

# مقرر الكيمياء للمهندسين

**Dr.-Ing.Nesreen Khallouf**

تحلية مياه البحر

## تحلية المياه المالحة



**تعرف :** بانها عملية اذباب للمياه التي تحتوي على املاح بتركيز عالية غير قابلة للاستخدام البشري .

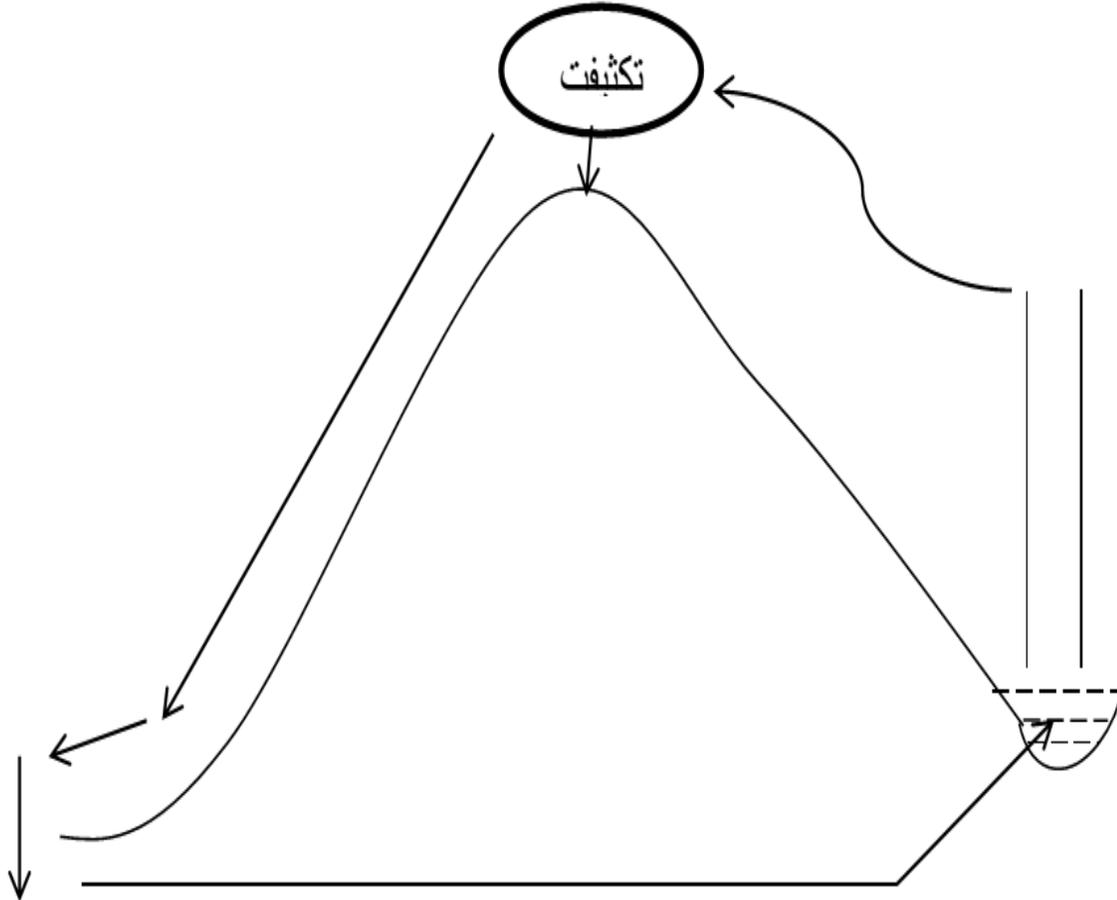
- بعملية التحلية يتم تخفيض الاملاح بنسبة محددة حتى الحصول على مياه قابلة للاستخدام .
- و حسب نوع الاستخدام ممكن الحصول على مياه ( خالية من الاملاح ) و تسمى بالمياه المقطرة و تستخدم في الصناعة
- ( أو منخفضة الاملاح ) و تستخدم للشرب او في المنازل
- و مياه من أجل استخدامات أخرى مثل الغسل – الشطف .

## طرق تحلية المياه المالحة

□ أهم طرق تحلية المياه المالحة:

- ✓ الطريقة الطبيعية للتحلية .
- ✓ تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير) .
- ✓ التحلية باستخدام طرق الأغشية.
- ✓ تحلية المياه بطريقة البلورة أو التجميد.

## الطريقة الطبيعية للتحلية :



- تتم الطريقة الطبيعية للتحلية من خلال الدورة الهيدرولوجية
- حيث يتبخر الماء من سطح البحار و يتكاثف على شكل غيوم و يسقط الماء العذب بشكل مطر . كما في الشكل .

## طرق تحلية المياه المالحة

### تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

- في هذه الطريقة يتم تبخير المياه ( رفع درجة حرارة المياه حتى درجة التبخر ) .
- ومن ثم تعريض البخار الى سطح بارد ليحصل تكاثف .
- ونحصل على مياه خالية من الاملاح .
- و من ثم تعويض هذه المياه بالموارد الضرورية .
- و في حال نريد استخدام المياه للصناعة لا داعي للتعويض .

## طرق تحلية المياه المالحة

### طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

□ أهم طرق تحلية المياه المالحة بالتقطير:

- ✓ التبخير و التكثيف التقليدي .
- ✓ التبخير و التكثيف الومضي .
- ✓ التبخير و التكثيف متعدد التأثير .
- ✓ التبخير و التكثيف بضغط البخار .
- ✓ التبخير و التكثيف بالطاقة الشمسية .

## طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

□ أهم طرق تحلية المياه المالحة بالتقطير:

✓ التبخير و التكثيف التقليدي :

- تعتمد على مبدأ عملية تسخين المياه حتى درجة الغليان .
- ينتقل الماء من الحالة السائلة الى الحالة الغازية يتشكل لدينا بخار.
- هذا البخار ينتقل الى حوض تكثيف ( يمرر على سطح بارد ) فيتحول البخار الى سائل عذب .
- هذه الطريقة تستخدم عادة مخبريا و هي طريقة مكلفة و غير اقتصادية لذلك تم تطوير هذه الطريقة الى طرق لاحقة هي الطريقة الوميضية و الطريقة متعددة التأثير

### طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

□ أهم طرق تحلية المياه المالحة بالتقطير:

✓ التبخير و التكثيف الوميضي :

□ تعتمد على مبدأ تسخين المياه الى درجة حرارة محده .

□ و من ثم ادخال المياه بشكل مفاجئ الى حجرة يقل فيها الضغط فيتبخر جزء من المياه

□ اما الجزء المتبقي من المياه فينتقل الى الحجرة التالية حيث ينخفض الضغط عن الحجرة الاولى ثم ينتقل الى حجرة ذات ضغط اقل و هكذا حتى نصل الى المرحلة الاخيرة .

### طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

□ أهم طرق تحلية المياه المالحة بالتقطير:

✓ التبخير و التكثيف متعدد التأثير :

□ تشابه تقنية تبخير متعدد التأثير تقنية التبخير الوميضي من حيث مبدأ خفض

الضغط في كل مرحلة للحصول على البخار

□ حيث يتم الاستفادة من البخار المشكل في الحجرة الاولى للتسخين و التبخير

في المرحلة اللاحقة و هكذا.

□ البخار المشكل في المرحلة الثانية يستخدم في المرحلة الثالثة و بالتالي فإن

عملية انتاج الماء العذب تتزايد مع عدد المراحل

## طرق تحلية المياه المالحة

### طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

□ أهم طرق تحلية المياه المالحة بالتقطير:

✓ التبخير و التكثيف بضغط البخار :

□ إن التقطير بانضغاط البخار يستخدم بخاره الخاص كمصدر حراري بعدما يضغط هذا البخار .

□ وفي هذه الطريقة ، يمكن الحصول على اقتصادية عالية للطاقة .

## طرق تحلية المياه المالحة

### طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

✓ التبخير و التكثيف بالطاقة الشمسية :

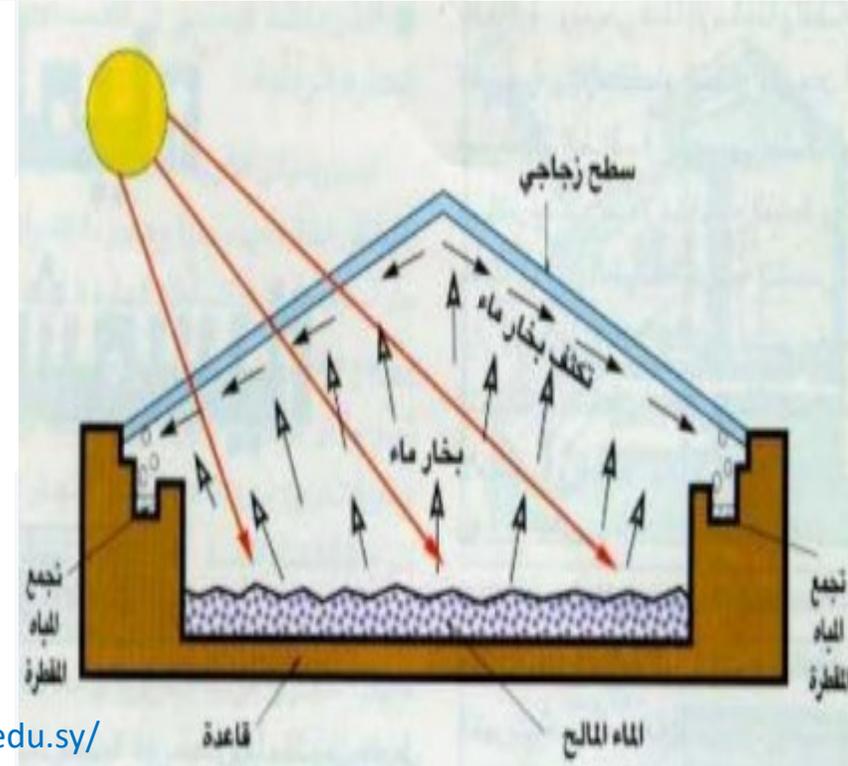
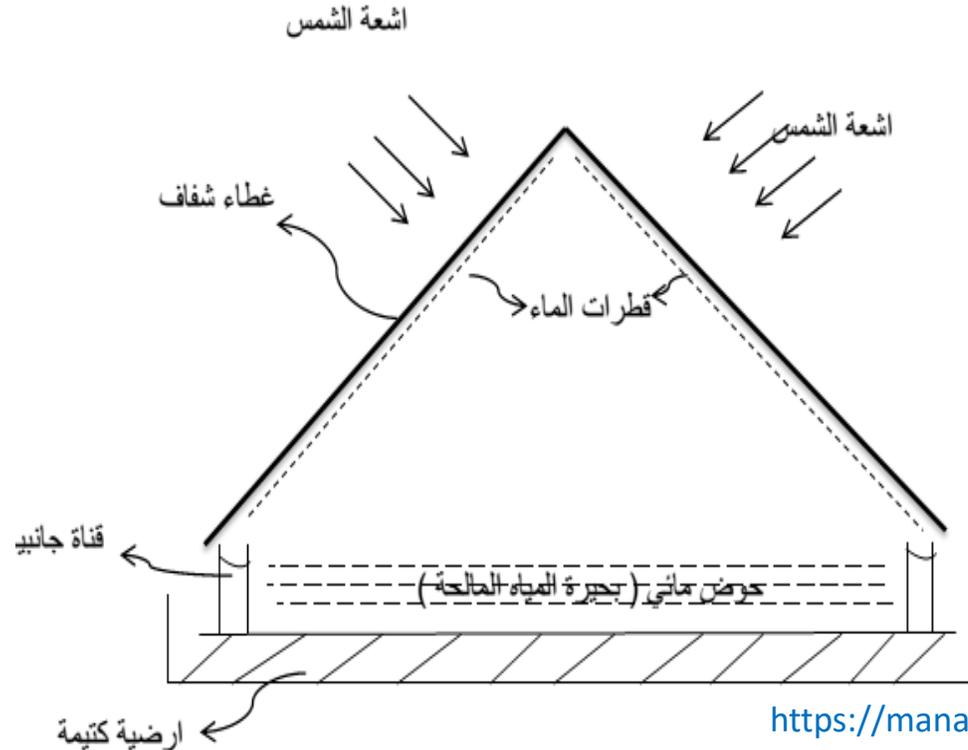
□ هذه الطريقة تعتمد على استخدام الطاقة الشمسية لتأمين طاقة تبخير المياه .

□ و تستخدم في المناطق الصحراوية و التي لا تتوفر فيها مصادر طاقة تقليدية .

□ و هي تستخدم عادة لتأمين كميات قليلة من المياه العذبة .

## طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

✓ التبخير و التكثيف بالطاقة الشمسية : الشكل التقليدي



## طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

✓ **التبخير و التكثيف بالطاقة الشمسية :**

- تضرب اشعة الشمس على السطح العلوي للماء فيتسخن
- و يبدأ بالتبخير يصعد البخار ويصدم بالسطح الداخلي للزجاج
- فيتشكل لدينا عبارة عن قطرات مطر متكاثفة نتيجة ميل السطح
- هذه القطرات تتجمع في قناه جانبية ومن هذه القناه الجانبية يتم
- تجميع هذه المياه في خزان للاستخدام .
- انتاجية هذه التقنية تعتمد بشكل اساسي على مساحة سطح التبخر –  
شدة الاشعة الشمسية – و نوعية الزجاج و نظافته.

## طرق تحلية المياه المالحة

### طرق تحلية المياه بطرق التبخير و التكثيف (التقطير)

اما انتاجيه هذه التقنية فتعطى عادة بالمعادلة :

$$Q = \frac{E \cdot G \cdot A}{2.4}$$

Q : كمية الماء المنتج باللتر

E : الكفاءة وسطيا تكون بحدود ٠,٣ .

G : كمية الطاقة الشمسية النوعية بالميغا جول / متر مربع و تختلف من

منطقة الى اخرى و تتراوح عادة من ١٠ الى ٣٠ في سوريا .

A : مساحة البحيرة بالمتر مربع



جامعة  
المنارة

MANARA UNIVERSITY

# طرق تحلية المياه المالحة

مثال (١)

إذا كانت مساحة البحيرة ١٠٠٠ م<sup>٢</sup> و كمية الطاقة ٢٠ Mj/m<sup>2</sup>  
ما هي انتاجية من الماء العذب؟؟

الحل

$$Q = \frac{0.3 * 1000 * 20}{2.4} = 2500 L$$

و بالتالي المتر المربع يعطي ٢,٥ لتر



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## طرق تحلية المياه المالحة

التحلية باستخدام طرق الاغشية :

□ أهم طرق تحلية المياه المالحة بالاعشبية:

✓ التناضح العكسي .

✓ الديليزة الكهربائية

## طرق تحلية المياه المالحة

### التحلية باستخدام طرق الاغشية :

#### ✓ التناضح العكسي :

- تعتبر عملية التناضح العكسي حديثة بالمقارنة مع عمليتي التقطير والديليزة حيث تم تقديمها تجاريا خلال السبعينات .
- وتعرف عملية التناضح العكسي على أنها فصل الماء عن محلول ملحي مضغوط من خلال غشاء .
- ولا يحتاج الأمر إلى تسخين أو تغيير في الشكل .

## طرق تحلية المياه المالحة

### التحلية باستخدام طرق الاغشية :

#### ✓ مفهوم عملية التناضح العكسي :

- لو فرضنا انه لدينا نظام غشائي مائي يحتوي حجرتين مفصولتين عن بعضهما بواسطة غشاء نصف نفوذ .
- الحجرة الاولى تحوي على الماء النقي(التركيز المنخفض)
- و الحجرة الثانية تحوي على نفس المنسوب من محلول مركز (محلول ملحي) (التركيز المرتفع) .
- من المعروف طبيعيا انه ينتقل (ينفذ) الماء العذب (الاقل تركيز) الى المحلول الملحي (الاكثر تركيز) ذلك لإحداث التوازن في التركيز .
- وهذه العملية تعرف بعملية بالتناضح (Osmosis Process)

## طرق تحلية المياه المالحة

### التحلية باستخدام طرق الاغشية :

#### ✓ مفهوم عملية التناضح العكسي :

- و يستمر نفاذ الماء العذب بهذا الاتجاه و عليه يرتفع المحلول الملحي في الحجرة الثانية نتيجة زيادة كمية الماء بالمحلول باستمرار نفاذ الماء العذب .
- ارتفاع الماء في الحجرة الثانية يؤدي الى ارتفاع الضغط . الحالة (a)
- و تزداد لذلك مقاومة نفاذ و مرور الماء العذب حتى يصل ارتفاع الضغط الى قيمة تمنع من نفاذ الماء العذب تماما . عند هذا الضغط يحدث التوازن و يسمى بالتوازن التناضحي ( $p=\pi$ ) . الحالة (b)

## طرق تحلية المياه المالحة

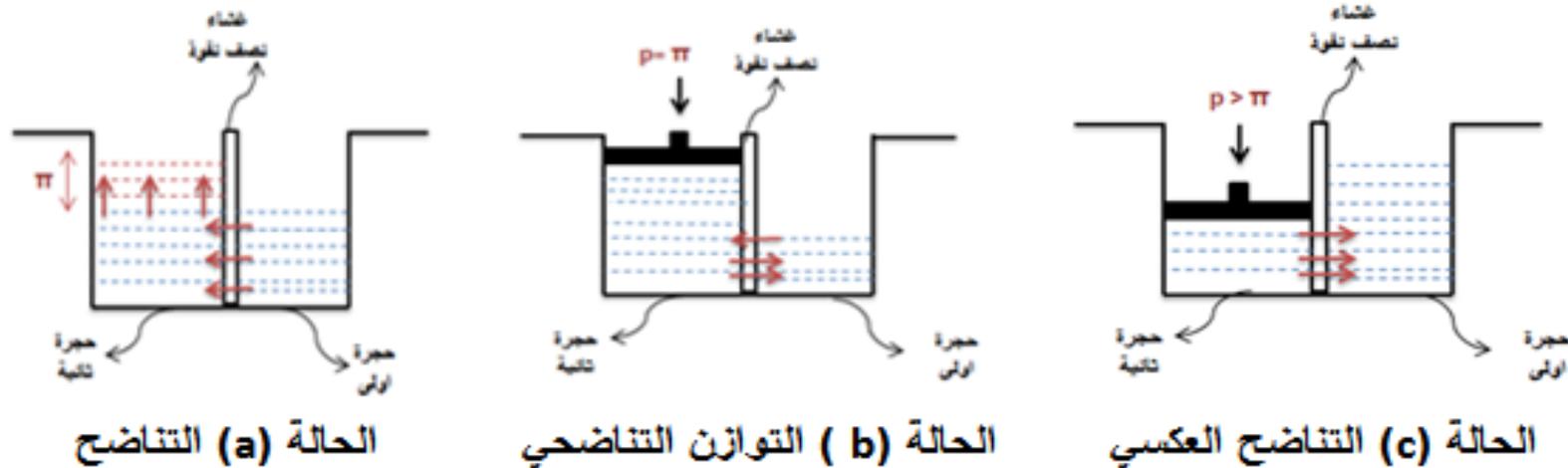
### التحلية باستخدام طرق الاغشية :

#### ✓ مفهوم عملية التناضح العكسي :

- اذا أثرنا على المحلول الملحي (الحجرة الثانية ) بضغط أعلى من ضغط التوازن .
- فسينتقل الماء العذب من المحلول الملحي (الاکثر تركيز) باتجاه الحجرة الاولى الحالة (c) .
- و تعرف هذه العملية بالتناضح العكسي التي يمكن من خلالها الحصول على الماء العذب من الماء المالح .

## التحلية باستخدام طرق الاغشية :

✓ مفهوم عملية التناضح العكسي :  
□ شكل يبين مفهوم التناضح العكسي:





## طرق تحلية المياه المالحة

### التحلية باستخدام طرق الاغشية :

✓ حساب الضغط التناضحي :

□ يحسب من العلاقة التالية :

$$\pi = c \cdot R \cdot T$$

C : التركيز المولي للمذاب (الملح) بـ (mol/m<sup>3</sup>) و يحسب كما يلي :

$$c = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول}}$$

R : الثابت المولي للغازات و تساوي 8.314

T : درجة الحرارة بالكلفن .



جامعة  
المنارة

MANARA UNIVERSITY

# طرق تحلية المياه المالحة

مثال (٢)

احسب الضغط التناضحي في الدرجة C 17 لمحلول مائي حجمه  $0.15\text{m}^3$  يحوي 1.75 kg من السكروز  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

الحل

$$M = 12 \cdot 12 + 1 \cdot 22 + 11 \cdot 16 = 342 \text{ g/mol}$$
$$M = 0.342 \text{ Kg/mol}$$



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

# طرق تحلية المياه المالحة

## الحل

عدد مولات السكروز :

$$N = \frac{1.75}{0.342} = 5.117 \text{ mol}$$

التركيز المولي للسكروز :

$$c = \frac{5.117}{0.15} = 34.11 \text{ mol/m}^3$$

الضغط التناضحي :  $\pi = c \cdot R \cdot T$

$$\pi = 34.11 \cdot 8.314 \cdot (17 + 273) = 82241 \text{ j/m}^3$$

## طرق تحلية المياه المالحة

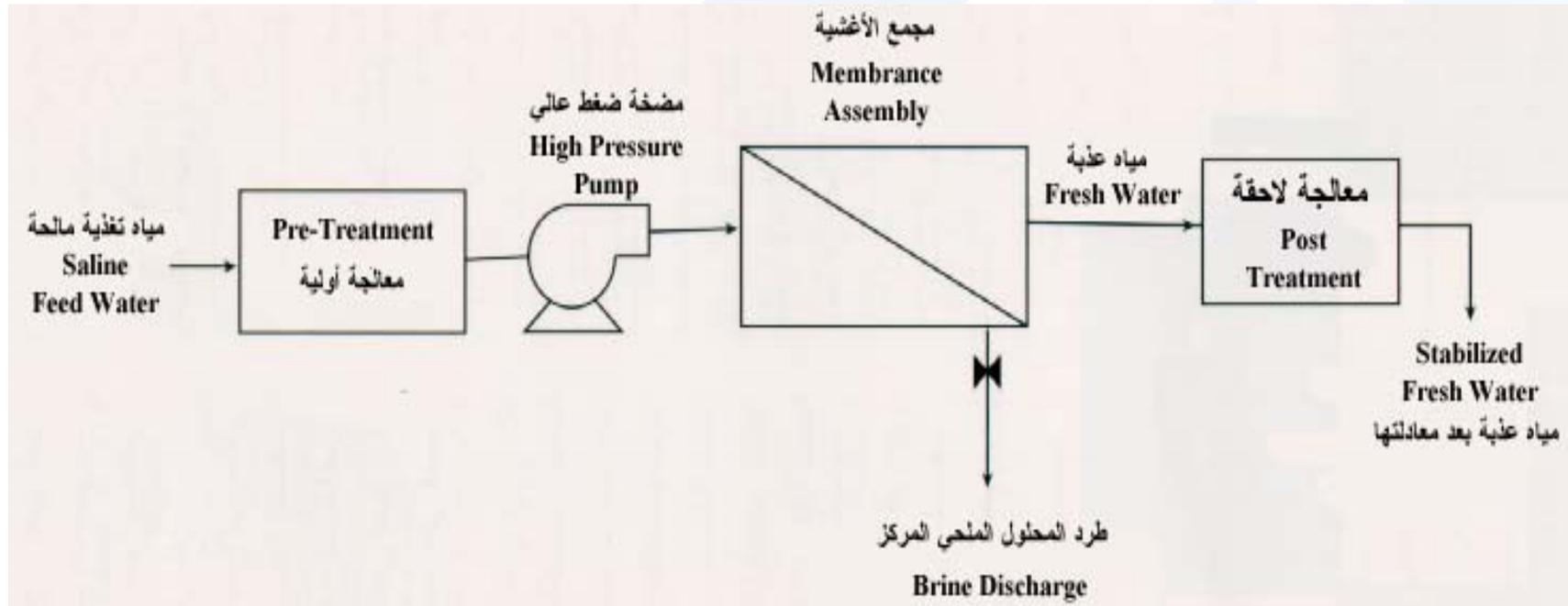
### التحلية باستخدام طرق الاغشية :

- ✓ مكونات وحدة معالجة المياه باستخدام التناضح العكسي :
- مكونات وحدة المعالجة الأولية لمياه البحر لإزاله العوالق و منع ترسب الكائنات الحية .
- مضخة ذات ضغط عالي من أجل ضغط الماء المالح بضغط أعلى من ضغط التوازن .
- الاغشية شبه النفوذة.
- المعالجة النهائية من ازاله الغازات او تعديل درجة القلوية .

## طرق تحلية المياه المالحة

التحلية باستخدام طرق الأغشية :

✓ مكونات وحدة معالجة المياه باستخدام التناضح العكسي :



## طرق تحلية المياه المالحة

### التحلية باستخدام طرق الاغشية :

#### ✓ الديليزة الكهربائية :

- يعتمد على امكانية جذب الايونات الموجبة او السالبة للاملاح الى قطبين كهربائيين مربوطين مع تيار كهربائي
- . حيث ان الايونات السالبة تتجه الى القطب الموجب و الموجبة الى السالب ،
- لتحسين هذه التقنية او هذا المبدأ يتم وضع حواجز من الاغشية الانتقائية ما بين القطبين هذه الأغشية الانتقائية تسمح بمرور ايونات محددة سالبة او موجبة بينما تمنع الايونات الاخرى من المرور .

## طرق تحلية المياه المالحة

### التحلية باستخدام طرق الاغشية :

#### ✓ الديليزة الكهربائية :

- تتألف مجموع الديليزة من من مجموعة اولية لإزالة المواد العالقة و العضوية .
- اما العنصر الرئيسي عبارة عن حوض يحتوي على قطبين موجب و سالب مربوط كهربائيين و مقسم بالداخل الى حجرات بواسطة أغشية انتقائية .

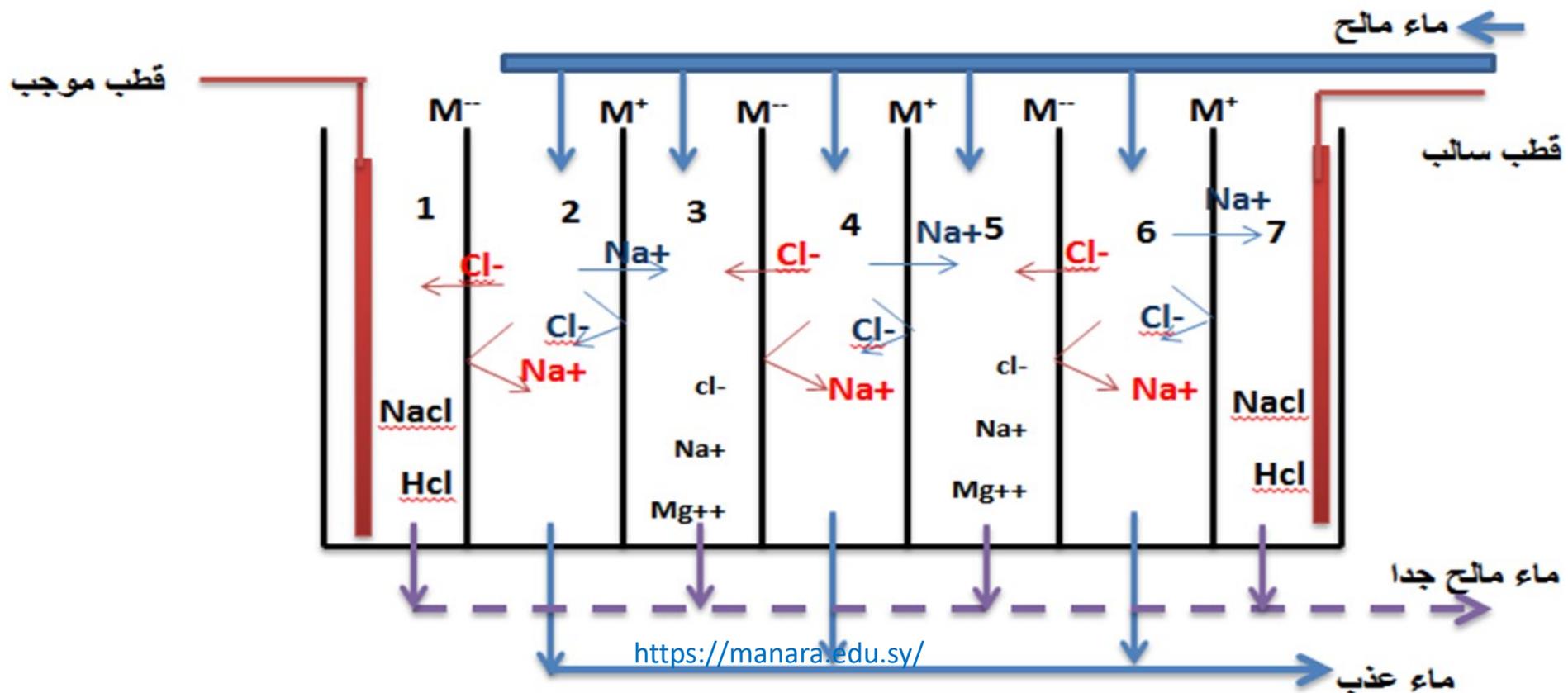


جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

# طرق تحلية المياه المالحة

التحلية باستخدام طرق الأغشية :

✓ الديليزة الكهربائية : شكل يوضح عملية الديليزة



## طرق تحلية المياه المالحة

### تحلية المياه بطريقة البلورة أو التجميد :

- تتلخص هذه الطريقة بتجميد المياه المالحة
- حيث يتشكل حبيبات من الجليد عليها حبيبات من الملح.
- نقوم بغسل الجليد من الاملاح فينتج مياه حلوة
- و الاملاح تكون مترسبة بالأسفل

شكراً لإصغائكم