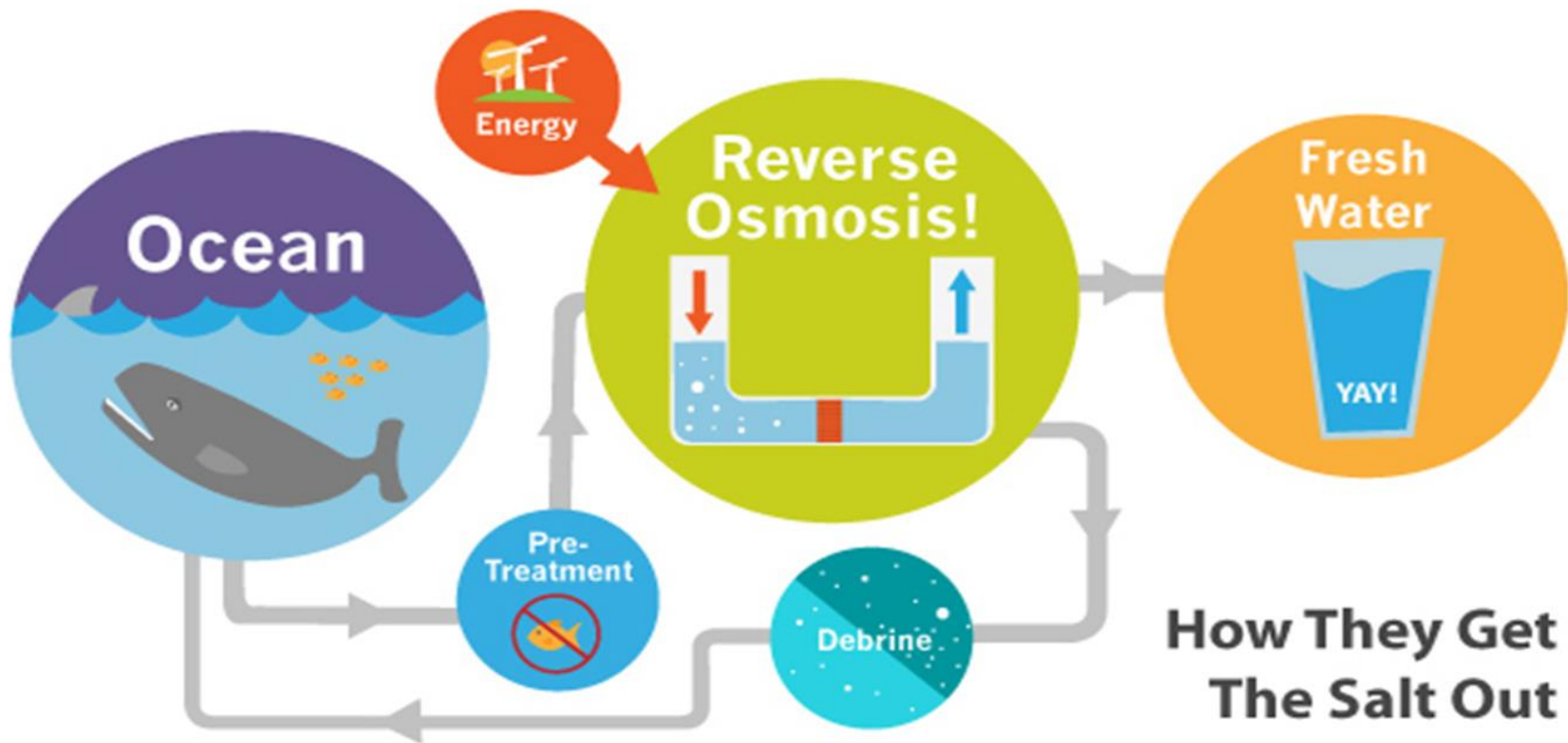


برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

البرنامج التدريبي كيميائي مياه

تكنولوجيا معالجة مياه الشرب
تحلية مياه البحر





الهدف من الدورة

- الهدف من هذا الباب التعرف على:-
- مصادر المياه المناسبة لعمليات التحلية المختلفة
- العوامل التي يتوقف عليها إنشاء محطة تحلية
- أسس تصنيف محطات التحلية المختلفة
- شرح لعملية التناضح العكسي
- مبادئ الديليزة الكهربائية
- وصف لمحطة ديليزة كهربائية

الاحتياج إلى مياه الشرب

بحلول عام ٢٠٢٥ سيزداد الاحتياج إلى مياه الشرب

سوف يعاني ١.٨ بليون من سكان العالم من الشح المائي

من المتوقع زيادة كمية المياه المطلوبة للدول النامية بنسبة ٥٠%
و ١٨% في الدول المتقدمة.

Total World Water

2.5%
FRESHWATER



Breakdown of freshwater resources

0.3%
FRESHWATER
LAKES &
RIVERS

30%
GROUNDWATER



تصنيف مصادر المياه لمحطات التحلية طبقا لمحتواها من الأملاح الكلية الذائبة TDS

المياه
العذبة

- ملجم/لتر < 1000

المياه الجوفية

- من ١٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠ ملجم/لتر

مياه البحار
والمحيطات

- ملجم/لتر > 35,000

تحلية مياه البحر

تعريف :- هي إزالة الأملاح من مياه البحر وذلك لجعلها مستساغة وصالحة للشرب.

عوامل اختيار الطريقة المناسبة للتحلية :

١ . نوعية مياه البحر (تركيز الأملاح الكلية)

٢ . نوعية المياه المطلوب إنتاجها

٣ . درجة حرارة مياه البحر

4. المعالجة الأولية المطلوبة قبل التحلية

5. الحاجة لإزالة مكونات أخرى من مياه المصدر كالبكتيريا
والفيروسات

6. توافر الطاقة والكيماويات اللازمة

7. التكلفة الشاملة



تصنيف طرق التحلية (إزالة الأملاح) طبقاً لحالة المادة (Phase) إلى

تغير الحالة Phase changing

١. التقطير Distillation

٢. التجميد Freezing



عدم تغير الحالة Non Phase changing

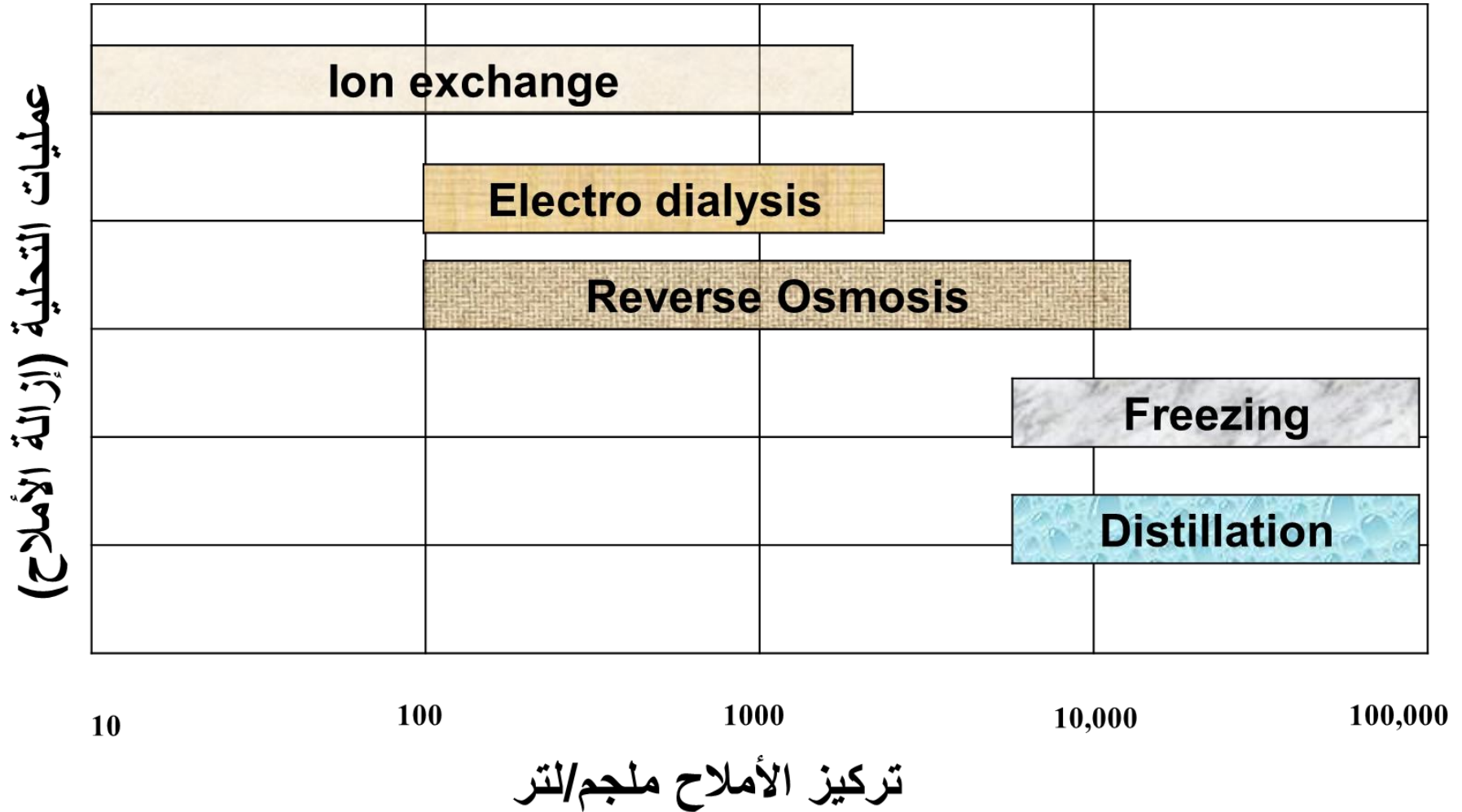
١. التناضح العكسي Reverse Osmosis

٢. الديليزة الكهربائية Electro dialysis

٣. الديليزة الكهربائية المعكوسة

٤. التبادل الأيوني Ion Exchange

عمليات التحلية المقابلة لتركيز الأملاح في مصادر المياه



طرق التحلية

١ - تحلية المياه بطرق التقطير

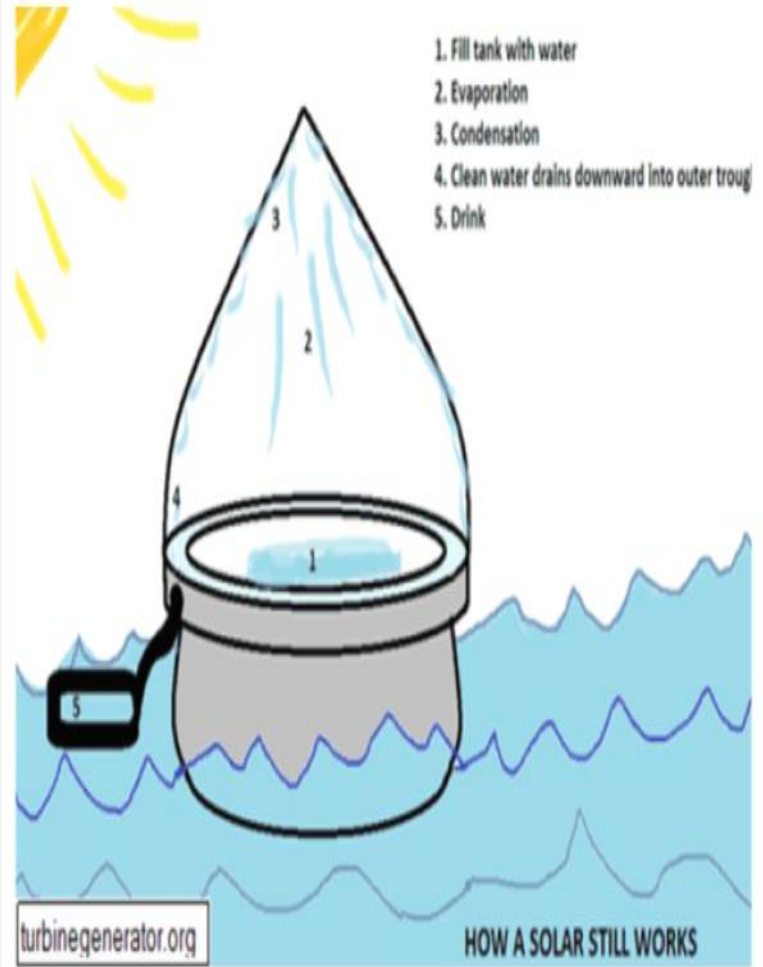
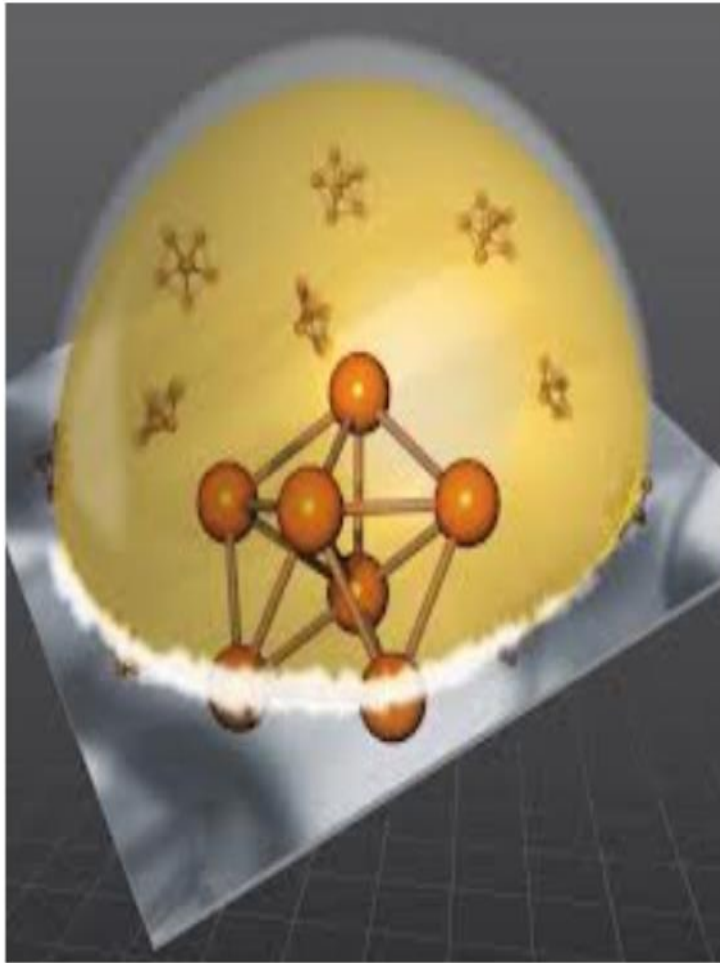
أولاً: التقطير العادي

ثانياً: التقطير الومضي متعدد المراحل

ثالثاً : التقطير المتعدد المراحل (المتعدد التأثير)

رابعاً: التقطير باستخدام الطاقة الشمسية:

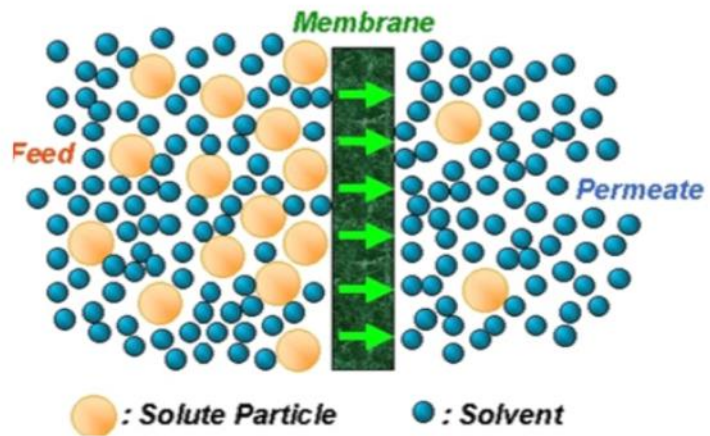
٢ - تحلية المياه بطريقة البلورة أو التجميد



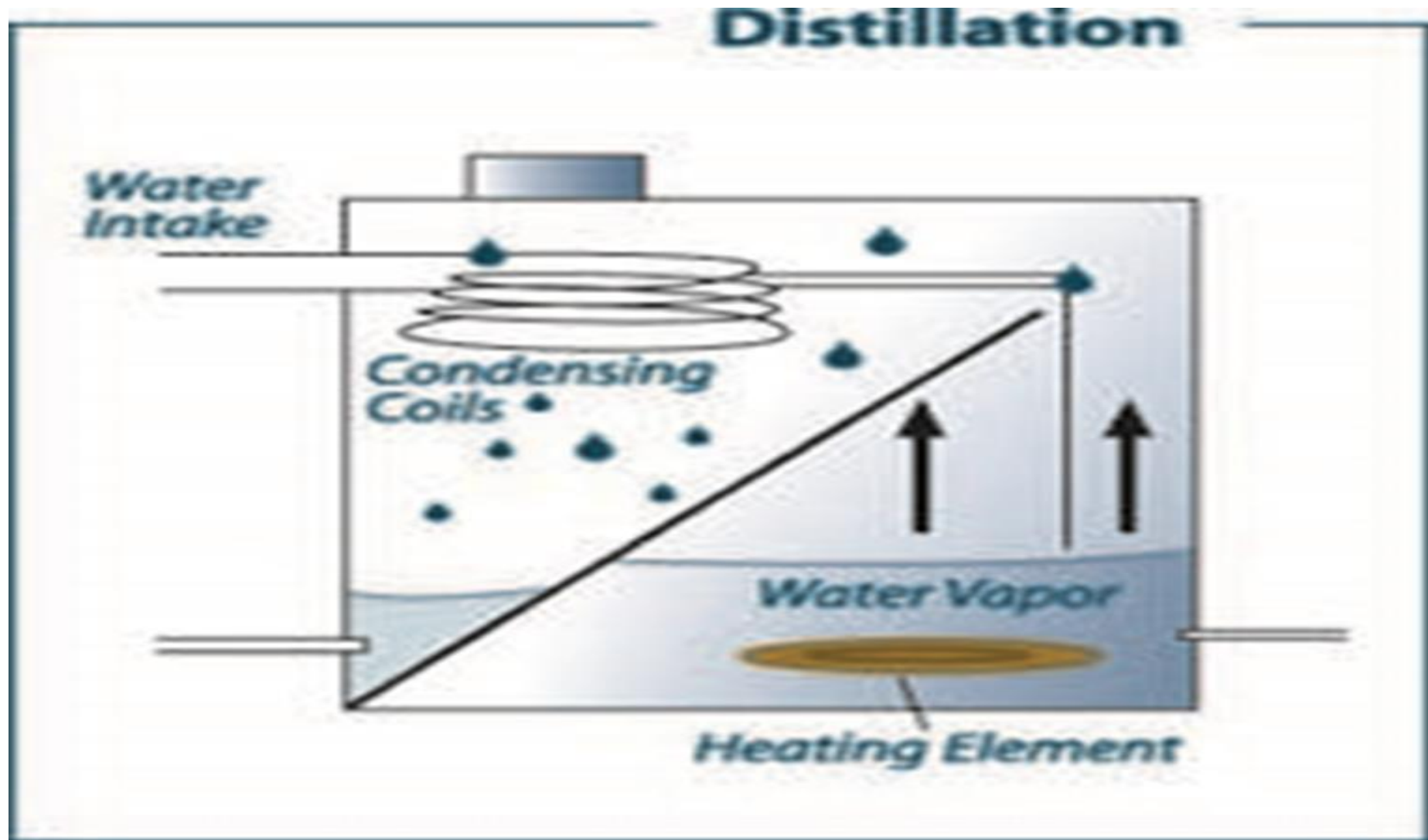
٣- التحلية باستخدام طرق الاغشية:-

- اولاً: التناضح العكسي
- ثانياً: الديليزة الكهربائية
- ثالثاً: تقنية الديليزة الكهربائية المعكوسة
- رابعاً : التبادل الأيوني

Membrane Separation



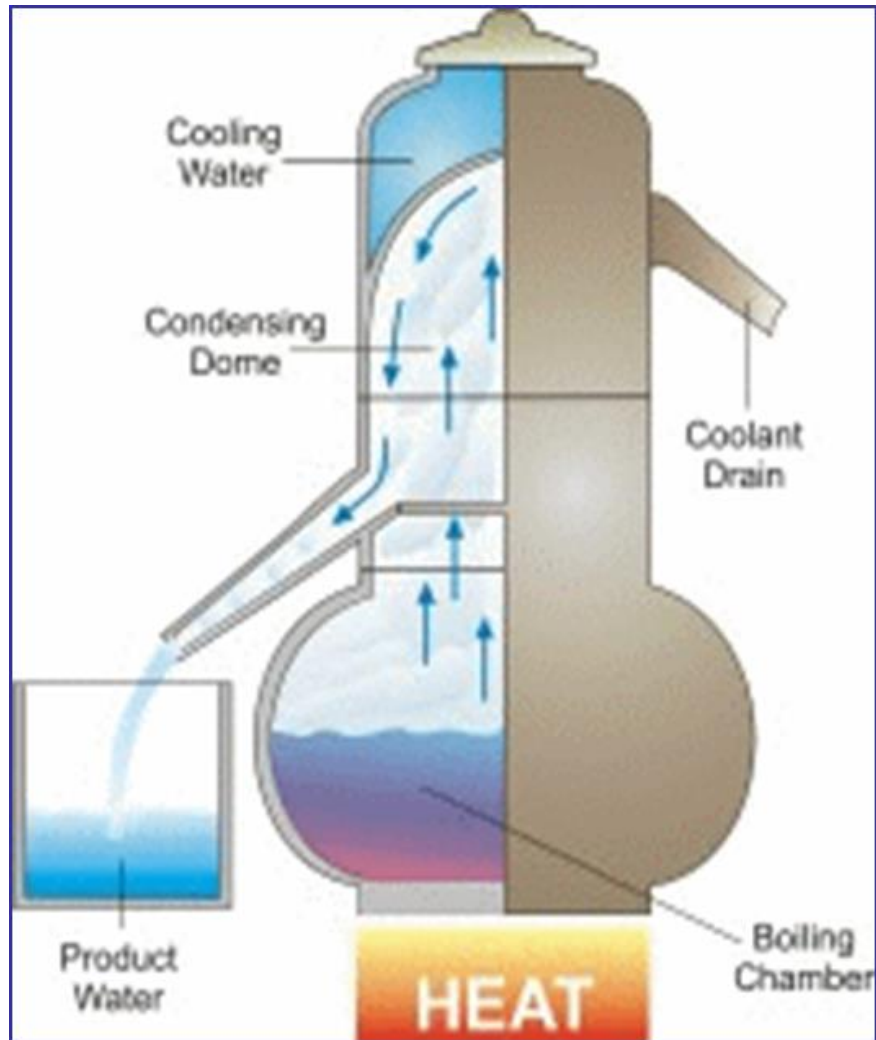
تحلية مياه البحر بطريقة التقطير



اولا: التقطير العادي

يسخن الماء المالح فى خزان ماء بدون ضغط. ويصعد بخار الماء الى أعلى الخزان ويخرج عبر مسار موصل الى المكثف الذى يقوم بتكثيف بخار الماء الذى يتحول الى قطرات ماء يتم تجميعها فى خزان الماء المقطر.

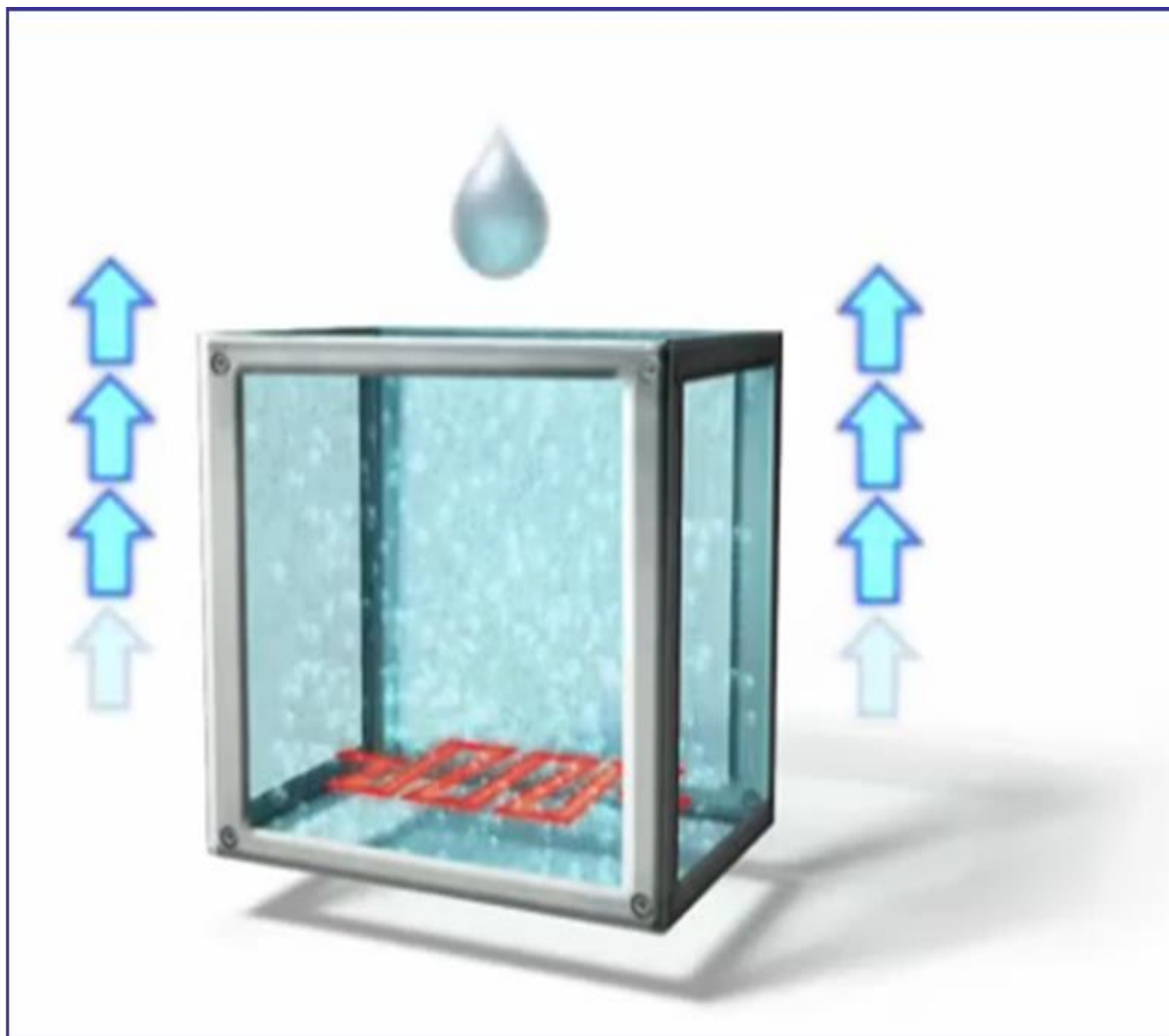
وتستخدم هذه الطريقة فى محطات التحلية ذات الطاقة الإنتاجية الصغيرة.



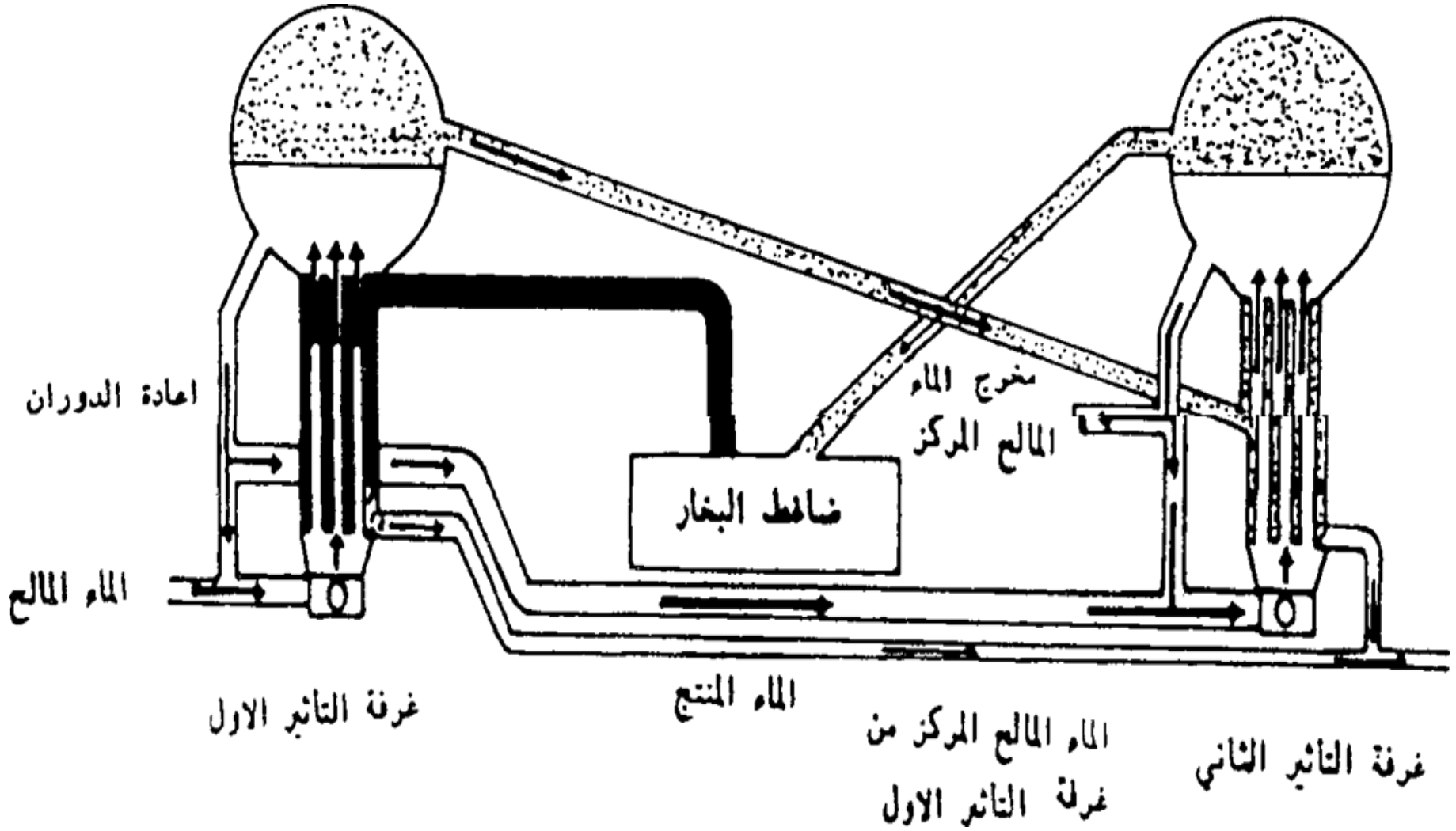
Credit: Landfall Navigation

ثانيا : التقطير الحرارى

- ١ . عمليات التحلية بالتقطير الحرارى
- ٢ . تشبه العملية الطبيعية لدورة المياه التي تحدث على سطح الأرض
- ٣ . يسخن الماء ثم يتبخر ثم يجمع
- ٤ . ينتج عن العملية ماء نقى وأملاح وشوائب ترسب .



ثالثا : عملية التقطير بإعادة ضغط البخار



رابعاً : التقطير الومضى متعدد المراحل



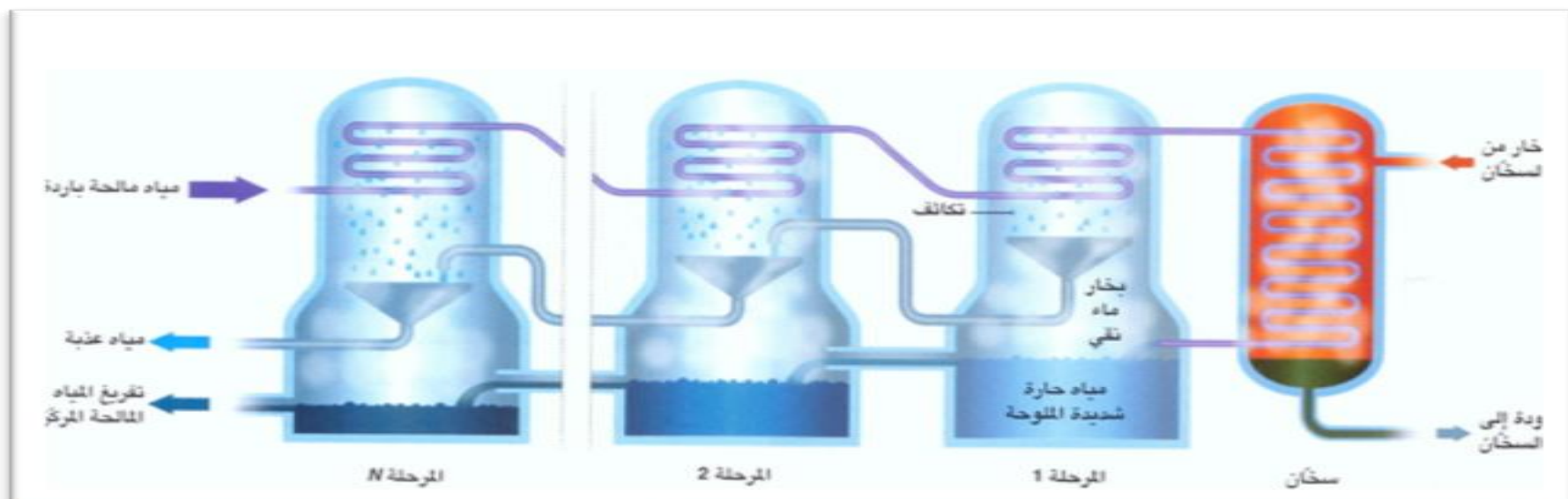
اعتماداً على الحقيقة التي تقرر أن :-
درجة غليان السوائل تتناسب طردياً
مع الضغط الواقع عليها فكلما
قل الضغط الواقع على السائل
انخفضت درجة غليانه .

تابع: التقطير الومضى متعدد المراحل

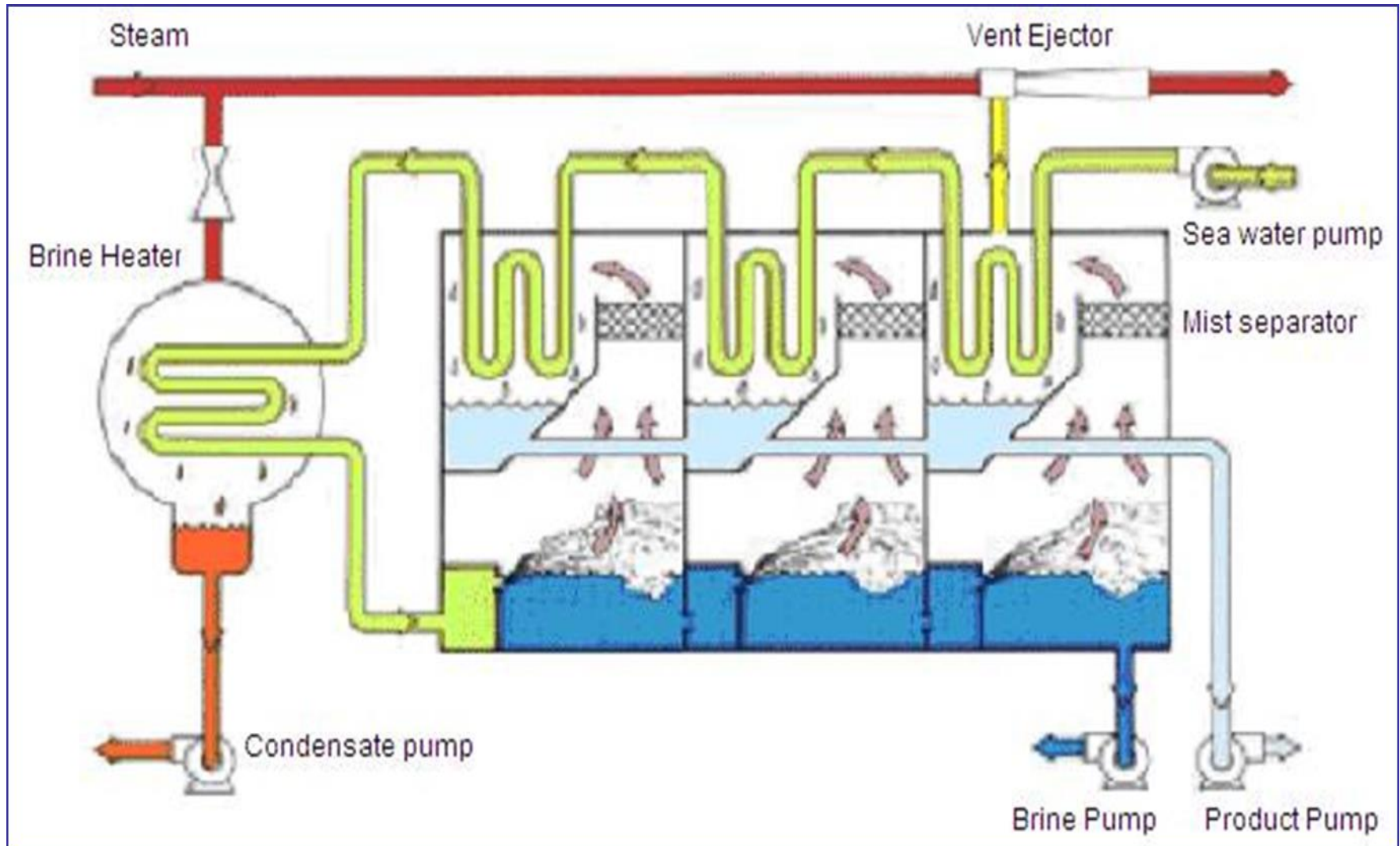
في هذه الطريقة تمر مياه البحر بعد تسخينها الى غرف متتالية ذات ضغط منخفض فتحول المياه الى بخار ماء يتم تكثيفه على أسطح باردة ويجمع ويعالج بكميات صالحة للشرب .
وتستخدم هذه الطريقة في محطات التحلية ذات الطاقة الإنتاجية الكبيرة

(٣٠٠٠٠ متر مكعب)

أي حوالى ٨ ملايين جلون مياه يوميا

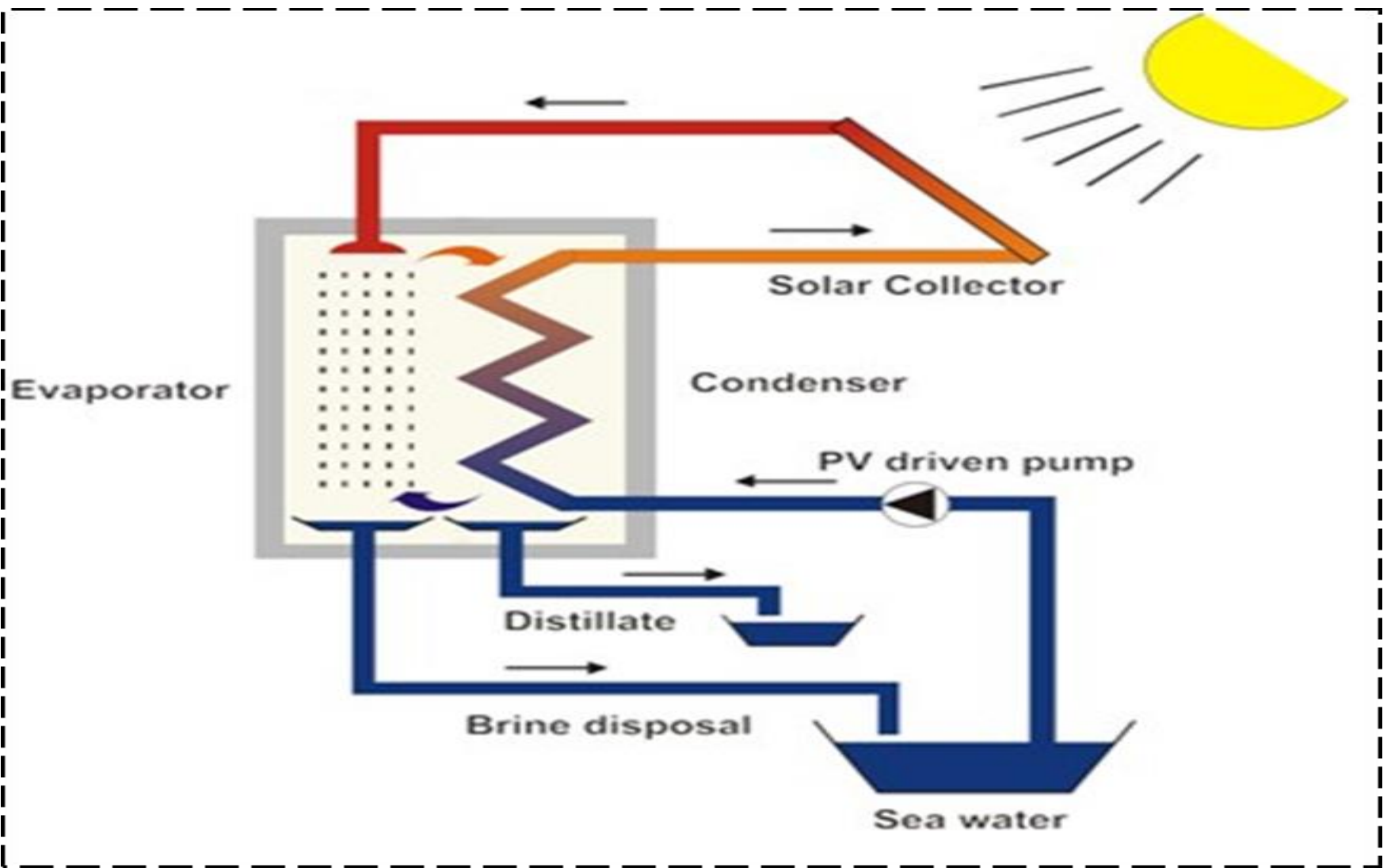


2. Multi Stage flash:

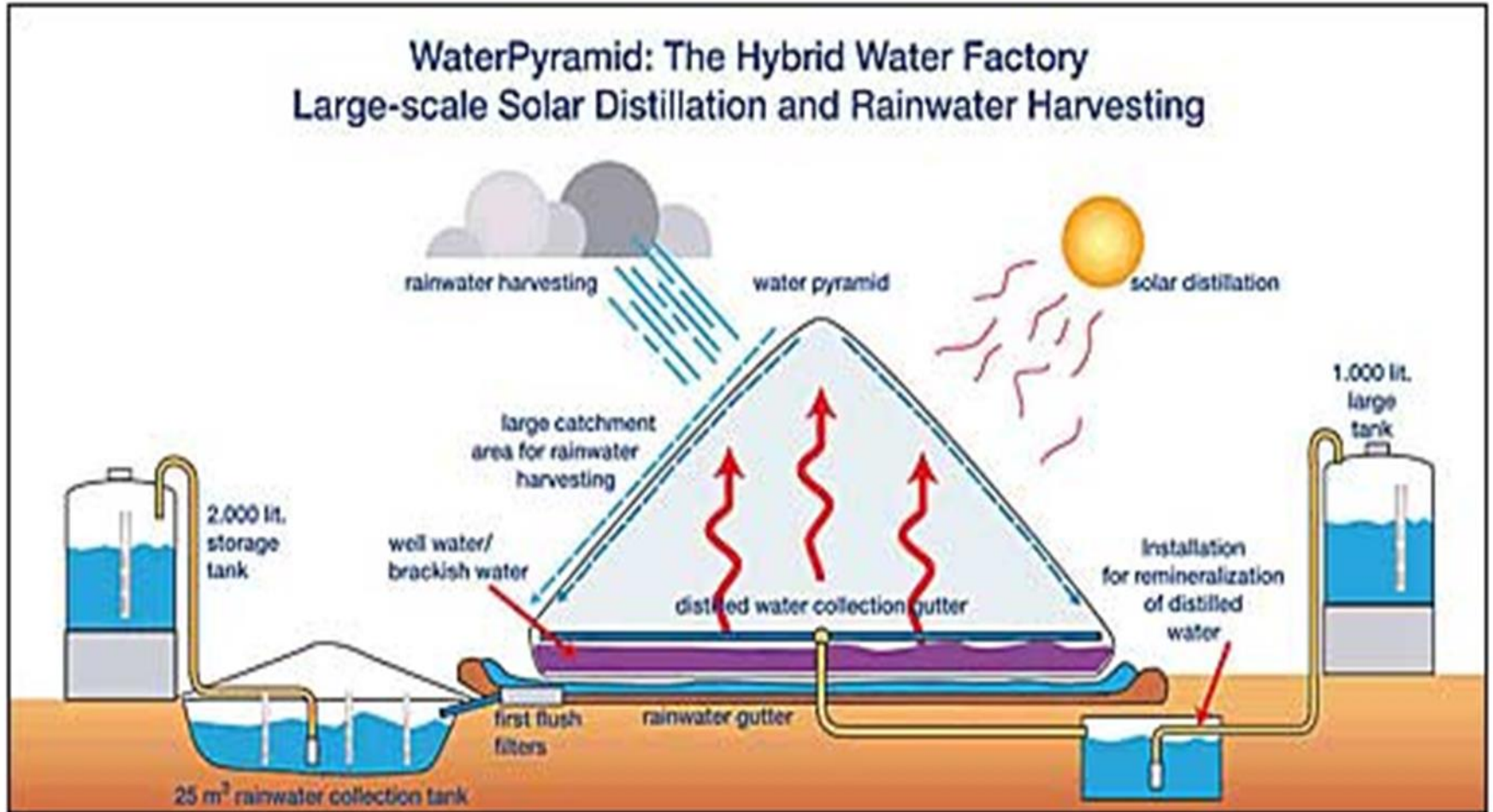


خامسا : التقطير باستخدام الطاقة الشمسية:-

تعتمد هذه الطريقة علي الاستفادة من الطاقة الشمسية في تسخين مياه البحر حتي درجة التبخر ثم تكثيفها علي أسطح باردة وتجمع في مواسير وجهاز التقطير عبارة عن حوض محكم مصنوع من الفولاذ المجلفن.

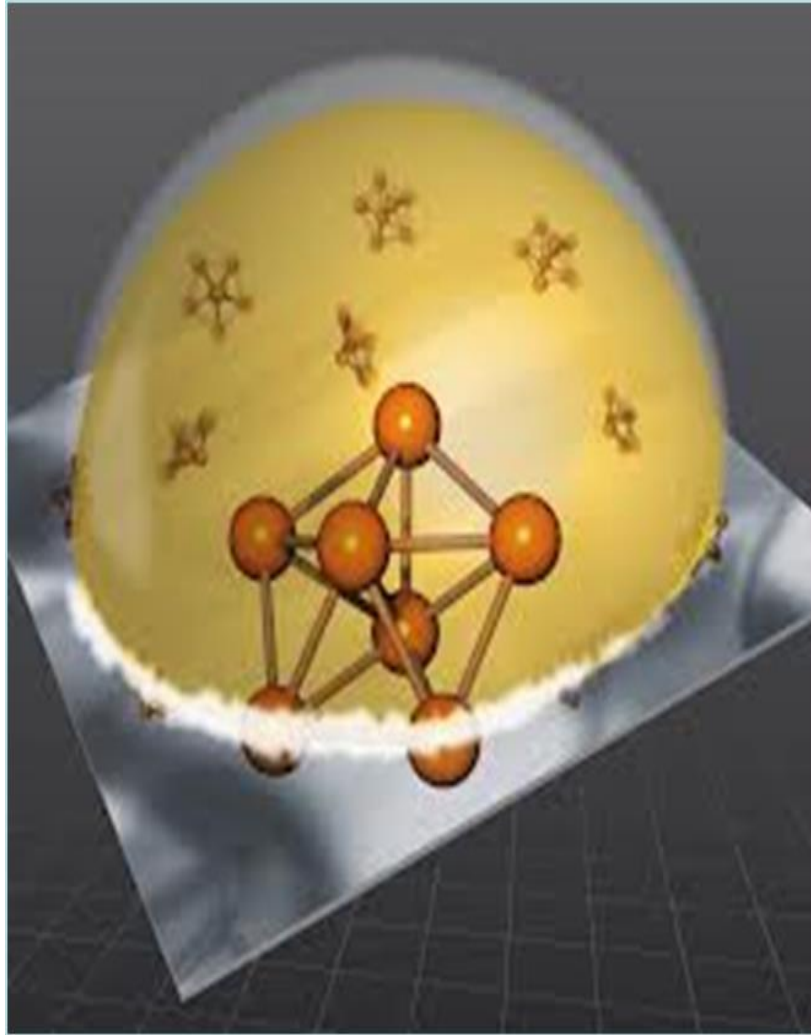


التقطير باستخدام الطاقة الشمسية

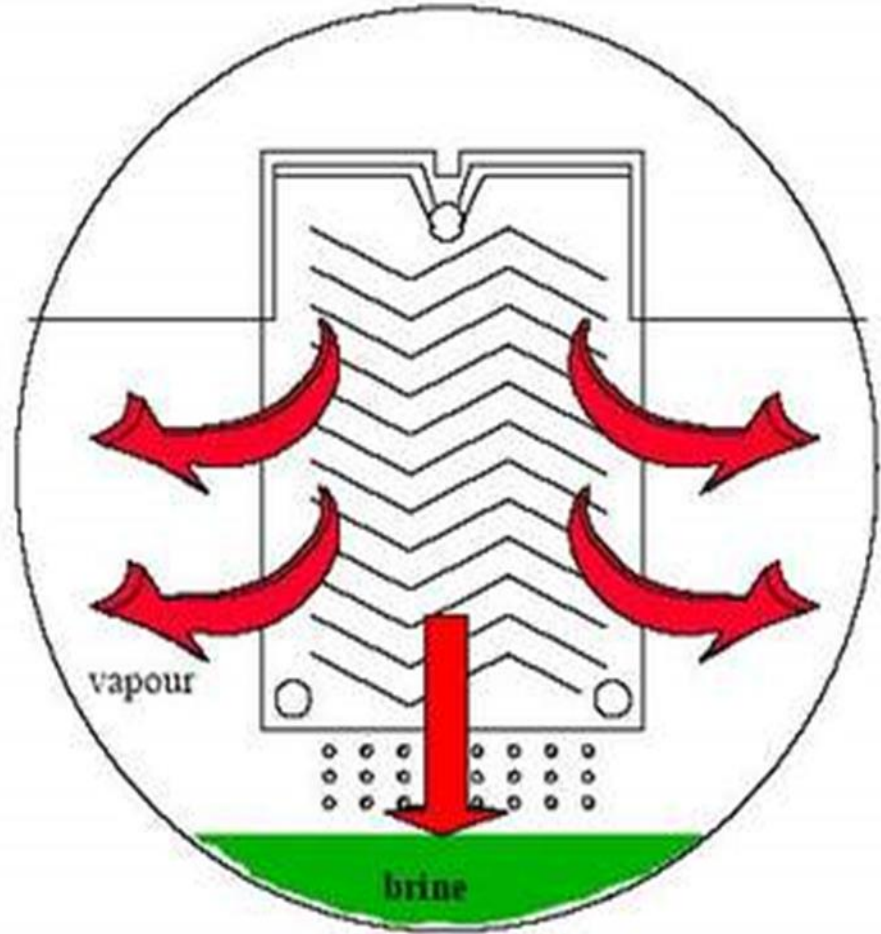
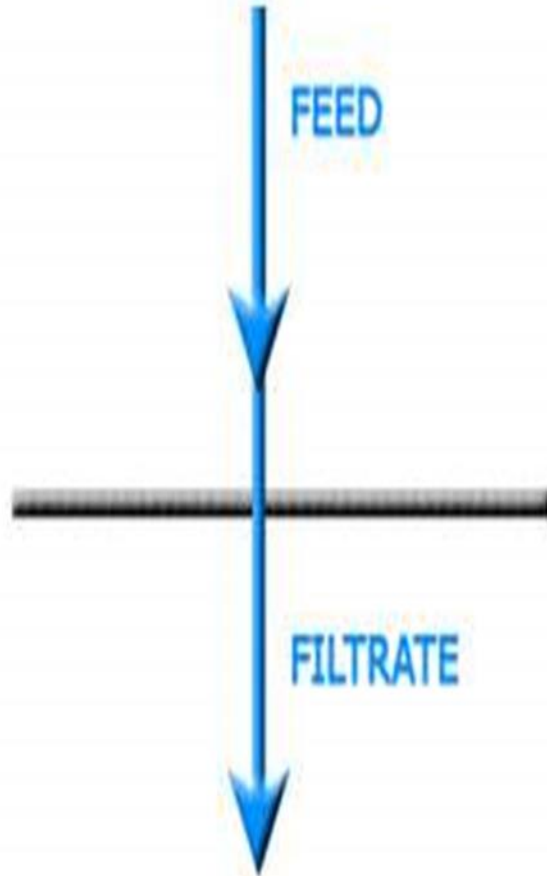


٢- التحلية بالتجميد أو البلورة

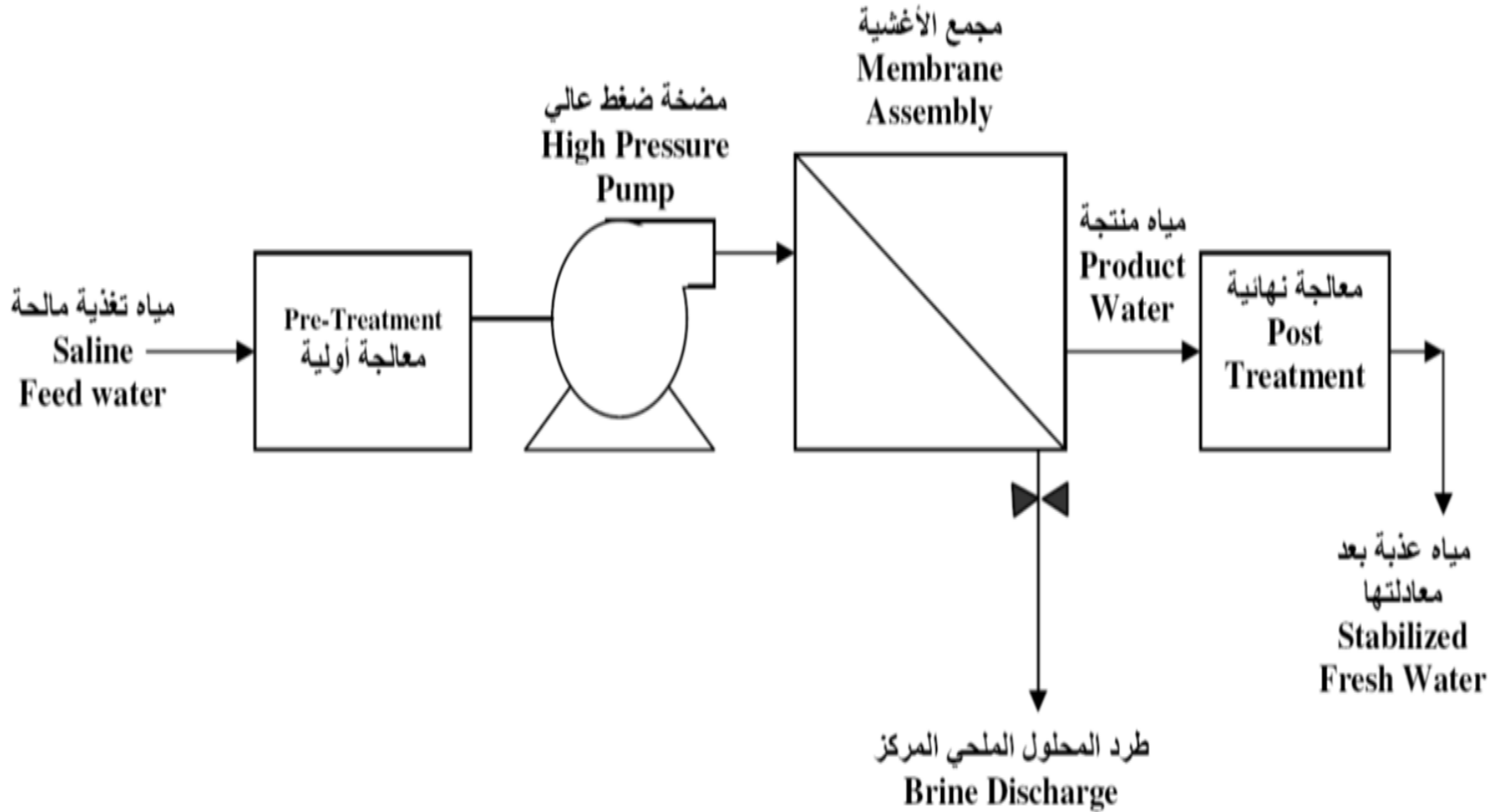
- عندما يجمد ببطيء محلول يحتوى على ملوثات ذائبة تتكون بلورات ثلجية على السطح وتظل الملوثات في المحلول الأصلي
- ويمكن فصل بلورات الثلج غسلها وصهرها لإنتاج مياه نقية.



نظرية عمل الأغشية في تحلية المياه



تحلية مياه البحر بطريقة الأغشية Membranes



تعتمد تقنيّة التناضح العكسي على أربعة مراحل أساسية من
المعالجات وهي :

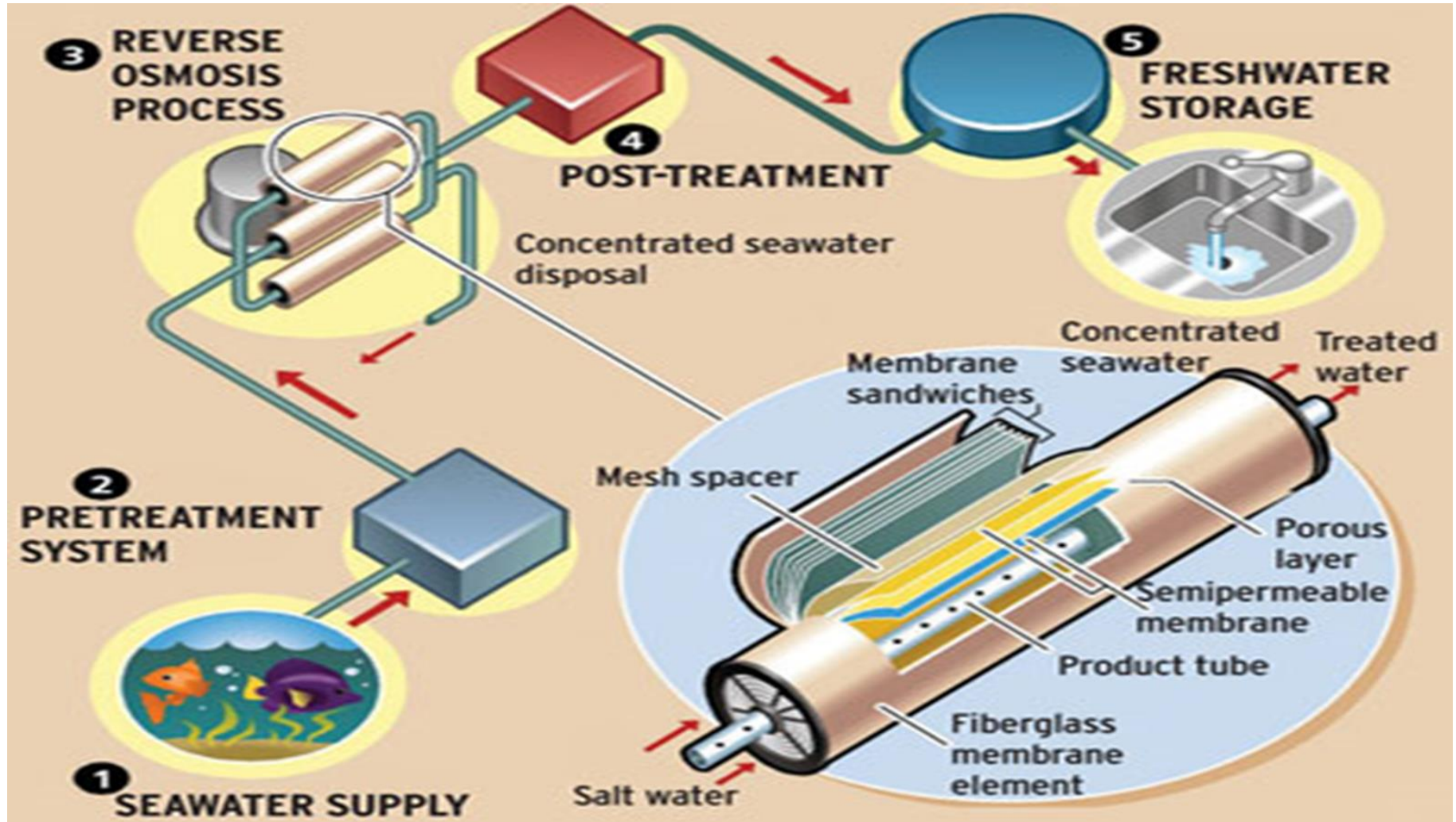
١- مرحلة المعالجة الأولية.

٢- مرحلة الضغط (مضخة ذات ضغط عال)

٣- مرحلة الفصل بواسطة الأغشية (مجمع أغشية)

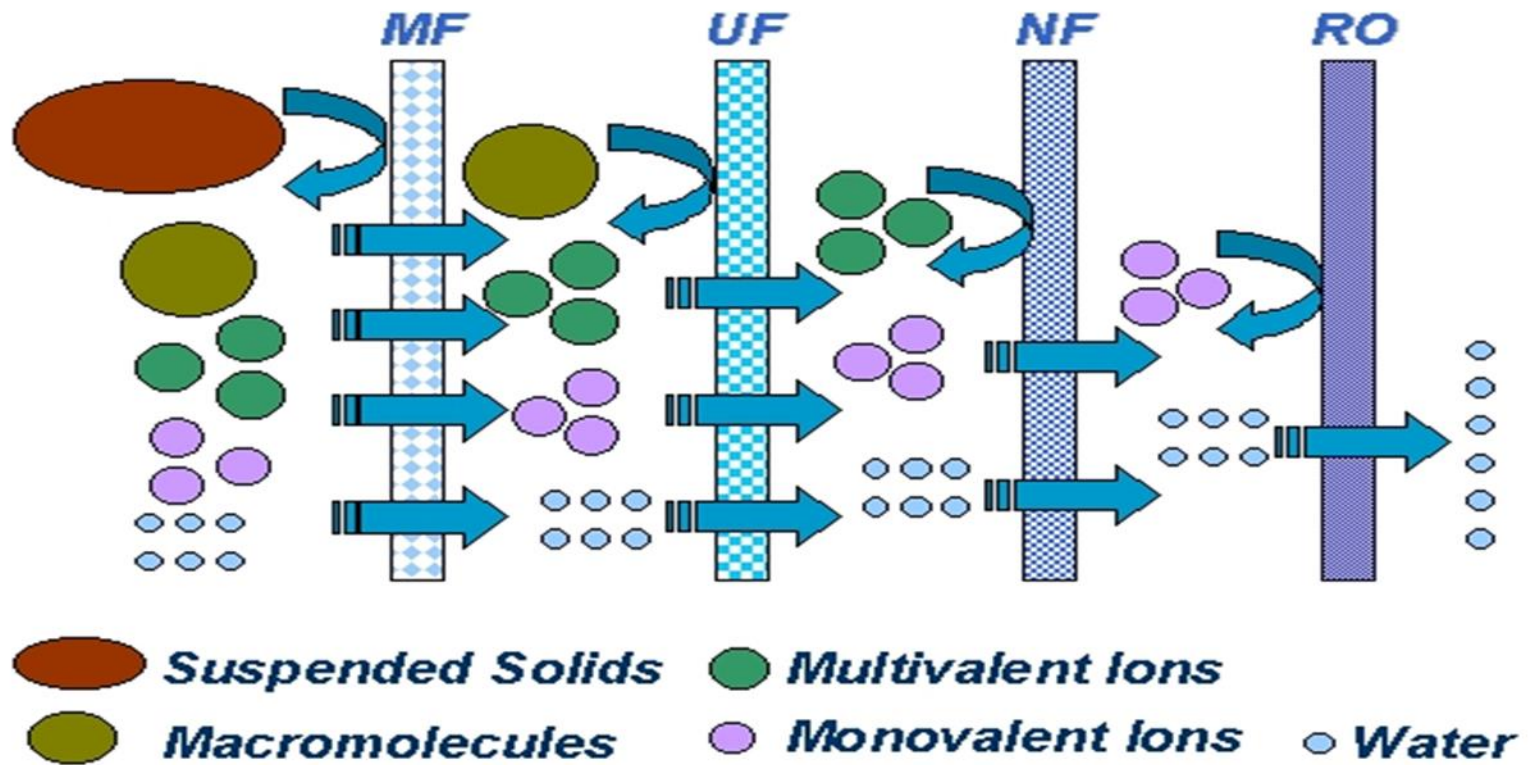
٤- معالجة نهائية (مرحلة التثبيت)

٢- التحلية باستخدام طرق الأغشية



العلاقة بين أنواع الأغشية والشوائب

Types of Membrane



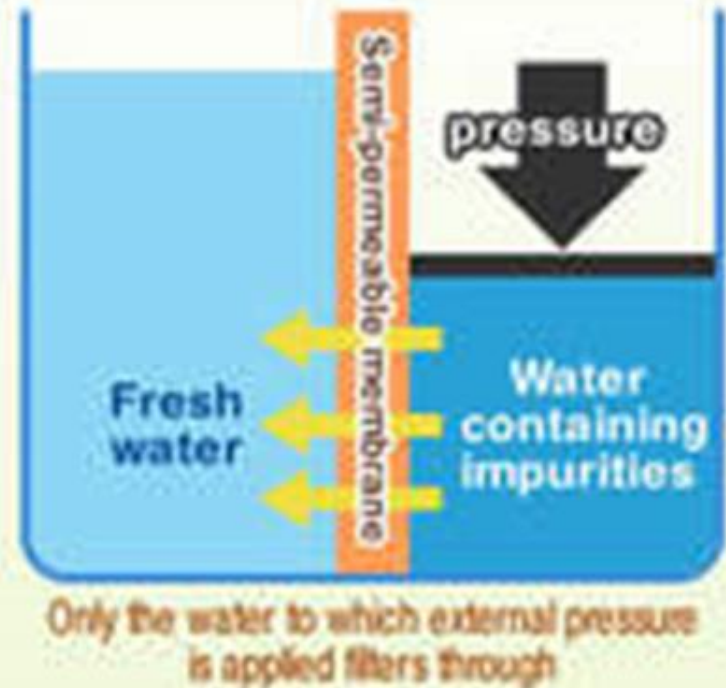
التناضح العكسي Reverse Osmosis

Mechanism of osmosis and reverse osmosis

Osmosis



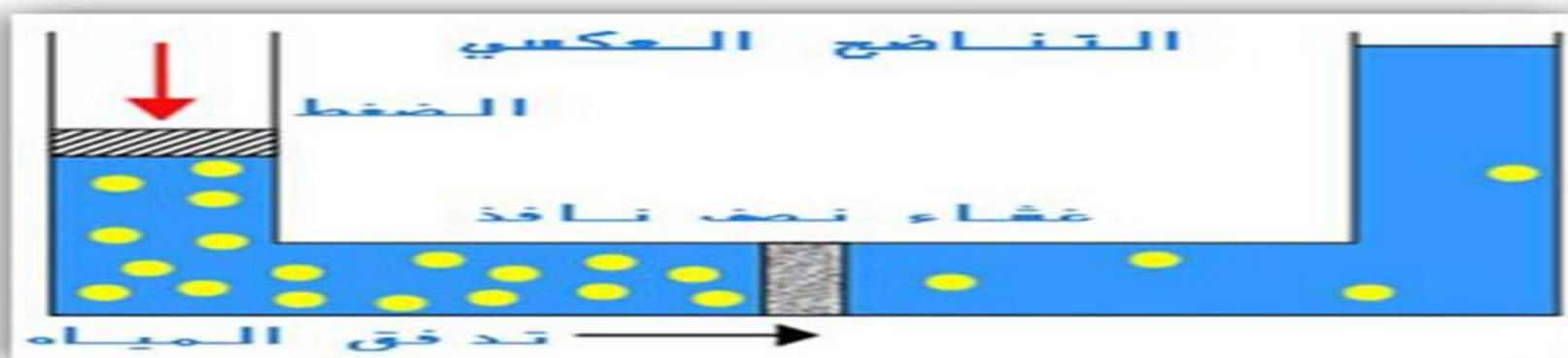
Reverse osmosis



٢- التحلية باستخدام طرق الأغشية

اولا: التناضح العكسي

- التناضح أو الأسموزية **Osmosis** هو الاسم الذي يطلق على عملية انتقال المذيب عبر غشاء شبه مسامي إلى المذاب
- وهو في المعنى كلمة مشتقة من الإغريق **Osmosis** والتي تعني النبض .

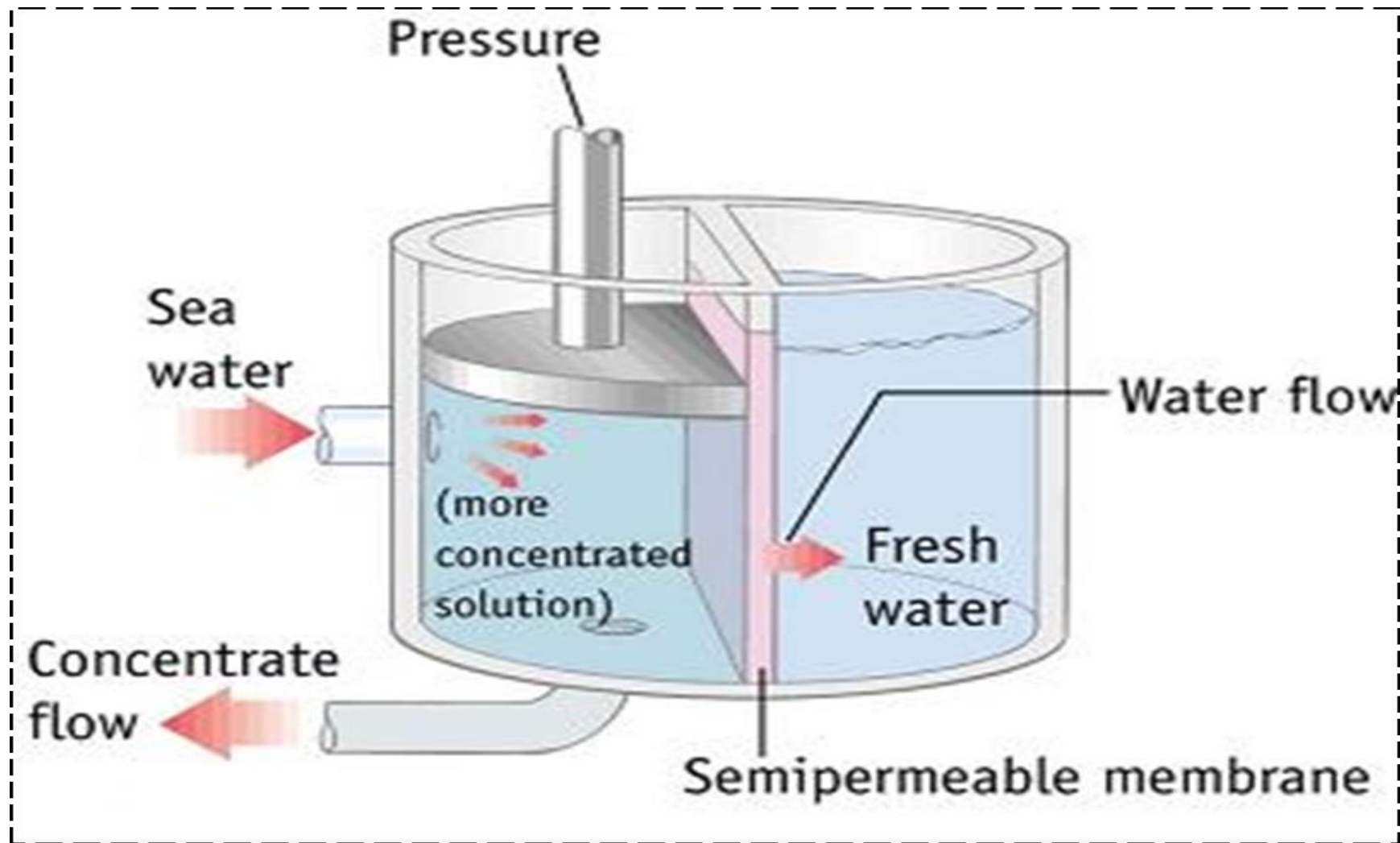




7 Osmosis - YouTube_5.flv

تابع: التناضح العكسي

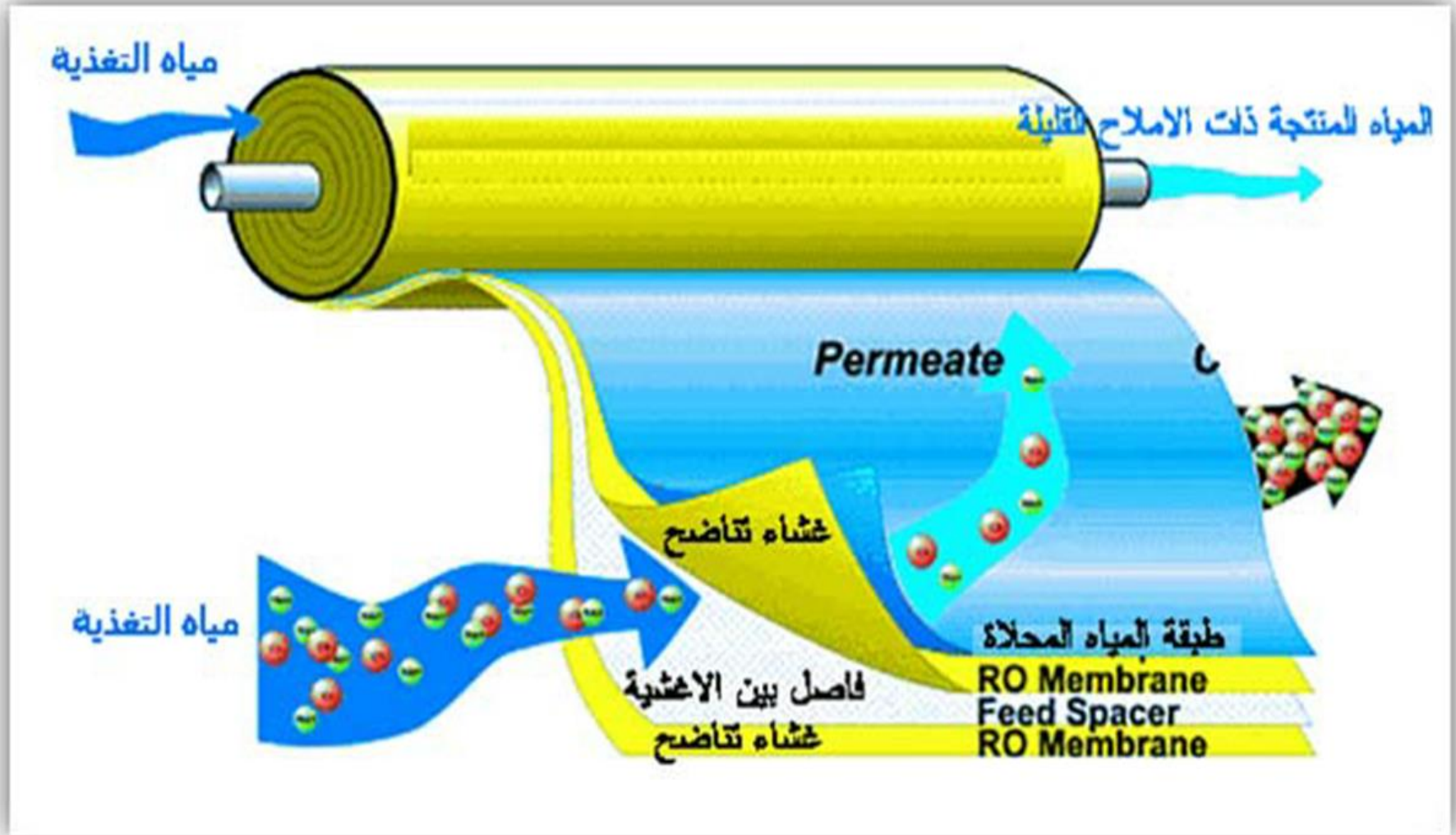
- تستخدم تقنية التناضح العكسي
- في تحلية مياه البحر والمياه قليلة الملوحة
- وكذلك في تحلية مياه الصرف الصحي المعالج ثنائيا أو ثلاثيا، حيث يمكن تقليل ملوحة هذه المياه وتخليصها من معظم أنواع البكتيريا والفيروسات والمواد الضارة الأخرى،
- كما تستخدم هذه التقنية في الصناعات الغذائية ومنتجات الألبان وتركيز عصير الفواكه وغيره.





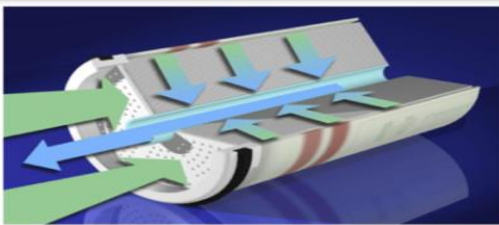
8 Osmosis.mp4 - YouTube.flv

التحلية باستخدام طرق الأغشية

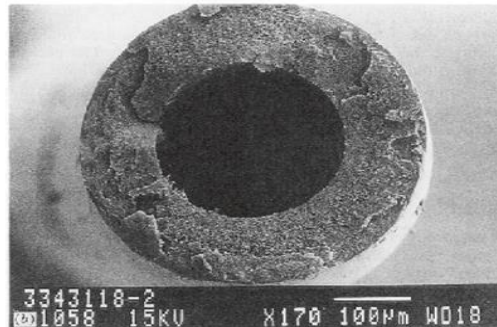
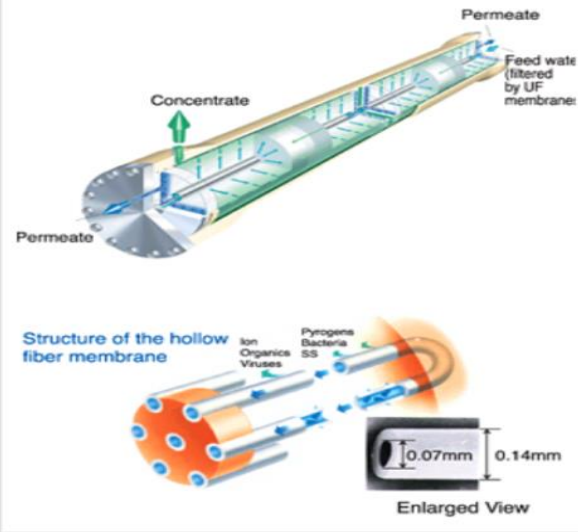


أنواع الأغشية المستخدمة في محطات التحلية

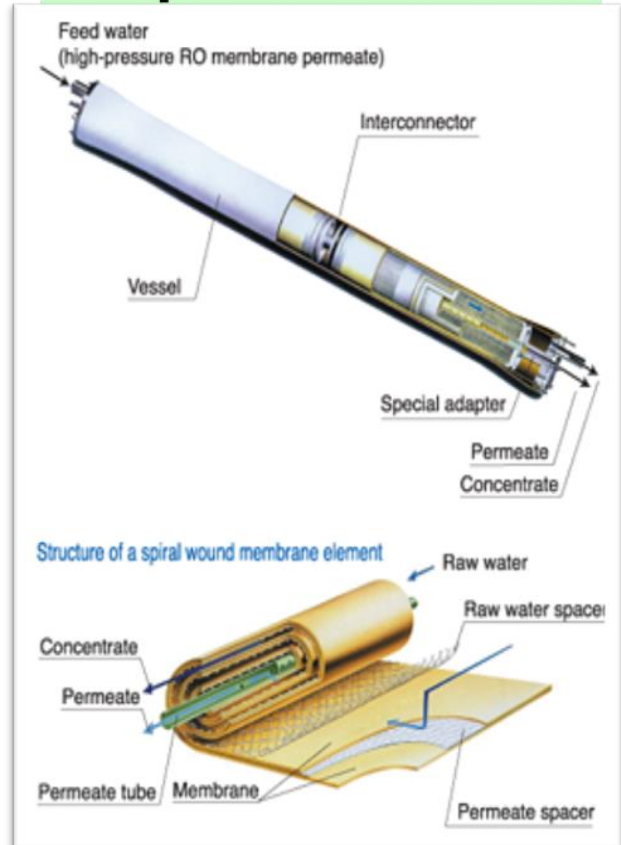
الأغشية الأنبوبية Tubular



الأغشية ذات الثقوب الدقيقة Hollow fine fiber



الأغشية الملففة الحلزونية spiral wound



مواد تصنيع الأنواع الأغشية المستخدمة في محطات التحلية

١. سليولوز Cellulose

٢. بولي أميد Polyamide

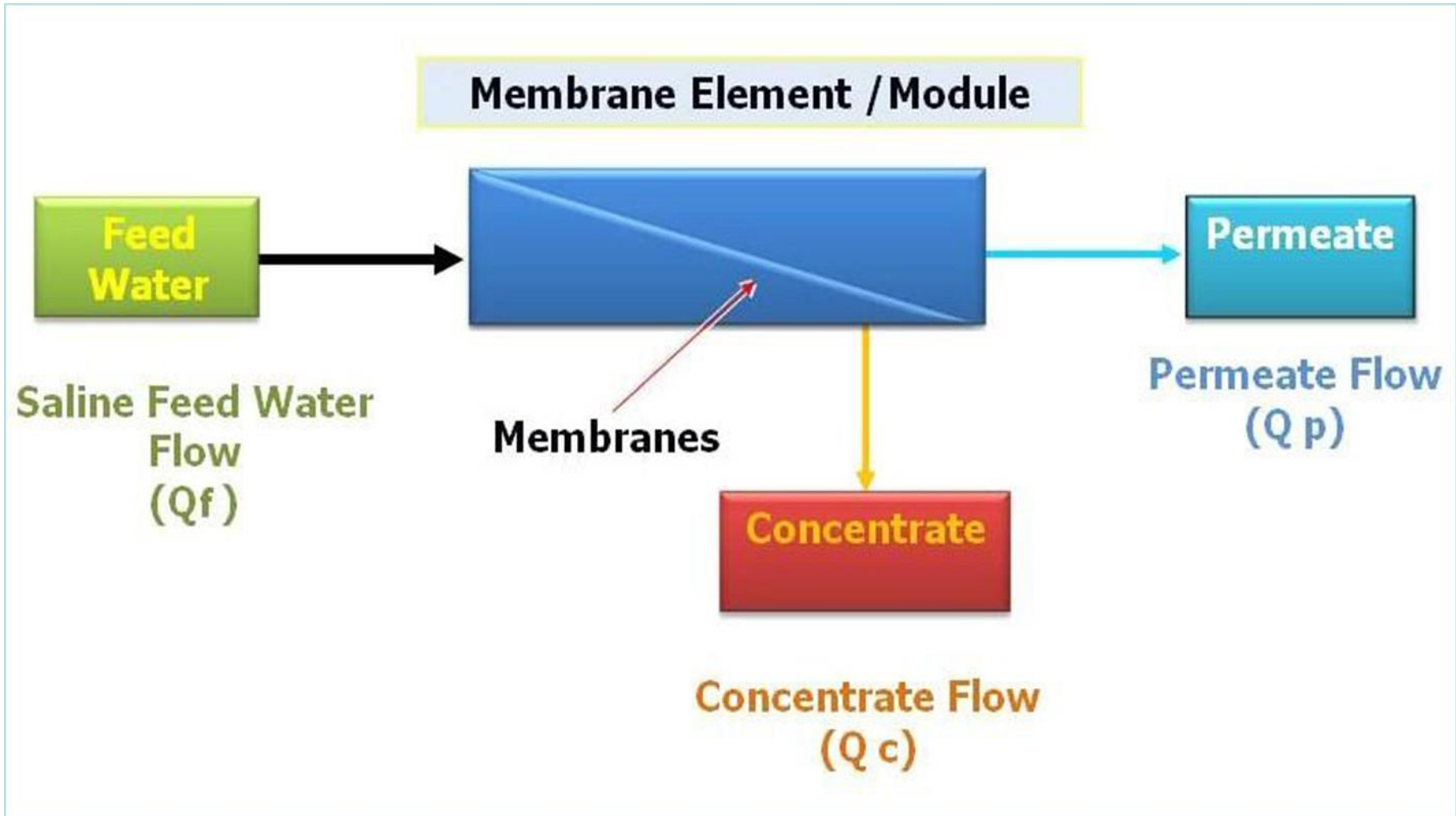
٣. بولي سلفون Polysulphone

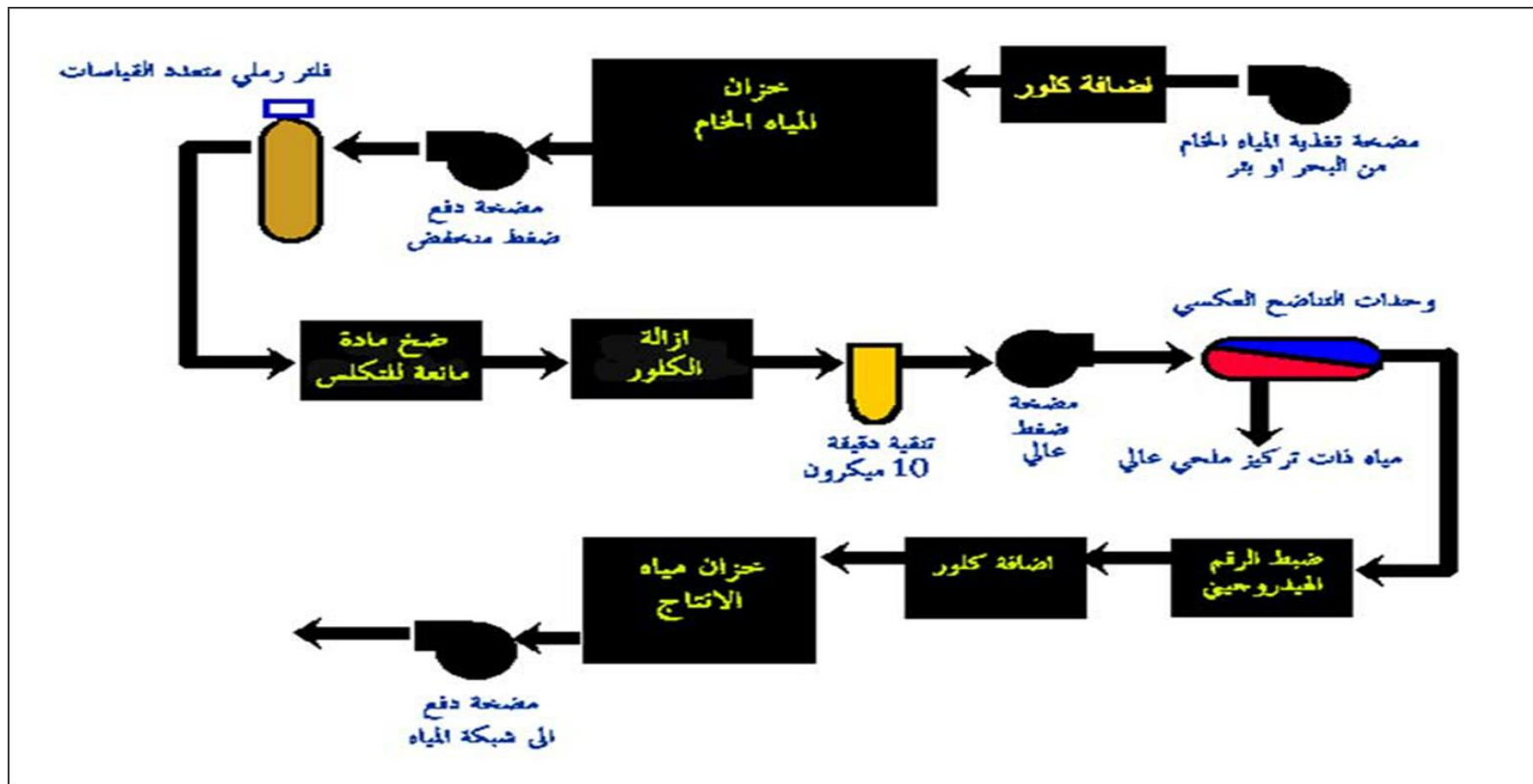
٤. بولي إيثر سلفون Polyethersulphone

٥. بولي فينيلدين فلوريد
(PVDF)
Polyvenyledene floride

٦. سيراميك Ceramic

A general schematic of a RO system :-

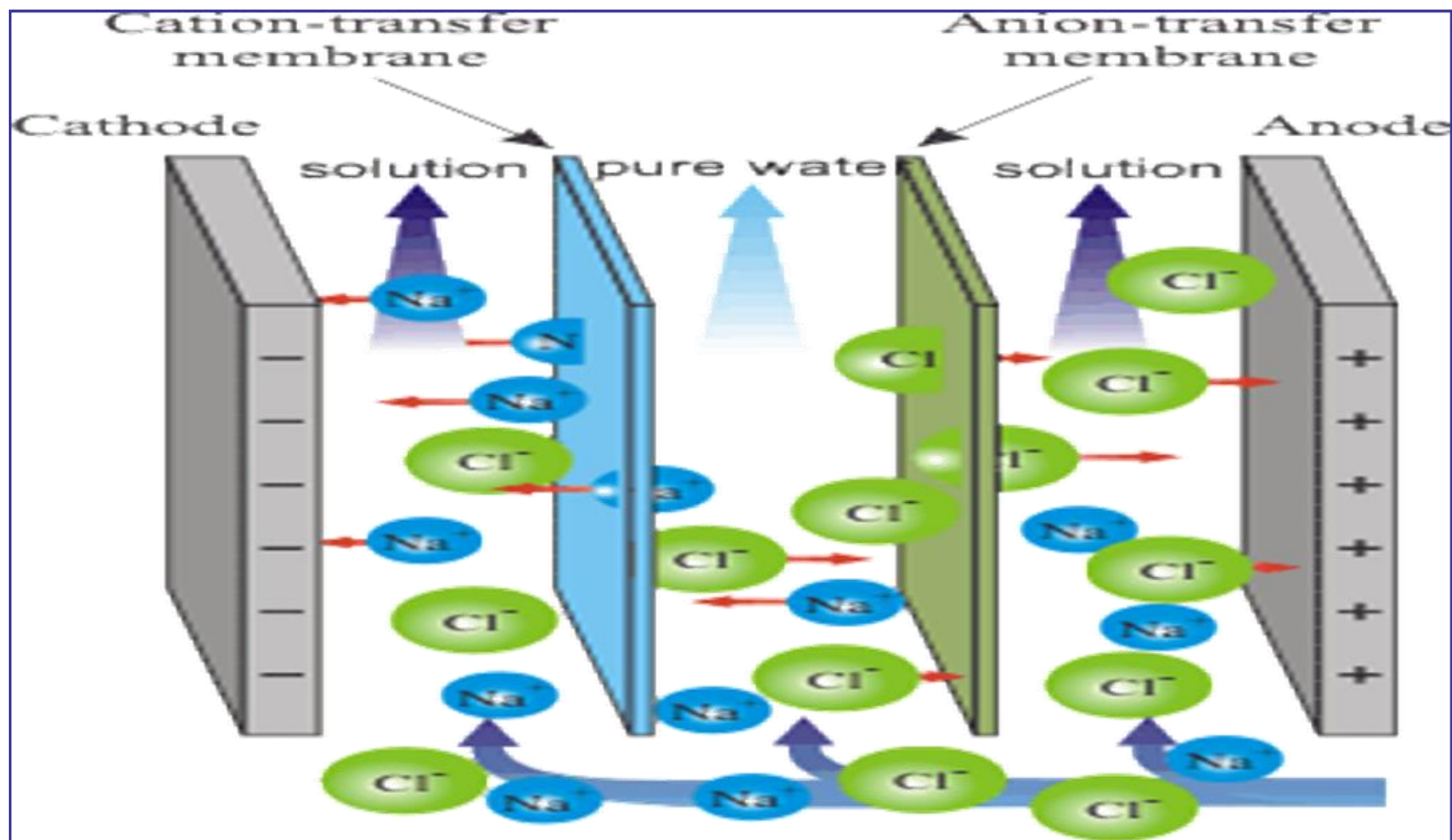




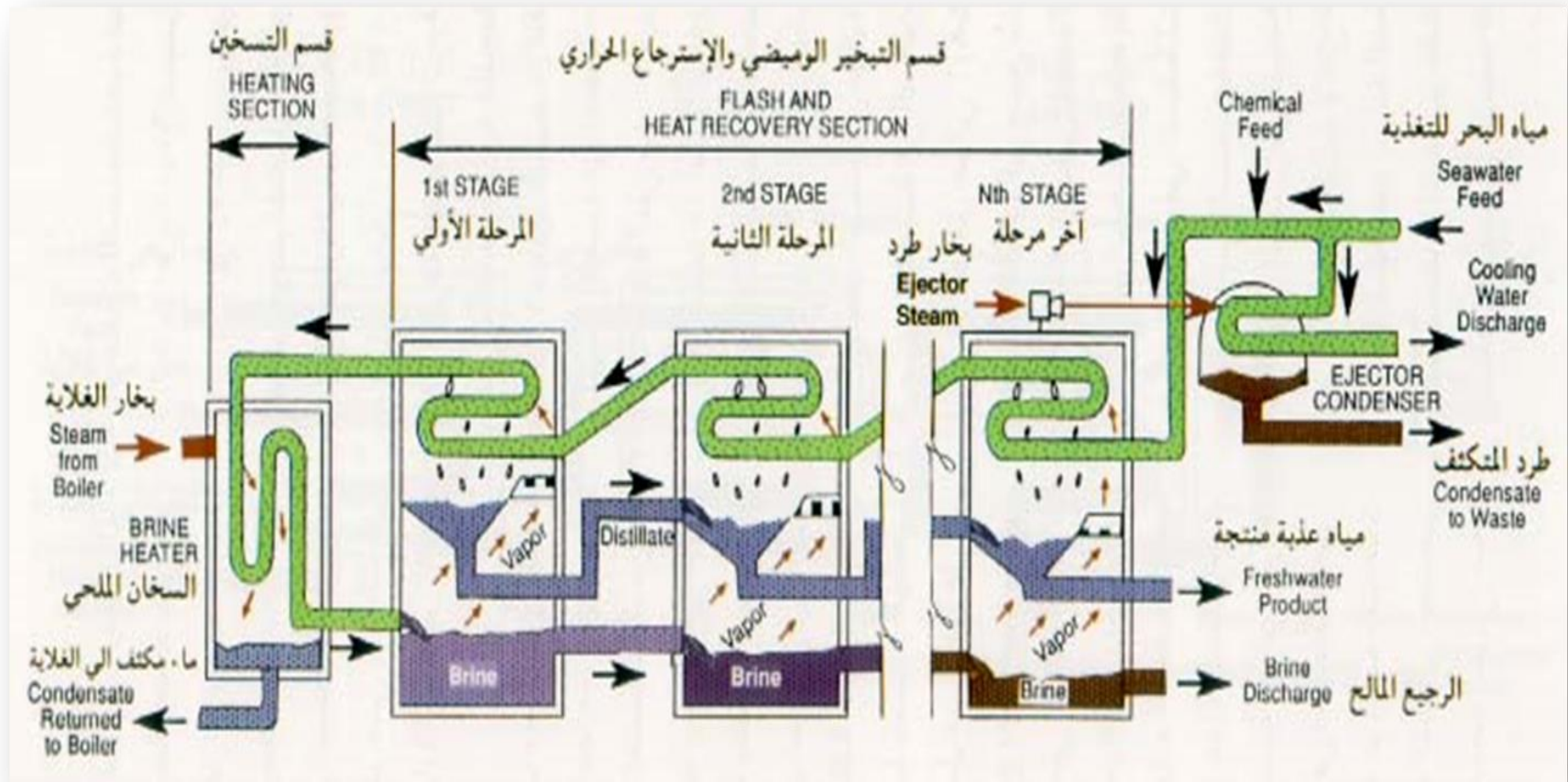
رسم توضيحي للمراحل الأساسية التي تمر بها المياه الخام خلال عملية التناضح العكسي

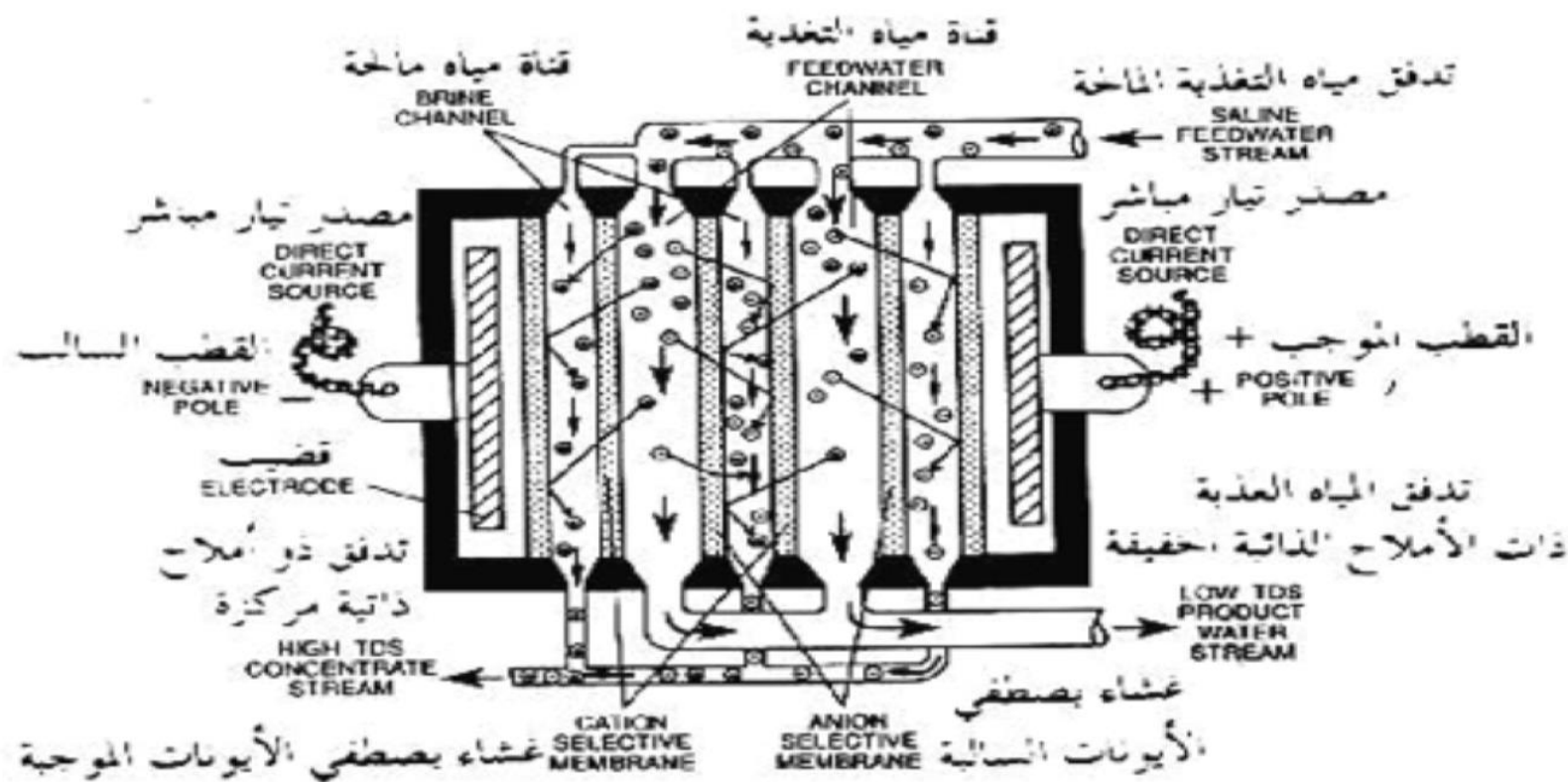
ثانيا : الديليزة الكهربائية Electro dialysis

تتم بإمرار تيار كهربى مباشر على مجموعة من القنوات مفصولة بأغشية للحصول على مياه عذبة وأملاح ذائبة . المجال الكهربى هو قوة الفصل المستخدمة على العكس من التناضح العكسى.



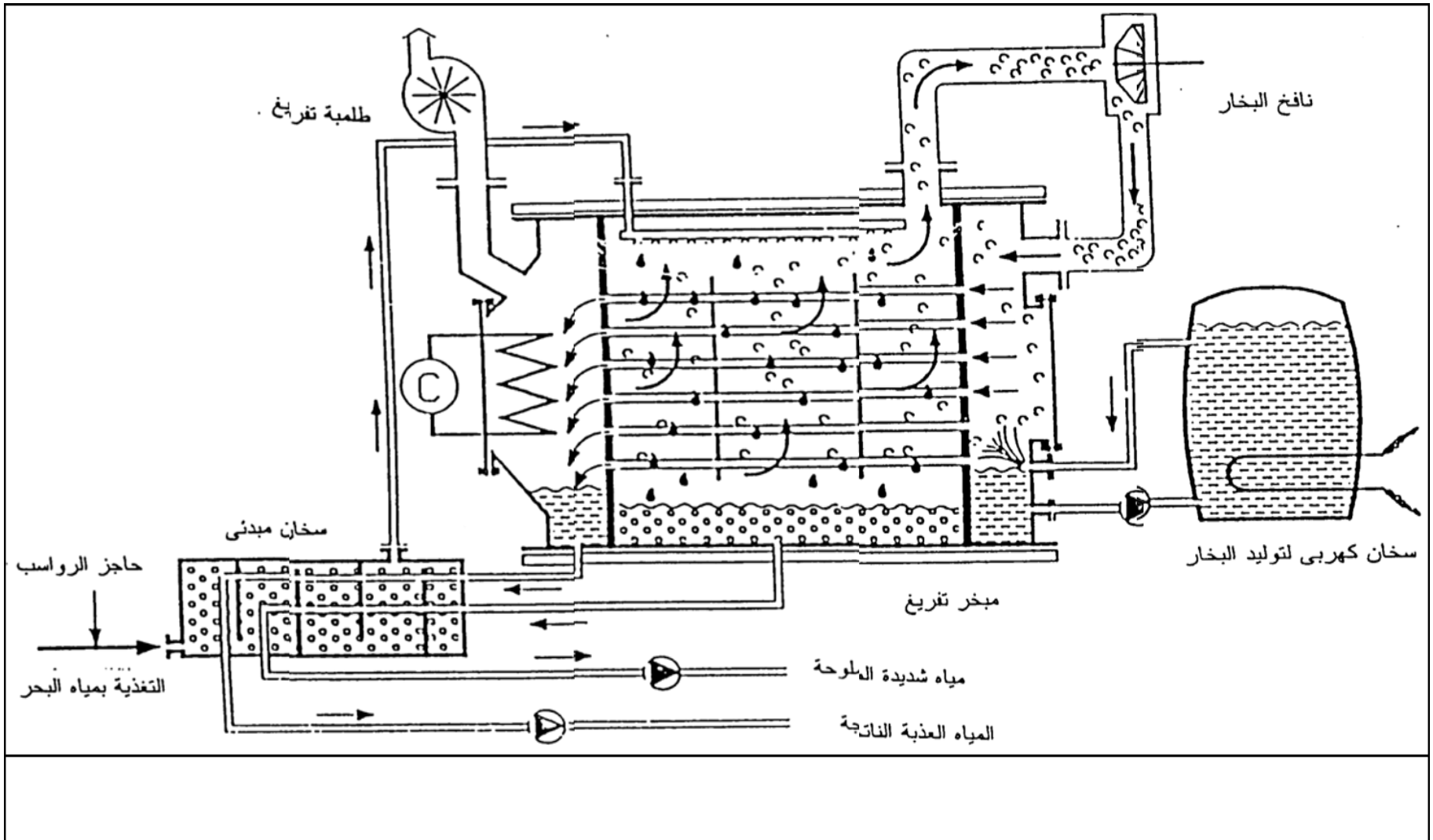
خطوات وحدة تحلية مياه البحار بطريقة التقطير الوميضي متعدد المراحل





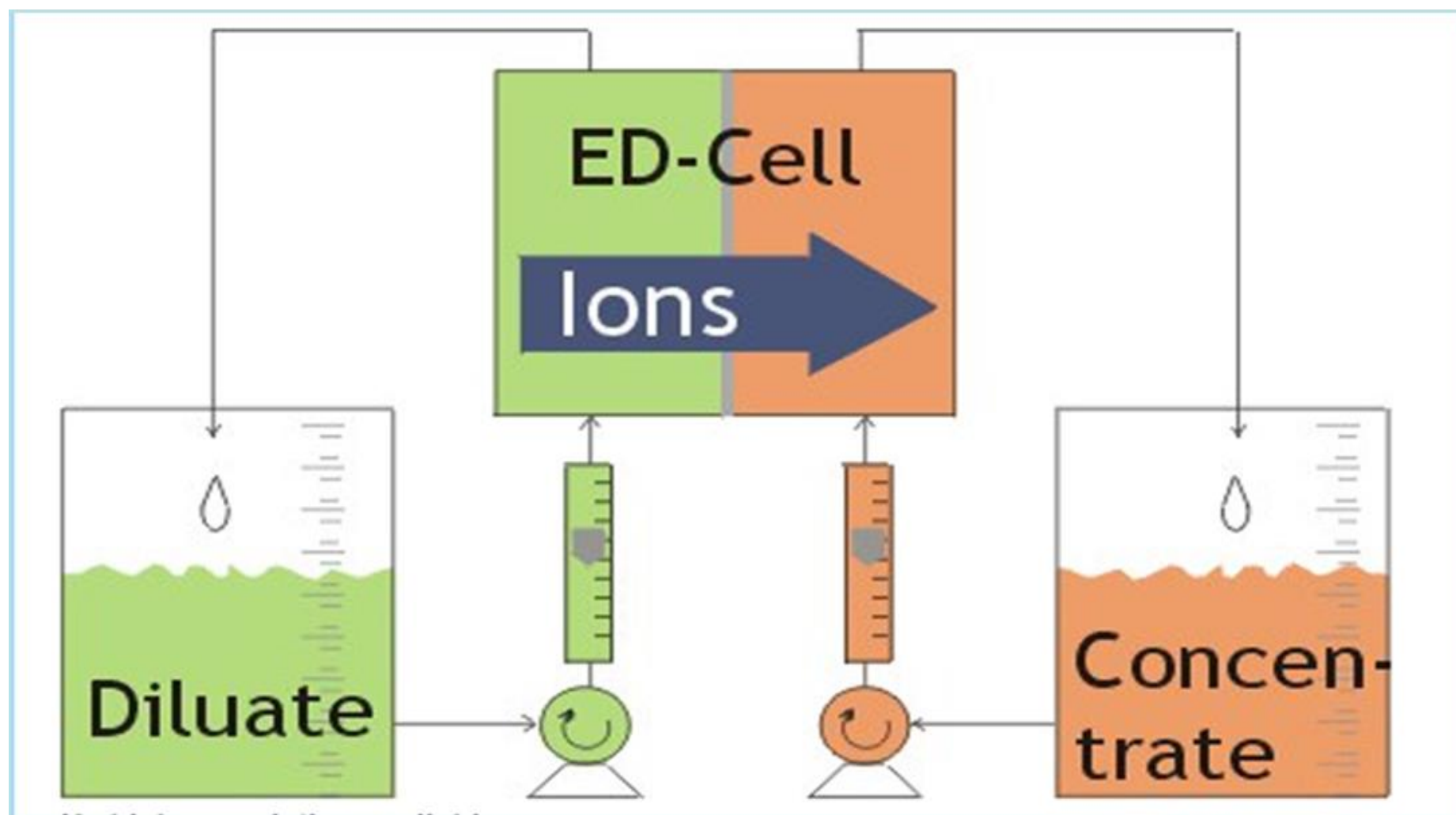
تحرك الأيونات في عملية الديليزة الكهربائية

ثالثا : الديلزة الكهربائية المعكوسة



تابع : الديليزة الكهربائية المعكوسة

يحدث بنفس طريقة الديليزة العادية ولكن قنوات الماء والأملاح تكون بنفس التركيب والتيار الكهربائي يعكس عدة مرات لمدة ساعة تقريبا لعدم إعطاء فرصة لترسيب الأيونات على سطح الأغشية



رابعاً : التبادل الأيوني Ion Exchange

تختلف خصائص أغشية التبادل الأيوني من حيث :

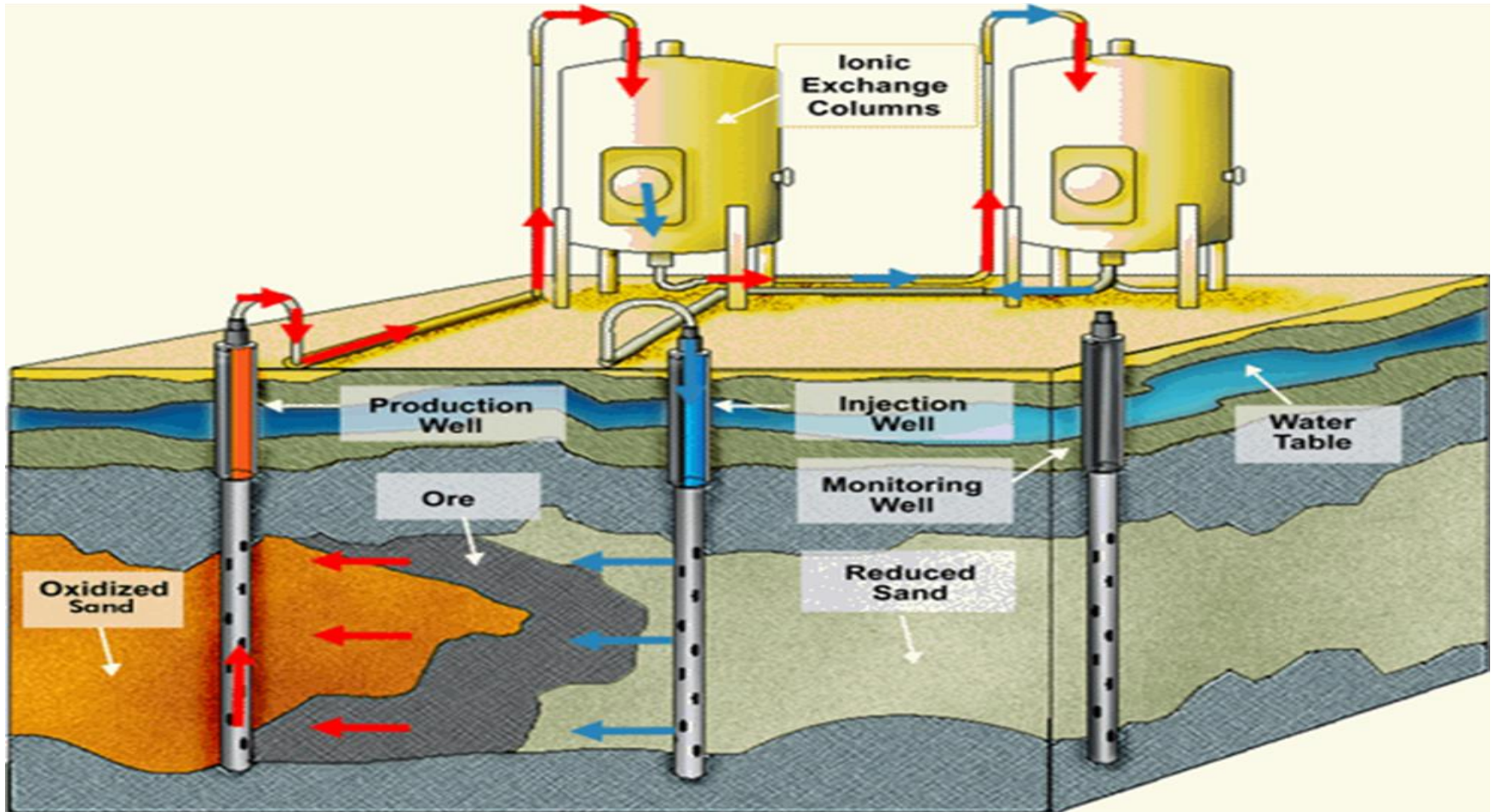
١ . نفاذية عالية واختيارية للأيونات

٢ . تطبيقات استخدامها تصلح لمجالات كثيرة

مثل إنتاج الأملاح من مياه البحر – تنقية الأغذية والأدوية ومعالجة الصرف الصحي .



التبادل الأيوني

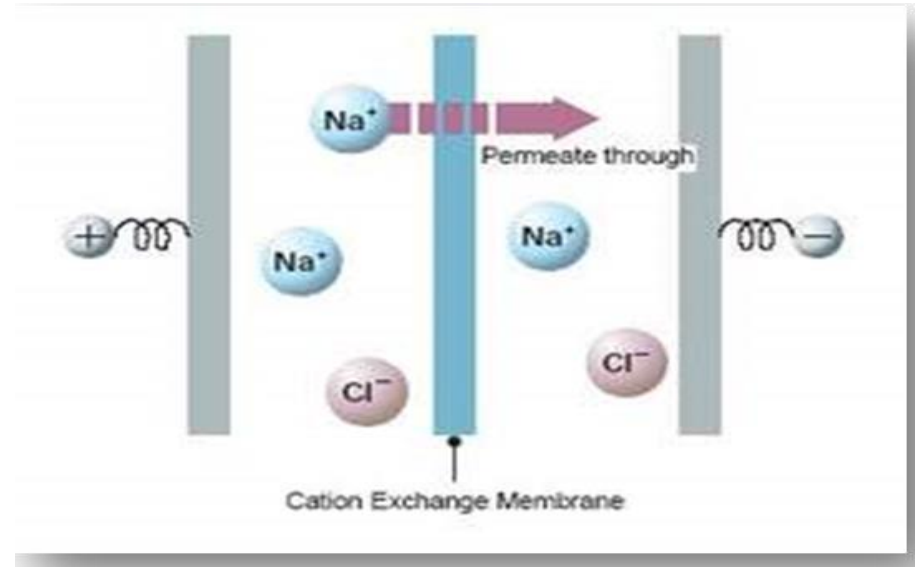
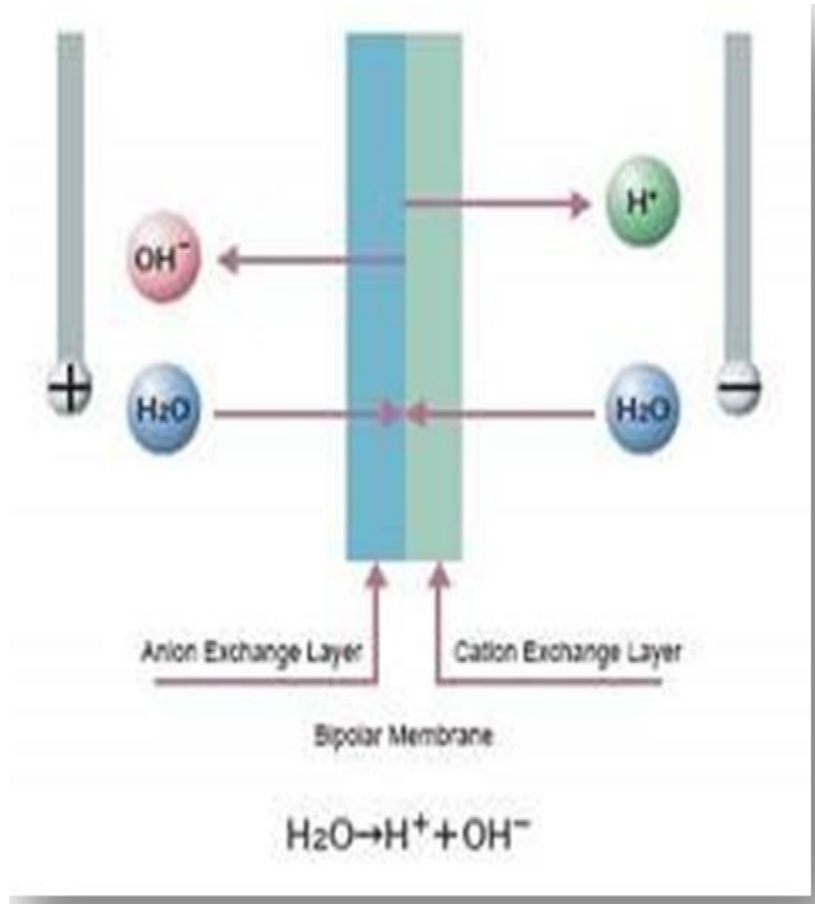


تحلية مياه البحر - التبادل الأيوني

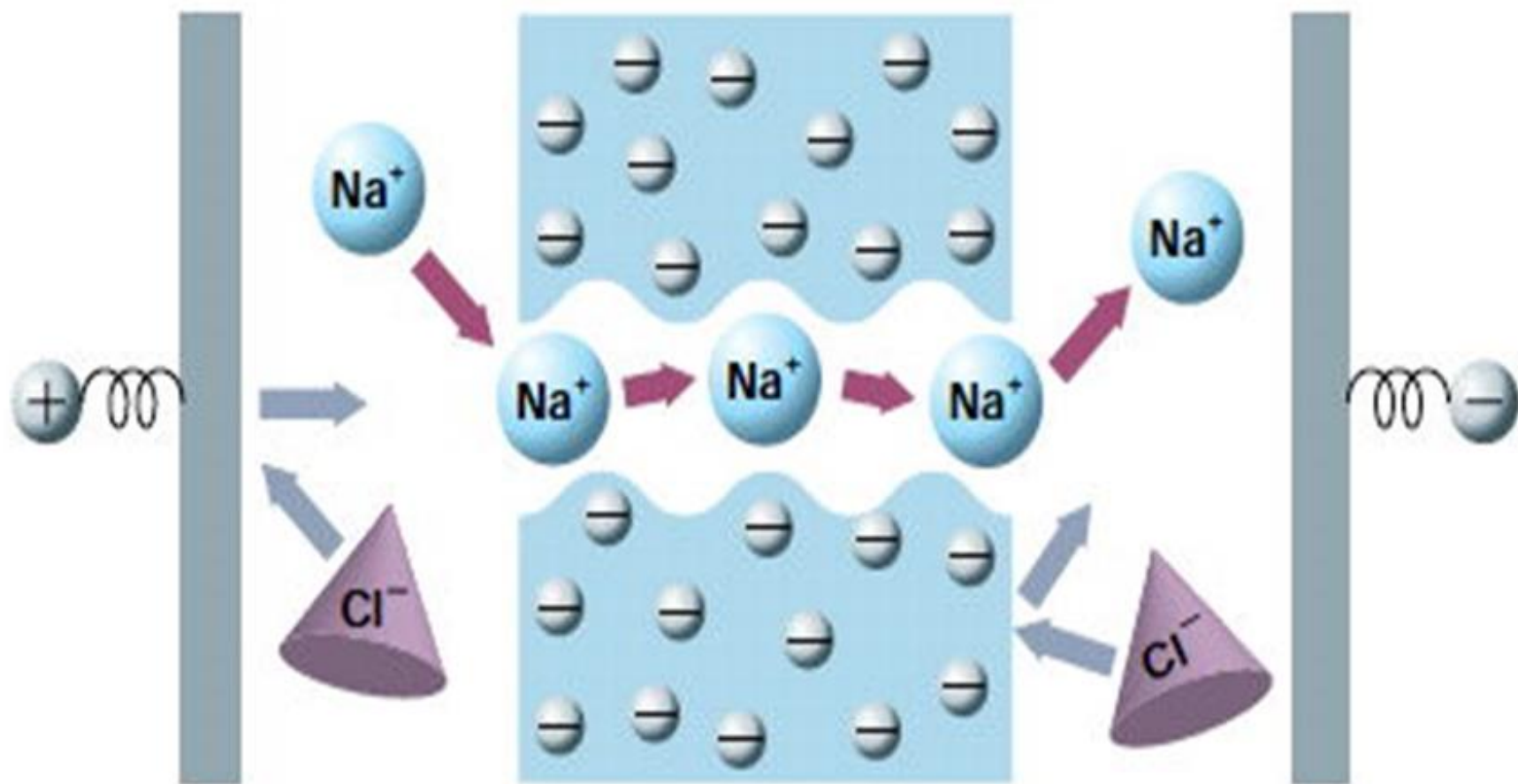
أغشية التبادل الأيوني لها صفة الاختيارية والنفاذية وتنقسم إلى :-

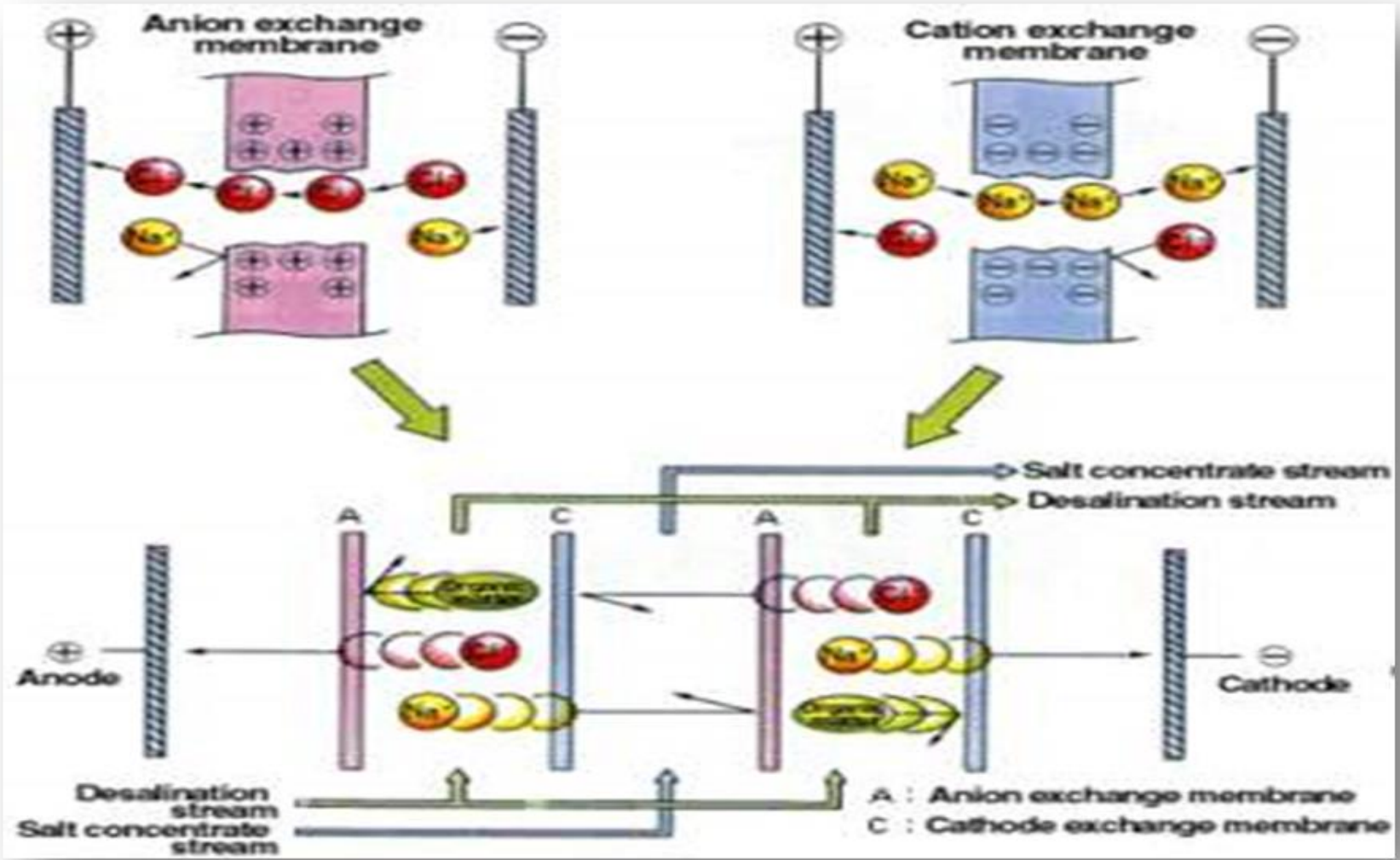
١. أغشية تبادل للكاتيونات

٢. أغشية تبادل للأنيونات



- المجموعات ذات الشحنات السالبة تثبت على الغشاء الكاتيوني ،
بينما الأنيونات تطرد بواسطة الشحنات السالبة ولا يسمح لها
بالمرور خلال الغشاء الكاتيوني
- لأن الأغشية الكاتيونية تسمح فقط بمرور الكاتيونات
- وتقوم الأغشية الأنيونية بعكس الدور الذى تقوم به الأغشية
الكاتيونية هذه النفاذية الاختيارية تنفذ بواسطة
- DC current at an Electro dialysis





الفرق بين الراتنج **Rasin** والغشاء **Membrane** في عملية التبادل الأيوني
نفس السلوك يحدث في الحالتين إلا أن

أغشية التبادل الأيوني **Membrane**

- تسمح بمرور الأيونات بواسطة

DC current at an Electro dialysis

- ولا تحتاج للتنشيط

- وتسمح باستخدام المتواصل لفترات ممتدة من الزمن

الراتنج **Rasin**

- يكون في شكل **حبيبي**

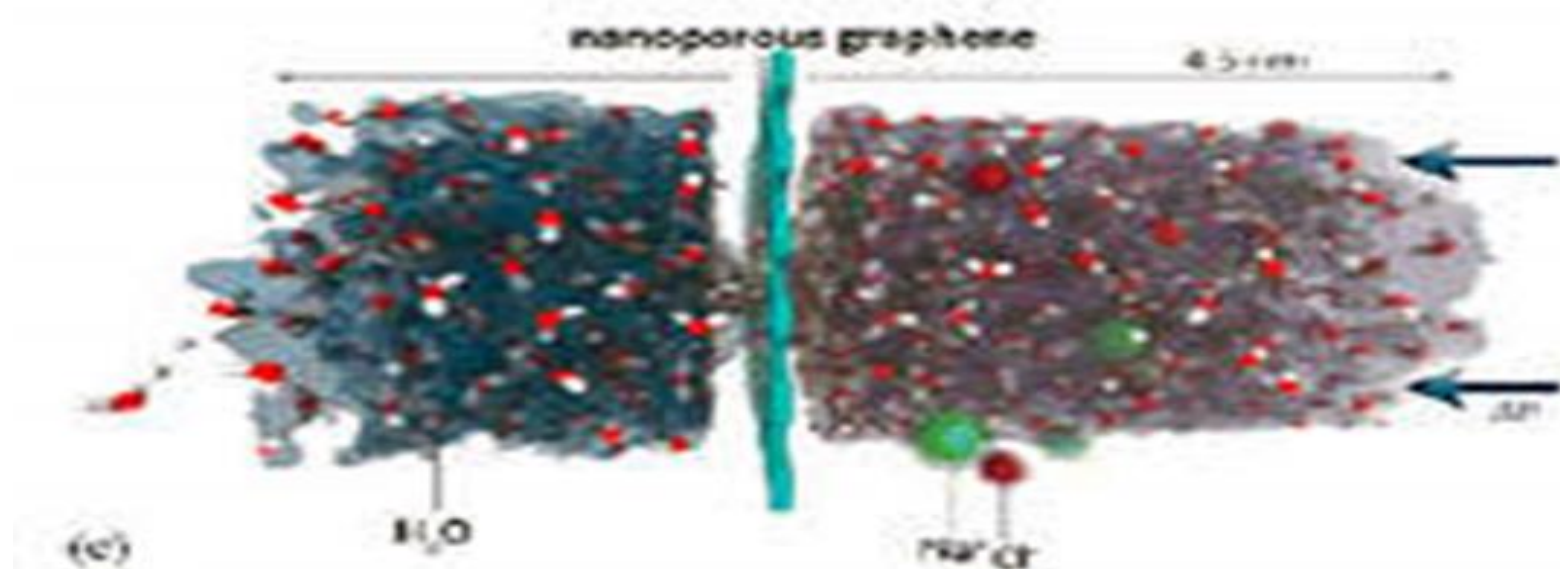
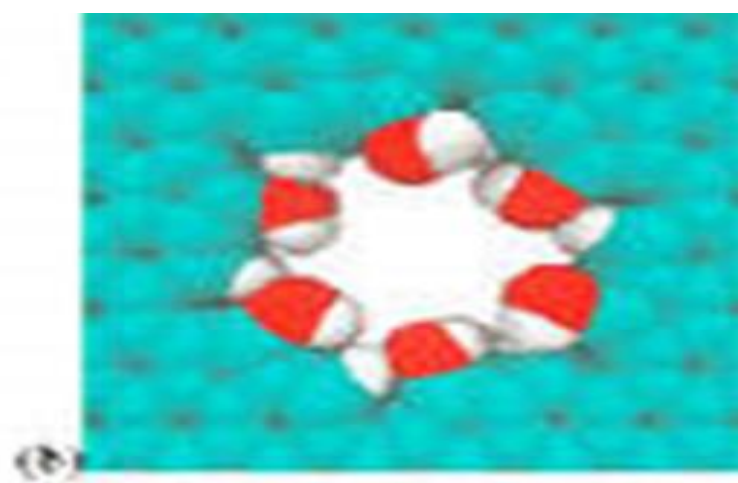
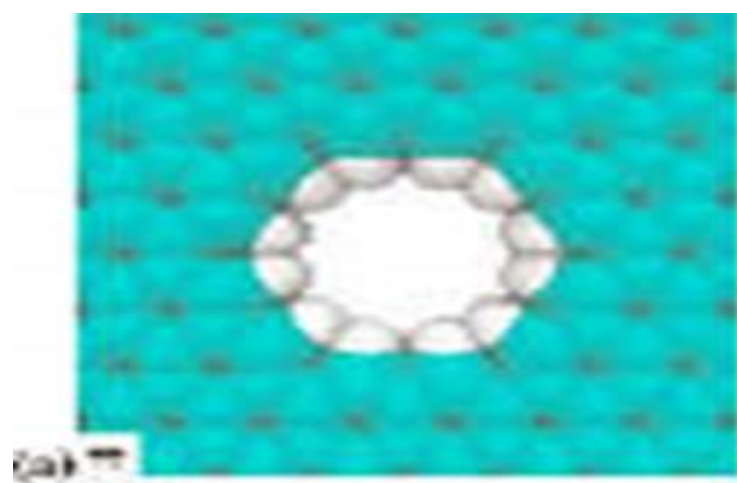
- ويعمل بخاصية التبادل الأيوني **بالامتزاز**

- لكنه يحتاج إلى **تنشيط** عندما تقل سعة الامتزاز أو تستهلك.



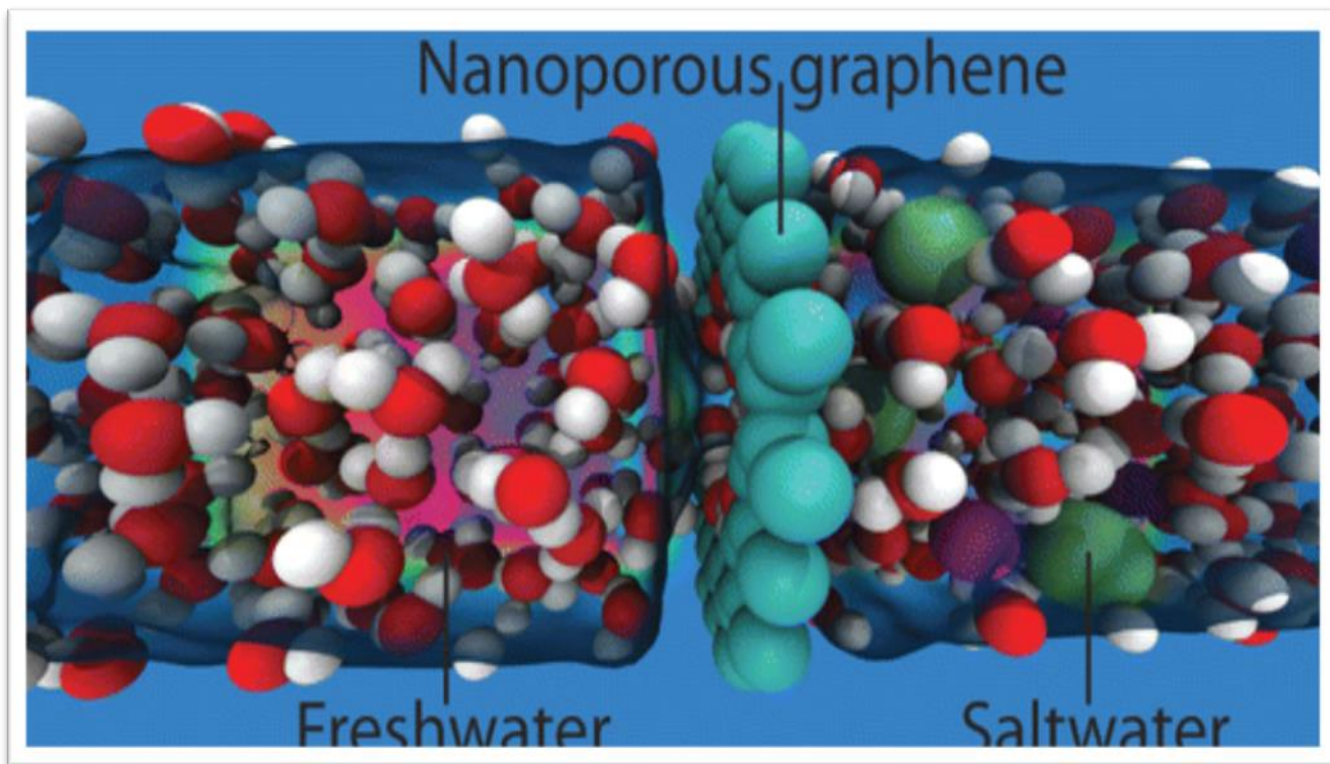
تطور تكنولوجيا التحلية

- باستخدام النانو تكنولوجيا تم تصنيع أغشية مفردة (single) تقوم بحجز أملاح NaCl بكفاءة اعتمادا على حجم الثقوب والضغط ووظيفة المجموعات الكيميائية بالمحلول .
- هذه الأغشية تسمح بمرور الماء فقط وتصد الأيونات الأخرى .



قدرة هذه الأغشية تفوق أغشية التناضح العكسي في سماحية مرور الماء بأضعاف المرات وسوف تلعب دورا كبيرا في المستقبل في

تنقية المياه.





س ١ ما المقصود بعملية التحلية ؟

هي عملية إزالة المواد الصلبة الذائبة (الأملاح) من المياه

س ٢ ما هي عوامل اختيار الطريقة المناسبة للتحلية ؟

عوامل اختيار الطريقة المناسبة للتحلية :

اولا: نوعية مياه البحر (تركيز الاملاح الكلية)

ثانيا: درجة حرارة مياه البحر

ثالثا: تكلفة وحدة المنتج من ماء كهرباء

س ٣ اذكر بعض طرق تحلية مياه البحر؟

طرق التحلية

١- تحلية المياه بطرق التقطير

اولا: التقطير العادي

ثانيا: التقطير الومضي متعدد المراحل

ثالثا : التقطير المتعدد المراحل (المتعدد التأثير)

رابعا: التقطير باستخدام الطاقة الشمسية:-

٢- التحلية باستخدام طرق الاغشية:-

اولا: التناضح العكسي

ثانيا: الديليزة الكهربائية:-

ثالثا: تقنية الديليزة الكهربائية المعكوسة:-

٣- تحلية المياه بطريقة البلورة أو التجميد

س ٤ اذكر ٣ أنواع الأغشية المستخدمة في مرافق التحلية؟

الأنواع هي :

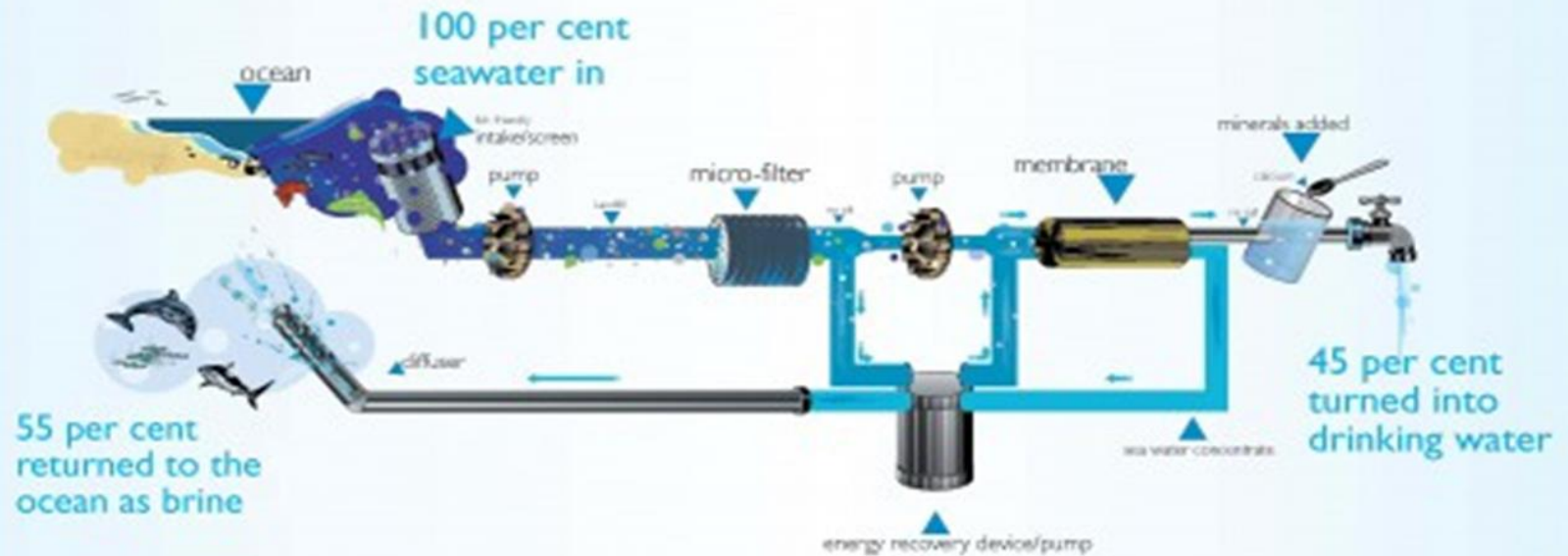
- الأغشية الملتفة الحلزونية spiral wound
- الأغشية ذات الثقوب الدقيقة Hollow fine fiber
- الأغشية الأنبوبية Tubular

س ٥ ما هو نوع الغشاء المستخدم لمعالجة مياه الصرف الصحي ذو التركيز المرتفع من المواد العالقة؟

الأغشية الأنبوبية Tubular membrane هي المستخدمة في معالجة الصرف الصحي

س٦ كيف تزال العكارة والمواد العالقة من مصدر التغذية Feed water فى نظام التناضح العكسي؟

لحماية النظام الغشائي يجب ترشيح الماء الداخلى خاصة إذا كان المصدر مياه جوفية أو معالجة من صرف صحى أو صناعى بطريقة بسيطة أما إذا كان المصدر مياه سطحية فلا بد من عمل المعالجة التقليدية وتشمل الترويب والتنديف والترسيب والترشيح ثم تدخل على نظام الأغشية لإزالة الأملاح



The Desalination Process