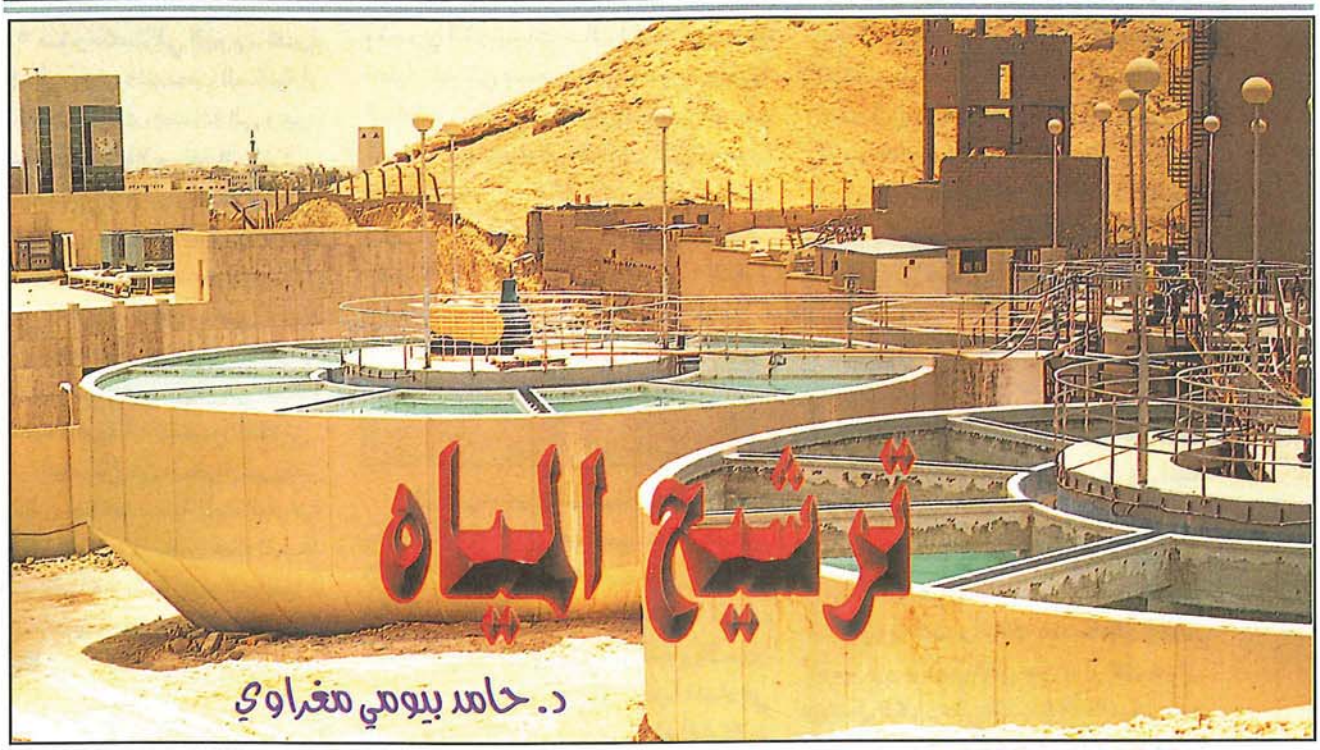


ترشيح المياه

د. حامد بيومي مغراوي

تعد عملية ترشيح المياه القاسم المشترك في معظم محطات معالجة وتنقية المياه ، حيث يتم من خلالها إزالة الجسيمات الدقيقة العالقة بالمياه ـ مثل الطفلة (Clay) ، والغرين (Silt) ، وجسيمات المواد الغروية والعضوية الطبيعية ، ورواسب أملاح العناصر الناتجة عن عمليات التخثير ، والكائنات الحية المجهرية ـ التي يصعب إزالتها بعملية الترسيب بسبب دقة حجمها (من ٠,١ ملم إلى أقل ٠,٠٠١ ملم) ، وطول الفترة الزمنية اللازمة لترسيبها ـ تتراوح ، بين ٣٣ دقيقة إلى أكثر من ٦٠ عاماً ـ دون إضافة مواد كيميائية مخثرة .

تهدف عملية الترشيح ـ بالإضافة إلى الحصول على مياه صافية نقية ذات طعم ورائحة مقبولين ـ إلى التخلص من الجسيمات العالقة بالمياه التي يتسبب وجودها في زيادة جرعات المواد المطهرة بسبب أن الأجسام العالقة تحمي الكائنات الحية المجهرية من تأثيرات تلك المطهرات .

آليـة الترشيـح

تعتمد آلية ترشيح المياه على عدة عوامل مختلفة هي الخواص الفيزيائية والكيميائية للشوائب ، ووسط المرشح ، ومعدل الترشيح ، والخواص الكيميائية للمياه الخام . وتتم عملية إزالة الشوائب من خلال عدة آليات هي :ـ

١ـ الحجز (Straining) : ويتم على سطح وسط المرشح .

٢ـ الترسيب (Sedimentation) : ويتم في الفراغات الموجودة بين حبيبات وسط المرشح .

٣ـ الانتقال (Transport) : وتؤدي إلى اقتراب الجسيمات الصلبة ـ خاصة الدقيقة منها ـ من السائل إلى الفجوات القريبة من أسطح حبيبات الوسط المسامي . وتتضمن هذه الآلية ترسيب الجسيمات الصلبة تحت تأثير الجاذبية ، والتقاط الجسيمات أثناء مرورها ، والديناميكا الهيدروليكية التي ترتبط بخواص تلك الجسيمات من حيث كثافتها ومقاساتها ، وشكلها .

٤ـ الالتصاق (Attachment) : ويحدث عند اقتراب الجسيمات الصلبة من سطح حبيبات وسط المرشح حيث تبدأ قوى سطحية قصيرة المدى في التأثير على حركة الجسيم ، وفي حالة عدم استقراره بدرجة كافية ـ بحيث تصل قوى التنافر (Repulsion Forces) الساكنة عند حدها الأدنى ـ فإن التصادم بين الجسيم وسطح الحبيبات يصبح ممكناً ، ويحدث الالتصاق بينهما عن طريق قوى **فان ديرفال** (Van der Waals) قصيرة المدى .

وسائـط المرشحـات

يستخدم في عملية الترشيح عدة وسائط حبيبية مختلفة هي كالتالي :ـ

١ـ رمل السيليكا ، وفحم الانثراسيت ، والجارنت (مخلوط من سيليكات الحديد والألمنيوم والكالسيوم) ، والألمنيت (مخلوط من مركبات الحديد والتيتانيوم) .

٢ـ كربون حبيبي منشط (Granular Activated Carbon - GAC) وذلك لإزالة طعم ورائحة المياه ، كما أنه يستخدم بعد عملية الترشيح لادمصاص المركبات العضوية .

٣ـ الدياتومسيوس الأرضي (Diatomaceous Earth - DE) ، ويتركب

من طحالب مائية مجهرية ذات هياكل متحجرة تنمو في المياه العذبة أو المالحة ، يتم جمعها ، ثم تعدينها ومعالجتها وتصنيفها طبقاً للمقاس الخاص بتطبيقات ترشيح مياه الشرب والذي يتراوح بين ٥ إلى ١٧ ميكروميتر .

٤ـ البيرلايت : ويعد أقل الأوساط استخداماً في عمليات ترشيح المياه ، ويتم الحصول عليه من الصخور البركانية الزجاجية بعد معالجتها بالتسخين ـ لإزالة جزئيات الماء منها ـ حيث تتحول إلى كتلة من الفقاقيع الزجاجية ، يتم طحنها وتكليسها ، ثم طحنها مرة أخرى وتصنيفها في مقاسات مختلفة .

وهناك عدة خصائص فيزيائية هامة لحبيبات وسط المرشح ، تؤثر من خلالها على أداء عملية الترشيح ، وعلى تحديد نوع الوسط المناسب لتلك العملية ، وعلى متطلبات تدفق مياه الغسيل العكسي (Backwashing) لوسط المرشح . وتتمثل هذه الخصائص في مقاس الحبيبات (ملم) وتدرجها ، وشكل الحبيبات ودرجة استدارتها ، وكثافتها النوعية ، وصلابتها ، ومسامية الوسط (حجم الفراغات بين الحبيبات إلى الحجم الكلي للوسط) .

يتم تحديد مقاس ودرجة انتظام حبيبات وسط المرشح طبقاً لعاملين هما : ـ

* **المقاس المؤثر (Effective Size-ES) :** ويعرف بأنه مقاس فتحات المنخل (Sieve) الذي يسمح بمرور ١٠٪ (بالوزن) من الحبيبات .

* **معامل التماثل (Uniformity Coefficient-UC) :** وهو النسبة بين مقاس فتحات المنخل الذي يسمح بمرور ٦٠٪ (بالوزن) من الحبيبات والمقاس المؤثر .

ويلاحظ أنه كلما صَغُرَ المقاس المؤثر للحبيبات زادت كفاءة المرشح في إزالة الشوائب ، إلا أن ذلك يزيد من معدل إنسداد مسام الوسط مما يعيق مرور المياه ـ يعبر عنه بفقدان ضغط (Head loss) المياه ـ داخل المرشح . ومن ناحية أخرى كلما انخفض معامل التماثل (الحبيبات أكثرانتظاماً) زادت إمكانية تغلغل الشوائب في عمق وسط المرشح ، وبالتالي استغلاله استغلالاً كاملاً في حجز وتخزين تلك الشوائب .

الخاصية	نوع المرشحات
نوعية الوسط الحبيبي	الرمل ، وفحم الانثراسيت ، والديا تومسيوس الأرضي .
نظام مرور المياه	ـ مفتوحة (تحت تأثير الجاذبية الأرضية) . ـ ضغطية (تحت ضغط عال).
معدل سريان المياه	ـ سريعة (معدلات سريان عالية) . ـ بطيئة (معدلات سريان بطيئة جداً) .
عدد وسائط المرشح	ـ أحادية الوسط (طبقة واحدة من الرمل أو أي مادة أخرى مشابهة) . ـ ثنائية الوسط (طبقتين السفلى منهما ذات حبيبات صغيرة المقاس كرمل السيليكا ، والعليا ذات حبيبات كبيرة وخفيفة مثل فحم الانثراسيت المجروش) . ـ متعددة الوسائط (ثلاث طبقات أو أكثر تتدرج حبيباتها مقاساً ووزناً حيث يزداد المقاس ويقل الوزن من أسفل إلى أعلى).
إتجاه تدفق المياه	ـ صاعدة (يتدفق فيها الماء من أسفل إلى أعلى) . ـ هابطة (يتدفق فيها الماء من أعلى إلى أسفل).
عمق وسط المرشح	ـ عميقة (المرشحات الرملية السريعة) . ـ سطحية (المرشحات المغطاة ، والمرشحات الرملية البطيئة) .

● جدول (١) أنواع المرشحات المستخدمة في عمليات ترشيح المياه .

أنواع المرشحات

تقسم المرشحات المستخدمة في عمليات ترشيح المياه إلى عدة أنواع ، يمكن تصنيفها وتوصيفها طبقاً لعدة خصائص يوضحها الجدول (١) .

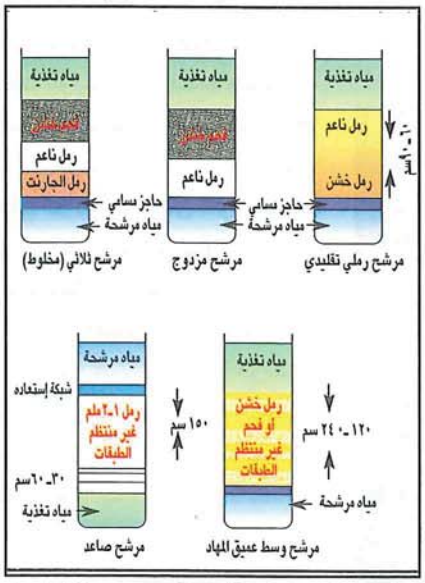
ويمكن من خلال التقسيمات السابقة ، جدول (١) ، توصيف المرشح توصيفاً كاملاً عن طريق الاختيار المناسب لصفاته ، وبالتالي توصيف عملية الترشيح ، فعلى سبيل المثال في حالة المرشح ثنائي الوسط السريع الذي يعمل تحت تأثيرالجاذبية الأرضية ، فإن ذلك يدل على أن عملية الترشيح هي ترشيح عميق المهاد (Deep Bed) خلال وسطين (طبقة رمل تعلوها طبقة أخرى من فحم الإنثراسيت) ، تحت معدل تدفق عال وكاف لإمكانية الإزالة العميقة للجسيمات الدقيقة خلال وسط المرشح ، إضافة إلى أن عملية الترشيح تتم في إناء مفتوح يعمل تحت تأثير الجاذبية الأرضية .

وسوف يتناول هذاالمقال ـ بمشيئة الله ـ خمسة أنواع من المرشحات يمكن توضيحها كما يلي :

● مرشحات الرمل السريعة

تعد مرشحات الرمل السريعة أكثر أنواع المرشحات شيوعاً واستخداماً في معالجة مياه الشرب .

يتكون وسط الترشيح في المرشحات السريعة من مادة حبيبية هي الرمل ، وفحم الإنثراسيت المجروش ، وحبيبات الكربون المنشط ، والجارنت ، والألمنيت ، ويوضح الشكل (١) التركيب



● شكل (١) مخطط توضيحي لأنظمة مرشحات الرمل السريعة.

النموذجي لوسط المرشحات السريعة كثيرة الاستخدام .

يعد الرمل التقليدي هو الأكثر استخداماً في مرشحات الوسط الأحادي والثنائي ، وتحل حبيبات الكربون المنشط محل الرمل أو الإنثراسيت في مرشحات الادمصاص حيث يتم استخدامها كوسط أحادي أو ثنائي أو ثلاثي .

تمر المياه المراد تنقيتها ـ بعد المعالجة الأولية ـ خلال وسط المرشح بمعدل تدفق هابط (من أعلى إلى أسفل) يتراوح ما بين ٢ إلى ١٠ جالون / دقيقة / قدم٢ (٥ إلى ٢٥ متر/ساعة) . وكذلك توجد بعض أنواع المرشحات السريعة التي تستخدم نظام التدفق الصاعد . وتتم إزلة الشوائب العالقة بالمياه داخل مهاد المرشح وهو ما يسمى بالترشيح العميق .

مما يجدر ذكره أن مرشحات الرمل السريعة تستخدم في محطات تنقية مياه الشرب لمدينة الرياض ، وبعض مدن المنطقة الوسطى .

تعتمد عملية تنقية المياه في محطات مدينة الرياض (الشميسي ، والملز ، والمنفوحة ، وصلبوخ، والبويب والوسيع) على مبدأ إزالة العسر باستخدام الجير ورماد الصودا داخل أبراج مخروطية الشكل يتم فيها الخلط السريع والبطيء والترسيب لتمر المياه بعدها على المرشحات . ويختلف عدد وحدات المرشحات من محطة لأخرى إلا أن كل مرشح يتكون من جزئين متتاليين الأول مرشح رملي ذو وسط خشن تمر به المياه من أسفل إلى أعلى (صاعد) ، والثاني مرشح ذو وسط ناعم تمر به المياه من أعلى إلى أسفل (هابط) ما عدا محطة الوسيع التي تقع شرق مدينة الرياض فتحتوي على مرشح هابط فقط ، وفيما يلي توضيحاً لبعض مواصفات مرشحات محطات تنقية مياه الشرب بالمنطقة الوسطى .

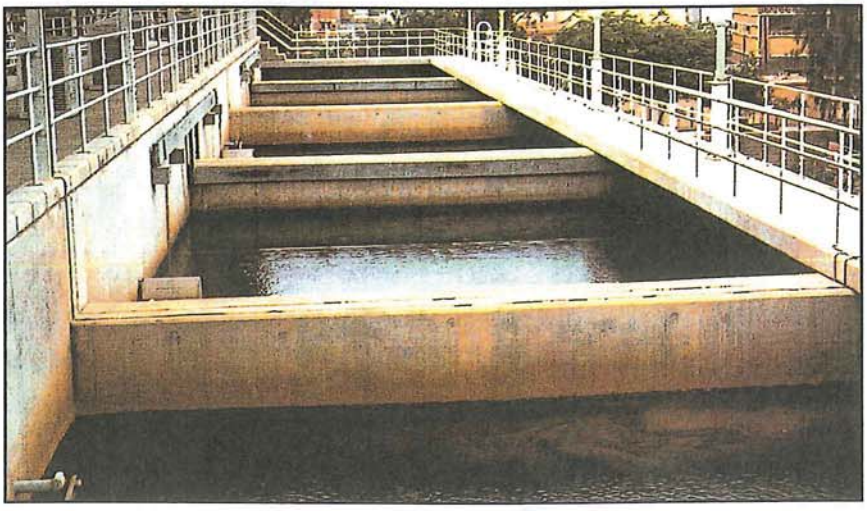
* **محطة الوسيع :** ويبلغ عدد وحدات الترشيح بها ٢٢ وحدة ، كل بمساحة ٧٢م٢، ووسط ترشيح ثنائي يتكون من رمل بعمق ٣٠سم (مقاس حبيباته يتراوح بين ٠,٣ ـ ٢ملم) وفحم انثراسيت بعمق ٥٠سم ، ويبلغ معدل التدفق لكل وحدة ١٠,٨٠٠م٣/يوم ، بمعدل ترشيح فعلي ١٥٠م/يوم ، وزمن دورة ترشيح ٢٤ ساعة . ومعدل تدفق مياه الغسيل العكسي ٤١م٣/م٢/ساعة لمدة ١٠ دقائق لكل وحدة .

* **محطة الشميسي :** وتحتوي على ٦ مرشحات رملية كل مرشح يتكون من جزئين صاعد وهابط ، ويتركب الجزء الصاعد من طبقة رملية بسماكة ٢٣٨سم ومقاس ٣-٥ملم تعلوها طبقة رملية بسماكة ١٠سم ومقاس ١٠ ـ ١٨ملم ، بينما يتكون الجزء الهابط من طبقة سفلية بسماكة ١٠سم (مقاس ١٠ ـ ١٨ملم) ، وطبقة وسطى بسماكة ١٥سم ومقاس ٣ـ٥ملم، وطبقة علوية بسماكة ٩٠سم ومقاس ٠,٨ ـ ١,٢ملم . وتبلغ المساحة السطحية للجزء الصاعد ١٣م٢ والهابط ٤٨م٢ ، وزمن الدورة الترشيحية ٤٨ ساعة للجزئين الصاعد والهابط ، ويبلغ معدل الترشيح الفعلي لهما ٣٦٩م/يوم و١٠٠م/يوم على الترتيب ، ويبلغ معدل التدفق الفعلي لكل مرشح ٤٨٠٠ م٣/يوم لكل من الجزئين الصاعد والهابط ، بينما يبلغ معدل تدفق ماء الغسيل العكسي للجزئين ٨٠٠م٣/ساعة لمدة ١٠دقائق .

ومعدل تدفق هواء الغسيل ٣٤٨ و ٨٨٨م٣/ساعة لكل من الصاعد والهابط على التوالي لمدة ٣٠ دقيقة .

* **محطة بريدة :** وتهدف عملية الترشيح بها إلى إزالة رواسب الحديد والمنجنيز التي تكونت داخلها خلال عملية التهوية . وتحتوي المحطة على ٢٠ مرشحاً تعمل تحت تأثير الجاذبية ، ويقسم كل مرشح إلى جزئين الأول صاعد (١٩,٧م٢) ، والثاني هابط (٣٩,٣م٢) . ويتكون وسط الترشيح من رمل السيليكا العادي فيما عدا الأجزاء السفلية من المرشحات الهابطة التي تحتوي على طبقة من الرمل الأخضر (بولارايت) بعمق ٧,٥سم بغرض تحسين أكسدة كل من الحديد والمنجنيز .

ومن المرجح أن حوالي ٩٠٪ من الرواسب يتم حجزها في الأجزاء الصاعدة بينما تُحجز بقية الرواسب في الأجزاء الهابطة . ويبلغ عمق الجزء الصاعد ٢,٢٦ متر حيث يحتجز الحجوم الكبيرة من الشوائب ، بينما يصل عمق الجزء الهابط ـ يستقبل المياه من الجزء الصاعد ـ إلى ٠,٩٥ متر . تستغرق كل دورة ترشيح من ٣٦ إلى ٤٨ ساعة ، يتم بعدها عملية الغسيل العكسي للمرشح عن طريق تيار من الهواء ، ثم خليط من الهواء والماء ثم من المياه للجزء الصاعد ، وتيار من الهواء ثم من المياه للجزء الهابط .



● محطة ترشيح المياه ببريدة.

ثبت من خلال متابعة عمل المرشحات السريعة أن أغلب الشوائب والعوالق تتركز في الطبقة العلوية من المرشح بسماكة بضع سنتيمترات من الرمل ، وبالتالي لم يتم استغلال مهاد الوسط العميق جيداً . ويرجع السبب في ذلك إلى أن حبيبات الرمل الصغيرة تطفو على سطح المرشح أثناء عملية الغسيل العكسي بينما تتجه الحبيبات الأكبر إلى القاع ، لذا فإن استخدام مرشح مزدوج الوسط يتركب من طبقة علوية خشنة من فحم الانثراسيت المجروش عند السطح فوق طبقة من رمل السيليكا الأكثر نعومة يشجع على اختراق أفضل للجسيمات الصلبة المزالة ، وبالتالي استغلال أكبر لعمق الوسط . كذلك يتميز مرشح الوسط الثنائي بتخفيض معدل فقد الضغط داخل وسطه ، وبالتالي إطالة دورة الترشيح .

● المرشحات المباشرة

تعمل المرشحات المباشرة من خلال إضافة مواد كيميائية مخثرة إلى تيار المياه مباشرة مع خلط سريع ، وتلبيد ، وترشيح دون الحاجة إلى خزان لتلبيد الجسيمات المزالة .

أصبح استخدام الترشيح المباشر للمياه السطحية ذات النوعية الجيدة متزايداً بسبب ماله من ميزات تجعله متفوقاً عن المعالجة التقليدية لنفس المصدر المائي ، منها ما يلي : ـ

١ـ قلة التكلفة نظراً لعدم استخدام أحواض تلبيد .

٢ـ حاجته لجرعات مخثرة صغيرة بهدف تكوين ندفات صغيرة المقاس قابلة للإزالة عن طريق الترشيح مقارنة بتكوين ندفات كبيرة ـ عند المعالجة التقليدية ـ يمكن إزالتها بالترسيب عن طريق الركود .

وعلى الرغم من الميزات السابقة للترشيح المباشر إلا أن له بعض العيوب منها :

١ـ القصور في معالجة مياه عالية التعكر و/أو التلون .

المعيار	المدى
اللون	أقل من ٤٠ وحدة لون (CU) .
العكارة	أقل من ٥ وحدات عكارة قياسية (NTU) .
الطحالب المائية	أقل من ٢٠٠٠ وحدة مساحية/مل .
الحديد	أقل من ٠,٣ ملجم/لتر .
المنجنيز	أقل من ٠,٠٥ ملجم/لتر .

● جدول (٢) معايير نوعية مياه الترشيح المباشر.

٢ـ قصر وقت ملاحظة التغير في نوعية المصدر المائي .

٣ـ قصر زمن وجود المياه داخل وسط المرشح ، وبالتالي عدم التحكم في التغير الموسمي في طعم ورائحة المياه .

وقد تم وضع عدة معايير لنوعية المياه الصالحة للمعالجة خلال الترشيح المباشر يوضحها الجدول (٢) .

كذلك فإن أنسب معدل لتدفق المياه داخل المرشح يتراوح ما بين ١ إلى ٦ جالونات/دقيقة /قدم٢ .

وتعد محطة معالجة المياه في لوس إنجلوس بالولايات المتحدة الأمريكية أحد الأمثلة على تطبيق الترشيح المباشر حيث يستخدم فيها وسط عميق من الإنثراسيت (١,٨ متر) بمقاس حبيبات مؤثر (١,٥ملم) ، ومعامل تماثل أقل من ١,٤ ، ومعدل ترشيح تصميمي عند ١٣,٥ جالون/دقيقة/قدم٢ (٣٣متر/ساعة) . وتتضمن المعالجة الأولية استخدام غاز الأوزون لمساعدة عملية التخثير بإضافة كلوريد الحديديك ومبلمر أيوني موجب لإحداث تلبيد للجسيمات العالقة قبل عملية الترشيح .

وتتم عملية الغسيل العكسي لوسط المرشح بالهواء فقط عند معدل ٤ قدم٣/دقيقة/ قدم٢ (١,٢ متر/دقيقة) ثم بتيار من الهواء والماء عند معدل ١٠ جالون/دقيق/قدم٢ (٢٤متر/ساعة) .

● مرشحات الرمل البطيئة

تعمل مرشحات الرمل البطيئة عند معدل ترشيحي منخفض جداً (٠,٠١٦ إلى ٠,١٦ جالون/دقيقة/قدم٢) دون استخدام معالجة أولية (التخثير) للمصدر المائي ، إضافة إلى صغر حبيبات الرمل المستخدم فيها مقارنة بالرمل المستخدم في المرشح السريع . هذا إلى جانب أن معدل الترشيح المنخفض يجعل الجسيمات المراد إزالتها تتركز غالباً في طبقة رقيقة ـ مكونة من الشوائب والكائنات المجهرية الدقيقة والكبيرة (حية وميتة) ـ على سطح وسط المرشح .

ومع مرور الوقت تشكل هذه الطبقة المتكونة وسطاً فعّالاً في الإزالة إلى أن يصل فقد الضغط داخل المرشح إلى الحد الذي يجب معه تنظيف المرشح . يتم تنظيف المرشح بتصفية سطحه من المياه ثم إزالة الشوائب بكشطها مع طبقة من الرمل يتراوح سمكها بين (١٣ ـ ٥٠ ملم)، وعادة يتم تنظيف الرمل الذي تم إزالته ـ هيدروليكيا ـ من وسط المرشح ويخزن لحين الحاجة إلى إحلال رمل المرشح . ويمكن تكرار عملية الكشط عدة مرات إلى أن يصل عمق طبقة الرمل ما بين ٠,٤ إلى ٠,٥ متر ، وعند هذا الحد يعبأ المرشح مرة ثانية بالرمل النظيف المخزن (Resanding) .

وتتراوح مدة الدورة الترشيحية في المرشحات البطيئة من شهرإلى ستة أشهر معتمدة في ذلك على نوعية المصدر المائي (معالج أو غير معالج) ومعدل الترشيح .

يتركب وسط المرشح البطيء من رمل متدرج المقاس (٠,١٥ إلى ٠,٤٠ ملم) ، بمعامل تماثل رملي يتراوح بين ١,٥ إلى ٣,٦ ، ومهاد بعمق يتراوح من ٤٥ إلى ١٥٠ سم . وتحمل طبقة الرمل على طبقة أخرى من الحصى المتدرج بعمق يتراوح من ١٥ إلى ٩٠ سم .

تتم آلية إزالة الشوائب في مرشحات الرمل البطيئة فيزيائياً وإحيائياً حيث تقوم النوعيات الحية في طبقة المرشح بخفض تراكيز المركبات العضوية بالإضافة إلى تحولات كيميائية مثل أكسدة الأمونيا إلى نترات .

تعد المرشحات البطيئة بسيطة تقنياً لأنها لا تتطلب معرفة بكيمياء التخثير ، بل

تعد ذات جاذبية كافية للأنظمة المائية الصغيرة ذات مياه سطحية جيدة النوعية ، وقد أظهرت هذه المرشحات كفاءة عالية في إزالة البكتيريا والفيروسات والملوثات العضوية وغير العضوية . وبالرغم من هذه المميزات فإنه يعاب على هذا النوع من المرشحات بأنه غير ناجح في معالجة المياه المحملة بالطين وكذلك غير مؤثرة في إزالة اللون (تزيل فقط ٢٥٪) .

● المرشحات المغطاة

يتكون وسط المرشح في المرشحات المغطاة (Precoat) من طبقة رقيقة منتظمة السماكة (١,٥ ـ ٣ ملم) من مادة دقيقة الحبيبات (مثل الدياتومسيوس أو البيرلايت) يتم ترسيبها على حاجز أو حجاب (Septum) ـ من مادة مسامية ـ يُثبت على بناء صلب يسمى عنصر المرشح (Filter Element) .

تمرر المياه المراد ترشيحها خلال وسط المرشح حيث يتم حجز أغلب الشوائب والجسيمات العالقة وإزالتها من المياه . وباستمرار عملية الترشيح تزداد سماكة الطبقة المتكونة (الكعكة) على الحاجز بما يتناسب مع الجسيمات والشوائب المزالة .

تتم إزالة الشوائب والجسيمات المعلقة في هذه المرشحات عن طريق الحجز الفيزيائي لها ، حيث تتمازج الجسيمات المترسبة على الكعكة مع الجسيمات الأخرى المعلقة في المياه الخام مؤدية إلى زيادة نفاذية الطبقة المتكونة كلما زاد سماكتها ، وبهذا تزداد فترة دورة المرشح . وتستمر هذه العملية إلى أن يتناقص ضغط المياه المارة تدريجياً خلال المرشح ليصل إلى نقطة يصبح معها استمرار الترشيح غير عملياً ، عندئذ يتم إيقاف عملية الترشيح وغسل وسط المرشح من الشوائب المتجمعة ، وذلك بإزالة الكعكة المتكونة فوق الحاجز المسامي ، ثم إضافة طبقة جديدة من وسط المرشح لتستمر عملية الترشيح .

تستخدم عادة في المرشحات المغطاة خمس أو ست تدرجات من الطبقة الفعالة الرقيقة (وسط المرشح) حيث تقدم أداء جيد يتناسب مع معدل الترشيح والصفاء المطلوب للماء . وبالاختيار المناسب لهذه التدرجات يمكن إزالة جسيمات دقيقة (تصل إلى حوالي ١ ميكرومتر) تشكل أغلب ملوثات المياه السطحية . وعند وجود مواد غروية أو جسيمات أكثر دقة فإن عملية الترشيح في هذه الحالة تكون غير كافية لتحقيق إزالة العكارة إلى المستوى المطلوب ، ولذا تستخدم مخثرات من الألمنيوم أو الحديد أو البوليمرات الأيونية الموجبة تغطي وسط المرشح ، وبالتالي تسهل إزالة الجسيمات الدقيقة المجهرية مثل البكتيريا والفيروسات وألياف الأسبستوس .

تستخدم المرشحات المغطاة في تطبيقات الترشيح الصناعية ، وفي ترشيح مياه حمامات السباحة ، وفي محطات معالجة مياه الشرب العمومية ذات النوعية الجيدة (العكارة ١٠ وحدة عكارة قياسية أو أقل مع لون مقبول) ، وكذلك تستخدم في ترشيح المياه الجوفية المحتوية على الحديد والمنجنيز بعد المعالجة الأولية المناسبة لترسيبها .

تتميز المرشحات المغطاة بعدد من الميزات هي :

١ـ توفير مناسب في التكلفة الإنشائية بسبب صغر مساحة الأرض ومتطلبات البناء .

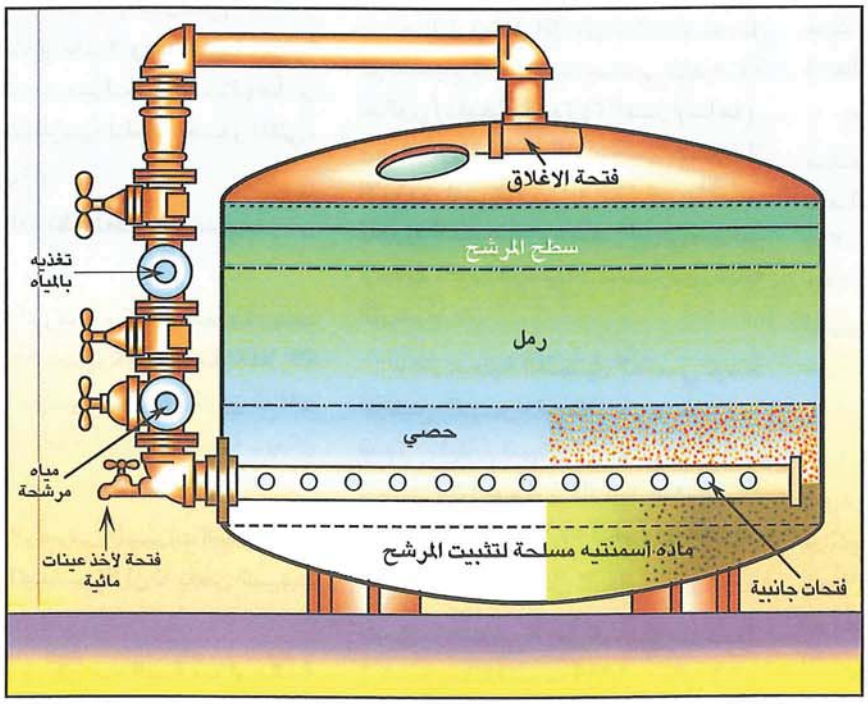
٢ـ إنخفاض تكلفة معالجة المياه بنسبة تتراوح بين ٤٠٪ إلى ٦٠٪ مقارنة بتكلفة عمليات المعالجة الأخرى كالتخثير التقليدي ، والترسيب بالركود ، والترشيح خلال وسط حبيبي (محتوى منخفض من المواد الصلبة) .

٣ـ انحصار آلية الترشيح في عمليات فيزيائية لا تتطلب عمالة فنية في كيمياء تخثير المياه .

٤ـ سهولة إزالة المياه من وسط المرشح المستهلك .

● المرشحات الضغطية

تعمل المرشحات الضغطية (Pressure Filters) تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي وتستخدم أحياناً للترشيح السريع . ويوضع الوسط المرشح في إناء ضغطي مصنوع من الصلب ، شكل (٢) حيث تدخل المياه المراد ترشيحها تحت



● شكل(٢) مقطع رأسي لمرشح ضغطي نموذجي.

ضغط وتخرج مرشحة تحت ضغط أقل قليلاً من ضغط الدخول نتيجة فقدان جزء منه خلال وسط المرشح أو في توصيلات الأنابيب ، وفي نظام التصريف السفلي الحامل للوسط (Underdrain) .

تتميز المرشحات الضغطية بعدم تكوّن ضغط سالب داخل وسط المرشح (يؤدي إلى تحرك المياه المفاجيء في اتجاه عكسي) وبالتالي تجنب المشاكل الناتجة عن ذلك ، وخروج المياه المعالجة تحت ضغط وبالتالي وصولها إلى نقطة الاستخدام مباشرة دون إعادة ضغطها مرة أخرى .

وعلى الرغم من المميزات السابقة للمرشحات الضغطية إلا أن عملية الغسيل العكسي المناسب لها تكون أكثر صعوبة بسبب عدم رؤية وسط المرشح خلال عملية الغسيل وما قد ينتج عن ذلك من قصور في أداء المرشح ، وبالتالي احتمال تلوث المياه وتصبح مصدراً للأمراض .

تستخدم المرشحات الضغطية في الأنظمة المائية الصغيرة ، حيث يستخدم العديد منها في تطبيقات ترشيح المياه المستخدمة في الصناعة ومياه المخلفات وفي ترشيح مياه حمامات السباحة ، وفي بعض تطبيقات المياه الجوفية المحتوية على الحديد والمنجنيز حيث يمكن معالجتها بالتهوية الضغطية و/أو الأكسدة الكيميائية ثم ترشح مباشرة في مرشح ضغطي ليخدم مجتمعات صغيرة.

غسيل المرشحات

عند مرور المياه المطلوب ترشيحها خلال المرشح ، تلتصق الشوائب العالقة بحبيبات وسط المرشح ، وتجتمع في الفجوات المسامية بين تلك الحبيبات ، كما أنها تتجمع على السطح العلوي لوسط المرشح .

ومع استمرار عملية الترشيح تضيق فجوات الوسط المسامي ، مما يقلل من نفاذية وسط المرشح وبالتالي تقل كفاءته ، وعندئذ يجب إيقاف عملية الترشيح ، وغسل المرشح عن طريق الغسيل العكسي (Backwashing) لتنظيف حبيباته من الشوائب العالقة بها ، حيث يتم إعادة تشكيلها واستخدامها مرة أخرى .

تجري عملية الغسيل العكسي للمرشحات في ثلاث حالات هي :

١ـ انخفاض تدريجي في ضغط المياه (فقد الضغط) المارة خلال وسط المرشح نتيجة لانسداد المسام إلى أن يصل الضغط إلى القيمة المحددة سلفاً كحد أقصى (تتراوح ما بين ٢,٤ إلى ٣ متر من المياه) .

٢ـ انخفاض مواصفات المياه الناتجة عن عملية الترشيح إلى الحد المتفق عليه .

٣ـ استمرار عمل المرشحات لفترة زمنية تتراوح ما بين ٣ إلى أربعة أيام .

تتم عملية الغسيل العكسي للمرشحات بتدفق تيار من المياه النقية ، أو مخلوط من المياه والهواء من أسفل المرشح إلى أعلاه ، حيث تتحرك مكونات وسط المرشح ، فتصطدم بعضها ببعض ، وبذلك يتم تنظيفها من الشوائب العالقة بها . ويتم إزالة الشوائب المتجمعة في المسام المنتشرة بين حبيبات وسط المرشح بسبب ضغط المياه . وتندفع الشوائب والأجسام الصلبة مع مياه الغسيل العكسي .

تسمى مدة تشغيل المرشح بين عمليتين متتاليتين من الغسيل العكسي بدورة الترشيح (Filter Cycle) . وتتراوح دورة الترشيح التقليدية بين ١٢ إلى ٩٦ ساعة ، على الرغم من أن بعض المحطات تعمل على دورات أطول من ذلك ، إلا أنه يفضل تحديد فترة زمنية كحد أقصى للدورة خشية النمو البكتيري داخل المرشح ، إلى جانب احتمال تكتل الشوائب المزالة داخل المرشح مسببة صعوبة عملية الغسيل العكسي .

مخلفات عمليات الترشيح

تتمثل المخلفات الناتجة عن عمليات ترشيح المياه وتنقيتها في مياه الغسيل العكسي وكعكة المرشحات المغطاة ، والرمل الملوث الناتج عن كشط رمل المرشح البطيء . ويتم التخلص من هذه المخلفات على النحو التالي :ـ

● مياه الغسيل العكسي

يتم تجميع مياه الغسيل العكسي الناتجة من محطات ترشيح المياه (تصل إلى حوالي ٤٪ من كمية المياه المرشحة الناتجة) ، ونقلها إلى مكان آخر حيث يتم معالجتها وتدويرها ـ ترسيب الجسيمات الصلبة والشوائب بالركود في أحواض ترسيب دون إضافة مواد مخثرة ـ ومن ثم الاستفادة منها مرة أخرى .

● كعكة المرشحات المغطاة

تتكون كعكة الرواسب المتخلفة عن المرشحات المغطاة ـ عند نهاية كل دورة ـ من خليط من وسط المرشح ، ومواد صلبة عضوية وغير عضوية تمت إزالتها من المصدر المائي . تنقل الكعكة في صورة رادغ (Slurry) إلى مرحلة فصل المواد الصلبة من المياه ، حيث يمكن إعادة تدوير المياه أو التخلص منها ، في حين يتم التخلص من المواد الصلبة الجافة بدفنها تحت سطح الأرض .

● الرمل الملوث

الرمل الملوث الناتج من مرشحات الرمل البطيئة عبارة عن مخلوط من الرمل ، وكائنات حية دقيقة ، ومواد صلبة عضوية وغير عضوية تم حجزها من المصدر المائي بوساطة وسط المرشح .

يتم تنظيف الرمل الملوث ـ عادة ـ هيدروليكياً ، ويخزن لحين الحاجة إليه ، وينتج عن عملية التنظيف رادغ ـ يحتوي على جميع المواد الصلبة عدا الرمل ـ يعامل كمخلفات يتم التخلص منها . فضلاً عن ذلك فإنه في حالة عدم إمكانية تنظيف الرمل الملوث يتم التخلص منه كلية كمخلفات صلبة تدفن تحت سطح الأرض .