

حكومة إقليم كردستان

نقابة مهندسي كردستان – فرع خانقين

موضوع البحث

تحلية مياه

اعداد

المهندس/ سردار احمد قادر
اختصاص الهندسة الميكانيك
المرتبة/ مجاز

محطة تحلية مياه تعمل بالتناضح العكسي في أغلب بلدان العالم

الإعذاب أو إزالة الملوحة أو تحلية المياه هي سلسلة من العمليات الصناعية تجرى لإزالة كل أو جزء من الأملاح الزائدة والمعادن من المياه. وقد يستخدم هذا المصطلح إلى إزالة الأملاح والمعادن الذائبة في الماء. ويمكن تحلية مياه البحر لتصبح من الممكن استخدامها في الحياة العملية كالزراعة والشرب والصناعة .

ويهتم بهذا العلم التطبيقي الآن عدد كبير من الدول التي تعاني من نقص المياه ومن المتوقع خلال العشر سنوات القادمة أن ينمو تطبيق هذا العلم بشكل كبير نظرا لما هو متوقع من حدوث أزمات مائية في الكثير من دول العالم، حيث أن بعض الإحصاءات تشير إلى وفاة مئات الآلاف سنويا بسبب ندرة المياه النقية لاستخدام الإنسان. كما أن دول الخليج العربي تقوم بتحلية مياه البحر على المستوى الصناعي. وحاليا تعاني كاليفورنيا من نقص كبير في هبوط الأمطار وحالة جفاف خلال السنوات الماضية ولهذا فهم يشرعون بإنشاء ١٧ محطة لتحلية المياه على المستوى الصناعي.

تتطلب عملية التحلية تقنيات تستهلك طاقة ومالا بشكل كبير مخلفة آثارا ضارة على البيئة. فتعتبر استهلاك الطاقة في عملية التحلية من المشاكل المهمة والعقبات الصعبة التي تحتاج إلى تدليل وهي من الأهداف التي يجري العمل عليها في المراكز العلمية والتي تركز على ايجاد بدائل ذات استهلاك أقل للطاقة وأكثر فاعلية وصدقة للبيئة.

يتنوع توجه العالم الحالي بين تحلية مياه البحر أو معالجة مياه الصرف الصحي والأمطار وإعادة استخدامها. فنجد أن أغلب معامل تحلية المياه تقع في الخليج العربي وليبيا بينما أكثر معامل المعالجة في مناطق متفرقة في العالم مثل الولايات المتحدة الأمريكية وسنغافورة ودول أوروبا.

حتى الآن... تتم عملية التحلية بثلاث مراحل أساسية قبل عملية التوزيع والضخ في الشبكة وهي كالتالي:

- ١- المعالجة الأولية للمياه
- ٢- عملية ازالة الأملاح للمياه
- ٣- المعالجة النهائية للمياه
- ٤-

محتويات

- ١ طرق تحلية المياه
- ٢ مراحل تحلية المياه
- ٣ المشاكل البيئية وعوامل يجب النظر إليها
- ٤ مجالات البحث والتطوير

الطرق المتبعة لتحلية المياه حالياً تتمحور حول منظورين وهما:

باستخدام الأغشية وتسمى أحيانا طريقة التناضح العكسي وهي تعمل بالكهرباء.
باستخدام التبخير بالحرارة وتلك الطريقة معروفة باسم التقطير.

باستخدام الأغشية: يتم في عملية تحلية المياه استخدام غشاء نصف نافذ يعرف بغشاء التناضح العكسي حيث يسمح هذا الغشاء بمرور الماء العذب في اتجاه الضغط المنخفض وعدم مرور الملح و البكتيريا من خلالها . يحتاج ذلك زيادة الضغط على ناحية الغشاء التي تملؤها مياه البحر ، ويبلغ هذا الضغط نحو ٧٠ بار (٧٠ ضغط جوي). وعادة ينتج هذا الضغط بمضخات تعمل بالكهرباء. يتم أيضا استخدام أغشية أخرى لهذه العملية كالفرز الغشائي الكهربائي. هناك أنواع أخرى يجري البحث عليها كالتناضح الأمامي وفلتر النانو وغشاء التحلية، ومعظم الأبحاث الموجودة تركز على ايجاد أغشية أفضل وأكثر فعالية فيتوقع انتشار تحلية المياه في أماكن كثيرة خلال الخمس وعشرين سنة القادمة.

التقطير:و تكمن هذه العملية في رفع درجة حرارة المياه المالحة إلى درجة الغليان وتكوين بخار الماء الذي يتم تكثيفه بعد ذلك إلى ماء مقطر فيكون الماء المقطر خاليا من الملح . هذا الماء المقطر ليس له طعم ،ومن ثم يعالج بإضافات ليكون ماء صالحا للشرب أو الري. تستخدم هذه التقنية غالبا عندما يتطلب الأمر معالجة مياه شبه خالية من الأملاح للتطبيقات الصناعية والكيميائية والحيوية... إلخ.

الطاقة الحرارية المستخدمة قد تكون ناتجة من الغاز الطبيعي أو الفحم أو من مفاعل نووي ، وبها تتم عملية تبخير الماء.

وللتقطير المستخدم في عملية التحلية أربعة أنواع وهي:

التقطير العادي: يتم غلي الماء المالح في خزان ماء بدون ضغط. ويصعد بخار الماء إلى أعلى الخزان ويخرج عبر مسار موصل إلى المكثف الذي يقوم بتكثيف بخار الماء الذي يتحول إلى قطرات ماء يتم تجميعها في خزان الماء المقطر. وتستخدم هذه الطريقة في محطات التحلية ذات الطاقة الإنتاجية الصغيرة.

التقطير الومضي متعدد المراحل: اعتماداً على الحقيقة التي تقرر أن درجة غليان السوائل تتناسب طردياً مع الضغط الواقع عليها فكلما قل الضغط الواقع على السائل انخفضت درجة غليانه. وفي هذه الطريقة تمر المياه المالحة بعد تسخينها إلى غرف متتالية ذات ضغط منخفض فتتحول المياه إلى بخار ماء يتم تكثيفه على أسطح باردة ويجمع ويعالج بكميات صالحة للشرب. وتستخدم هذه الطريقة في محطات التحلية ذات الطاقة الإنتاجية الكبيرة (٣٠٠٠٠٠ متر مكعب أي حوالي ٨ ملايين جالون مياه يوميا).

التقطير متعدد المراحل (متعدد التأثير): تقوم المقطرات المتعددة التأثيرات بالاستفادة من الأبخرة المتصاعدة من المبخر الأول للتكثف في المبخر الثاني. وعليه، تستخدم حرارة التكثف في غلي الماء المالح في المبخر الثاني، وبالتالي فإن المبخر الثاني يعمل كمكثف للأبخرة القادمة من المبخر الأول، وتصبح هذه الأبخرة في المبخر الثاني مثل مهمة بخار التسخين في المبخر الأول. وبالمثل، فإن المبخر الثالث يعمل كمكثف للمبخر الثاني وهكذا ويسمى كل مبخر في تلك السلسلة بالتأثير.

التقطير باستخدام الطاقة الشمسية: تعتمد هذه الطريقة على الاستفادة من الطاقة الشمسية في تسخين المياه المالحة حتى درجة التبخر ثم يتم تكثيفها على أسطح باردة وتجمع في مواسير.

مراحل تحلية المياه

المعالجة الأولية للمياه: ويتم فيها إزالة جزء كبير من المواد العالقة بالمياه كالتراب والبكتيريا. وتتم إما عن طريق المعالجة الأولية التقليدية للمياه أو عن طريق المعالجة الأولية الحديثة للمياه. ويتم في هذه العملية إضافة بعض المواد الكيميائية لتسهيل عمليات المعالجة .

عملية إزالة الأملاح: ويتم فيها إزالة جميع الأملاح الذائبة في المياه والفيروسات والمواد الأخرى كالمواد الكيميائية والعضوية المنقولة والذائبة في الماء. وتتم عن طريق استخدام الأغشية أو التقطير. انظر طرق تحلية المياه

المعالجة النهائية للمياه: ويتم فيها إضافة بعض الأملاح والمواد الأخرى لجعل الماء صالحا للاستخدام البشري وهذا يتم فقط عندما يكون الهدف من العملية خدمة المرافق التابعة للاستهلاك المباشر للبشر كالشرب أو الاستخدام المنزلي أو الزراعة. لا يتم إضافة الأملاح إذا كان الغرض منها استخدامات في تطبيقات الصناعة والأدوية لأنها تؤثر سلبا على جودة المنتج.

المشاكل البيئية وعوامل يجب النظر إليها

هناك مشاكل بيئية يجب النظر إليها عند النظر إلى تحلية المياه. فمعمل عملية التحلية تستهلك طاقة كبيرة والتي يحصل عليها من قبل حرق الوقود أو النفط أو استخدام الطاقة الكهربائية أو الطاقة النووية وبالتالي ترفع نسبة ثاني أكسيد الكربون أو مخافة مضاعفات التسريب النووي الإشعاعي.

أيضا من المشاكل البيئية هو مخلفات عملية التحلية وهو ما يعرف بالمحلول الملحي المركز والذي يزيد عند القائه في البحر كمية الأملاح الذائبة فيه وبالتالي يؤثر سلبا على الحياة البحرية. ويجب اختيار مكان الأخذ من مصدر المياه وكيفية ضخ المياه إلى معمل التحلية وذلك لأنها قد تزيد من الطاقة المستخدمة وكذلك اختيار مكان التخلص من الماء المركز بالملح حتى لا يؤثر تأثير ضارا بالأحياء المائية.

هناك مشاكل أخرى تتعلق بالمواد الكيميائية المستخدمة في عملية التحلية وهي إن زادت عن حدها فهي تسبب أمراضا على المدى البعيد.

مجالات البحث والتطوير

في مراكز الأبحاث حول العالم تتم الأبحاث حول أحد المحاور التالية:

إيجاد بدائل للطرق الحالية لعملية التحلية: وذلك عن طريق إيجاد أغشية جديدة تكون أفضل من الحالية في عملية فصل الأملاح واختيار العوامل الكيميائية والتشغيلية المناسبة.

إيجاد بدائل للمواد الكيميائية المضافة: وذلك عن طريق استخدام الهندسة الوراثية لتسريع عملية تنقية المياه ومعالجتها باستخدام الأحياء الدقيقة

إيجاد بدائل للطاقة المستخدمة لعملية التحلية: وذلك عن طريق استخدام الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، أو بطاقة أمواج البحر.

المعالجة الأولية التقليدية للمياه

وهي العملية التي يتم فيها معالجة المياه عن طريق الخواص الفيزيائية من دون اللجوء إلى المعالجات الكيميائية (مع الملاحظة أنه يتم إضافة بعض المواد لتسريع العملية).. والغرض منها هو إزالة جزء كبير من المواد العالقة بالمياه كذرات التراب والبكتيريا.

هذه العملية هي أول مرحلة من مراحل تحلية المياه (انظر تحلية المياه) وتعتمد بشكل أساسي على قوانين الميكانيكا في الموائع (وبشكل خاص في الماء) وخصائص الجاذبية والكثافة.. فيتم تخثر (أو تكتل) المواد الغير مرغوبة ومن ثم ترسب بفعل الجاذبية.

من خصائص هذه العملية أنها غير مكلفة ولا تحتاج إلى مهارة عالية للقيام بها.. ولكن في الوقت ذاته تتطلب مساحات شاسعة من الأرض وتنتج مياه ذات جودة متذبذبة (وذلك يعتمد بشكل كبير على درجة الحرارة والنشاط البكتيري أو وجود بعض المواد السامة للبكتيريا المعالجة في المياه... إلخ).

وتتلخص هذه العملية في خمسة مراحل:

إزالة المواد الكبيرة وذلك بتمرير المياه من خلال شبكة تحجز المواد ذات الحجم الكبير نسبيا إضافة الكلور وتتبع هذه العملية بضح الهواء في المياه وذلك لقتل البكتيريا وإزالة أيونات الحديد والمنغنيز تعديل حموضة المياه: وذلك يجعل المياه تميل إلى الوسط القاعدي (وفي بعض المركبات تكون المياه ذات وسط حمضي ضعيف بين الأسين الهيدروجينيين 5-6,5) وذلك لتهيئتها للتخثير والترسيب تخثير المواد العالقة ومن ثم ترسيبها

ترشيح (فلتره) المياه عن طريق الفلاتر (المرشحات) الرملية السريعة أو البطيئة

عوامل يجب الانتباه إليها

قبل الشروع بإقامة معمل تحلية المياه.. يجب النظر إلى مصدر المياه وكيف يتم الأخذ منه وأين يمكن التخلص من الفضلات الكيميائية وكيفية التخلص من المحلول الملحي المركز. وتلعب هذه العوامل دورا كبيرا في خفض أو رفع تكلفة التشغيل ومدى اطالة عمر غشاء التناضح العكسي

يرجى ملاحظة أن هذه العملية هي محدودة من مصادر المياه الطبيعية كالبهار والأنهار والمياه الجوفية... إلخ. أما معالجة مياه الصرف الصحي فتتم بطريقة أخرى.

اختيار الموقع الأنسب

من التحديات الكبيرة هو اختيار أنسب المواقع لكل العمليات لتقليل تكلفة التشغيل.. ويتم ذلك بدراسة مصدر المياه وما هي المشاكل التي يمكن أن تكون معضلة في عملية التحلية.. فوجود أيونات الحديد أو المنغنيز أو البرومات أو غيرها يشكل تحديا كبيرا في عملية إزالتها من دون التأثير على عمر الغشاء الافتراضي

أفضل المواقع هي التي تبعد قليلا عن البحر والتي يتم أخذ المياه عن طريق حفر بئر شاطئ مالح. وذلك لتقليل المواد الكيميائية المستخدمة وأيضا الاستغناء عن الشبكة الحاجزة وعدم الاضرار بالبيئة البحرية والحصول على مياه ذات جودة أكثر ثباتة وتكون أعلى من الأخذ الفوري والمباشر من البحر

موقع الشبكة الحاجزة ومادتها

يكون موقع الشبكة الحاجزة في العادة قبل المضخة ويوضع عند مصدر المياه المراد تحليتها.. أما عن المادة فتكون على حسب مصدر المياه ومدى حساسيته لبعض الأيونات. ويتركب بالعادة إما من الحديد المقاوم للصدأ أو البروبالين أو النايلون أو البوليستر. تجري العادة وضع عدة شبكات بأحجام مختلفة تترتب من الأكبر حجما إلى الأصغر.

إضافة الكلور وضخ الهواء

في هذه العملية يتم قتل معظم الأحياء الدقيقة بإضافة الكلور (انظر تعقيم المياه). هذه العملية تخدم عدة أهداف وهي:

قتل الأحياء الدقيقة والتي تتسبب بالأمراض الخطيرة للإنسان

منع أو حد الأحياء الدقيقة من التغذية على المواد الكيميائية التي ستضاف إلى المياه في العمليات اللاحقة
منع أو حد الأحياء الدقيقة من الالتصاق على غشاء التناضح العكسي والتكاثر عليه ومن ثم استحالة إزالتها (تدمر
الغشاء بالتكاثر عليه وإلغاء عملياته)

بعد إضافة الكلور والسماح له بالتفاعل في المياه (وبالتالي قتل الأحياء الدقيقة) يتم ضخ الهواء في المياه وذلك لأكسدة
بعض المواد الضارة على غشاء التناضح العكسي مثل الحديد والمنغنيز حتى يتم التخلص منها لاحقاً. إن لم تتم هذه
العملية بشكل صحيح فإنها ستجلب نتيجة عكسية.



صدأ الحديد المتراكم والمتجمع في قاعدة خزان التهدة والذي ينجم عنه أضرار صحية ومادية كبيرة

عدیل حموضة المياه

في هذه العملية يتم تعديل حموضة المياه (الأس الهيدروجيني) إلى الوسط القاعدي قليلا (وفي بعض الأحيان إلى الوسط الحمضي قليلا). في الطبيعة تتراوح المياه بين الوسط الحمضي الضعيف أو القلوي الضعيف (ذات أس هيدروجيني 6-8,3) وذلك على حسب كمية كربونات الكالسيوم ومثائلها في الماء. يتم استخدام أحماض أو قواعد وذلك على حسب المخثر المستخدم في العملية التي تليها. وفي الغالب يتم استخدام أحد المواد التالية لرفع قلوية المياه: الجير (الكالسيوم)، كربونات الصوديوم (رماد الصودا أو صودا الغسيل)، هيدروكسيد الصوديوم. ويتم استخدام أحد المواد التالية لرفع حموضة المياه: كلوريد الهيدروجين (حمض الهيدروكلوريك)، حمض الكبريت.

في عملية معالجة مياه الشرب يتم إضافة الجير بالعادة إلى المياه وذلك لعدة فوائد منها:

أنه متوافر بشكل كبير

أنه رخيص التكلفة

أنه لا يؤثر سلبا على توازن المياه من ناحية النظر إلى أيونات الكربونات في المياه من مشاكل هذه الإضافة هو خطر الترسب على غشاء التناضح العكسي ومن ثم تعطيله وتدميره.. ومن مشاكل إضافة الجير أيضا هو جعل المياه عسرة .

عملية التخثير والترسيب

التخثير

في هذه المرحلة يتم تخثير الأحياء الدقيقة وبعض المواد العالقة وذلك بإضافة أحد المواد الكيميائية التالية:

أكسيد هيدروكسيد الحديد الثلاثي: ويتم إضافته للوسط القاعدي (أي الماء الذي يزيد أسه الهيدروجيني عن 7)

هيدروكسيد الألومنيوم: يستخدم أيضا لتخثير المياه.. ولكن زيادة الجرعة تؤدي إلى حالات تسمم أو أمراض مزمنة كالزهايمر

هناك مواد أخرى يمكن استخدامها مثل PolyDADMAC

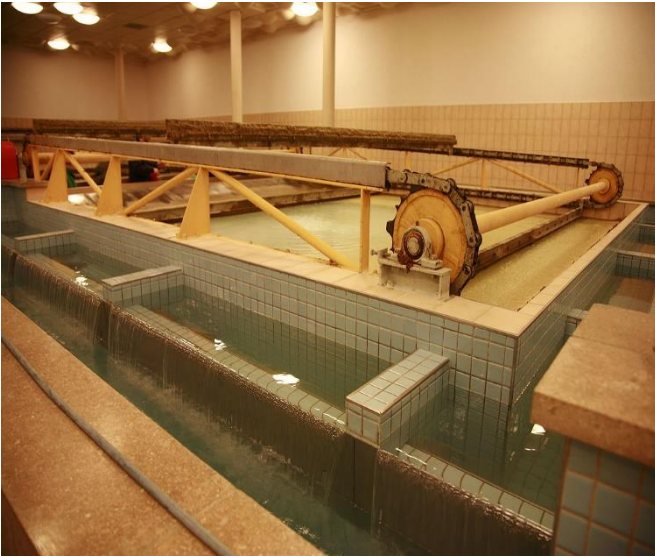
الغرض من هذه المرحلة هو تنقية لون المياه (انظر عكارة) وإزالة الأحياء التي تم قتلها حتى لا تتغذى عليها كائنات أخرى.



مياه عكرة



مياه ذات مستويات عكارة مختلفة (٥، ٥٠، ٥٠٠)



كيفية التخلص من المواد المتخثرة



عملية التخثير ويلاحظ تجمع المواد المراد ترسيبها على سطح الماء

الترسيب

بعد أن تتخثر المواد تترسب في القاع بفعل الجاذبية ويتم ازلتها بواسطة سير متحرك (يجب أن تكون سرعته بطيئة) وذلك لكي لا يعرقل عملية الترسيب. بعد ذلك تجمع المواد المترسبة ومن ثم يتم اعادة الحصول على المادة المخثرة والتخلص من الباقي. بالعادة يتم حرقها أو دفنها.

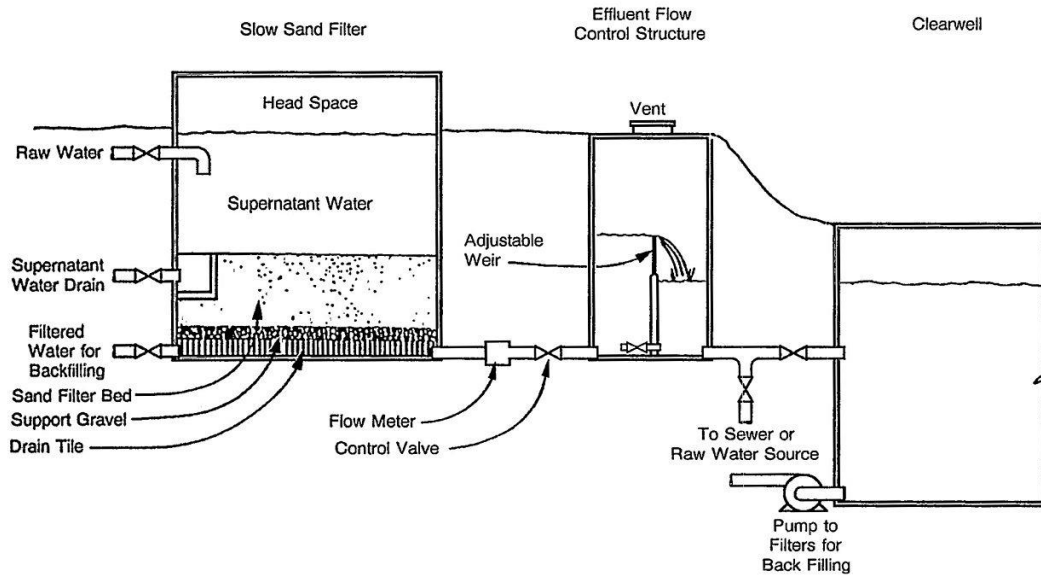
ترشيح المياه عن طريق مرشحات الرمل

بعد عملية الترسيب يتم ضخ المياه إلى مرشح الرمل وهو ينقسم إلى قسمين وهما: مرشح الرمل البطيء ومرشح الرمل السريع. يقصد بالسرعة والبطء هنا هو سرعة أو بطء عملية الترشيح

مرشحات الرمل البطيئة

يتم تعريض المياه للرمل حيث يقوم بعمل اللازم من العمليات المتبقية الأولية من إزالة العوالق والميكروبات وغيرها. لهذه التقنية ميزات وعيوب (انظر مرشح الرمل البطيء). وتكون عادة بعمق المتر أو المترين ذات شكل مستطيل أو اسطواني. يتم تحديد طول وعرض من الخزان (المرشح في هذه الحالة) وفقا لمعدل التدفق المطلوب من المرشحات، والذي عادة ما يكون معدل الترشيح فيها هو ٠,١ إلى ٠,٢ متر في الساعة (أو متر مكعب لكل متر مربع لكل ساعة). وهذه التكنولوجيا مفضلة في العديد من البلدان النامية وتستخدم لعلاج المياه في بعض من أكثر البلدان المتقدمة مثل المملكة المتحدة، حيث يتم استخدامها لمعالجة المياه الموردة إلى لندن. المرشحات الرملية البطيئة يتم اختبارها ودراساتها حاليا لمعرفة مدى فعاليتها في مكافحة الأحياء المسببة للأمراض في النظم المائية.

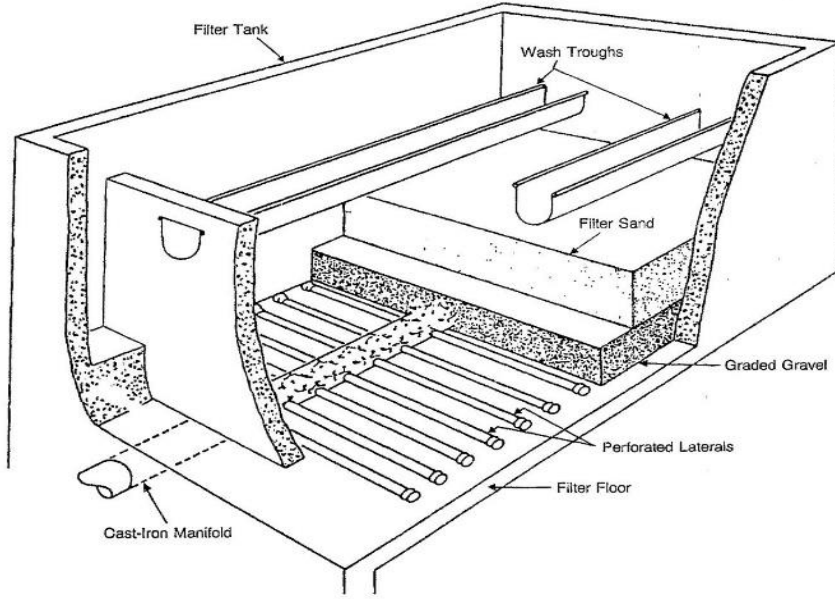
العامل الرئيسي في هذه العملية هو الجاذبية الأرضية وطبقة الجلد المتسخ والمعروفة باسم Schmutzdecke مرشح الرمل البطيء



مرشح الرمل البطيء (رسم مقطعي)

مرشحات الرمل السريعة

مرشح الماء السريع هو مجرد تطوير للمرشح الرملي البطيء ويتم التحكم في هذه العملية آليا. وتمتاز بسرعة الترشيح وبرمجة فترات الغسيل. كما أنها تتطلب مساحة أقل والعديد من الميزات الأخرى (انظر مرشح الرمل السريع). في الغالب أن المرشح البطيء يعطي مياه ذات جودة أعلى ولكن لا يمكن التنبؤ أو الاعتماد عليه لأنه حساس لاختلاف درجات الحرارة ونوعية المياه وغيرها من العوامل (حيث أن العملية في مرشح الرمل البطيء هي حيوية وليست ميكانيكية كما في المرشح السريع).



مجالات البحث والتطوير

يتم الآن البحث والتطوير على ايجاد بدائل أخرى. منها (وهو الآن ما تلجأ إليه كثير من مصانع التحلية) استخدام تقنية المرشحات أو الأغشية للقيام بكل هذه العملية (انظر مرشحات المياه) والتخلص من معظم الاضافات الكيميائية.

لمعالجة الأولوية الحديثة للمياه

المعالجة الأولوية الحديثة للمياه وهي العملية التي يتم فيها معالجة المياه عن طريق استخدام تنقيات حديثة (وتعتمد على الأغشية بشكل أساسي) من دون اللجوء إلى المعالجات الكيميائية (مع الملاحظة أنه يتم إضافة بعض المواد لتسريع العملية).. والغرض منها هو ازالة جزء كبير من المواد العالقة بالمياه كذرات التراب والبكتيريا. هذه العملية هي أول مرحلة من مراحل تحلية المياه أو الزلمحة (انظر تحلية المياه) وتعتمد بشكل أساسي على الفلترة أو على مبدأ الاعتراض المباشر هذه العملية مكلفة في البداية بسبب تقنية الأغشية والمرشحات المستخدمة وتحتاج إلى مهارة في الإدارة والتعامل مع المشاكل التي قد تظهر، بالإضافة إلى أنها تستهلك طاقة كبيرة إذا ما قورنت بالمعالجة الأولية التقليدية للمياه.. ومن مميزات أنها لا تتطلب مساحات شاسعة من الأرض وتنتج مياه ذات جودة ثابتة وعالية بغض النظر عن مصدر المياه المأخوذ فتقلل تكلفة استبدال غشاء التناضح العكسي.

وتتلخص هذه العملية في ثلاثة مراحل:

- ١- إزالة المواد الكبيرة وذلك بتمرير المياه من خلال شبكة تحجز المواد ذات الحجم الكبير نسبياً
- ٢- إضافة بعض المواد الكيميائية (بحسب المرشح المستخدم) لتحسين عملية الترشيح والمعروفة باسم المخثر
- ٣- ترشيح المياه باستخدام المرشحات

محتويات

- ١ عوامل يجب الانتباه لديها
- ٢ إزالة المواد الكبيرة
- ٣ اضافة المواد الكيميائية

عوامل يجب الانتباه لديها

بالإضافة إلى العوامل التي يجب الانتباه إليها والمذكورة في عوامل يجب الانتباه لديها، هذه العملية تعتمد بشكل أساسي على سلامة المرشح والذي يحتم علينا استخدام بعض المواد الكيميائية أو يمنعها وذلك يعتمد على نوع المرشح المستخدم والمادة المصنوعة منه وحجم الثغور فيه

إزالة المواد الكبيرة

انظر موقع الشبكة الحاجزة ومادتها

إضافة المواد الكيميائية

وذلك يتم قبل تعريض المياه للمرشح، وهذه المواد تعرف بالمخثر. ويتم إضافة المخثر بكميات محددة ويتم غالبا استهداف الجزيئات الأصغر حتى تتخثر وتتجمع وبالتالي تصبح ذات حجم أكبر من الفتحات الموجودة في المرشح فيتم التخلص منها وهي تكون عادة أكسيد الحديد الثلاثي. هناك مواد مختلفة يتم إضافتها إلى المياه وذلك بحسب حجم الثغور في المرشح، فكلما صغرت الثغور كلما قلت المواد الكيميائية المستخدمة أو فُضِّل عدم استخدامها.

الترشيح

هناك عدة مرشحات مستخدمة وتختلف باختلاف حجم الثغور ونوعية المرشح المستخدم. ويعتمد مبدأ الترشيح على فرق الضغط المتواجد بين المياه ذات العوالق والمياه المصفاة. وتاريخها يرجع إلى ١٩٦٠ عندما تم قبولها في عالم الصناعة. وحاليا يتم تقسيم المرشحات والتفريق بينهم مقارنة بين حجم الثغور المتواجدة في المرشح، وتنقسم إلى التالي:

مرشح الميكرون (Microfiltration)

مرشح الألترا (Ultrafiltration)

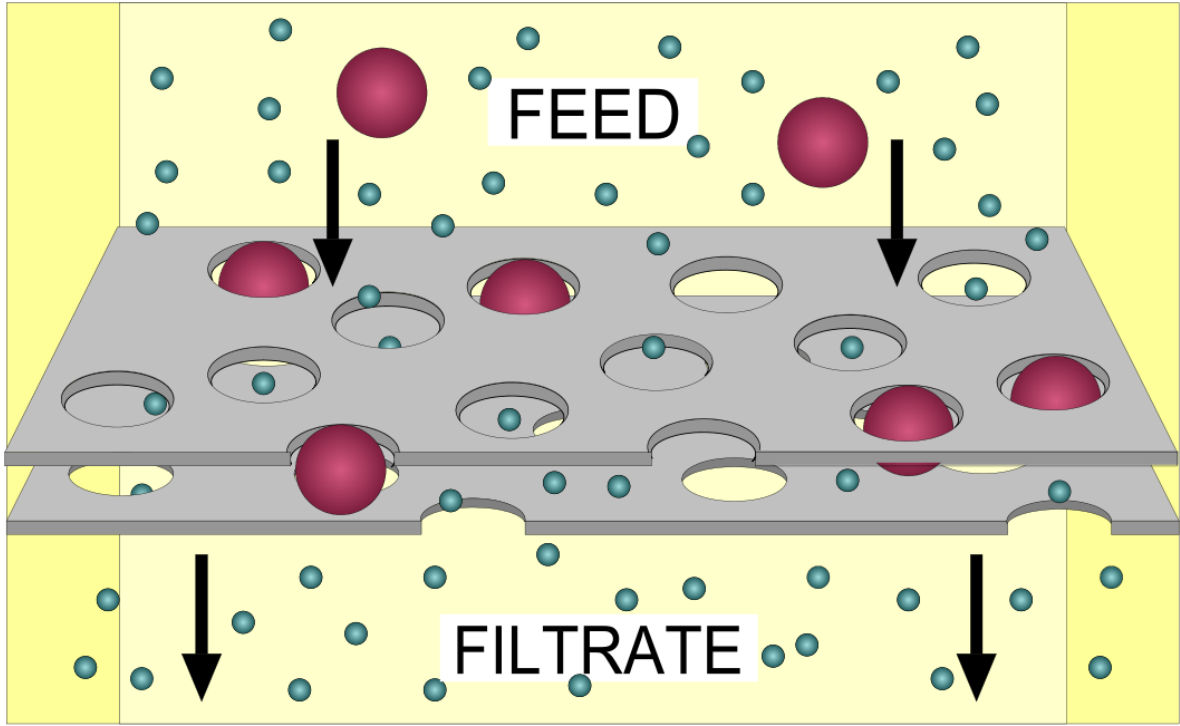
مرشح النانو (Nanofiltration)

مرشح التناضح العكسي (Reverse Osmosis)

وبالعادة يتم استخدام أول نوعين من المرشحات كعملية أولية لتنقية ومعالجة المياه، وحاليا يتم دراسة استخدام النوع الثالث وتصنيفه بشكل أفضل

مرشحات الميكرون والألترا تتكون عادة من مواد تعرف بالمكثور العضوي كمتعدد الإيثيلين ومتعدد الايثر الكبريتي (polyether sulfone) وغيرها. وأيضا قد يتم تصنيعها من مواد غير عضوية كالسيراميك والزجاج والمعادن (وهذا النوع تحت البحث والتطوير انظر مجالات البحث والتطوير).

وينقسم المكثور العضوي إلى مجموعتين وهما المكثور العضوي الماص للمياه والمكثور العضوي الطارد للمياه



رسم توضيحي لكيفية عمل المرشح وطريقة اعتراضه للعوالق ذات الحجم الأكبر من الثغور

((والله ولي التوفيق))

اعداد المهندس/ سردار احمد قادر
اختصاص الهندسة الميكانيك