرفها من المحبس (س). ويتم التحكم فى الصرف بواسطة هدار، قمة هذا الهدار تظل أقل أو اكثر قليلا من منسوب الوسط الترشيحى. المياه فى الفراغات العشرين سنتيمتر العليا للرمال 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 الترشيحى.

بعد ذلك يسمح للمياه الخام (العكرة) بالدخول من المدخل خلال المحبس (أ) مع الحرص فى عدم إتلاف الوسط الترشيحى. وينظم وضع المحبس (أ) فوق صندوق الصرف المتصل بالمحبس (س). وعند وصول المياه النظيفة والمرشح إلى المنسوب العادى والذى ينظم بواسطة محبس التحكم (ب) فأن 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 يقفل المحبس (م) ويفتح المحبس (ج) ويعود المرشح الى التشغيل العادى. وعند إيقاف المرشح عن العمل لمدة كبيرة مثل حالات الإصلاح أو إعادة التغذية بالرمال. 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 كاملا باستخدام المحابس (ك، ع، هـ). الطريقة التى 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 الترشيحى لضبط معدل دخول المياه والذى 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 بالمحبس (ج). مخارج الخبث للتخلص من المواد الطافية خاصة فى المرشحات الصغيرة وذلك عند إزالتها يدوياً.

٣ – اعتبارات التصميم للمرشح الرملي البطيء :

عند التصميم العملي للترشيح الرملي البطئ يلزم اختبار أربع عناصر وهي عمق الوسط الترشيحي، التوزيع الحجمى لرمل المرشح، معدل الترشيح، عمق المياه فوق الوسط الترشيحي. وتبنى الاعتبارات التصميميه على الخبرة من محطات المعالجة المقامة والتي تستخدم نفس المصدر المائي أو مياه ذات طبيعة مماثلة. وعند عدم توفير هذه الخبرة فأن 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 – في 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 الحجمي للرمال المتوفرة محليا. يتم اختبار الرمال ذات الحجم المؤثر حوالي 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 ثلاثا. 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 قليلا للخارج بما يساعد على الالتصاق الجيد للوسط الترشيحي بحوائط المرشح ومنع حدوث قصر المسافة. كما يلزم الحذر من ارتفاع منسوب المياه الجوفية.

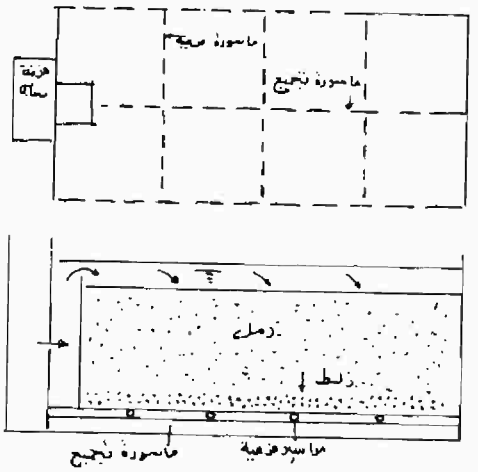
و - قاع المرشح يقوم بوظيفتين إحداهما حمل الوسط الترشيحي والآخر تصريف المياه المرشحة. مقاومة قاع المرشحات لمرور المياه المرشحة (الفقد في الضغط) يجب أن يكون صغيراً وفتحات أو ثقوب قاع المرشح تكون صغيرة لمنع مرور أي مواد منها.

كما هو موضح في الشكل (٧٢) توجد أنواع من تجهيزات قاع المرشح فتشمل الطوب المصفوف والخرسانة المثقبة المصفوفة على دعامات 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 علي 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,. - ٦,. مم، ١,٥ - ٢ مم، ٥ - ٨ مم، ١٥ - ٢٥ مم من أعلا إلي أسفل وسمك كل طبقة ١٠ سم.

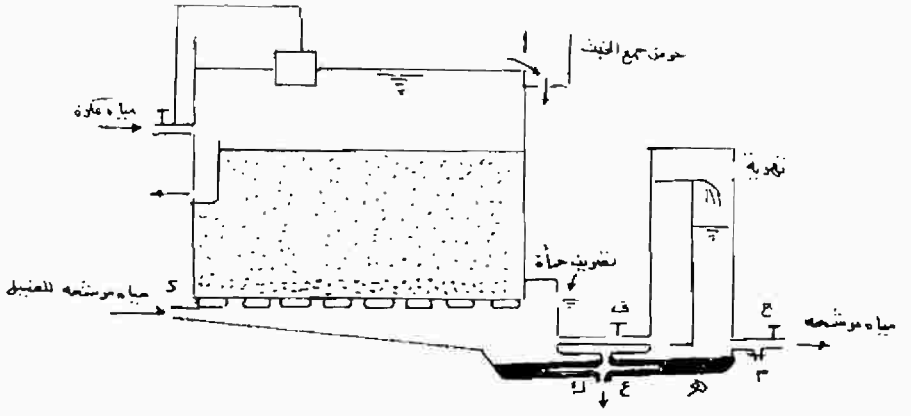
وفي المرشحات الصغيرة يكون استخدام المواسير الصغيرة المثقبة الجانبية أكثر مناسبة، وهذه المواسير المثقبة تكون متصلة بتصريف رئيسى الذي يوجه المياه خارج المرشح. وتكون المواسير إما من الفخار كامل الاستدارة أو نصف استدارة أو من الزهر. والأكثر شيوعا في الإستخدام مواسير الأسبستوس والبولي إيثلين. وتوضع المواسير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

ز- يرتبط عمق المياه فوق الوسط الترشيحي بأقصي فقد في الضغط والذى يؤثر بالتالي علي طول دورة الترشيح، يلزم توفير فراغ فوق أقصي منسوب للمياه في المرشح بإرتفاع 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 خالى من الأرض لتسهيل التحرك لنظافة لمرشح.

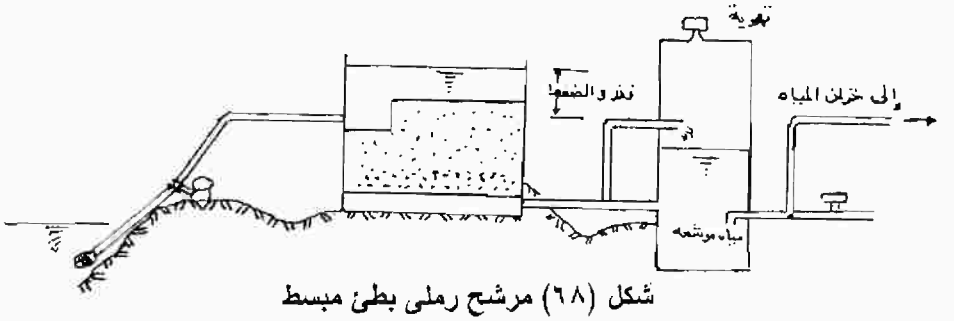
ى- يتم تنظيف المرشح بكشط السطح العلوي لطبقة الرمال بسمك ١,٥ - ٢ سم لإزالة الرمال الغير نظيفة. حيث ان الملوثات تكون بنسبة أكبر في الطبقات العليا وبنسبة أصغر في الطبقات العميقة والتي تتراكم بمعدلات صغيرة وهذا يمكن ان يسبب مشاكل في حالة إستمرار الرمال في مكانها لمدة طويلة جدا. ولذلك بعد كشط الطبقة العليا 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.



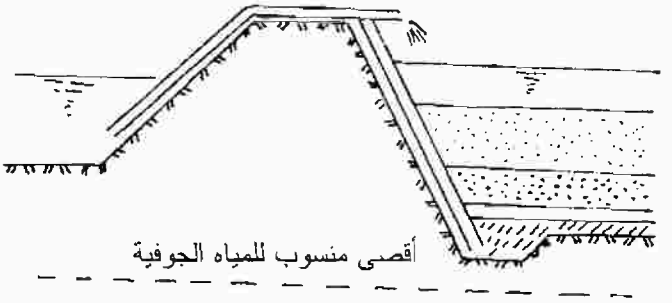
شكل (٦٦) المرشح الرملى البطئ



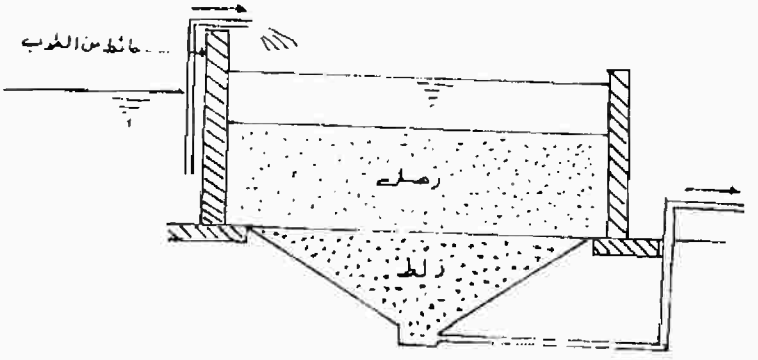
شكل (٦٧) مكونات المرشح الرملى البطئ



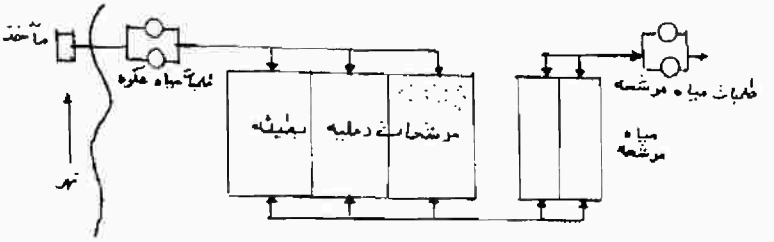
شكل (٦٨) مرشح رملى بطئ مبسط



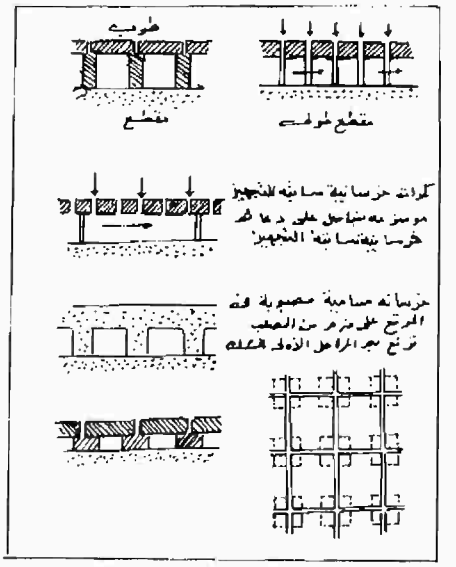
شكل (٦٩) مرشح رملى مبسط من الطوب على جانب جسر



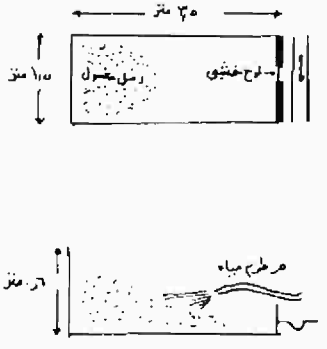
شكل (٧٠) مرشح رملى بسيط



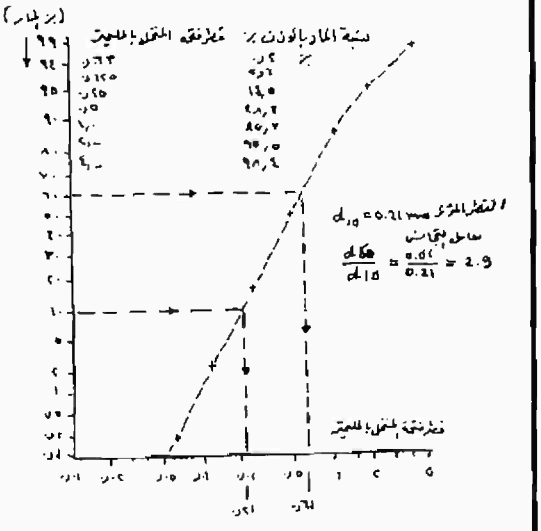
شكل (٧١) مخطط عام للمرشح الرملى البطئ



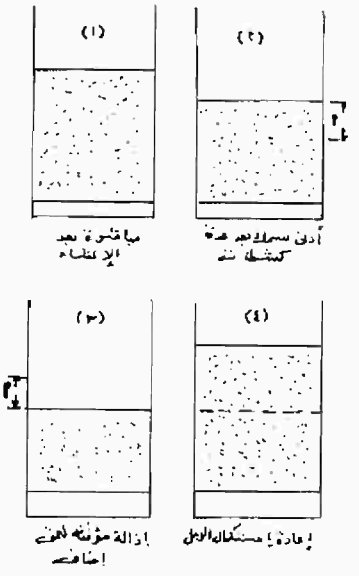
شكل (٧٢) نماذج لقاع المرشح الرملى البطئ



شكل (٧٤) غسيل الرمال



شكل (٧٣) توزيع قطر حبيبات رمل المرشح



شكل (٧٥) كشط وإضافة الرمل للمرشح البطئ

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 مليمتر، ومعدل الترشيح أكبر بكثير ليصل ما بين ٥ إلى ١٥م^{٣}/م^{٢}/الساعة (١٢٠-٣٦٠م^{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 لايكون كبيرا فى الترشيح السريع. ولتنظيف الوسط الترشيحى فإنه لايمكن 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.

٣- 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 العزبة وبعض حالات المجارى السطحية العزبة والتى 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 الترشيحى بالجاذبية شكل (٧٧). وفى عمليات معينة تستخدم مرشحات الضغط والمرشحات التى تعمل بالتدفقات الصاعدة (Upflow Filters) شكل (٨٠) والمرشحات متعددة الوسط الترشيحى (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 جدا (حتى ٥٠ ضعف معدل الترشيح الرملى البطئ). الحجز (Straining) للملوثات فى المرشح السريع ليس هام نظرا لكبر حجم الفراغات فى الوسط الترشيحى. وكذلك الترسيب غير مؤثر نظرا للسرعة العالية للترشيح. ولذلك فإن الملوثات التى تزال بالحجز والترسيب تكون قليلة جدا مقارنة بالترشيح الرملى البطئ وخاصة فى الطبقات العليا للوسط الترشيحى والتى تكون أقل تأثيراً. ولهذا يحدث إختراق عميق للملوثات فى كل الوسط الترشيحى للمرشح السريع. واهم تأثير فى تنقية المياه فى المرشح السريع هو إدمصاص الملوثات ذات الشحنة الكهربية على حبيبات الوسط الترشيحى الذى يحمل شحنة كهربية مختلفة. فى المرشح السريع الشحنات الاستاتيكيه الطبيعية لمادة

الوسط الترشيحى تدعم بالشحنات الكهربية الديناميكية الناتجة عن معدل التدفق العالى للمياه. فالشحنات الكهربية (الأيونات) على حبيبات الوسط الترشيحى تسحب منها تاركة هذه الحبيبات حاملة شحنة موجبة (شحنة مختلفة). هذا التأثير الكبير يساعد على عملية الإدمصاص فى المرشح السريع تمر المياه فى دقائق، بينما فى المرشح البطئ تظل المياه عدة ساعات فى الوسط الترشيحى. الملوثات العضوية التى تحدث انسداد تزال فى الرشح السريع بالغسيل العكسى. فرصة ووقت التحلل البيولوجى للمواد العضوية محدودة جدا. هذا لا يمثل عيب كبير نظرا لأن المواد المسببة للانسداد تزال بغسيل المرشح. ونظراً لأن النشاط البيولوجى والكيماوى للمرشح السريع لا يكفى لإنتاج مياه آمنة بكتريولوجيا لذلك فإنه يلزم عمل معالجات تالية مثل الترشيح الرملى البطئ 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 بالجازبيه شكل (٨٢)

أثناء الترشيح تدخل المياه من المحبس (أ) وتتحرك فى اتجاه الوسط الترشيحى وخلاله، وتمر من نظام التصريف السفلى (قاع المرشح) إلى خارج المرشح خلال المحبس (ب). ونظرا للانسداد التدريجى للمسام فإن مقاومة الوسط الترشيحى للمياه المتدفقة لأسفل تزداد بالتدريج، وهذا يعمل على تقليل معدل الترشيح إلا إذا تم تعويض ذلك برفع منسوب المياه فوق الوسط الترشيحى. أحيانا تصمم المرشحات السريعة للعمل بمنسوب ثابت للمياه والذى يتطلب تجهيز المرشح بالتحكم فى معدل الترشيح سواء بالنسبة للمياه الداخلية أو فى خطوط المياه المرشحة الخارجة. أجهزة التحكم فى معدل الترشيح هذه توفر مقاومة مقاسه لتدفق المياه، وهذه تفتح بالتدريج آلياً لتعويض الزيادة فى مقاومة الوسط الترشيحى ولثبات ظروف التشغيل للمرشح السريع. وفى بعض الأحيان وبعد فترة من التشغيل فإن جهاز التحكم فى معدل الترشيح يكون مفتوحا تماما ولهذا لا يمكن تعويض الانسداد فى الوسط الترشيحى ويقل معدل الترشيح، وفى 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 العكسى يجب أن يكون عاليا بما يعمل على تمدد الوسط الترشيحى وغسيل حبيبات الرمل والتخلص من الرواسب المتراكمة مع مياه الغسيل والتى يتم جمعها وصرفها. وعند انتهاء الغسيل العكس يتم قفل المحبس (د)، (هـ) وإعادة فتح المحبس (أ) للسماح للمياه لدورة الترشيح الجديدة. وفى المرشحات ذات الحبيبات الصغيرة للوسط الترشيحى فإن الغسيل الناتج عن عملية الغسيل العكسى قد لا يكون كافيا على المدى الطويل للمحافظة على نظافة الوسط الترشيحى، بما قد يتطلب عمل نظافة إضافية باستخدام الهواء والماء فى الغسيل العكسى. وهكذا اكثر تعقيدا عن الغسيل بالمياه فقط ولا يوصى به فى المرشحات الصغيرة.

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

* بداية التشغيل يمكن فتح الصمامات ٢،١ حتى ترتفع المياه فى 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 فى إتمام عملية الترشيح بكفاءة.

* فترة الترشيح : يقفل الصمام ٤ ويفتح الصمام ٥،٣ وتستمر هذه الفترة ١٢ - ٣٦ ساعة حتى يصل الفاقد فى الضغط نتيجة مرور المياه فى طبقات الرمل والزلط الى حوالى ٢٥٠ سم ويكون هذا الفاقد فى البداية ٤٠ - ٦٠ سم.

* غسيل المرشح : يقفل الصمام ٥،٣ ويفتح الصمام ٧ لدخول الهواء المضغوط لمدة ٢-٣ دقيقة ويفتح الصمام ١، ٢ لمدة حوالى ٥ دقائق لدخول مياه الغسيل وتصريفها ثم تكرار 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 أختيار 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 لوحدات 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 – جـ)، حيث يستخدم محبس تحكم يعمل بعوامة للمحافظة على منسوب المياه فى كل مرشح. وغالباً فإن الترشيح السريع يستخدم لتنقية المياه التى سبق معالجتها بالمرويات وفى المروقات بحجز الزغبات العالقة التى لم تحجز فى المروقات أو فى أحواض الترسيب. عندئذ يلزم تجنيب 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 بقنوات 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 العكسى وأقل بالنسبة للمرشح ذو أعلا دورة ترشيح. ولكل المرشحات المتصلة يحدد الإنتاج طبقا لإمدادات المياه الداخلة، والذى سوف يكون عاليا بما يكفى الاحتياج من المياه المرشحة. أثناء الترشيح فإن الوسط الترشيحى يحدث له انسداد تدريجى ويرتفع منسوب المياه فى كل المرشحات نتيجة زيادة مقاومة الوسط الترشيحى لتدفقات المياه. وحدة الترشيح التى استمرت فى التشغيل أطول مدة تحتاج الى النظافة بالغسيل العكسى ثم يفتح صمام هذه الوحدة ذات أقل مقاومة لتدفق المياه الداخلة ولذلك فإن نصيب المرشح من المياه الداخلة سيكون كبيرا ويقل التحميل على باقى المرشحات مؤقتا وهكذا. وفى حالة عدم عمل إجراءات خاصة فإن معدل الترشيح بعد التنظيف مباشرة يمكن أن يكون عاليا جدا حتى ٢٥م^{٣}/م^{٢}/الساعة والذى يكون أعلا بكثير عن المعدل المتوسط ٥-٧م^{٣}/م^{٢}/الساعة. وعند الضرورة وللتحكم فى معدل الترشيح للمحافظة على نوعية المياه المرشحة يتم توفير تجهيزه إضافية لمقاومة التدفق (نافورة مثلا) مثبتة على خط خروج المياه المرشحة. الترشيح بالمعدل المتناقص هو العادى فى المرشحات التى تعمل بالضغط. ونظرا لبساطته فإنه يستخدم فى المحطات الصغيرة فى الدول النامية. يمكن تنظيم التحكم فى الترشيح والغسيل آليا شكل (٩٧)

٧- الاعتبارات التصميمية

لتصميم المرشح السريع يلزم تحديد أربعة عناصر وهى: حجم الحبيبات للوسط الترشيحى. سمك طبقة الوسط الترشيحى، عمق المياه فوق الوسط الترشيحى، معدل الترشيح. وطبقا للظروف المناخية فإن هذه العناصر تبنى على أساس الخبره 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 الترشيحى وتوزيعه ليس له تأثير على التكاليف، الحجم الصغير للحبيبات يحسن من نوعية المياه المرشحة ولكنه يسبب سرعة الانسداد للوسط الترشيحى وبالتالى النقص فى زمن دورة عمل المرشح. فى حالة استخدام حبيبات الوسط الترشيحى اقل من ٠,٨ مم يلزم استخدام الهواء للتنظيف. كلما زاد سمك الوسط الترشيحى كلما تحسنت نوعية المياه المرشحة. يجب أن يكون عمق المياه فوق الوسط الترشيحى كبير بما يكفى لمنع الضغط السلبى (Negative Pressure) كلما زاد العمق لطبقة المياه كلما زادت دورة عمل المرشح واهم العوامل هو معدل الترشيح حيث بزيادته تقل نوعية المياه ودورة عمل المرشح وإن كان يقلل من التكاليف نظراً لصغر مساحة الوسط الترشيحى. وتصميم المرشح السريع يبنى على نتائج المرشح التجريبى.

٨- تنظيم الغسيل العكسى:

ينظف المرشح السريع بالغسيل العكسى وذلك بتوجيه تدفقات المياه الى أعلى خلال الوسط الترشيحى لمدة عشر دقائق. المياه المستخدمة فى الغسيل العكسى تكون مياه مرشحة مرفوعة إلى خزان علوى او مياه مرشحة من وحدة ترشيح أخرى فى التشغيل. تكون تدفقات المياه بسرعة عالية بما يكفى لحدوث تمدد فى الوسط الترشيحى وبما يمكن المواد المسببة للانسداد من التفكك وحملها بمياه الغسيل العكس. لإعطاء ٢٠% تمدد موضح فى جدول (١١) التالى.

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^3 / م^2 / 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 العكسى يستخدم عادة ثلاث مضخات واحدة منهم احتياط ومضختين فى التشغيل ويكفى مضختين للمحطات الصغيرة. يكون من المناسب استخدام خزان علوى لمياه الغسيل العكسى شكل (٨٥) ويملأ بطلمبات صغيرة فى الفترات بين الغسيل العكسى، ويكون مستواه من ٤-٦ متر فوق منسوب المياه فى المرشح. لفتح المياه الى خزان مياه الغسيل العكسى يستخدم عادة ثلاث فتحات (واحد إحتياط) 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 الترشيحى للحد من أقصى مقاومة للوسط الترشيحى. يكون عمق المياه المرشحة فوق الوسط الترشيحى من ١,٥-٢ متر. وحدات الترشيح العاملة فى محطة الترشيح يجب ان تكون قادرة على توفير هذا الكم من المياه لمعدل الغسيل العكسى. محطة الترشيح السريع التى تستخدم هذا النظام فى الغسيل العكسى يجب أن يكون بها ما لا يقل عن ستة مرشحات.

وعند دفع مياه الغسيل من أسفل الوسط الترشيحى خلال نظام الصرف السفلى فى قاع المرشح ولتوزيع مياه الغسيل بالتساوى على كل مساحة الوسط الترشيحى 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 مثقبة من أسفل بقطر حوالى ١٠مم من الاسيستوس أو البلاستك القوى ولمنع دخول مواد الوسط الترشيحى من دخول الثقوب فإن الوسط الترشيحى يحمل على مادة خشنة (الزلط) والتى لا تتأثر بمياه الغسيل العكس المنبثقة من الثقوب السفلية. فثملا فى حالة رمل الترشيح بالحجم المؤثر (Effective. Size) من ٠,٧ الى ١ مليمتر فإنه يحتاج إلى ٤ طبقات من الزلط من أعلى إلى أسفل ١٥سم (٢-٢,٨مم)، ١٠سم (٥,٦-٨ مم)، ١٠ سم (١٦-٢٣مم)، ٢٠سم (٣٨-٥٤مم) العمق الكلى لطبقات الزلط يكون ٥٥ سم.

بعد مرور المياه المرشحة للوسط الترشيحى حاملة الملوثات فإنها تجمع وتصرف فى أحواض مياه الغسيل. المسافة الأفقية التى تقطعها مياه الغسيل الى حوض تجميع يجب أن تكون محدودة بحوالى ١,٥ –٢٠٥ متر. توضع أحواض تجميع مياه الغسيل لتكون قمتها على مستوى من ٥٠ – ٦٠ سم فوق منسوب الوسط الترشيحى 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 فى.

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

H عمق تدفقات مياه الغسيل فى الحوض	عرض الحوض (b)		
	٢٥سم	٣٥سم	٤٥سم
٢٥سم	٣٠ل/ت	٤٠ل/ت	٢٥ل /ت
٣٥سم	٣٥ل/ت	٧٥ل/ت	٩٦/ت
٤٥سم	٨٢ل/ت	١١٥ل/ت	١٤٨ل/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 مضى الوقت. وبعد وقت ما يمكن أن تغطى الحبيبات بطبقة لزجة من المواد العضوية، بما يسبب مشاكل مثل كرات الطين وشقوق فى المرشح. ويمكن منع هذه السلبيات بتوفير الهواء المضغوط فى الغسيل العكسى بمعدل ٣٠-٥٠ متر مكعب فى الساعة مع الماء بمعدل ١٠-١٥ متر مكعب فى الساعة، وهذا يزيل الغطاء اللزج على سطح الحبيبات. وعند عمل الغسيل العكسى بالهواء يلزم توفير

شبكة مواسير منفصلة الشكل (٨٨) يوضح أحد النماذج الشكل (٨٩) يوضح تنظيم التغذية بالهواء والماء للغسيل العكسى. يبدأ الغسيل العكسى بتدفق المياه من الغرفة رقم (١) الى الغرفة رقم (٢)، الهواء الغرفة رقم (٢) يضغط ليقوم بتنظيف المرشح. يستخدم الماء المتجمع فى الغرفة (٢) فى 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 $Q=(n-1)Ar$ حيث n هو عدد المرشحات. وفى التصميم التجريبى فإن مساحة وحدة الترشيح (A) بالمتر 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 طلمبات مياه الغسيل والتغذية بالكيماويات والمكاتب وغرف التخزين، تدوال الكيماويات وتخزينها والمرافق الصحية توضع فى مبنى فى الوسط بينما على الأجناب توضح وحدات الترشيح المختلفة على جانب أو جانبين من ممر ذو مستويين المستوى العلوى يكون للتشغيل والسفلى لمجرى المياه. مخطط عام لتشغيل المرشح السريع شكل (٩٥، ٩٦، ٩٧) شكل ٩٨ الذى يعمل آليا 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 الترشيحى والمياه فوق الوسط الترشيحى ويكون الحوض مستطيل بحوائط عمودية. وتصميم المنشأ الخرسانى يتم طبقا

للقواعد العامة مع الأخذ فى الاعتبار أن يكون مانعا لنفاذ المياه. توضع أسياخ حديد التسليح بعيده عن بعضها بما يسمح بإحاطتها كاملا بالخرسانة. يقسم المنشأ الى عدد من القطع المستقلة (Lndividual- Sections) مربوطة بوصلات تمدد مانعة لنفاذ المياه. وتكون الخلطة الخرسانية وعملية خلط الخرسانة تحقق عدم التفاذيه 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 الرأسى فى مواجهة الوسط الترشيحى ومثبتة فى الجدار الداخلى للمرشح. يوضح المرشح بعيداً عن منسوب المياه الجوفية وعند الضرورة فوق أرض مرتفعة.

أسهل طريقة لعمل نظام الصرف السفلى لتحقيق التوزيع المتساوى لمياه الغسيل على كل الجانب السفلى للوسط الترشيحى هو باستخدام المواسير المثقبة أو باستخدام قطع خرسانية سابقة التجهيز ٦٠سم ×٦٠سم وتجهيز هذه القطع بثقوب بمعدل ٦٠ ثقب فى 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 للرمل أقل من ١,٧ ليكون حوالي ١,٣٠ والمفضل 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 التى تعمل بالضغط: (Pressure Filters)

شكل (٩٩):

المرشحات الرملية التى تعمل بالضغط عبارة عن هيكل أسطوانى يتحمل ضغط داخلى أكبر من ٢ جوى يوضع بداخلة مواد الترشيح مثل الرمل ويستخدم

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

يفضل إلا يزيد معدل الترشيح لهذا النوع من المرشحات عن ٢٤٠ متر مكعب فى اليوم لكل متر مربع من سطح المرشح وتكون هذه المرشحات إما رأسية أو أفقية من حيث محور الهيكل الأسطوانى للمرشح إلا أن سريان المياه فى كلا النوعين يكون رأسيا ومن أعلى لأسفل. يكون الهيكل الأسطوانى 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 فى الساعة وفى أى الأحوال يفضل إستخدام مرشحين على الأقل فى عملية المعالجة للمياه لمواجهة أى أعطال أو مشاكل فى التشغيل وبين الشكل (٩٨) رسما توضيحيا لهذا النوع من المرشحات.

القسم الثالث

مواد الترشيح

مقدمة :

مواد الترشيح مثل رمل السيليكا أو الفحم البناتى وكذلك الزلط الحامل لمواد الترشيح يجب أن يتم استخراجهم من مناجم مستخدمة بانتظام للحصول على مواد الترشيح لتنقية المياه. الوسط الترشيحى هو المواد التى تزيل الجسيمات العالقة من الماء أثناء عملية الترشيح ومن هذه المواد الأنثراثيت (الفحم البناتى) ورمل السيليكا، الزلط. وتستخدم حبيبات الأنثراثيت (الفحم المنشط) للترشيح والأدمصاص. يحدد العمق للوسط الترشيحى وحجم الحبيبات فى المرشح بواسطة المصمم حيث يؤخذ فى الإعتبار حالة المياه العكرة ومدى المعالجة بالكيماويات. فى حالة الوسط الترشيحى الخشن فإنة يسمح بدورات ترشيح أطول عن الوسط الترشيحى الناعم عند معدل معين للترشيح. تتحسن الإزالة للمواد العالقة مع زيادة عمق الوسط الترشيحى أو صغر حجم الحبيبات أو كليهما. عند إستخدام حبيبات الفحم المنشط فى الوسط الترشيحى 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 الترشيحى عالى الكثافة مثل العقيق (Garnet) أو الإلمنيت (ELminite) لزيادة الإزالة للمواد العالقة وزيادة معدلات الترشيح وهذا الوسط عالى الكثافة يظل كطبقة تحت طبقة الرمل لاختلاف الكثافة وحجم الحبيبات وبنفس الطريقة فإن رمل السيليكا يظل منفصلا عن طبقة الفحم فوقه فى الوسط الترشيحى المزدوج. العقيق هو تسمية لمواد مختلفة وهى سيليكا الحديد والألومنيوم والكالسيوم أو خام الكروم والألمينت (Elminite).

١- تعاريف :-

أ - القطر المؤثر (الفعال) (Effective Size)

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

ب- معامل التجانس : (Uniformity Coefficient)

معامل التجانس يعبر عن درجة التغير فى قطر الرمل وهو عبارة عن النسبة بين فتحة النحل التى يمر من خلالها ٦٠% من وزن الرمل والقطر الفعال (أو المؤثر) فعلى سبيل المثال إذا كانت فتحة المنخل التى يمر من خلالها ٦٠% من وزن الرمل هى ٠,٧ مم وكان القطر الفعال للرمل هو ٠,٣٥ مم فإن معامل التجانس يكون ٠,٧ ÷ ٠,٣٥ = ٢.

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

(٢) الرمال المستخدمة فى المرشحات الرملية السريعة يكون القطر الفعال من ٠,٣٥إلى 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 ٠,٨٥ ١.

٣ – 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 الجزئي العالى والمواد الغير متأينة تمتز أكثر من المواد العضوية ذات الوزن الجزئي المنخفض والمواد المتأينة.

وتستخدم بودرة الفحم المنشط عادة لمعالجة مشاكل المذاق والرائحة الموجودة فى مصادر المياه السطحية والتى 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. الجرعة العادية هى من ١-٥٠ مليجرام/لتر.

معالجة المياه بحبيبات الفحم المنشط مكلف عن بودرة الفحم المنشط إلا أن حبيبات الفحم اكثر فاعلية فى إزالة الملوثات من الكيماويات العضوية الكثيرة التى تؤثر على المذاق والرائحة والمواد العضوية الكلية والترايهالوميثان والكيماويات العضوية المتطايرة والملوثات من الكيماويات العضوية المخلقة. 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 الادمصاص / أو تسبب انسداد هيدروليكى.

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

واستبدالها حيث يعتبر ذلك أكثر وفرة. ويتم التنشيط بإستخدام 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 الممتزه 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 الترشيحى :

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.

جـ - 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 والتى 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.

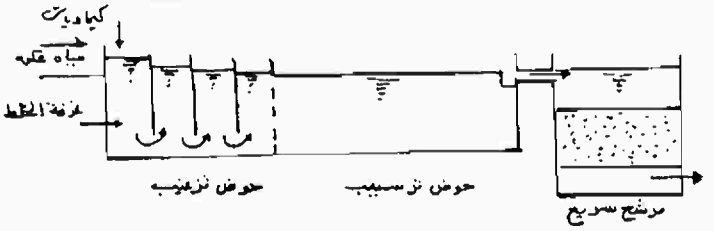
* بعد وضع كل طبقات الزلط وقبل وضع طبقات الرمل أو طبقات حبيبات الفحم يتم غسيل المرشح لمدة ٥ دقائق بأعلى معدل وبما لا يزيد عن ٢٥ جالون فى الدقيقة / القدم المربع من مساحة سطح المرشح ويمكن إلغاء هذا فى حالة عدم وجود أجسام غريبة أو ملوثات.

* 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 المزالة بالكشط.

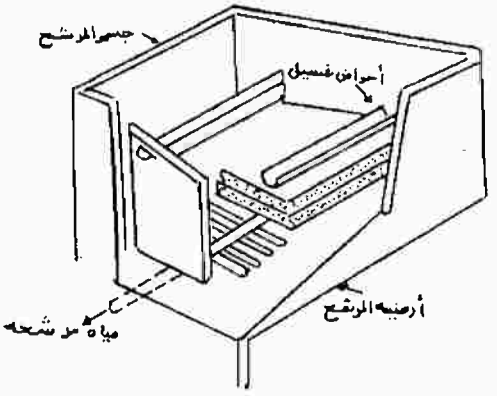
الغسيل الأولى :

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

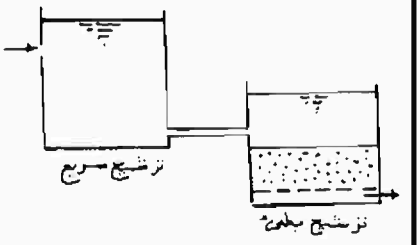
الهواء من الوسط الترشيحى. بعد الغسيل الأولى يتم تصريف المياه من المرشح ثم يتم إزالة طبقة من الأجسام الصغيرة حوالى ٤-٥ من سطح المرشح بالكشط يتم غسيل المرشح ما لا يقل عن ثلاث مرات لكل مرة لا تقل عن ٥ دقائق وأن يكون الغسيل متزامنا مع تشغيل مرشح أخر لتوفير مياه الغسيل. بعد تنفيذ الخطوات السابقة يتم تطهير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



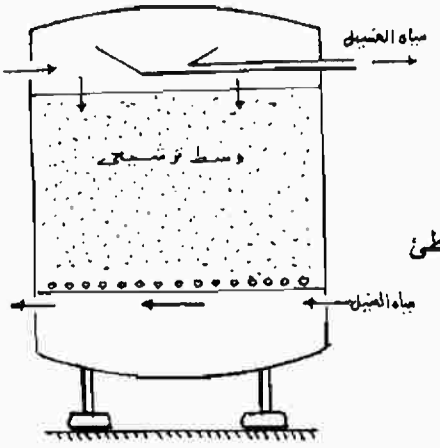
شكل (٧٦) الترشيح السريع بعد الترويب والترسيب



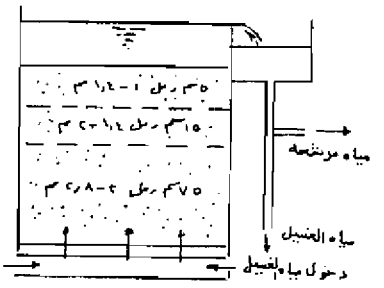
شكل (٧٧) مرشح سريع يعمل بالجاذبية



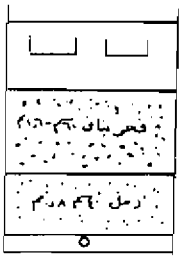
شكل (٧٨) ترشيح سريع يليه ترشيح بطئ



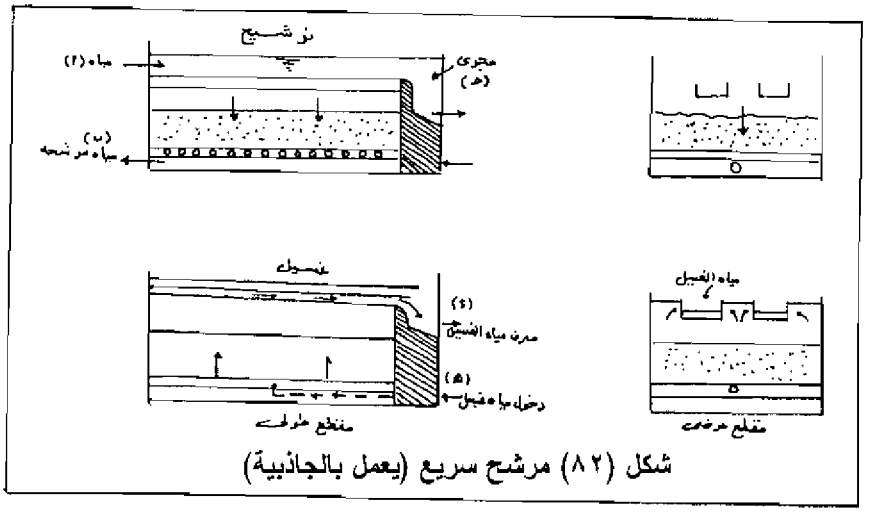
شكل (٧٩) مرشح يعمل بالضغط



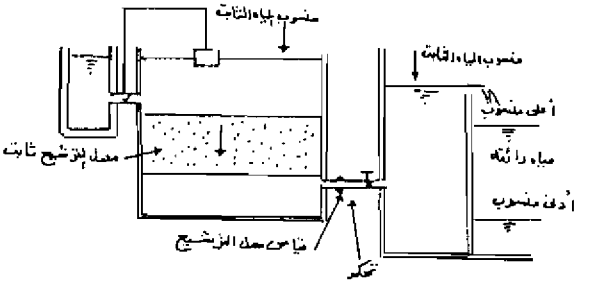
شكل (٨٠) مرشح التدفق العلوى



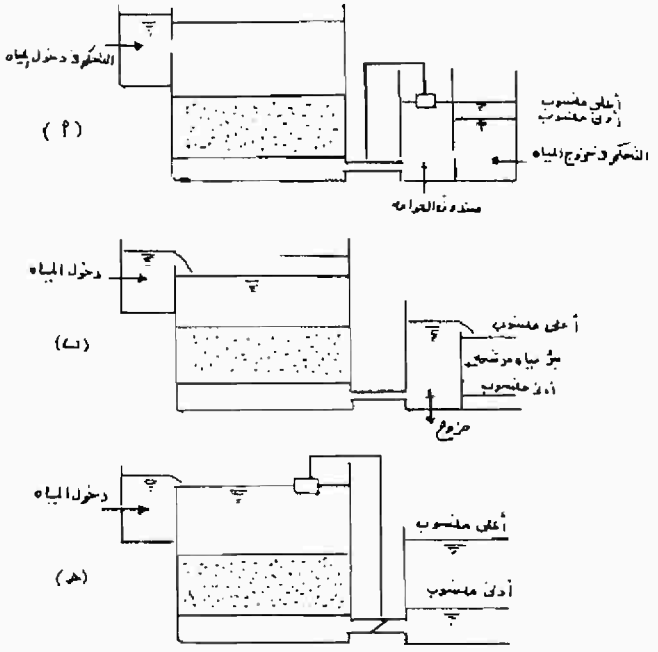
شكل (٨١) وسط ترشيحى مزدوج



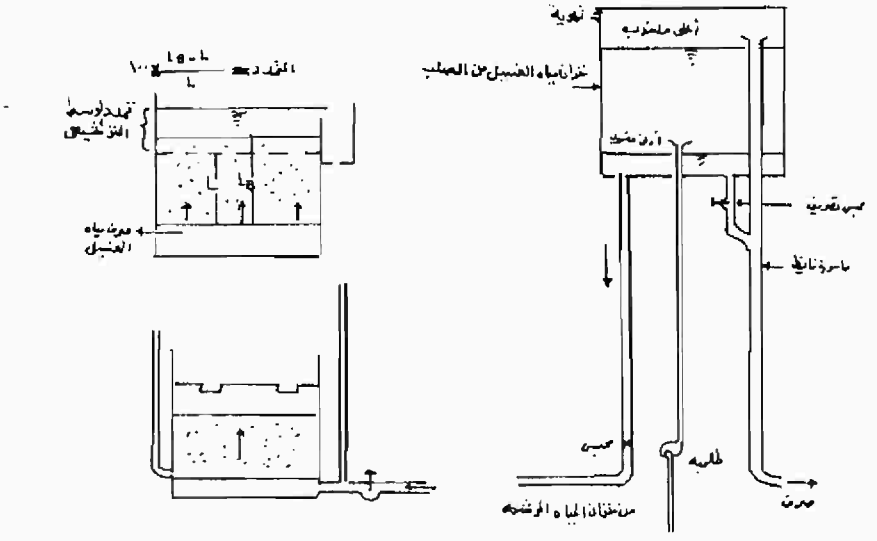
شكل (٨٢) مرشح سريع (يعمل بالجاذبية)



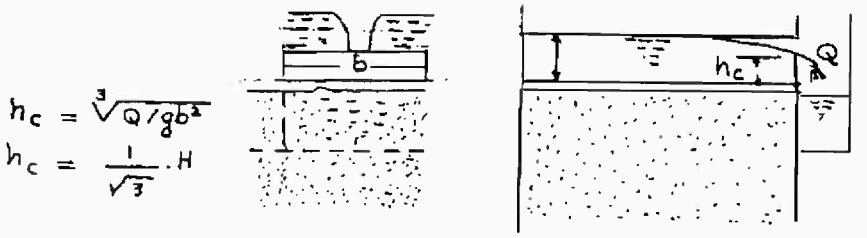
شكل (٨٣) التحكم فى معدل الترشيح



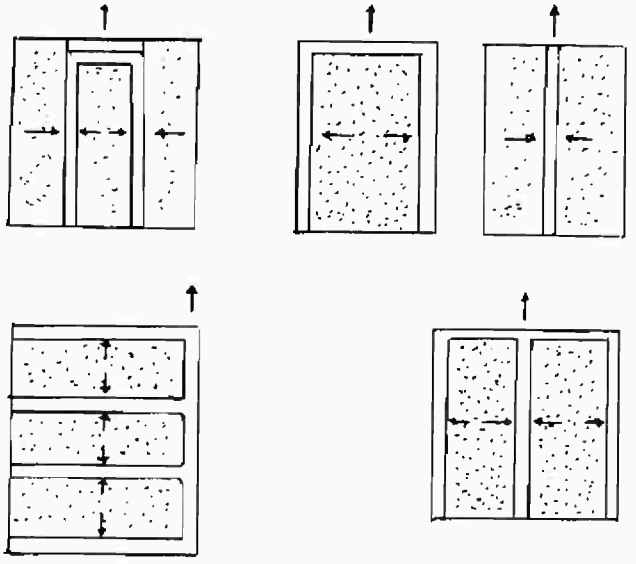
شكل (٨٤) التحكم فى المرشح (الطرق أ، ب،جـ)



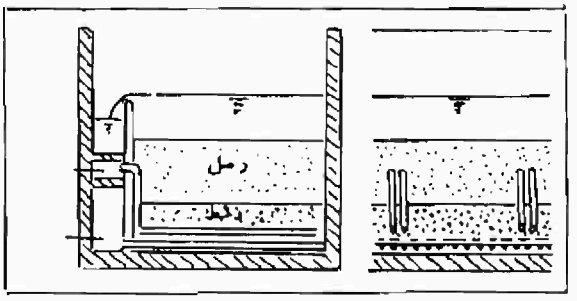
شكل (٨٥) خزان مياه الغسيل



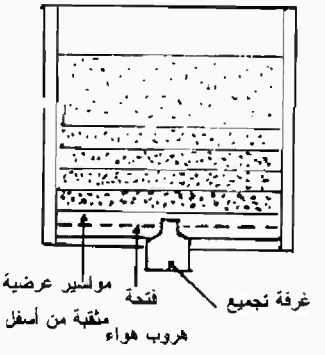
شكل (٨٦) التدفق فى حوض مياه الغسيل



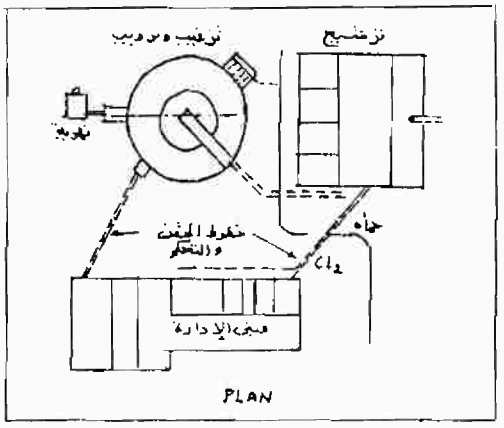
شكل (٨٧) تنظيم أحواض المياه لغسل الرمال



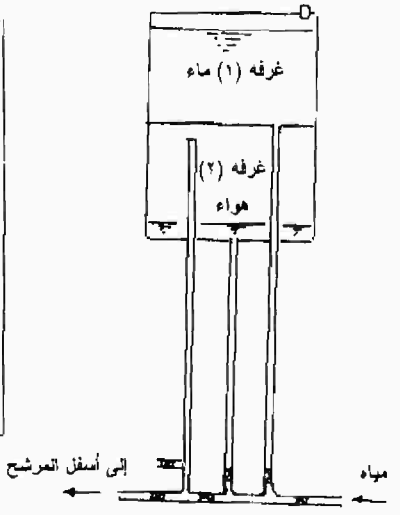
شكل (٨٩) الغسيل بالماء والهواء



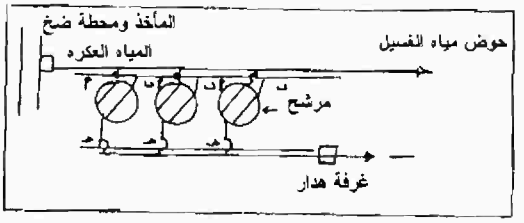
شكل (٨٨) نظام الصرف السفلى



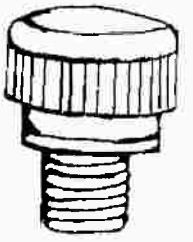
شكل (٩١) مخطط عام لمحطة مرشحات



شكل (٩٠) الغسيل بالماء والهواء

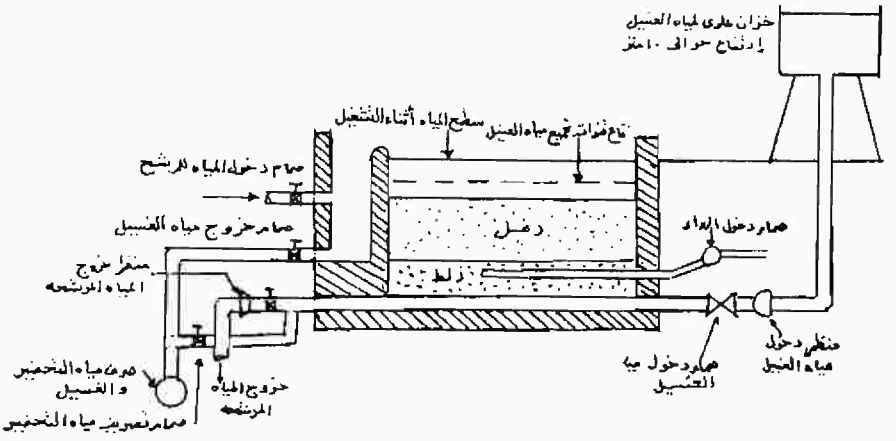


شكل (٩٣) مخطط عام للمرشحات السريعة

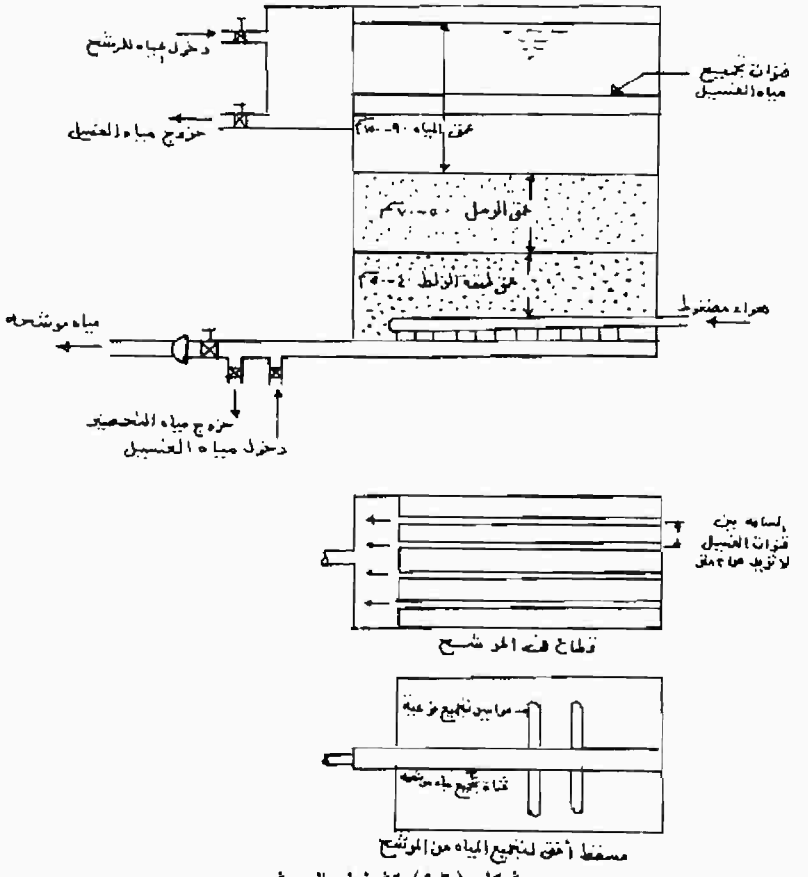


شكل (٩٢) فنى البلاستك لتجميع المياه من قاع المرشحات

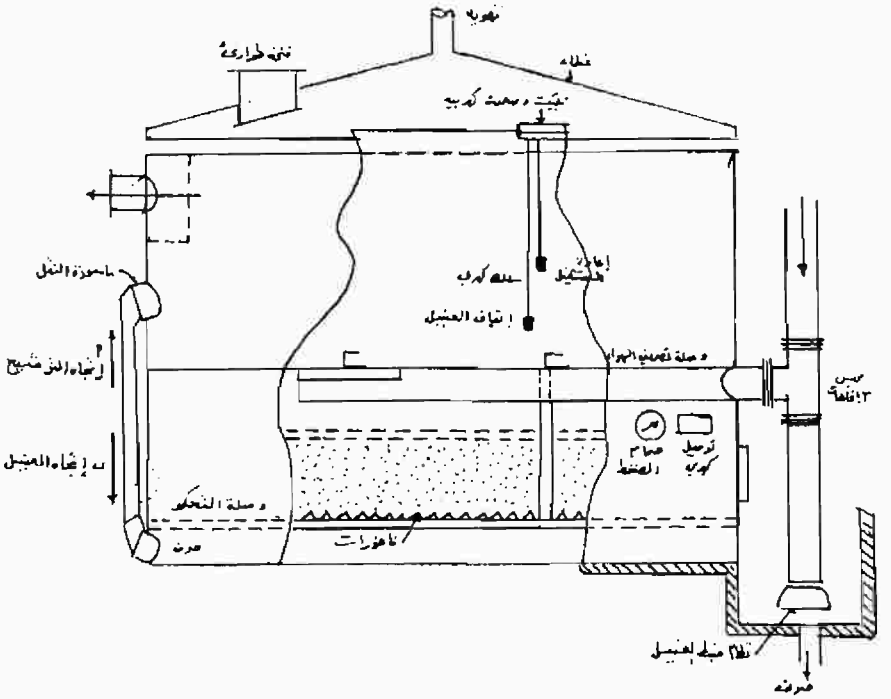
شكل (٩٤) مرشح زلط أفقى



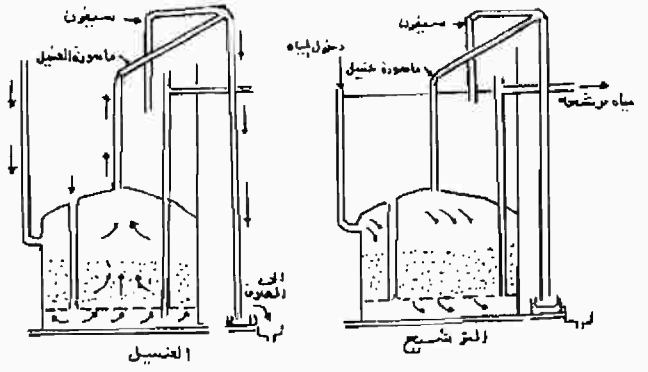
شكل (٩٥) تشغيل المرشح



شكل (٩٦) تشغيل المرشح

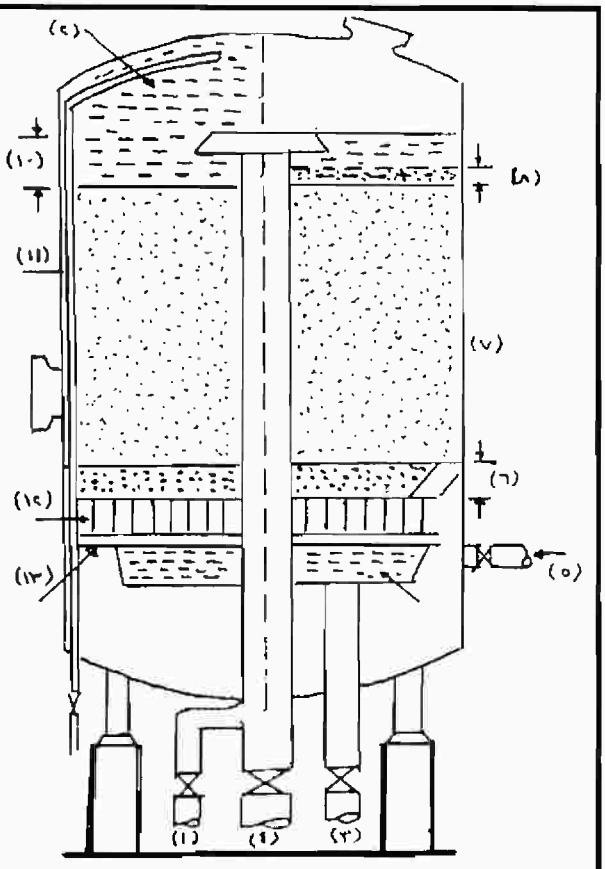


شكل (٩٧) مرشح (زلط + رمل) يعمل آليا وبنظام الغسيل الآلى



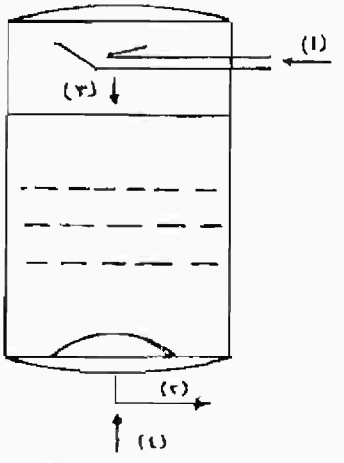
شكل (٩٨) مرشح آلى يعمل بالجاذبية

(١) دخول المياه إلى المرشح
(٢) المياه بعد الدخول للمرشح وقبل الترشيح
(٣) خروج المياه المرشحة ودخول مياه الغسيل
(٤) خروج مياه الغسيل
(٥) دخول الهواء المضغوط
(٦) طبقة من الزلط الحبيبى
(٧) طبقة من الرمل
(٨) تمدد الرمل أثناء الغسيل
(٩) مياه الغسيل
(١٠) فراغ حوض الغسيل
(١١) ماسورة تصريف
(١٢) بلوكات مفرغة
(١٣) قاع المرشح
(١٤) دخول مياه الغسيل



شكل (٩٩) مرشح يعمل تحت ضغط

(١) دخول المياه إلى المرشح
(٢) خروج المياه من المشرح
(٣) إتجاه المياه عند الترشيح
(٤) إتجاه مياه الغسيل



شكل (١٠٠) إستخدام الكربون المنشط فى الترشيح