Membrane filtration

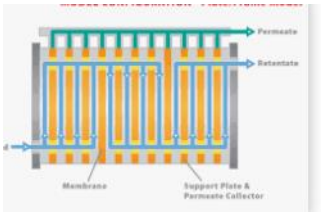
Kind of membrane process أنواع عمليات الاغشية

1- Micro filtration 2- 0.008 µm
2- Ultra filtration 0.008-0.2
3- Nano filtration 0.01-0.001
4- Reverse osmosis 0.001-0.002
5- Electrical dialysis

Types of membranes materials انواع مواد الاغشية

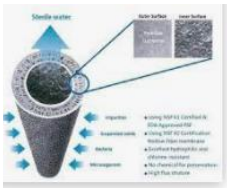
1- Cartridge

2- Plate and frame



3- Spiral wound

4- Hollow fiber

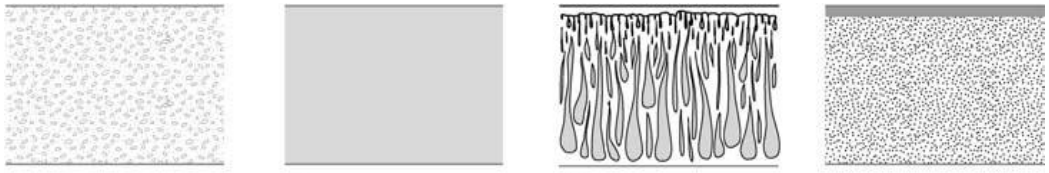


5- Tubular

انواع الاغشية حسب نسجتها Types of membrane

a) Micro porous Symmetric
b) Non porous Symmetric
c) Asymmetric
d) Thin film Composite (TCF)

فيما يلي شكل مبسط لأنواع الاغشية حسب نسجتها



Types of membrane construction: (a) microporous symmetric membrane,(b) nonporous (dense) symmetric membrane, (c) asymmetric membrane, and (d) thin film composite (TFC), sometimes identified as an asymmetric membrane

محاسن ومساوئ استخدامات الأغشية لأغراض معالجة المياه

محاسن استخدام الاغشية لأغراض معالجة المياه :

1- تقلل 50 الى 80 % من المكان المعد للمحطات التقليدية لمعالجة المياه .
2- اسعاره منافسة للمحطات التقليدية في حالة التصميم والتشغيل الجيد.
3- لا تعتمد في عملها عل اضافة الكيمياويات كالشب والكلور او الاوزون.
4- يمكن ان تزيل قسم كبير من الاحياء المجهرية
5- يمكنها العمل في المناطق التي تنعدم فيها تواجد مياه الاسالة

مساوئ استخدام الاغشية لأغراض معالجة المياه :

1- تحتاج الى معالجة اولية للمياه المطلوب معالجتها من السيطرة على قيمة الدالة الحامضية والسيطرة على الضغط المسلط وتقليل تركيز الكلور الداخل الى حد كبير لتلافي تلف الاغشية .
2- تحتاج الى تبديل اغشية كل خمس سنوات .
3- تحتاج الى فحوصات مختبرية مستمرة لان معالجة الانسداد صعب جدا.
4- تحتاج الى معالجة للمياه المالحة المركزة الخارجة قبل طرحها .
5- اسعارها اغلى من المحطات التقليدية .
6- انتاجيتها اقل بكثير من المحطات التقليدية .
7- معدل الجريان اي الماء العابر من الاغشية يقل تدريجيا مع الزمن وإذا عولجت بالغسل الرجعي فان كفاءتها لا ترجع 100% كسابق عهدها أي تقل كفاءتها بعد كل عملية غسل لغاية ان يصبح بها انسداد.

مواصفات الماء الداخل الى الاغشية :

1) يجب السيطرة على قيمة الدالة الحامضية (اي ان لا يكون قيمته واطئة فيحدث تلف بالأغشية ولا عالية فيحدث تكلس وبذلك سوف يحتاج الى مانعات التكلس Anti-scalants
2) ان لا تزيد نسبة العكورة الداخلة الى الاغشية عن 0.5 NTU .
3) يجب ان تزال الملوثات البكتيرية والجزيئات العضوية الكبيرة لكي لايحدث انغلاق في الاغشية.
4) يجب ان يكون تركيز الكلور الحر اقل ما يمكن وكذلك المواد المؤكسدة مثل الاوزون في المياه الداخلة اليه.

الفحوصات المختبرية

مؤشر كثافة السلت SDI (Silt Density Index) :

وهي تجربة مختبرية تجرى للمياه المطلوب معالجتها قبل دخولها الأغشية فإذا كانت قيمة المؤشر بين 0-3 فلا يوجد داعي لعمل معالجة للمياه الداخلة الى الاغشية .

$$SDI = \frac{100*(1-\frac{ti}{tf})}{T}$$

Where : ti=time spend for gathering first 500 ml of sample

tf= time spend for gathering final 500 ml of sample

T= Total spend testing time

الجهاز المستخدم عبارة عن انبوبة فيها غشاء ذات نهاية مغلقة قطرها 47 ملم ويسلط عليها ضغط 207 كيلوباسكال اي يعادل 30 Ib/in^2 وان قطر فتحات الاغشية المستخدمة 0.45 µm

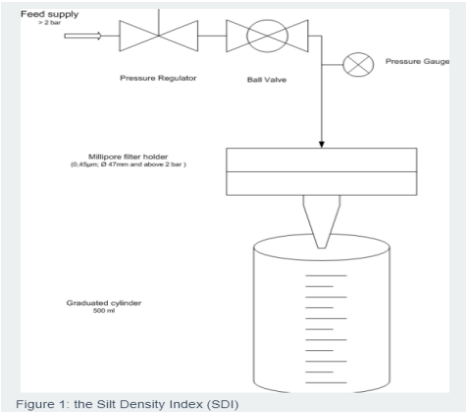
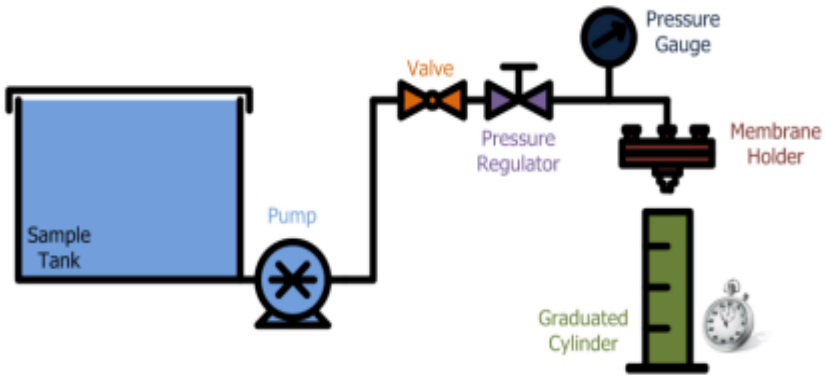


Figure 1: the Silt Density Index (SDI)



مثال : أوجد مؤشر كثافة السلت لماء مغذي لغشاء تناضح عكسي وبين هل ان الماء المغذي يحتاج الى معالجة اولية ام لا علما ان الزمن الكلي للتجربة هو نصف ساعة وان الزمن المصروف لتجميع اول 500 ملل هو 2 دقيقة وان الزمن المصروف لتجميع اخر 500 ملل يحتاج الى 10 دقائق ؟

Solution:

$$SDI = \frac{100*(1-\frac{ti}{tf})}{T}$$

$$SDI = \frac{100*(1-\frac{2}{10})}{30} = 2.67 < 3 \quad OK$$

اي لا يوجد داعي للمعالجة الاولية للماء المغذي للغشاء ولكن بما ان الرقم قريب من الرقم 3 فمن الافضل عمل معالجة بسيطة له

https://www.youtube.com/watch?v=N5aYQUu7J00

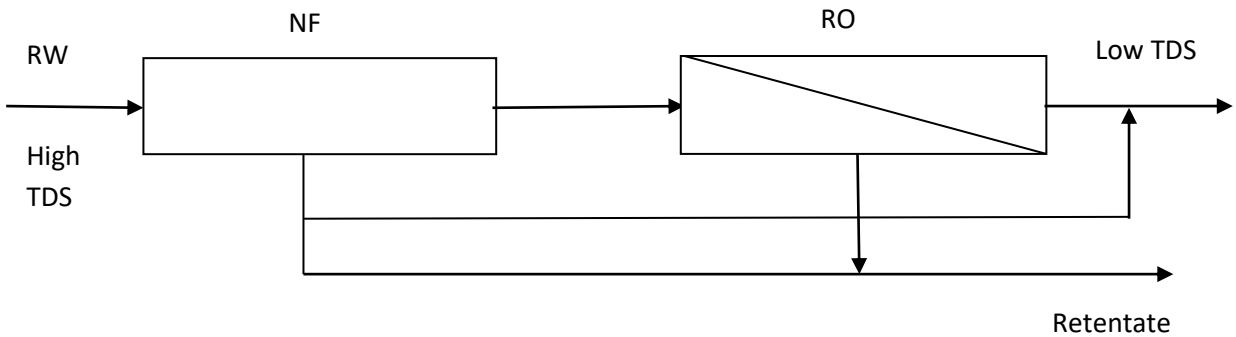
استعمالات MF و UF :

1- كل منهما يعتبر مرحلة اولية قبل دخول المياه الى جهاز التناضح العكسي RO وذلك لمنع انسداد جهاز التناضح.
2- يستعمل كلا الجهازين MF &UF لإزالة العكورة والمواد الغروية العالقة ولكن جهاز UF يحتاج الى ضغط اعلى لكون فتحات الاغشية له اصغر.
3- يمكن بكلا الجهازين ازالة البروتوزوا وبيوض الديدان وكمية لا باس بها من البكتريا وقسم قليل من الفيروسات .

استعمالات NF &RO

1) يحتاج NF من 5 الى 10 بار ويمكنه من ازالة الدقائق المذابة والتي هي اصغر من 0.001 µm وكذلك لإزالة ايونات العسرة ويزيل الدقائق المضافة من الكيمياويات المشتتة .
2) يحتاج RO الى اكثر من 10 بار ويمكنه من ازالة المواد العضوية المذابة والأملاح.
3) غالبا يستخدم الجهازين معا في حالة الارواء بالمياه المعالجة حيث يكون جهاز NF قبل جهاز RO .

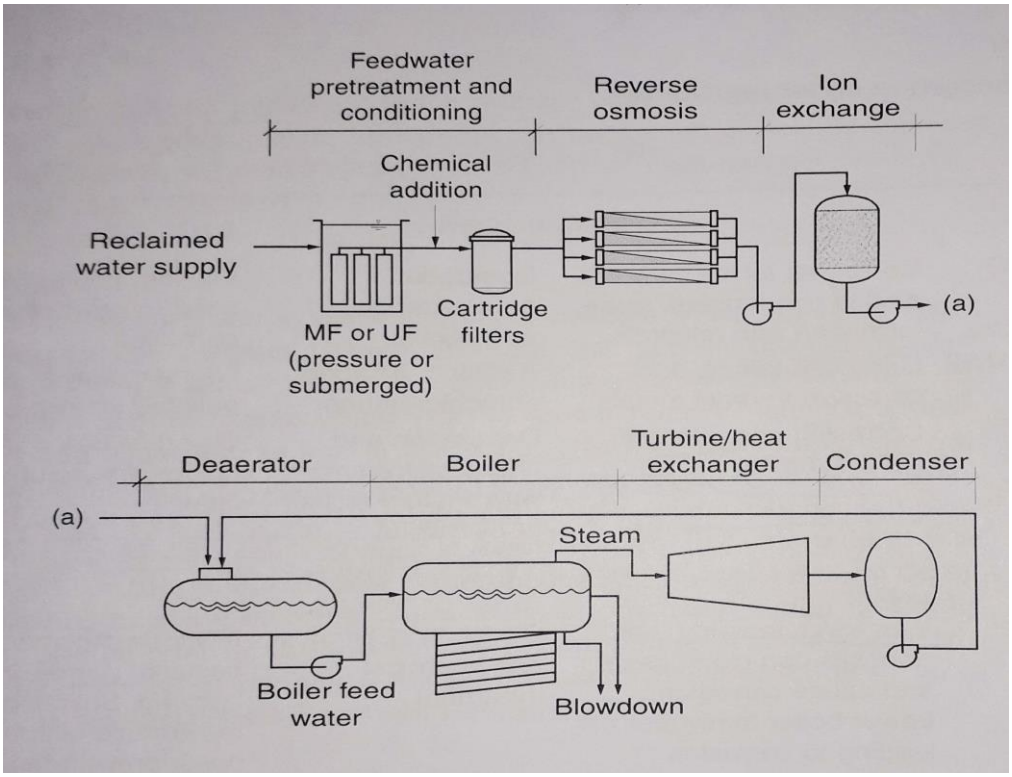
فيما يلي شكل الربط في حالة استعمال المياه الخارجة لأغراض الري:



استخدام المياه المعالجة في البويلرات

في حالة استعمال المياه المعالجة في البويلرات يجب ان تكون عدة عمليات مسبقة من اهمها تقليل تركيز المواد المذابة والمسببة للتكلس وكذلك يجب ازالة الغازات المذابة منها الاوكسجين المذاب الذي يعمل على زيادة التآكل داخل البويلر .

فيما يلي مخطط مبسط في حالة استعمال المياه المعالجة لنظام البويلر



التناضح العكسي Reverse Osmosis

التنافذ Osmosis : هو حركة المحاليل منخفضة التركيز الى الاكثر تركيزاً من خلال غشاء نفاذ وبالنتيجة هنالك ضغط هيدروستاتيكي . ان الضغط الاضافي المسلط على المحاليل لخلق حالة التوازن يعرف باسم الضغط الازموزي ويرمز له غالبا بالرمز π حيث ان:

$$\pi = CRT$$

π = الضغط الازموزي وحدته ضغط جوي

R =0.082 L. atm/K.mole ثابت الغازات

T = Temperature (Kelvin)

C= molar concentration of solute (mole/L)

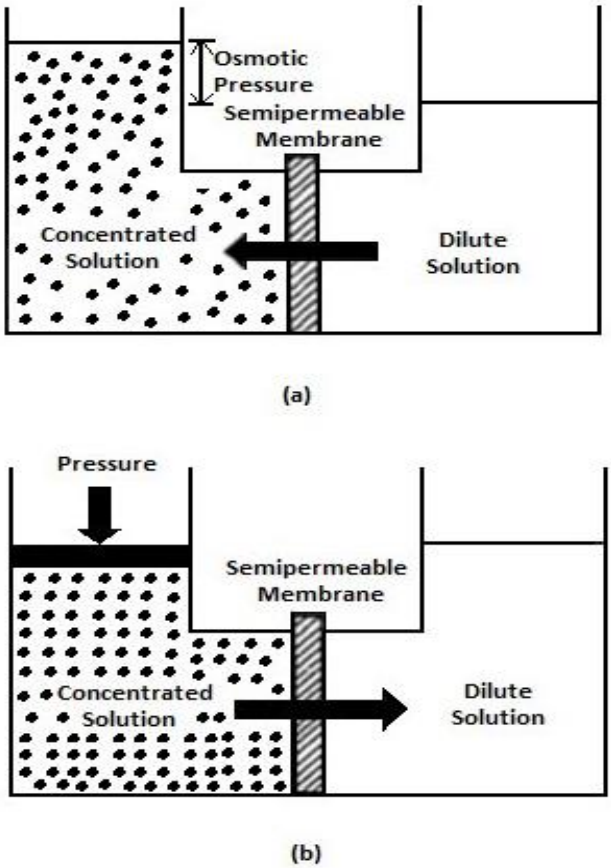


Figure 1. (a) Osmosis, osmotic pressure, and (b) RO [6].

مثال : فيما يلي تراكيز مولالية للايونات الرئيسة لماء ارضي نقي ، احسب الضغط الازموزي عبر غشاء شبه نفاذ فيه ماء مالح من الجهة الاخرى في درجة حرارة 25 درجة مئوية؟

Na=0.02 , Mg =0.015 , Ca =0.01 , K= 0.001 , CL =0.025 , HCO_3=0.001 , NO_3 = 0.002 , SO_4 = 0.012

Solution :

$\pi = CRT$

C= 0.02+0.015+0.01+0.001+0.025+0.001+0.002+0.012= 0.075 mole

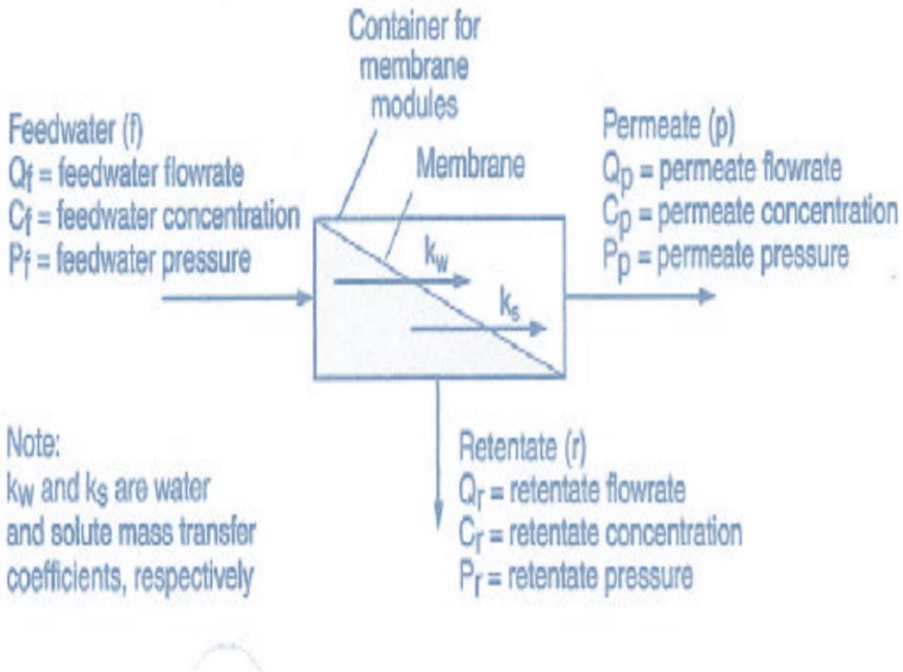
C= 0.075*0.082*(25+273)=1.83 atm.

التناضح العكسي Reverse osmosis هو عملية انتقال المحاليل عالية التركيز الى الاقل تركيزا من خلال غشاء شبه نفاذ بواسطة ضغط يزيد عن الضغط الازموزي .

ان ضغط عال تقريبا 10 بار او ما يعادل 1000 kpa يستعمل لإزالة المواد العضوية والأملاح من مياه الفضلات او لإزالة الاملاح من ماء البحر Desalting .

يدعى الماء الداخل الى وحدة التناضح Feed water بينما يطلق على الماء النظيف العابر Permeate ، بينما يطلق على الماء المركز المطروح Retenate أو Concentrate .

فيما يلي شكل مبسط يوضح هذه التعاريف ضمن وحدة التناضح العكسي



كفاءة الرفض Rejection efficiency R

هي نسبة تركيز المواد التي لا تعبر الغشاء الى تركيز المواد الداخلة وتحسب كنسبة مئوية وكما يلي :

$$\mathbf{R\%=\frac{(Cf-Cp)}{Cf}*100}$$

$$R\%=(1-\frac{Cp}{Cf})*100$$

Cf = Feed water concentration , g/m^3

Cp = Penetrate water concentration , g/m^3

R_{log} = -Log (1-R) =Log (Cf/Cp)

Mass balance Equation

Qf =Qp + Qr

Qf Cf = Qp Cp + Qr Cr

Qr =Rejection water flow , m^3/hr , m^3/sec

Cr =Rejection water concentration , g/m^3

مثال : إذا كانت كفاءة الرفض R=85% وكان تركيز مياه الفضلات الداخلة (Cf) الى جهاز التناضح العكسي 12 g/m^3 ، ما هو تركيز المياه العابرة من الغشاء ، وما هو تركيز الماء المطروح اذا كان تصريف الماء الداخل للجهاز (Qf) هو 15 $m^3/hour$ وتصريف الماء العابر (Qp) 12 $m^3/hour$؟

Solution :

R=85% , Cf=12 g/m^3 , Qf =15 m^3/hr , Qp = 12 m^3/hr, Cp = ? , Cr =?

$$R\%=\frac{(Cf-Cp)}{Cf}*100$$

$$85=\frac{(12-Cp)}{12}*100 \quad , Cp=1.8\ g/m^3$$

Qf = Qr + Qp

15= Qr +12 , Qr =3 $m^3/hour$

Qf Cf = Qp Cp +Qr Cr

15*12 =12*1.8 + 3*Cr , Cr =52.8 g/m^3