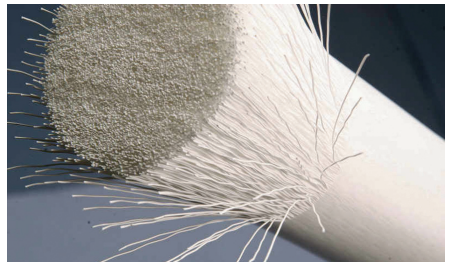
إلى المحلول المخفف بدرجة أكبر عكس الانتشار الطبيعي بالارتشاح.

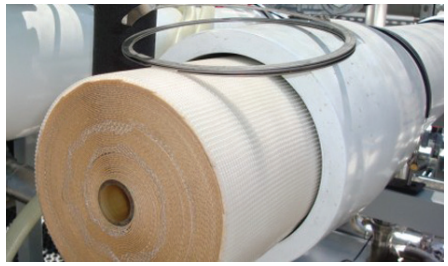
يتم تكوين أغشية الارتشاح العكسي بتصميمات كثيرة مختلفة، فالأغشية اللولبية ذات الارتشاح العكسي تشمل طبقات كثيرة من صفائح الأغشية المسطحة الملفوفة حول أنبوب مركزي يمّر منه الماء الذي يجب معالجته، وتستخدم الأنواع المجوفة من الألياف الدقيقة مجموعة من آلاف الأنابيب المجوفة التي يتم تكوينها بدورها من مواد أغشية، ويوجد الارتشاح العكسي -مثل الارتشاح الدقيق جّداً- عادة في ترتيبات الأنظمة اللولبية.

يجب أن تعالج مياه المصدر دائماً وتقريباً قبل الارتشاح العكسي، وذلك حتى لا يفسد الجسيمات العالقة الأغشية ويحد من فعاليتها، وتتطلب المياه التي تحتوي نسبة عالية من الحديد، والكلور، والمنجنيز أيضاً معالجة مسبقة، وحتى في الحالات المثالية، فإن نظام الارتشاح العكسي -مثل الارتشاح الدقيق جّداً- يتطلّب أيضاً تنظيفاً منتظماً للأغشية واستبدالاً دورّياً.

أشكال الأغشية البوليميريّة



- الأنابيب المجوفة (Hollow fiber).



- الأغشية اللولبية الملفوفة (Spiral wound).

- الغشاء المسطح (Flat sheet).

أشهر البوليمرات المنتجة للأغشية التجارية

- نترات السيليلوز.
- اسيتات السيليلوز.
- البولي ستيرين.
- البولي اميد.
- البلوي استر.
- البلوي أثيلين.
- البولي بروبلين.

تطبيقات الأغشية البوليميريّة

- في مجال تحلية ومعالجتها المياه.
- في الصناعات الغذائية.
- التقنيات الحيوية والمجالات الطبية.
- إنتاج الكهرباء.

مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الرقم: ٣٦٠٣٠١ رقم الوثيقة: 12P0002-FLY-0001-AR01

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

المركز الوطني لتقنية الأغشية

الأغشية البوليميريّة

الأغشية البوليميريّة

تُعُّـد الأغشيــة البوليميرية ذات أهمية قصــوى في تطبيقات الصناعة مثل: تحلية المياه والمعالجــة وفي المجالات الطبية. ويُعُّد التناضــح العكســي من أهم أنواع الأغشية البوليميرية، حيث كان أول إعلان لاستخدام خاصية التناضح العكسي هو براءة اختراع بالاسم نفسه لإزالة عسر الماء (Softening) باستخدام أغشية فيروسيانيد على مثبتات مسامية من البورسلين، وفي عام ١٩٥٢م أُنتج في جامعة فلوريدا أغشية من أسيتات السيليلوز لتحلية مياه البحر بالتناضح العكسي، وفي الستينات تم إنتاج الأغشية الملفوفة حلزونيّاً (Spiral wound) وفي السبعينات ظهرت أغشية الشعيرات الدقيقة المجوفة (Hollow fine fiber) من البوليد. وتتميز طرق التحلية بالأغشية عموماً بانخفاض الطاقة المستخدمة مقارنة بطرق التحلية الحرارية وذلك نظراً لعدم الحاجة إلى إحداث تغيــير في الحالــة الطبيعية للماء من حيث التحول من الحالة السائلة إلى الحالة البخاريــة وبالعكس. وهناك تطوّران ساعدا على تخفيض تكلفــة تشغيل محطات أغشية التناضح العكسي أثناء العقــد الماضي هما: تطوير الغشاء الذي يمكن تشغيله بكفاءة عند ضغوط منخفضة، وعملية استخدام وسائل استرجاع الطاقة، وتستخدم الأغشية ذات الضغط المنخفض في تحلية مياه الآبار على نطاق واسع.

أحرزت تحلية مياه البحر باستخدام تقنية أغشية التناضح العكسي قبولاً مطّرداً كطريقة اقتصاديّة معتمدة، وكأفضل نظام مكمل وبديل لتقنيات التحلية الحرارية (التبخير الوميضي متعدد المراحل والتبخير متعدّد المؤثرات) وذلك بسبب:

١- تدني استهلاك الطاقة بالمقارنة مع أغلب نظم التقطير، وذلك نظراً لعدم وجود تغيير في الصورة الفيزيائية للماء.

٢- تدني المساحة التي يشغلها بالمقارنة بنظم التحلية الأخرى.

٣- انخفاض معدّل حدوث الترسبات والتآكل فيه بالمقارنة بنظم التحلية الأخرى.

٤- مدة انجاز مشروعات التناضح العكسي أقل مما هي الحال عليه بالنسبة لوحدات التقطير.

٥- قلة تكلفة معظم مكونات النظام لكونها بلاستيكية الصنع.

تصنف الأغشية على حسب طريقة العمل كالآتي:

■ الترشيح الدقيق MF Membrane

يتــم صنــع أغشية الترشيح الدقيق بعــدة تصميمات مختلفة. تشمــل الأغشية اللولبية للارتشاح العكســي طبقات كثيرة من صفائــح الأغشية المسطحــة ملفوفة حول أنبوب مركزي يدخل المــاء الذي يراد معالجته. وتستخدم الأشــكال المجوفة من الألياف الدقيقــة مجموعة مــن آلاف الأنابيب المجوفة التي أعدت بدورهــا من مواد غشائية. وتوجد المرشحــات الدقيقة –مثل المرشحات الفائتة– عادة على شكل ألياف مجوفة.

نظراً لأن أغشية الترشيح الدقيق تمثل تكنولوجيا معالجة فيزيائية، فإنها تخضع للقيود الفيزيائية. فالمياه الممتلئة بالجسيمات العالقة أو المواد العضوية يمكن أن تسد الأغشية. وقد تحتاج بعض المياه، ولاسيما المياه السطحية، إلى معالجة مسبقة قبل مرورها في نظام أغشية وتنتج هذه الأنظمة أيضاً أحجاماً صغيرة من المحاليل المركزة بدرجة كبيرة التي تتطلب التخلص منها.

يتم تصنيف الأغشية طبقاً لحجم الجزيئات التي تستطيع أن ترشحها –حدّ الفصل الأعلى لوزن الجزيئات أو وزن الجزيئات الفاصــل– ويمثــل الترشيــح الدقيق أعلى حــد للوزن الجزيئي المعطــي، ومن ثم أكبر اتســاع للمسام، ويستخــدم الترشيح الدقيق أحجــام مســام مــن ٠,٠٣ إلى ١٠ ميكــرون (عادة ٠,١ إلى ٢ ميكــرون) وهو فعال بالنســبة لأحجام يبلغ الحــد الاسمي الفاصل لوزنهــا ١٠٠٠٠٠ دالتــون أو أكثر. ويستخدم غالباً في إزالــة الرمل، والطمي، والصلصال، والطحالــب، والبكتيريا، والجيارديات، والكريبتوسبوريديوم.

يتــم تكويــن الأغشية من كثير من المواد المختلفــة، التي لها مزاياها وعيوبها، ويمكن أن يمثل اختيــار الغشاء المناسب للحالة تحّدياً كبيراً للصناعة.

بالمقارنة مع أنواع أخرى من تكنولوجيات الأغشية، فإنّ الترشيح الدقيق أقل استخداماً بصورة شائعة في الوقت الحاضر.

■ الترشيح الفائق UF Membrane

يتــم إنشــاء أغشية الترشيح الفائق بتصميمات عديدة مختلفة. تشمل الأغشية اللولبية ذات الارتشاح العكسي طبقات كثيرة مــن صفائــح الأغشية المسطحة ملفوفة حول أنبوب مركزي ينقل الماء الذي يراد معالجتها. وتستخدم الأنواع المجوفة ذات الألياف الدقيقــة مجموعــة من آلاف مــن الأنابيب المجوفة التي يتــم تكوينها بدورها من مــواد غشائية. وتوجد المرشحــات الفائتة –مثل المرشحات الدقيقة– عادة على شكل الألياف المجوفة.

نظراً لأن أغشية الترشيح الفائق تمثل تكنولوجيا معالجة فيزيائية، فإنها تخضع للقيود الفيزيائية، فالمياه الممتلئة بالجسميات العالقــة أو المواد العضوية يمكن أن تسد ترشيحــاً غشائياً. وقد تحتاج بعض المياه ولاسيما المياه السطحية إلى معالجة مسبقة قبل مرورها في نظام أغشية، وتنتج هذه الأنظمة أيضاً كميات صغيرة من المحاليل المركزة بدرجة كبيرة التي تتطلب التخلص منها.

ويتــم تصنيــف الأغشية طبقاً لحجم الجزيئــات التي تستطيع أن ترشحها –حد الوزن الجزيئــي الأعلى. ويستخدم الترشيح الفائــق أحجــام مسام من ٠,٠١ إلى ٠,٠٣ ميكرون– وهــو فعّال بالنسبة لأحجام يبلغ حد الوزن الجزيئــي الأعلى ١٠٠٠٠ دالتون أو أكــثر، ويستخــدم غالبــاً لإزالة الرمل، والطمــي، والصلصــال، والطحالب، والبكتيريــا، والجياردیــات، والكريبتوسبوريديوم، والفيروسات.

■ الترشيح الدقيق جدا (النانوي) NF Membrane

صنعــت أغشية الترشيح الدقيق جداً بتصميمات متعددة مختلفة. فالأغشيــة اللولبية ذات الارتشاح العكسي تتكون من عدة طبقــات من صفائح الأغشية المسطحة الملفوفة حول أنبوب مركزي تمــر منه المياه التي يتعين معالجتها، وتستخدم الأنواع المجوفة التــي تستخدم الألياف الدقيقة مجموعة من آلاف الأنابيب التي يتم تكوينها بدورها من مواد غشائية، وتوجد المرشحات الدقيقة جّداً مثل الارتشاح العكسي، عادة في ترتيبات الأنظمة اللولبية.

نظــراً لأن الأغشيــة تمثل تكنولوجيا معالجة فيزيائية، فإنها تخضع للقيود الفيزيائيــة، فالمياه الممتلئة بالجسيمات العالقة أو المواد العضوية يمكن أن تسد الأغشية، وقد تحتاج بعض المياه –ولاسيما المياه السطحية– إلى معالجة مسبقة قبل مرورها في نظام ترشيح غشائي، وتنتج هذه الأنظمة أيضاً كميات صغيرة من المحاليل المركزة بدرجة كبيرة والتي تتطلب التخلص منها.

يتــم تصنيــف الأغشية طبقــاً لحجم الجزيئات التــي تستطيع أن ترشحها حّــد الفصل الأعلى لوزن الجزيئــات، وحدّ الوزن الجزيئــي الأعلى للمرشحــات الدقيقة جّداً هو ١٠٠٠ دالتون أو أقل. وتتطلب العملية ضغوطاً عالية جداً للمياه لدفع السائل القائم من المصدر من خلال مسام صغيرة للغاية (تصل من الصفر إلى٠,٠٠١ من المايكرومتر أو نانومتر، ومن هنا اشتق الاسم) لإزالة الملوثات، وتستخدم المرشحات الدقيقة جّداً لإزالة عسر المياه، والمواد العضوية الطبيعية، والكيماويات العضوية المخلقة من المياه.

ويجب دائماً معالجة مياه المصدر قبل الترشيح الدقيق جّداً، حتى لا يفسد محتواها من الجسيمات العالقة في الغشاء ويحّد مــن فعاليتــه. وقد تتطلب المياه التي توجد بها نسبة عالية من الحديد، والكلــور، والمنجنيز أيضا معالجة مسبقة المعالجة المسبقة، وحتــى في الظروف المثالية، تتطلــب أنظمة الترشيح الدقيق جداً –مثل نظام الارتشاح العكسي– تنظيفاً منتظماً واستبدالاً دوريّاً للأغشية.

■ التناضح العكسي (الارتشاح) RO Membrane

استخدمــت أنظمــة أغشية معالجــة المياه في الأصــل فقط في مشروعــات إزالة الملوحــة، ولكــن جعل التقــدم في تكنولوجيــا الأغشية منهــا بصورة متزايــدة اختياراً مرغوبــاً للتخلــص مــن الكائنــات الدقيقــة، والجسيمات العالقــة، والمــواد العضوية الطبيعيــة التي تفسد طعم الميــاه وتلوث نقاءها، وتتألف هذه الأنظمة من رقائق رقيقة من المواد لا يوجد بها عادة مسام. وإنما تتيح الأغشية لجزيئات المياه أن تمر خلالها، ولكــن تتصيــد وتحتفظ بأية مواد أخــرى مذابة أو عالقة فيهــا. ويضغط النظام على المحلــول إلى الحد الذي يجعل المياه تتدفق من المحلــول الأكثر تركيزاً، خلال الغشاء،