بسم الله الرحمن الرحيم
المملكة الأردنية الهاشمية
مؤسسة التدريب المهني
معهد التدريب المتخصص للصناعات الكيماوية
Specialized Training Institute for Chemical Industries
(STICI)

العائلة المهنية : المعالجة البيئية

المهنة : تنقية مياه

اسم البرنامج : مشرف تنقية مياه الشرب

استخدام معدات الترشيح (الفلترة)

في

معالجة مياه الشرب

إعداد :
م. جمال عبد الله ذيب

1-مقدمة :-

تشتمل معالجة المياه على جملة من العمليات المتتالية والتي تضمن الحصول في نهاية الآمر على مياه صالحة للشرب ومطابقة للمعايير والمواصفات العالمية المعتمدة.

وتعتبر عملية الفلترة و الترشيح من أهم العمليات أكثرها انتشارا واستخداما سواء في محطات التنقية الكبيرة والتي تهتم بالمعالجة الأساسية(essential treatment) أو في المحطات و الوحدات الصغيرة و المنزلية و التي تهتم بالمعالجة الثانوية(secondarytreatment) .

ان عملية الفلترة اكتسبت هذه الأهمية نظرا للدور الذي تلعبه في تحسين مواصفات مياه الشرب الفيزيائية و الكيميائية بل وحتى البيولوجية .

وفي هذه الوحدة سوف نستعرض المبادئ الأساسية للترشيح و الفلترة وأنواع الفلاتر وكيفية تشغيل الفلتر وعملية الغسيل و التنشيط وتقييم عملية الفلترة ونوعية الماء الناتج عن الترشيح .

1- ما هي الفلترة :

هي عملية فيزيائية تشتمل على إزالة المواد العالقة (suspended solids)في محلول ما عن طريق امراره خلال وسط مسامي يسمح بنفاذ المحلول دون المواد العالقة .

إذن فعملية الفلترة هي فصل فيزيائي يأتي حيث لا يحدث أي تفاعل كيميائي خلال عملية الفصل و تتم عملية الفصل بين طورين :

- الطور السائل (liquid phase) وهو المحلول
- الطور الصلب (solid phase)وهي المواد العالقة

وفي حالة معالجة مياه الشرب فان الطور السائل هو الماء و الطور الصلب هو الشـــوائب المعلقة . ان أهم ما يميز عملية الفلترة أنها تقوم بفصل المواد العالقـــة (suspended solids) دون المواد الذائبة (dissolved solids) والتي تمر مع الماء من خلال الوسط المسامي .

2- ما هو الغرض من عملية الفلترة :

ان الهدف الرئيسي لعملية الفلترة هي إزالة الشوائب العالقة في الماء و التي يمكن ان تكون إحدى المواد التالية :

1. دقائق التراب و الرمل و التي تختلط بالماء خلال مروره في طبقات الأرض أو خلال عمليات الضخ و النقل و التخزين .

2. المواد الغروية و التي هي عبارة عن مخلفات عضوية ناتجة عن تحلل البقايا الحيوانية و النباتية في الماء .
3. الكائنات الحية الدقيقة كالبكتيريا و الفطريات و الطحالب و الديدان و التي قد لا ترى بالعين المجردة رغم أنها غير ذائبة في الماء .
4. المواد العضوية المسببة لتلون الماء مثل الأصباغ و الأحبار وغيرها .
5. المواد غير العضوية مثل مركبات الحديد و المنغنيز التي لا تذوب في الماء و تسبب لونا وطعما غير مرغوب فيه .

3- مبادئ الفلترة وميكانيكية الترشيح :

(4-أ) المبادئ الرئيسية لعلمية الفلترة :

بالرغم من وجود أنواع عديدة وأشكال مختلفة لأجهزة الفلترة و الترشيح فان مبادئ التصميم و التشغيل الأساسية لكل منها واحدة .

فإذا أردنا ترشيح كمية من الماء من الشوائب العالقة فيها فإننا نقوم بتمرير هذا الماء من خلال وسط مسامي حيث يتم حجز الدقائق الصلبة على سطح الوسط المسامي بينما يمر الماء النقي من الشوائب من خلال المسامات .

ومع مرور الوقت تتكون طبقة من الشوائب على سطح وسط الترشيح و تسمى كيكة الترشيح و التي تعتبر الوسط الحقيقي لعملية الترشيح حيث تتم من خلالها عملية الفلترة بشكل فعال و تتكون هذه الطبقة بعد مرور وقت قصير من بدء عملية الترشيح ومع مرور الوقت و الاستمرار في عملية الفلترة تصبح هذه الطبقة عائقا لعملية الفلترة حيث أنها تسبب ارتفاعا ملحوظا في فاقد الضغط (pressure losses)كما تسبب انخفاضا واضحا في تدفق الماء (flow rate)من خلال الفلتر.

يمكننا إذن آن نمثل عملية الفلترة بشكل مبسط كما في الشكل (1) حيث تتكون هذه العملية من الأجزاء التالية :

1. وسط الترشيح " Filter Media " : وهو ذلك الوسط المسامي الذي يسمح بمرور الماء دون الشوائب الصلبة العالقة .
2. كيكة الترشيح "Filter Cake " : وهي كما علمنا سابقا أنها وسط الترشيح وتساهم بشكل فعال في عملية الفلترة و الترشيح قبل ان تصل الى سماكة تمنع مرور الماء و تعيق عملية التصفية .

3. الماء المراد ترشيحه " Raw Water " : ويكون عادة يحتوي على نسبة من المواد العالقة الصلبة و المراد التخلص منها .
4. الماء المترشح ' Filtrate " : وهو الماء النقي الذي يخرج من الجهة الأخرى لوسط الترشيح خاليا من الشوائب و المواد العالقة .

(4-ب) ميكانيكية الترشيح " Filtration Mechanism "

يمكن توضيح عملية الترشيح فيزيائيا و تفسيرها حسب الأسس التالية :

1. التصاق بعض المواد العالقة على سطح الحبيبات – حبيبات الرمل و الانثراسايت – و يساعد على ذلك الخواص الهلامية للمواد العالقة بسبب عوامل التخثير التي يتم إضافتها للفلتر وكذلك مسارات الماء المتعرجة خلال طبقات الرمل التي تزيد من قوة الطرد المركزية .
2. ترسيب بعض المواد العالقة في فجوات الرمل .
3. تعمل فجوات الرمل كمصفاة تحجز المواد العالقة ذات الأحجام الكبيرة نسبيا .
4. تتكون طبقة هلامية على سطح الرمل من المواد العالقة الدقيقة وما يحتمل وجوده من كائنات حيث دقيقة ويساعد ذلك على اصطياد وحجز المواد العالقة .

معظم عملية الفلترة تتم في هذه الطبقة الهلامية التي تلعب دورا هاما في الترشيح .

هـ. اختلاف الشحنات الكهربائية الساكنة على سطوح كل من حبيبات الرمل و دقائق المواد العالقة مما يؤدي إلى تجاذبها و بالتالي التصاقها وحجزها .

4- اوساط الترشيح : Filter Media

تستخدم لأغراض الترشيح و الفلترة مواد مختلفة بعضها من مصادر طبيعية وبعضها الآخر من مصادر صناعية كأوساط للترشيح حيث يعتمد اختيار وسط الترشيح على عوامل مختلفة أهمها :

1. حجم الدقائق الصلبة المراد فصلها عن الماء :

حيث يتم اختيار وسط الترشيح بحيث تكون مساماته اصغر من حجم دقائق المواد الصلبة المراد إزالتها ، فمثلا إذا أردنا فصل دقائق من الرمل قطرها 10مايكروميتر فاننا نحتاج الى وسط ترشيح ذا مسامات قطرها يقل عن 10 مايكروميتر .

من الضروري التنبيه الى انه كلما قل قطر المسامات لوسط الترشيح زاد فرق الضغط الضائع مما يؤدي الى انسداد المسامات وتوقف عملية الترشيح بعد وقت قصير .

2. درجة التنقية المرغوبة :

فكلما كان المطلوب عملية فلترة فائقة كان اختيار وسط الترشيح مهما في تحديد كفاءة الفلترة .

5. طول فترة التشغيل :

حيث ان هناك اوساطا للفلترة تتحمل فترات تشغيل طويلة دون ان تؤثر في كفاءة الفلترة بينما هناك اوساط اخرى لا تتحمل ذلك .

8. سهولة الغسيل و التنشيط :

من المهم ان تكون عملية الغسيل سهلة واقتصادية وبخاصة في العمليات الصناعية الضخمة .

9. كلفة الوسط :

ان الجانب الاقتصادي مهم جدا في اختيار وسط الترشيح وبخاصة في الوحدات الصناعية التي تستهلك كميات كبيرة من اوساط الترشيح .

وكما ذكرنا فان هناك عددا من المواد الطبيعية و الصناعية تستخدم كاوساط للفلترة منها :

1. **الرمل :** وهو ارخص وسط للترشيح ويستخدم بشكل واسع وبخاصة في المرشحات الرملية حيث يستخدم رمل الكوارتز Quartz أو الكوارتزيت Quartzite.لهذا الغرض.

يجب ان يكون الرمل المستخدم في الفلترة صلبا بحيث لا يفقد اكثر من 5% من وزنه لدى وضعه في محلول حامض هيدروكلوريك تركيز 40%- – لمدة 24 ساعة .

يستخدم الرمل بسماكات مختلفة تصل الى 700 ملم للطبقة الواحدة احيانا وباقطار مختلفة تتراوح عادة بين 0.45-0.55 ملم.

تستخدم تقنية التحليل بالمناخل (sieve analysis) لتحديد الاقطار المقبولة من الرمل وهي عبارة عن مجموعة مناخل فوق بعضها البعض مرقمة حسب فتحة كل منخل . ويعطى كل منخلا رقما يسمى "Mesh Number "ويتم تحريك المناخل من خلال رجاج كهربائي حيث تؤدي عملية التحريك الى حجز الرمل على سطوح المناخل حسب حجمها .و بالتالي يتم تحديد قطر هذه الحبيبات على كل منخل .

2. فحمر الانثراسايت"Anthracite" :

و يستخدم هذا الفحم كبديل عن الرمل في بعض محطات الترشيح وقد يستعمل مع الرمل ومواد اخرى كوسط ترشيح خليط . ان مرشحات الفحم الصلب لها قطر فعال قدره 0.7 ملم . ويستخدم بسماكات قريبة من شبيهاتها في اوساط الرمل .

5. رمل الغارنيت Garnet Sand أو الالمينايت Illuminate وهي من الاوساط المهمة في الترشيح وبخاصة في اوساط الترشيح المخلوطة الا ان كلفة هذا النوع من الرمل عالية نسبيا وتوفرها محدود ، ويلحق بهذا النوع من الرمل الماغنتايت " Magnetite "

8. المواد السيليلوزية الطبيعية و الصناعية مثل اسيتات السيليلوز ونترات السيليلوز و القطن و التي تستخدم بشكل واسع في الفلاتر المنزلية ولاغراض الترشيح الفائق اعتمادا على كيفية تركيب نسيج الفلتر ونصف قطر المسامات .

هـ. السيراميك والفخار غير المزجج و الفخار الصيني والحجر الرملي والتي تستخدم بكثرة في الفلاتر المنزلية.

ويتم خلطها أحيانا مع الفضة لاغراض التعقيم

و. مواد أخرى مثل خبث الزجاج المكسور والخامات المعدنية وقشور جوز الهند المفتتة وقشور الرز المحروقة.

5- الاوساط المخلوطة "Mixed Media " أو " Multilayer "

لقد اصبح من الشائع جدا استخدام اكثر من وسط ترشيح مع بعضها البعض على شكل طبقات بحيث توضع الحبيبات الاكبر حجما والاقل كثافة في اعلى حشوة الوسط بينما توضع الحبيبات الاقل حجما والاكثر كثافة في اسفل الحشوة .

ولدى مرور الماء من الاعلى الى الاسفل فان هذه الاوساط المخلوطة تؤمن عملية نفاذية منتظمة ودورة فلترة طويلة قبل الحاجة الى عملية الغسيل .

ان استخدام الاوساط المخلوطة له اهمية اخرى خلال عملية الغسيل العكسي حيث تحافظ الحبيبات الاكثر كثافة على مواقعها في الاسفل بينما تبقى الحبيبات الاقل كثافة في الاعلى . تستخدم عادة عدة مواد كاوساط مخلوطة كطبقات فوق بعضها البعض كتلك التي في جدول رقم (1) و التي تم اختبارها وتطبيقها . ويوجد هناك منظومات اخرى تستخدم كاوساط مخلوطة ، حيث يتم اختبار هذه المنظومات مخبريا قبل تصميمها .

الوسط	القطر الفعال (ملم)	الوزن النو
الانثراسايت	1.7 – 0.7	1.4
الرمل	0.7 – 0.3	2.6
الجارنيت	0.6 – 0.4	3.8
الماجنتايت	0.5 – 0.3	4.9

جدول رقم (1) منظومة اوساط مخلوطة مستخدمة في الفلترة

6- انواع الفلاتر :

بعد ان تعرفنا على المبادئ الرئيسية التي ترتكز عليها عملية الفلترة ، يمكننا التعرف عن الانواع المختلفة لاجهزة الفلترة المستخدمة في التطبيقات الصناعية لمياه الشرب .ويمكن حصر هذه الانواع فيما يلي:

(1-7) الفلاتر التي تعتمد على الجاذبية "Gravity Filters"

وهي عبارة عن اوعية مفتوحة " Open vessels " و التي تعتمد في تشغيلها وتدفق الماء خلالها على الجاذبية الارضية وتقسم الى قسمين رئيسيين :

(1-7-أ) المرشحات الرملية السريعة " Rapid Sand Filters"

وهي عبارة عن احواض مستطيلة عادة مصنوعة من الخرسانه تحتوي على طبقات واحجام مختلفة متتالية من الحصى و الرمل واحيانا الانثراسايت .

يدخل الماء الى المرشح من فتحه خاصة في اعلى الحوض و يبلغ ارتفاع الماء فوق الرمل من (100-150سم) ويكون معدل الترشيح من (100-125م ^{3} / م ^{2}من مساحة سطح الفلتر لكل يوم) .وينفذ الماء خلال طبقات حشوة وسط الفلترة ويخرج من اسفل الحوض

تستخدم المرشحات الرملية السريعة حينما تكون كميات الماء المراد فلترتها كبيرة وبحيث لا تكون كمية الشوائب عالية (يجب الا تزيد عكارة الماء عن 5-10وحدات) و يستخدم المرشح السريع ضمن منظومة معالجة تتضمن الترسيب و التخثير و الترشيح .

تستخدم عدة اوساط خشنة على شكل طبقات من الرمل يتراوح عمقها من 300 ملم الى عدة امتار وتنتهي هذه الاوساط عادة بطبقة من الانثراسايت بسماكة 10-20 سم وقطر مقداره 0.9 ملم و الذي يزيد من انتاجية الفلتر الرملي السريع ويزيد من طول دورة الفلترة.

يبين الشكل رقم (2) رسما توضيحيا لفلتر رملي سريع حيث تظهر عليه الاجزاء التالية: -

1. **جسم المرشح " Filter Shell "** :

ويصنع من الخرسانه أو الفولاذ ويكون مستطيلا أو دائريا ويضم حشوة الفلتر والاجزاء الاخرى .

2. **الطبقة الداعمة الحاملة للحشوة " Support bed"**

و التي تمنع خروج الرمل الناعم مع الماء خلال الحشوة وتكون عادة بعمق 1-2 قدم .

يستخدم الحصى كطبقة داعمة والذي يستخدم بشكل واسع حيث يمنع خروج الرمل مع الماء خلال عملية الترشيح من جهة ويوزع ماء الغسيل بانتظام خلال علمية الغسيل العكسي من جهة اخرى . ويستخدم على شكل طبقات – عادة خمس الى ست طبقات – يتراوح عمقها من 400–600 ملم. يجب ان يكون الحصى صلبا وكرويا ومتينا خاليا من القطع المسطحة والرقيقة والطويلة ولا يحتوي على الطين أو الرمل أو المواد الغروية .

ج. نظام التصريف السفلي " Underdrain System "

وهو عبارة عن انبوب رئيسي " Header " يتفرع الى انابيب فرعية مثقبة . و توضع هذه الشبكة تحت الحصى حيث تستقبل الماء بانتظام واخراجه الى الانبوب الرئيسي ومن ثم الى خزان لتجميع الماء المرشح .

د. قنوات تجميع ماء الغسيل "Wash Water Throughs"

وهي عبارة عن قنوات موضوعه اعلى حشوة المرشح وتستقبل ماء الغسيل العكسي وتقوم بارساله الى احواض ماء الغسيل " Recovery Basins" . يجب ان توضع هذه القنوات اعلى من الحشوة بمسافة تضمن خلال عملية الغسيل العكسي عدم تسرب حبيبات الحشوة الى القنوات لدى تمدد سماكتها .

هـ. اجهزة التحكم بالمرشح "Filter controls":

مثل اجهزة تدفق الماء المرشح وماء الغسيل واجهزة التحكم بالضغط و التحكم بالمستوى واجهزة اخذ العينات الاتوماتيكية بشكل دوري .

(1-7-ب) المرشحات الرملية البطيئة " Slow Sand Filters"

تتشابه هذه المرشحات مع المرشحات السريعة من حيث الشكل ولكنها تختلف عنها في الأمور التالية:

1. معدل الترشيح للسريعة يتراوح بين 100–125م ^{3}/م ^{2} يوم بينما معدل الترشيح للبطيئة لا يتعدى 3–8م ^{3}/م ^{2} يوم.
2. طريقة تنظيف المرشح السريع تتم بالغسيل العكسي في فترة زمنية لا تتعدى 10–15 دقيقة بينما تتم عملية تنظيف المرشح البطئ من خلال ازالة الطبقة الجيلاتينية المتكونه فوق سطح رمل المرشح وهذا يستغرق يومين تقريبا .

3. درجة نقاوة الماء في المرشح البطئ اعلى من المرشح السريع حيث تصل نسبة ازالة العكارة الى 100% و البكتيريا 89-99% وازالة اللون من 20-30% ومركبات الحديد 60%.

8. تكون الطبقة الهلامية علىسطح الرمل في المرشحات البطيئة يستغرق من 3-6 ساعات اما في المرشحات السريعة فيحتاج تكون هذه الطبقة من 10-15 دقيقة فقط .

9. المرشحات السريعة اقل كلفة من البطيئة لاحتياجها الى مساحه ارض اقل حيث تحتاج المرشحات البطيئة الى مساحات تتراوح بين 1000-2000 م بينما لا تحتاج المرشحات السريعة الا الى بضع عشرات من الامتار المربعة .

وفي المقابل فان كلفة التشغيل للمرشح السريع اعلى منها في المرشح البطيء.

بقي ان نشير الى ان المرشح البطيء يستخدم في حالة تصميم وحدة معالجة مياه تحتوي على حوض ترسيب طبيعي وحوض ترشيح فقط .

(1-7-ج) تشغيل الفلتر الرملي :

1-بدء تشغيل المرشح : يتم ملئ الفلتر بالماء ببطء من شبكة الصرف من اسفل الى اعلى وذلك حتى يطرد الماء اثناء ارتفاعه خلال مسامات الرمل فقاعات الهواء مع ملاحظة عدم اثارة سطح الرمل .

2-ادخال الماء المراد ترشيحه من خلال الانبوب المخصص لذلك من خلال فتح الصمام الخاص بذلك . ويستحسن عدم جمع المياه الخارجه من الفلتر في بداية التشغيل لغاية تكون الطبقة الهلامية التي تحسن نوعية الماء المرشح .

3-يتم ترشيح الماء وتجميعه في الخزان المخصص لذلك مع مراقبة التدفق مع مرور الوقت بالاضافة لمراقبة فاقد الضغط وفي حالة انخفاض التدفق وارتفاع فاقد الضغط عن الحد المسموح به يتم عزل الفلتر عن العمل واحالته الى عملية الغسيل العكسي . يمكن اتباع فترة زمنية محددة لكل دورة فلترة – عادة تتراوح بين 12-30 ساعة تشغيل – ويتم عادة عزل الفلترة وتحويله لعملية الغسيل العكسي من خلال اجهزة تحكم اوتوماتيكية .

(1-7-د) الغسيل العكسي للفلتر الرملي " Back washing "

الهدف من هذه العملية هو التخلص من المواد العالقة و التي تخثرت وترسبت على سطوح حبيبات الرمل وادت الى انسداد المسامات و بالتالي اعاقة مرور الماء وزيادة فاقد الضغط "Pressure Drop".

تتم عملية الغسيل العكسي من خلال مرور المياه من اسفل الفلتر الى اعلى تدريجيا حتى تصل الى قنوات التصريف ويتم المحافظة على معدل تدفق ثابت لماء الغسيل العكسي حيث يؤدي ذلك الى تمدد حشوة الرمل والحصى من 15-35% من سمك الحشوة الاصلية .

يجب ان يراعى تدفق لماء الغسيل بحيث لا يؤدي الى تسرب حبيبات الرمل و الانثراسايت الى قنوات التصريف .

ويستخدم عادة ماء مفلتر للغسيل العكسي حيث يستهلك في المرشح الرملي السريع من 1-6% من حجم الماء المرشح في كل دورة .

يؤدي تمدد الحشوة الى اصطدام الحبيبات بعضها ببعض مما يؤدي الى خروج المواد العالقة المتخثرة مع ماء الغسيل الى المجرى المخصص لذلك ومن ثم الى احواض خاصة تسمى "Recovery Basins " وتكون هذه المياه عكرة جدا حيث يتم في هذه الاحواض ترويقها واستخدامها لاغراض اخرى غير مياه الشرب و يمكن اعادتها الى حوض التجميع الرئيسي في بداية محطة التنقية قبل عمليات الترسيب و التخثير .

يمكن استخدام الهواء كمساعد لماء الغسيل العكسي حيث يتم ادخال تيار هوائي من خلال شبكة من الانابيب تتحرك في الجزء السفلي من المرشح لتحريك حبيبات الرمل واحتكاكها .

(1-7-هـ) مشاكل الفلاتر الرملية :

1-تكون فقاعات من الهواء المذاب في الماء داخل وسط الترشيح بسبب ارتفاع درجة الحرارة أو بسبب الاوكسجين المنطلق من الطحالب المتراكمة داخل وسط الترشيح و احيانا بسبب انخفاض ضغط المرشح عن الضغط الجوي لاسباب فنية ومكانيكية .

ان وجود فقاعات الهواء بسبب فقدان في ضغط المرشح و عمليات غسيل عكسي غير منتظم .

يتم معالجة هذه المشكلة من خلال السيطرة على الطحالب بالكلورة مثلا و اشباع الماء بالهواء و المحافظة على درجة الحرارة داخل المرشح .

2-تجمع كتل من الوحل على سطح المرشح لتكون طبقة كثيفة وعند بدء الغسل يندفع الوحل على شكل كرات كثيفة الى اسفل المرشح باتجاه الحصى .

يتم علاج هذه المشكلة باستخدام تيار من الماء و محلول الصودا الكاوية واحيانا يستخدم تيار قوي من الهواء .

(7-2) مرشحات الضغط " Pressure Filters "

وهي عبارة عن احد انواع المرشحات السريعة التي تعتمد على اتمام الترشيح داخل وعاء مغلق تحت الضغط .

تتشابه مرشحات الضغط مع مرشحات الجاذبية في انها تحتوي على اوساط فلترة مع طبقة الحصى الداعمة لوسط الفلترة مع نظام التصريف وتجميع الماء المرشح لكنه لا يحتوي على قنوات لتصريف ماء الغسيل .

يتم تصميم مرشح الضغط على شكل وعاء أسطواني عمودي من الفولاذ الصلب والذي يتراوح نصف قطره من 1–10 اقدام بطاقة انتاجية تصل الى 300جالون / دقيقة (300 gpm) ومعدل فلترة قدره (3 جالون /دقيقة /قدم ^{2}) .

اذا كان المرشح موضوع بشكل افقي فان طوله يتراوح بين 10–25 قدم وقطر مقداره 8 اقدام وطاقة انتاجية قدرها 200–600 جالون /دقيقة .

تستخدم مرشحات الضغط في العمليات التي تستخدم الحرارة " Hot process" حيث يتم الاحتفاظ بالحرارة خلال عملية الترشيح .
كما تستخدم للحصول على معدلات تدفق عالية في العمليات الصناعية الكبرى مثل محطات توليد الطاقة الكهربائية بالطاقة البخارية ومصافي النفط و مصانع العصائر وغيرها ومن النادر استخدامها في محطات تنقية مياه الشرب الكبيرة .

تستخدم انواع من مرشحات الضغط الرملية في وحدات تنقية مياه الشرب الصغيرة و الوحدات المنزلية . ويصنع وعاء الفلتر عادة من خيوط بلاستيكية صلبة ومتينه تتحمل الضغط داخل الوعاء .

(2–7–أ) تشغيل فلاتر الضغط وتنشيطها :

ان مبدا عمل فلاتر الضغط شبيه بفلاتر الرمل السريعة الا ان الفرق انه يمكننا ادخال الماء الى الفلتر من الاعلى أو من الاسفل وتكون عملية الغسيل بعكس اتجاه التيار اثناء التشغيل .

تعتمد عملية الغسيل على ارتفاع فاقد الضغط اكثر من الحد المسموح به وفي الفلاتر المستخدمة في الوحدات الصناعية يحتوي الفلتر على صمام تحكم اوتوماتيكي ثلاثي الاتجاه " Three way valve" مع برنامج تشغيل وغسيل حسب ايام الاسبوع حيث يتم اختيار اليوم والساعة المطلوبة لعزل الفلتر وعمل الغسيل العكسي .

(7-3) الفلاتر المطلية " Precoat Filters "

تستخدم هذه الفلاتر في الحالات التي تتطلب نقاوة عالية للماء ، مثل صناعة المشروبات و العصائر و السكر وتنقية المياه الملوثة من الزيوت و البكتيريا .

تستخدم في هذه الفلاتر كاوساط فلترة قطع صغيرة أو صفائح مصنوعة من السيراميك المسامي أو المواد البلاستيكية مطلية اما بالتراب الرملي أو السيليلوز و الكربون المنشط أو المبادلات الايونية .

(7-4) الفلتر البيولوجي "Biological Filter"

يستخدم بشكل رئيسي في المياه العادمة لكنه اصبح يستخدم حديثا في مياه الشرب حيث يتم تحفيز نمو نوع خاص من البكتيريا قادرة على استهلاك المخلفات العضوية المسببة للطعم و الرائحة كما تستهلك الامونيا و المواد المسببة لتكون المركبات المسرطنة THMs الناتجة عن اتحاد الكلور مع المخلفات العضوية .

(7-5) الفلتر الدياتومي " Diatomite Filter "

يتالف هذا المرشح من شرائح صلبة تغطى بسلك غير قابل للتاكل أو قماش معدني وعند التشغيل توفر طبقة من مادة الدياتوم – وهي مادة ترابية – بتدفق معين يتناسب مع مساحة سطح المرشح وتضاف هذه الجرعة مع الماء الداخل الى المرشح باستمرار لتكوين طبقة راسخة عن شرائح المرشح .و يجب كلورة الماء الداخل الى الفلتر الدياتومي ، ويجب ان يكون ذا عكارة منخفضة .

(7-6) الفلاتر المنزلية

تستخدم انواع عديدة من الفلاتر الصغيرة الحجم للاغراض المنزلية ووحدات معالجة مياه الشرب الصغيرة .

وتتكون هذه الفلاتر ببساطة من جسم الفلتر "House " و الذي يحتوي بداخله على ما يسمى بشمعة الفلتر " Cartridge " و التي تعتبر وسط الترشيح .

يصنع جسم الفلتر من البولي بروبلين الصلب أو من اية مادة بلاستيكية اخرى او من مادة معدنية مطلية ، ويجب أن تكون نوعية المادة التي يصنع منها جسم الفلتر مطابقة للمواصفات الصحية بحيث لا تؤثر على سلامة وصحة الانسان(food grade)

بينما تصنع شمعة الفلتر من احدى المواد التالية :

1. خيوط منسوجة من القطن أو السيليلوز حول عمود من البولي بروبيلين أو الفولاذ يسمى القلب "Core" وقد يكون مركز الشمعة مجوفا من الداخل .
2. الحجر الرملي Sand Stone وله تاثير الرمل .
3. الفخار الصيني لحجز البكتيريا و الجراثيم (يعمل على حجز 99% من البكتيريا) .
4. السيراميك المسامي . (يعمل على حجز 99% من البكتيريا)
5. الفخار غير المزجج لمنع مرور البكتيريا (يعمل على حجز 99% من البكتيريا).

يتم تمييز الفلتر من خلال حجم المسامات لشمعة الفلتر فهناك طيف واسع من الفلاتر تبدأ من 1 مايكرون مرورا ب 100،75،50،25،10،5،3 وانتهاء ب 350 مايكرون الا ان الشائع هو استخدام فلتر 5 مايكرون للفلاتر المنزلية .

يمكن ربط هذه الفلاتر بعد خزان الماء الرئيسي أو قبل الصنبور أو على نفس مخرج الماء من الصنبور.

من مزايا هذه الفلاتر عدم وجود غسيل عكسي وانما يكتفى بالتخلص من الشمعة المستخدمة و استبدالها باخرى غير مستعملة .يتم استبدال الشمعة كل فترة معينة تعتمد على نوعية الماء المراد ترشيحه – عادة كل ثلاثة اشهر .

(7-7) الترشيح الفائق " Ultra – Filtration "

يستخدم الترشيح الفائق كثيرا في التطبيقات الصناعية وبخاصة في الصناعات الدوائية و التحاليل المخبرية .

اما في مياه الشرب فيستخدم احيانا بعد عمليات التعقيم بالاوزون أو الاشعة فوق البنفسجية . حيث يقوم هذا الفلتر بمنع بقايا البكتيريا الميتة بالتعقيم من المرور و ترشيح الماء كخطوة نهائية تستخدم اوساط فلترة مصنوعة من مادة اسيتيت سيليلوز Cellulose Acetate أو نترات السيليلوز Cellulose Nitrate بحجم مسامات لا يتجاوز 0.2-0.45 مايكرون .

7- التطبيق التكنولوجي لاجهزة الفلترة :

1. **في محطات المعالجة الاساسية (Essential treatment)(المحطات الكبيرة) :**

تستخدم الفلاتر الرملية السريعة في المحطات الكبيرة ويكون موقعها عادة بعد عمليات الترسيب مباشرة على ان يتم اضافة الكلور جزئيا قبل الفلتر و الجزء المتبقي بعد الفترة .

2. **في الوحدات الصناعية الصغيرة(Secondary treatment) :**

تستخدم فلاتر الضغط في الوحدات الصغيرة بحجم 5 مايكرون كمرحلة اولى في عملية المعالجة وقبل مرحلة الفلاتر الكربونية Activated Carbon لحماية الاجهزة اللاحقة من تراكم الشوائب والاتربة و البكتيريا .

5. في بعض المحطات المتوسطة يمكن استخدام عملية الفلترة مباشرة دون الحاجة للتخثير و الترسيب وذلك عندما تكون المياه الجوفية أو السطحية تحتوي على مالا يزيد عن 5 وحدات عكارة وشبه خالية من البكتيريا و الطحالب .

8- استخدام المواد الكيماوية لتحسين كفاءة الترشيح :

يستخدم نوعين من المواد الكيماوية لتحسين كفاءة الفلترة وهما :

1. مواد مانعة لنمو البكتيريا و الطحالب والكائنات الدقيقة "Biocides " التي تؤدي لانسداد مسامات وسط الترشيح واهم هذه المواد الكلور ومركباته مثل هيبوكلوريت الصوديوم .

وفي المحطات الكبيرة فان نسبة لا باس بها من جرعة الكلور المخصصة للتعقيم تضاف قبل عمليات الترشيح للماء القادم من احواض الترسيب .

كما يساعد وجود الكلور في مياه المنازل من تادية الغرض نفسه في حماية الفلتر المنزلي من النمو العضوي ومنع انسداده .

2. مواد مخثرة "Coagulants " : وهي مواد كيماوية الهدف منها تجميع الدقائق الغروية الناعمة جدا على شكل خثرات كبيرة يسهل فصلها

تستخدم مواد عضوية تسمى " بولي اليكتروليتات " تعمل على تكوين جسور مع الجزيئات العالقة مما يؤدي لالتصاقها بحبيبات الرمل .

9- تحديد نوعية الماء المرشح وكفاءة الترشيح :

يمكن الحكم على نوعية الماء الناتج من الفلترة عن طريق تحديد عكارة الماء و التي يمكن قياسها باستخدام جهاز قياس العكارة " Turbidity meter" . عموما ينبغي الا تزيد عكارة الماء الناتج عن خمس وحدات عكارة (5NTU) ، اعتمادا على المواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب .

هناك طريقة اخرى لتحديد كفاءة الفلتر من خلال معرفة نسبة المواد العالقة الصلبة " Total Suspended Solids " في الماء الداخل الى وحدة الفلترة والماء الناتج عن طريق اخذ عينة من الماء وترشيحها و تجفيف ورق الترشيح على درجة 105م ^{5} ومن ثم ايجاد وزن الرواسب الصلبة المتبقية على ورق الترشيح وقسمتها على حجم عينة الماء .

11- المراجع :

1- Analytical Chemistry Principles, John H. Dennedy , lst Edition , 1984

2- Standard Methods for Examination of Water and waste water , 16th Edition , 1985 , American public health association

3- Theory and Practice of Water & Waste Water Treatment Ronald L. Droste , lst Edition , 1997

4- Industrial water treatment , Ronald L. Droste

5- معالجة المياه ، المهندس عبد الكريم درويش ، دار المعرفة ، 1997 م.

6- هندسة الإمداد بالمياه ، هندسة صحية ، د. محمد صادق العدوي – جامعة الإسكندرية ، 1990م.

7- فحص ومعالجة المياه المخصصة للصناعة ، احمد عيران .

8- تحليل المياه ، م. مظهر السمان ، منشورات جامعة دمشق 1998م.