

# Desalination

By

Dr. Eng. Ahmed Moustafa A. Moussa



# Index

1. Seawater Desalination definition .....
2. Fresh Water Need.....
3. Why Sea Water Desalination ?.....
4. Can We Drink Salt Water ?!.....
5. Seawater Desalination Techniques.....
  - a. Evaporating – Condensing Process of Seawater Desalination..
  - b. Reverse Osmosis Techniques.....
  - c. Electro Dialysis Techniques.....
  - d. Nano- Technology Techniques.....
6. Desalination Plants around the World.....

# Seawater Desalination

Obtaining reliable fresh water supplies  
from challenging sea and oceans as a  
water sources.



# Fresh Water Needs

- Economic expansion



- Agriculture and food



- Public health



- Quality of life

# Why Seawater Desalination?



- 75% of the Earth's surface is covered by water.
- 97.5% of that water is oceans.
- Only 1% is available for drinking
- 80 countries suffered from water scarcity by the mid-1990s
- 1.5 billion people lack ready access to drinking water

# Can we drink salt water?

**The Rime of the Ancient Mariner**

*Water, water, everywhere  
And all the boards did shrink  
Water, water, everywhere  
Nor any drop to drink*

-Samuel Taylor Coleridge



- Small quantities are not harmful, but it just makes you more thirsty!..
- Eventually, it can be dangerous, ultimately producing fatal seizures, heart arrhythmias and kidney failure

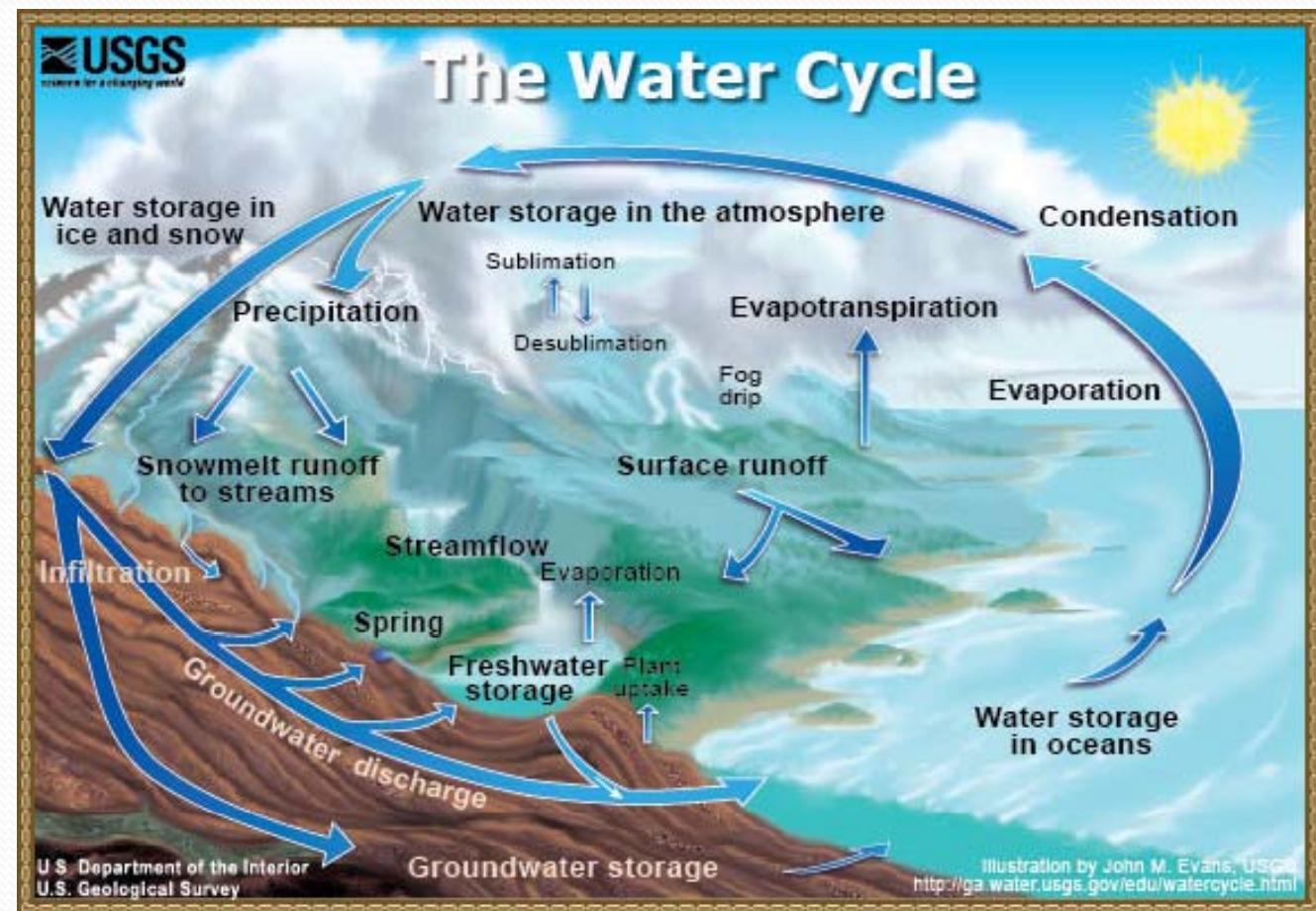
# **Seawater Desalination Technologies or Techniques :**

- 1. Evaporating – Condensing Process of Seawater Desalination.**
- 2. Reverse Osmosis Techniques.**
- 3. Electro Dialysis Techniques.**
- 4. Nano- Technology Techniques.**

# Natural Desalination: Water Cycle!

## Major Stages

1. Evaporation
2. Condensation
3. Precipitation
4. Collection

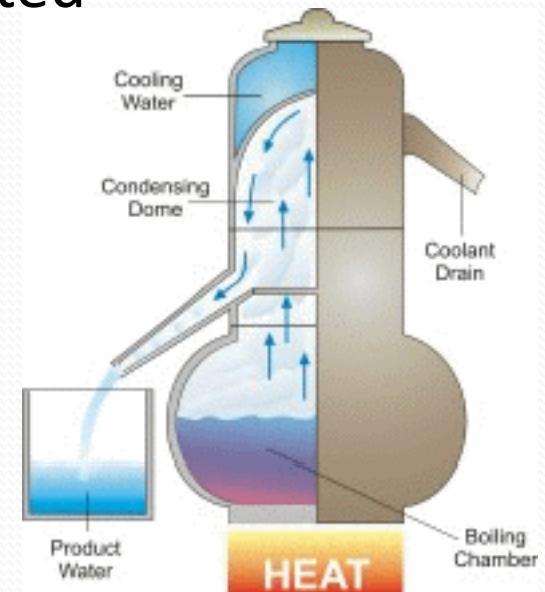


# 1. Thermal Desalination Processes (Evapo-Cond) process.

- Similar to the Earth's natural water cycle
- Water is heated, evaporated and collected
- Produces clean water and brine

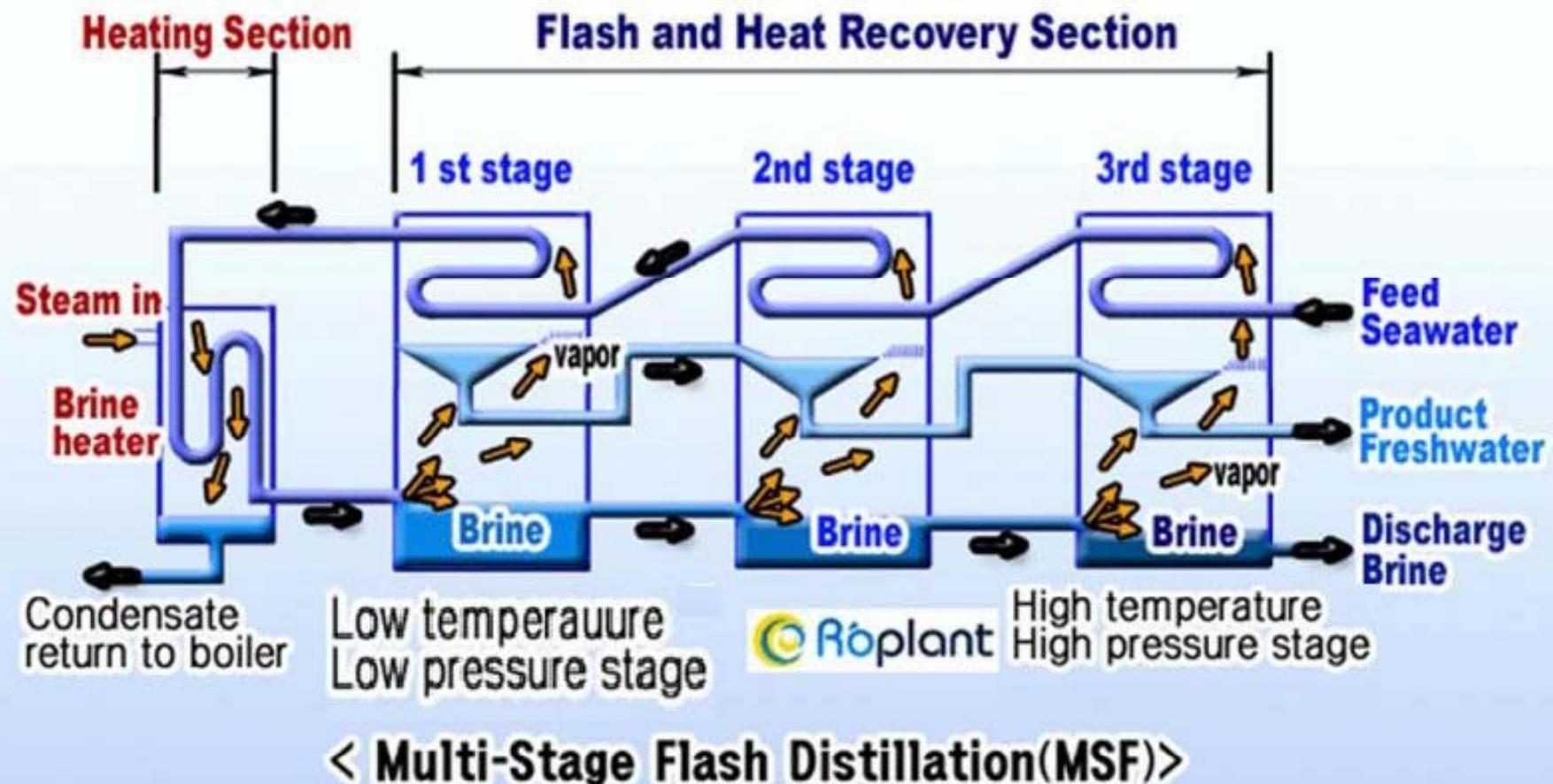
*Example:* Multi-Stage Flash Desalination

- Process uses multiple boiling chambers kept at different atmospheric pressures
- Saltwater enters the system and is boiled and evaporated in each chamber
- Process produces clean water and brine



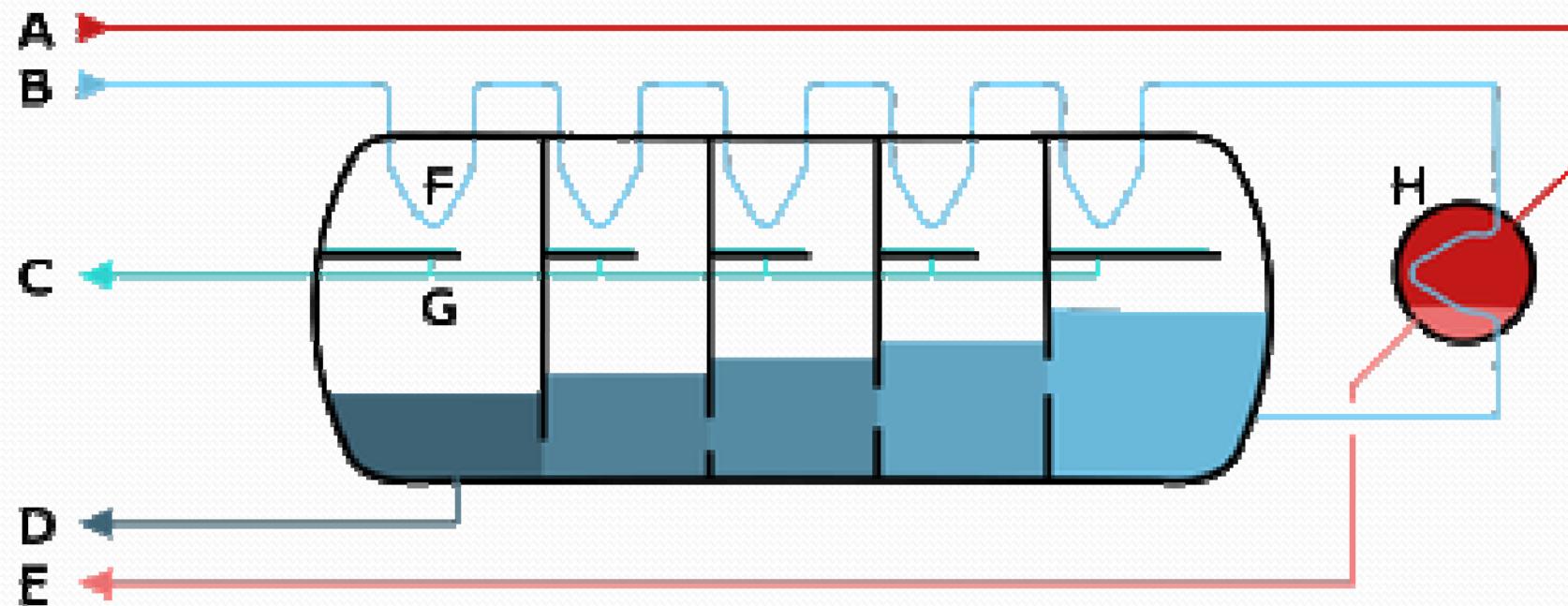


([www.RoplantWater.org](http://www.RoplantWater.org))



### *Example: Multi-Stage Flash Desalination*

- Process uses multiple boiling chambers kept at different atmospheric pressures
- Saltwater enters the system and is boiled and evaporated in each chamber
- Process produces clean water and brine

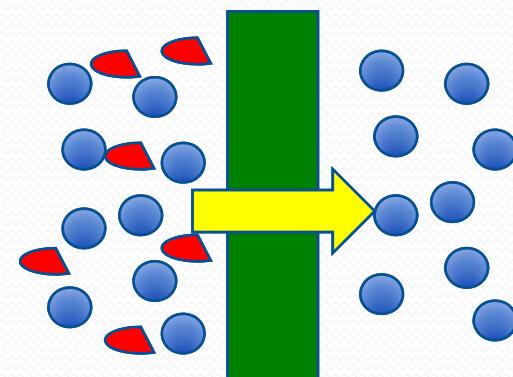


## **2. Membrane Desalination Processes or Reverse Osmosis.**

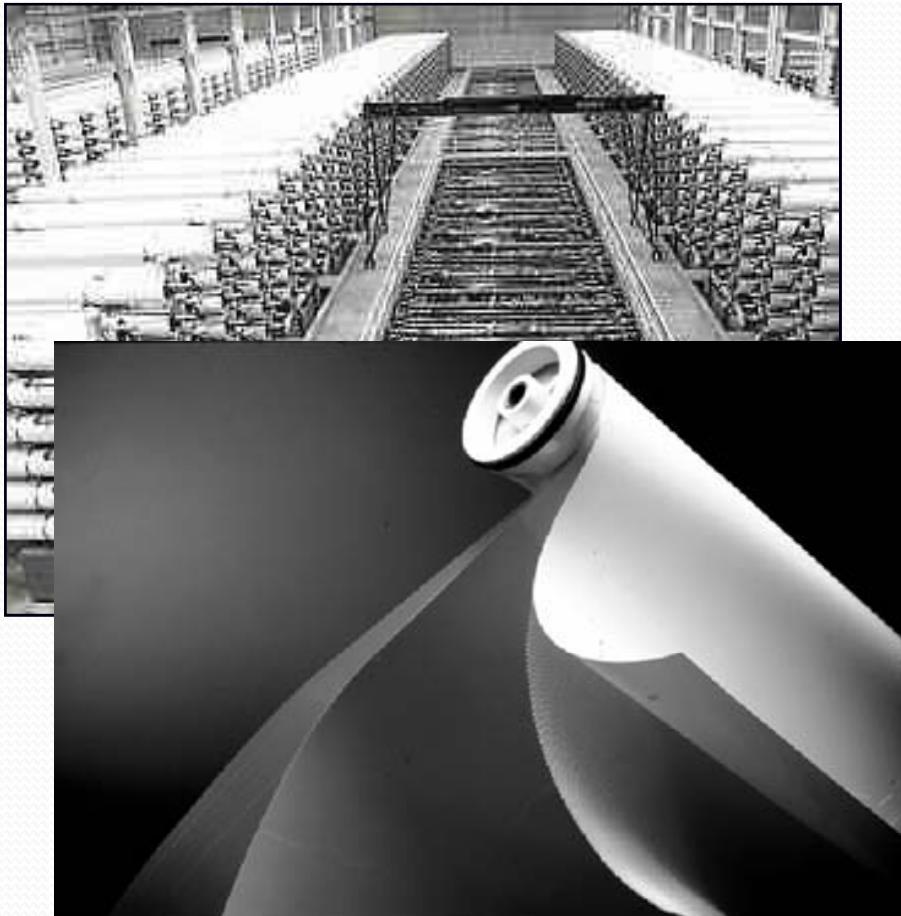
- Saltwater is forced through membrane sheets at high pressures.
- Membrane sheets are designed to catch salt ions.
- Process produces clean water and brine.

Example: Reverse Osmosis

- Saltwater is forced through a membrane at 600 to 1000 psi.
- Multiple layers of membranes remove as many of the salt ions as possible.



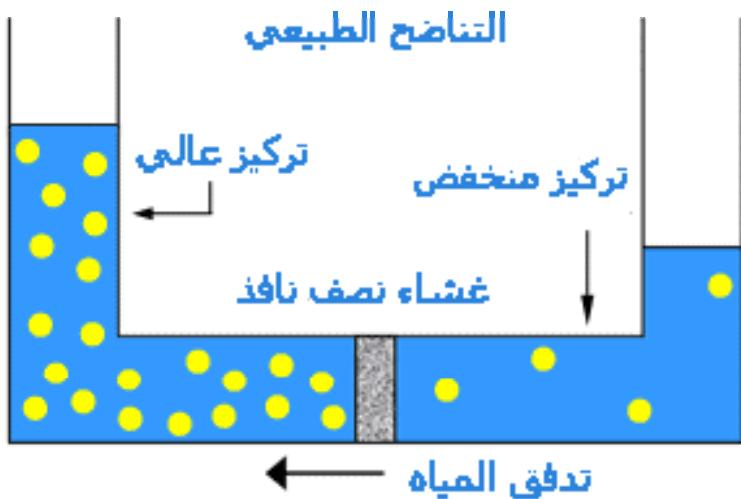
# Desalination By Reverse Osmosis.



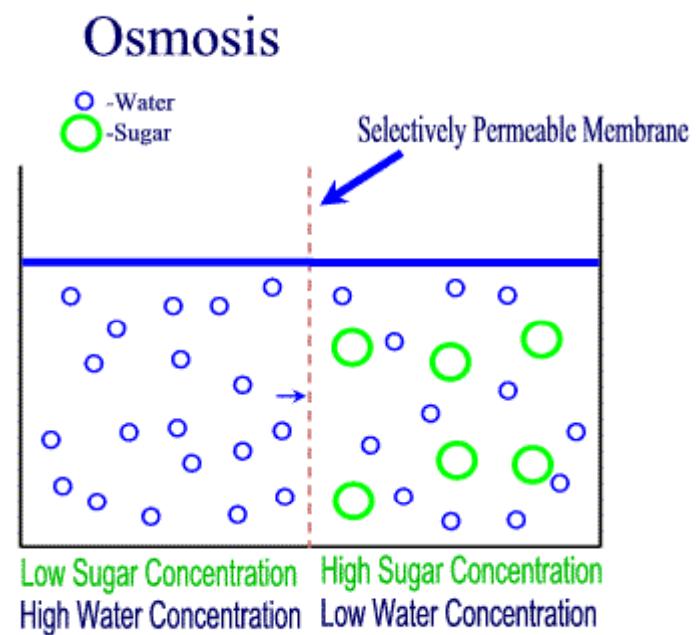
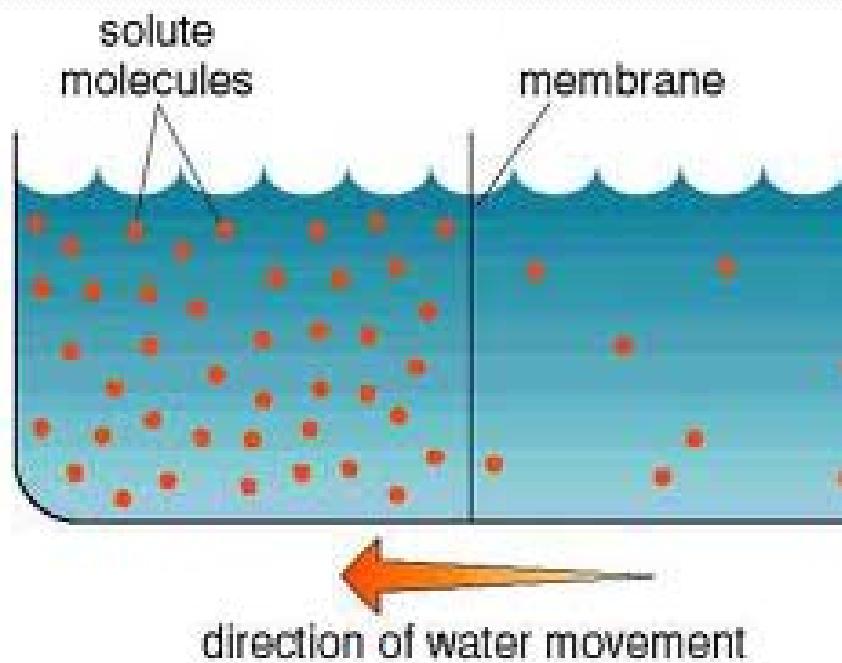
- 2 gallons of seawater = 1 gallon of high quality drinking water
- Pre-treatment and RO removes contaminants, including mercury and other contaminants in the Bay
- MMWD will use “dual pass” RO

## الاسموزية:

الاسموزية هي عملية تحدث في البيئة المائية عندما تتحرك جزيئات الماء بين محلولين عبر غشاء شبه نافذ، ان هذا الغشاء يسمح بمرور الماء ولا يسمح بمرور المواد المذابه. في امتداد الجوانب يوجد محلول تركيزه عال (يحتوي الكثير من المواد المذابه)، تتحرك المياه عبر الغشاء من محلول ذو التركيز المنخفض إلى محلول ذو التركيز العالى بالالمام حتى يتتساوى التركيز والضغط الاسموزى في المحلولين.



## الاسمية:



# الاسموزيريه العكسيه

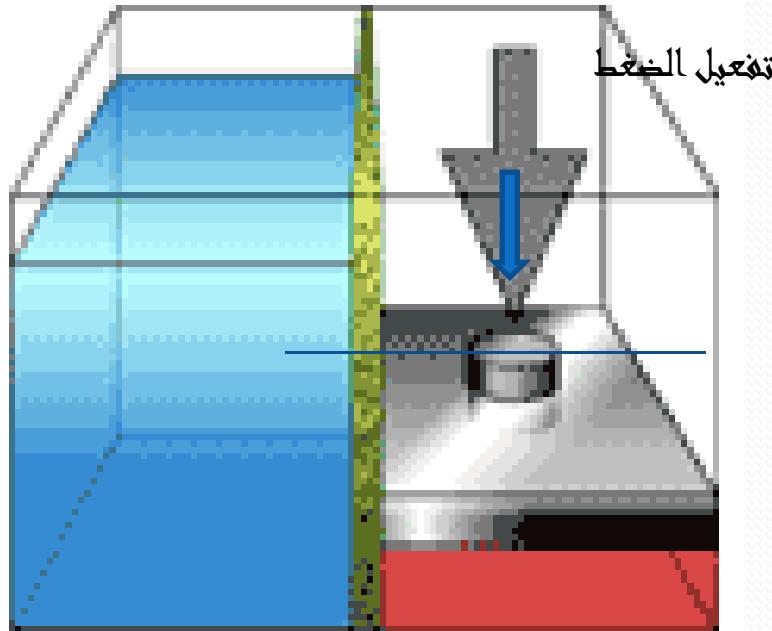
في طريقة التحلية بالاسموزيريه العكسيه تحدثه عمليه معاكسه ، تمر المياه من الجهة ذاته التركيز العالي بالاملاح الى الجهة ذاته التركيز المنخفض ، هذه العمليه تحدثه تحت تاثير ضغط عالي 20-80 اتموسفيرا على الجهة ذاته الماء الماء الماء يتم تزويد الضغط اللازم تشغيله بواسطة الكهرباء، نتيجة لذلك يتم الحصول على محلول به تركيز عال لاملاح في جمه و مياه محلاته في الجهة الأخرى كلما زاد تركيز الاملاح في مياه المصدر، فان الضغط اللازم يرتفع.

لذلك فان تحلية مياه البحر تحتاج الى طاقه اعلى بالمقارنة مع المياه المالحة .

في السنوات الاخيرة ادخلت تحسيناته تكنولوجيه على هذه الطريقة ، وتستهلك هذه الطريقة اليوم اقل طاقه بالمقارنة مع طرق التحلية الأخرى التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقه في عملية التبخير .

لذلك فانه من الممكن انتاج مياه محلاته بهذه الطريقة بتكلفة منخفضه نسبيا ، مساوئ هذه الطريقة ان مياه المصدر يجب ان تكون خالية من الملوثات بسبب استخدام الانشيه الشيه نفاذه لذلك فان جهاز الاسموزيريه العكسيه يشمل عملياته تصفيه ومعالجه قبل دخولها الى الخلايا ذاته الانشيه .

لنشاء انتقائي / لنشاء شبه نهائى



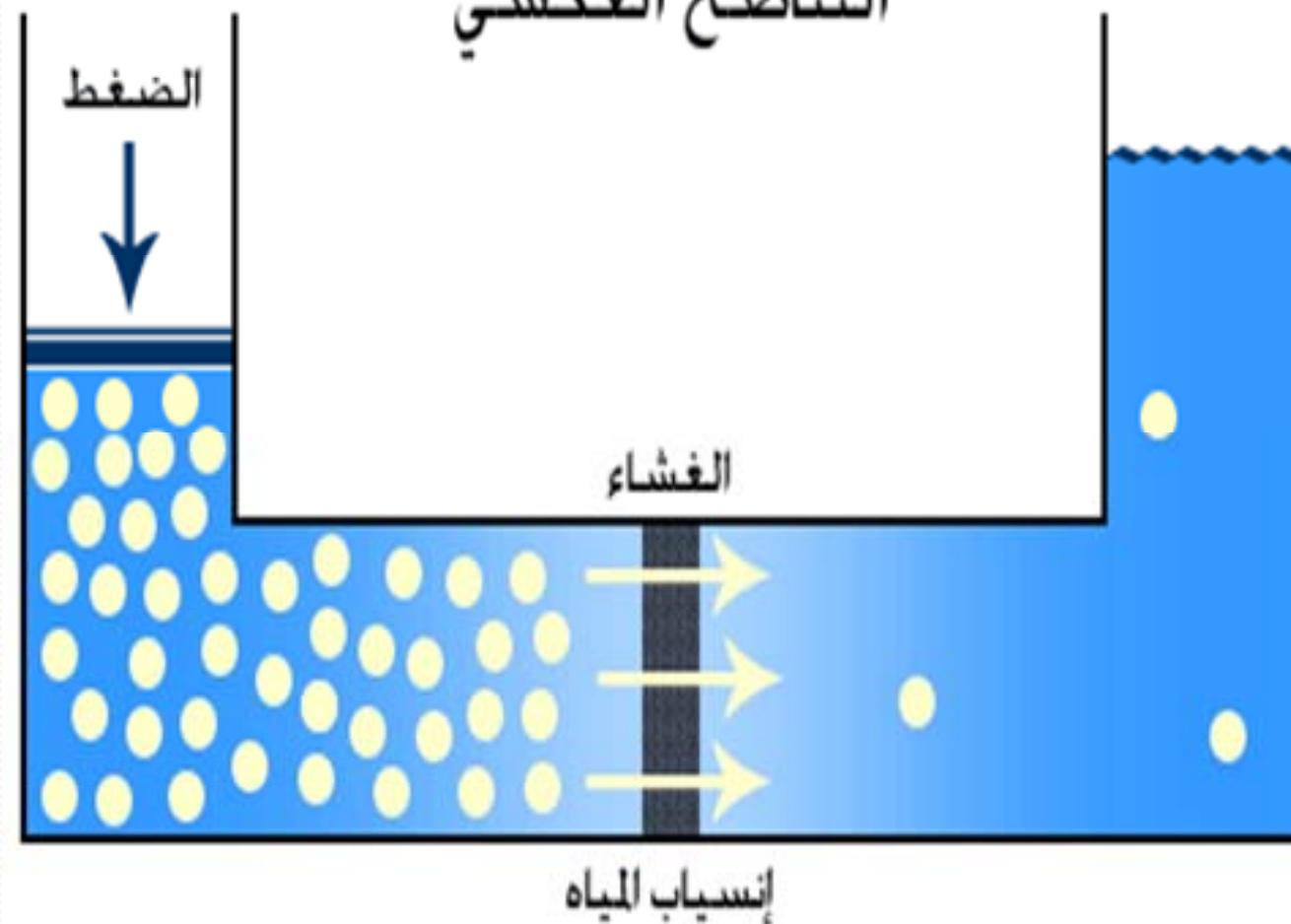
مياة ملائة ( محلول)  
ذاته تركيز مياة  
منخفض جداً

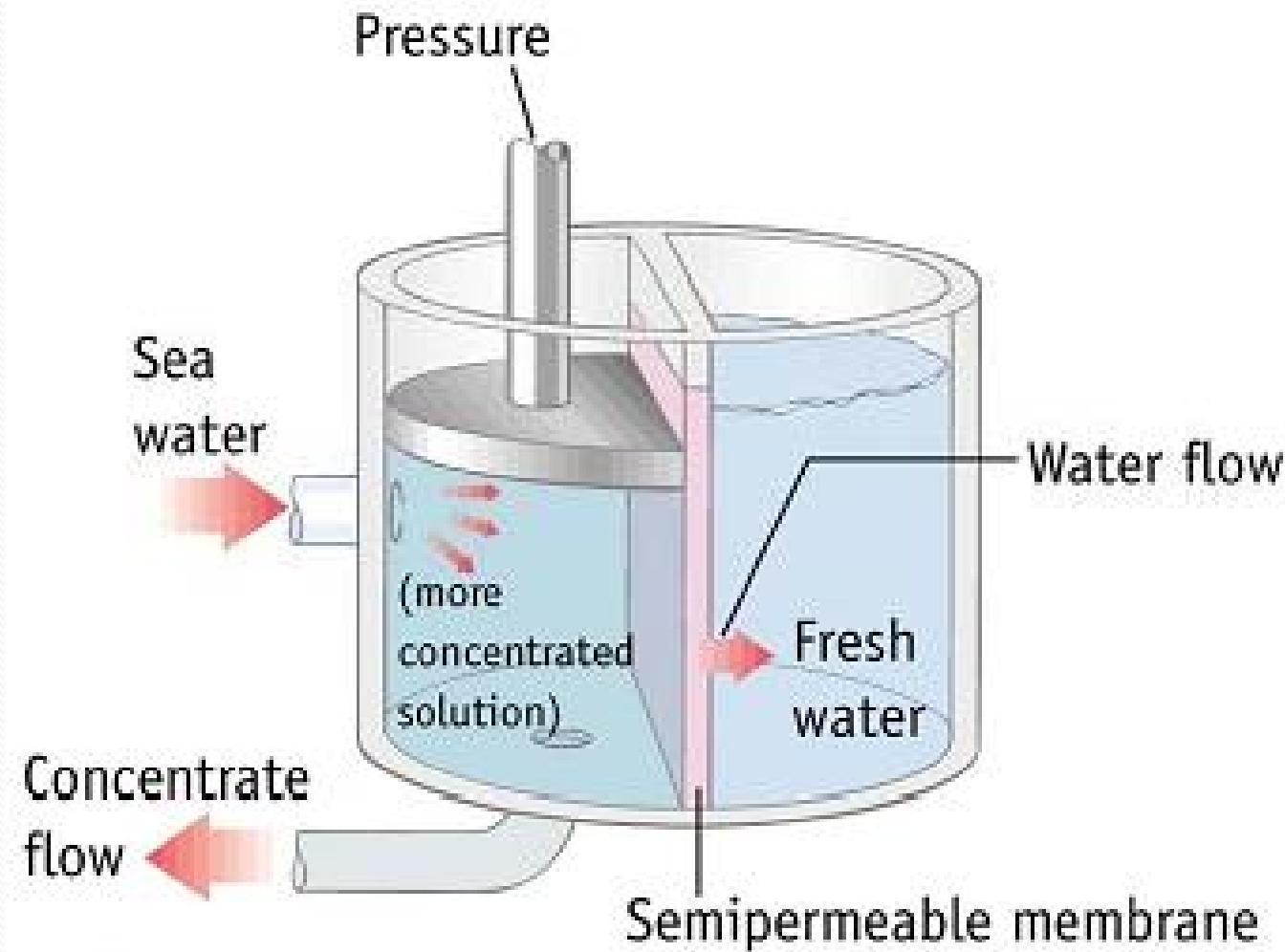
ببور  
جزيئات  
الماء

مياة مالحة ( محلول)  
ذاته تركيز املام  
عالبي جداً

ذاته تركيز املام  
عالبي جداً

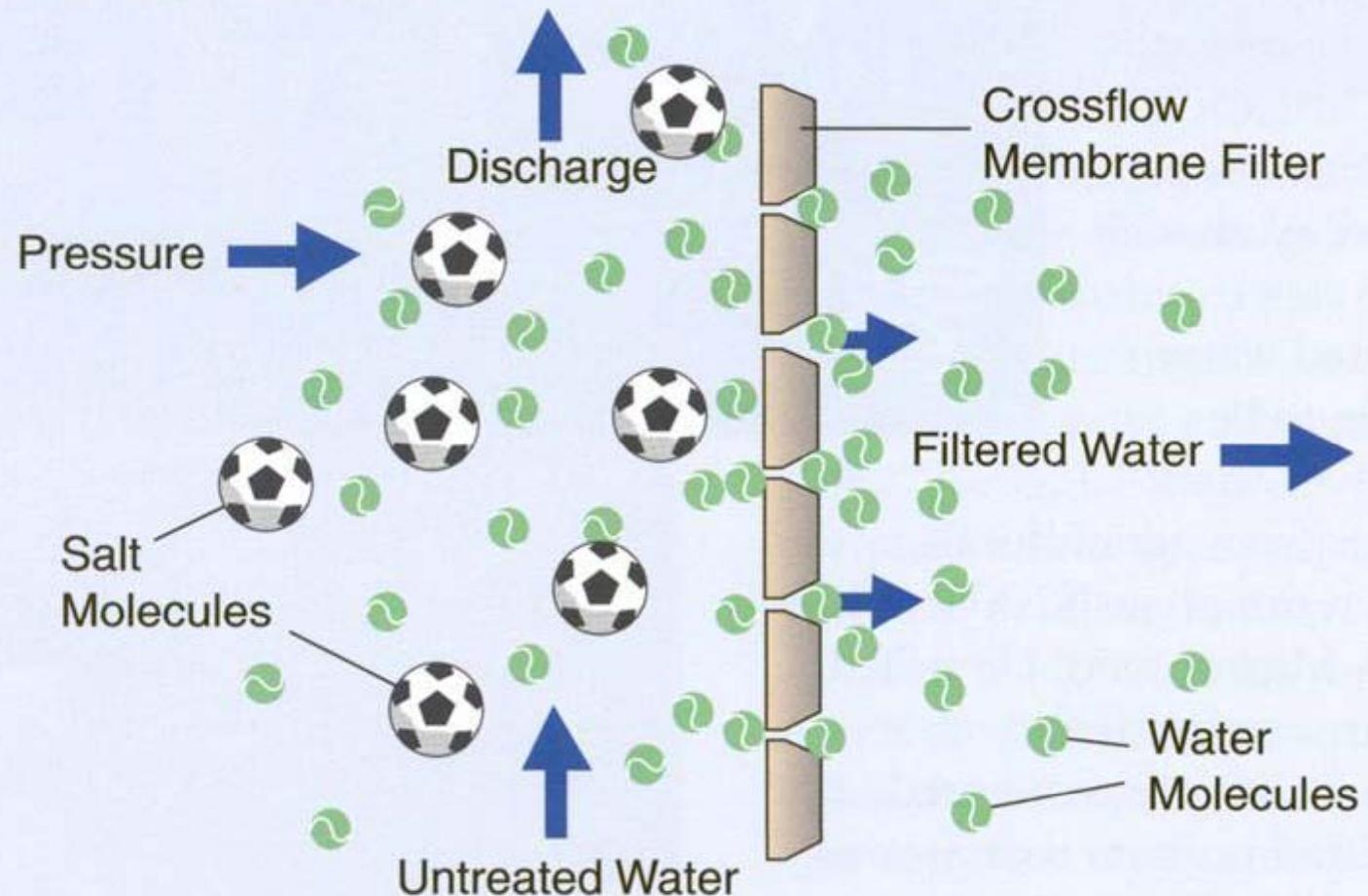
## التناظر العكسي





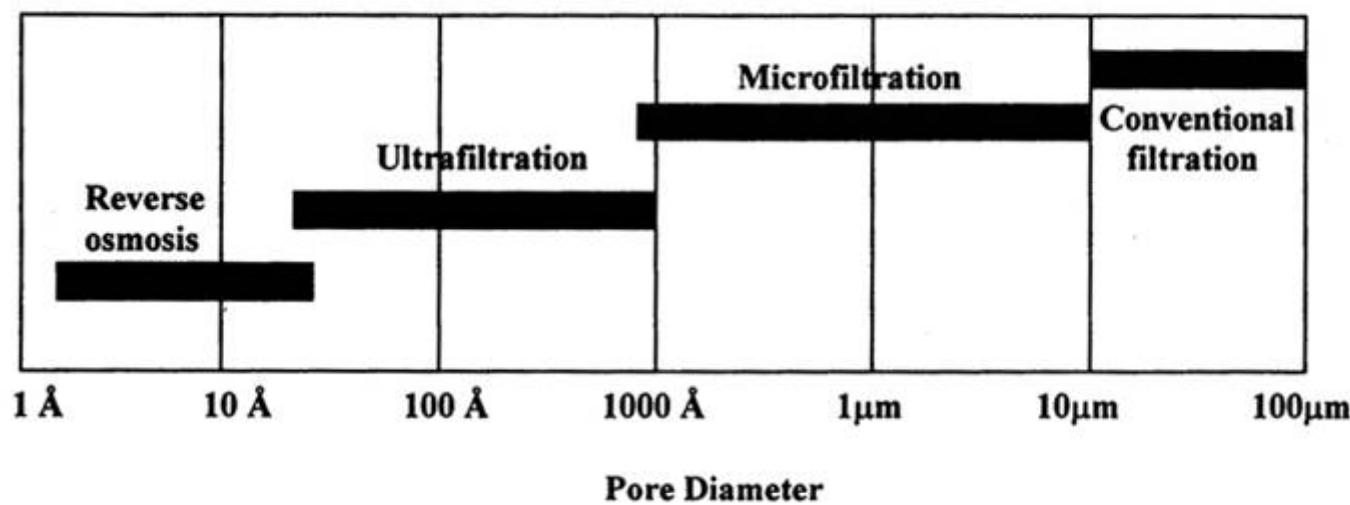
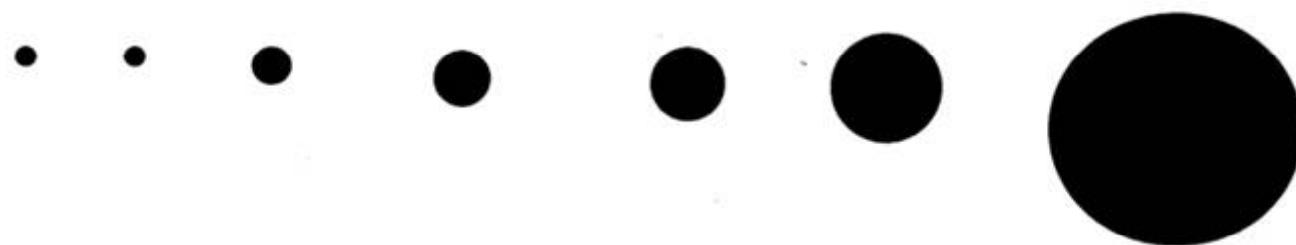
# Flow at the Membrane.

## Molecule Separation



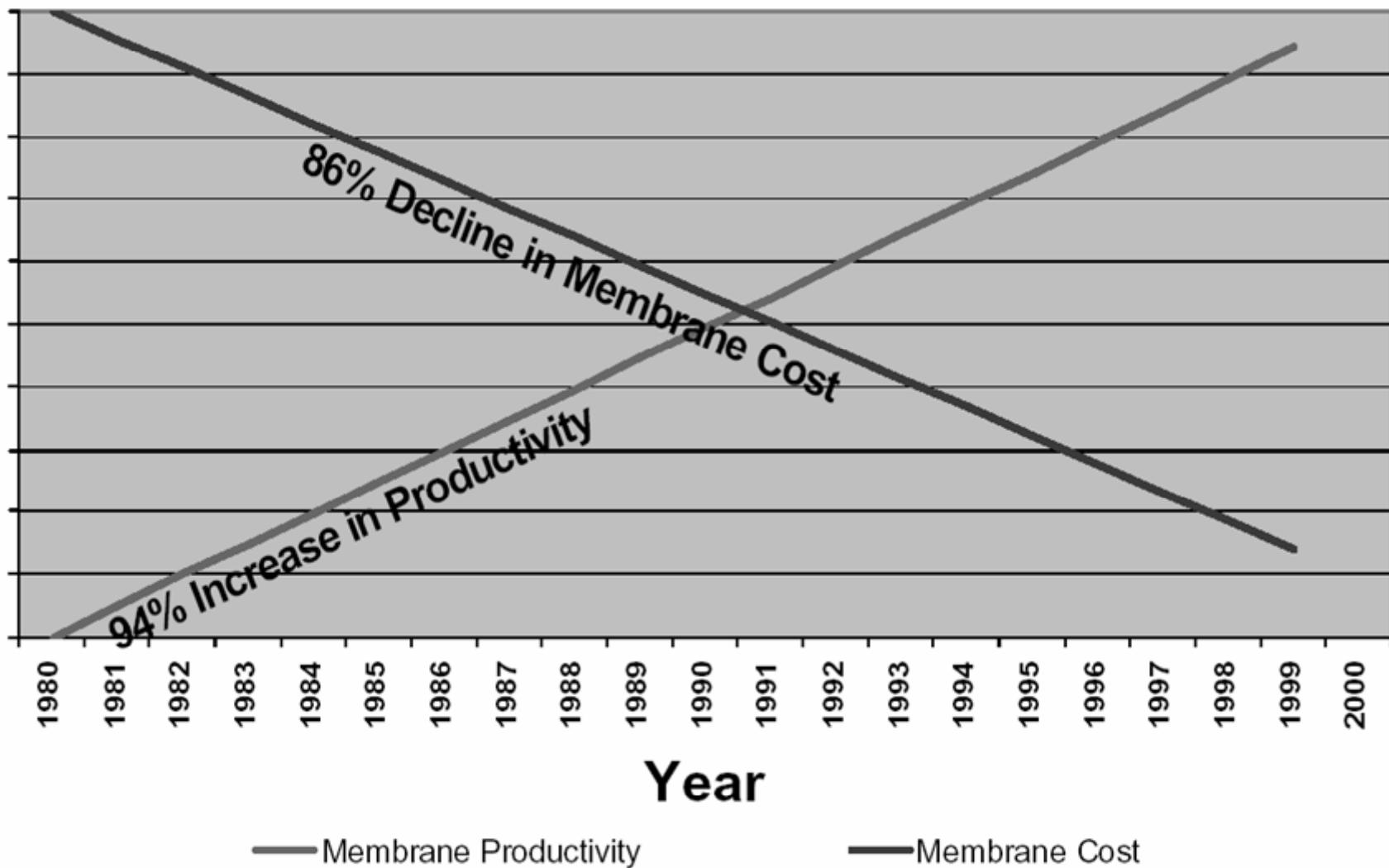
# Effectiveness of Reverse Osmosis.

$\text{H}_2\text{O}$ (2Å)	$\text{Na}^+$ (3.74Å)	Sucrose (10Å)	Hemoglobin (70Å)	Influenza Virus (1000Å)	Pseudomonas diminuta (0.28 μm)	Staphylococcus bacteria (1 μm)
------------------------------	--------------------------	------------------	---------------------	----------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------



A comparison of the pore size of filtration to the size of solute.

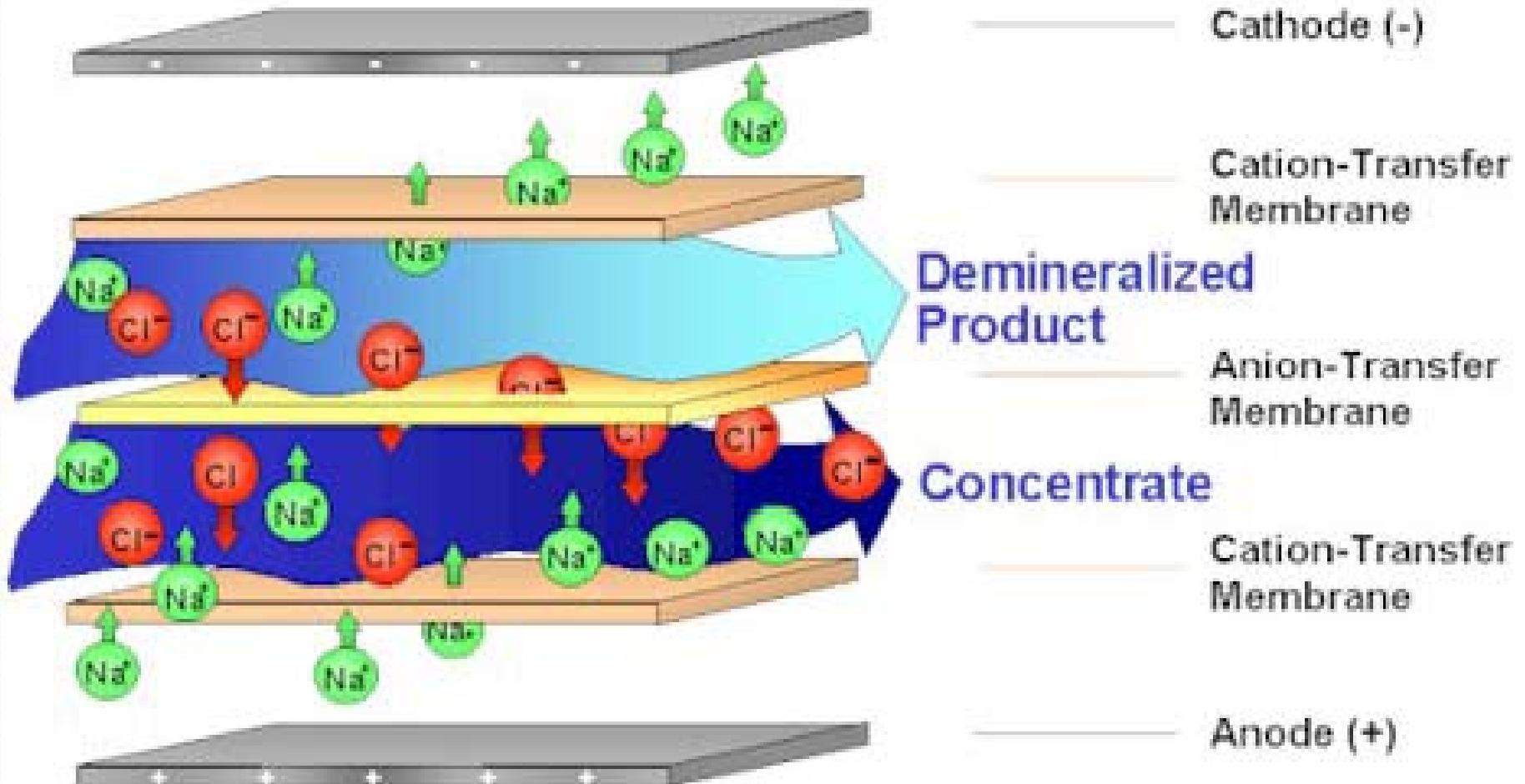
# Membrane Productivity vs Cost



### **3. Electro dialysis Seawater Desalination:**

هذه الطريقة ترتكز على تحون الملح المذاب في الماء بفضل إلى ايوناته موجبه وأخرى سالبه . حيث تمر المياه المالحة إلى نظام به ثلاثة غلايا . بين الغلايا تفصل الأغشية شبه النفاذة .

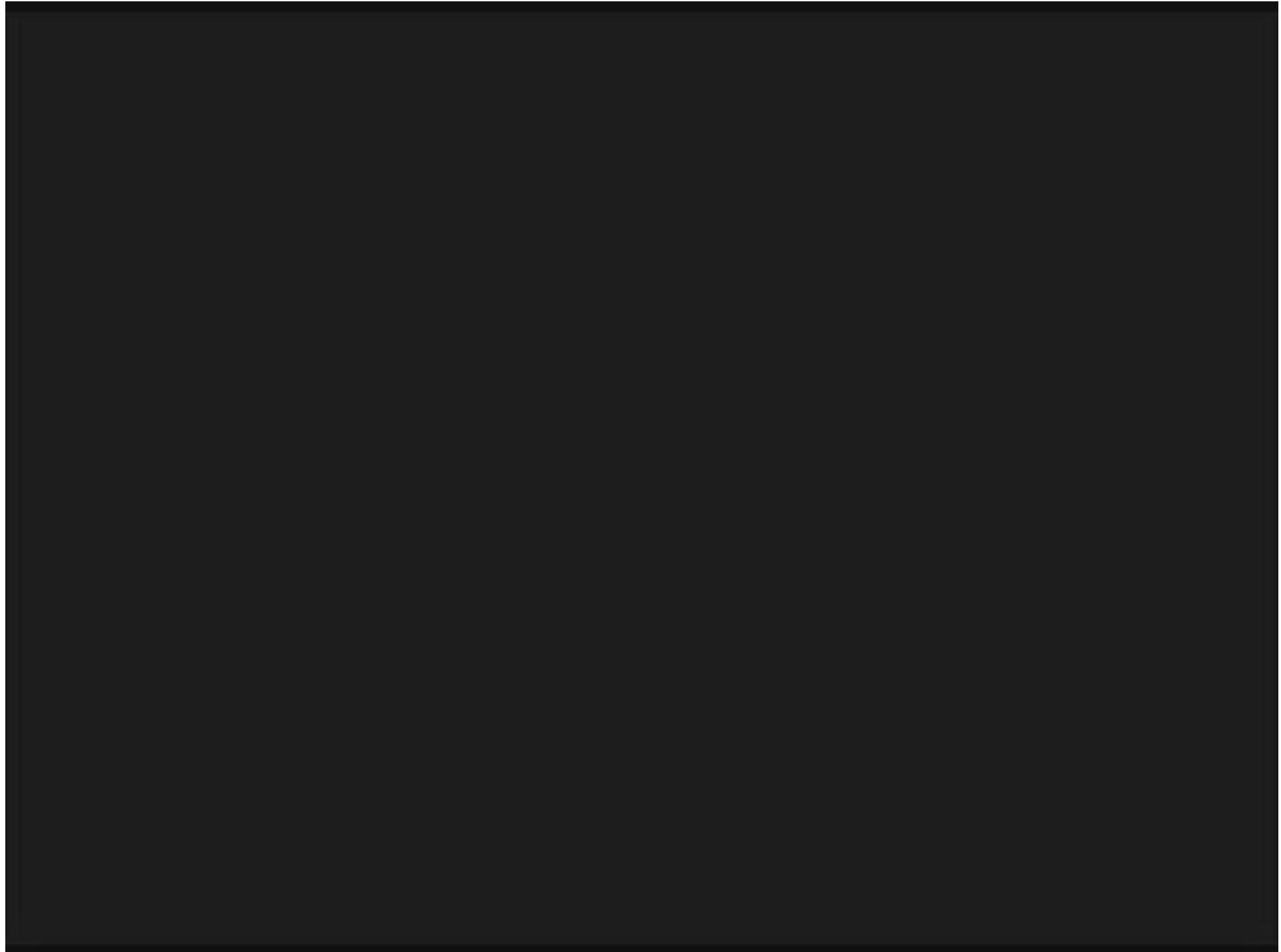
تمكن هذه الأغشية من مرور الايونات فقط . في الغلايا الجانبية يوجد الكتروداته الكترودا موجبه الشحنة في خلية سالبة في خلية أخرى . مع تشغيل التيار الكهربائي فإن الايونات السالبة تمر عبر الغشاء شبه النفاذ باتجاه القطب الموجب (الكاثود) والعكس صحيح . ف بذلك يبقى في الخلية الوسطى مياه ملحة تركيز الأملاح بها أقل من تركيز الأملاح في محلول الأولي . إن استخدام هذه الطريقة غير شائع . مع هذا فإن هذه الطريقة تستند لتحسين جودة المياه التي لو شئه تصنع الأجهزة بحيث يتم التخلص من ايونات منددة موجودة في الماء مثل الايونات النيتروجينية .





## **4. Nano- Technology Seawater Desalination Processes:**

- **Nanotechnology, the engineering and art of manipulating matter at the nano scale (1–100 nm), offers the potential of novel nano materials for treatment of surface water, groundwater, and wastewater contaminated by toxic metal ions, organic and inorganic solutes, and microorganisms.**



# Desalination Plants around the World.

## Jabel Ali Desalination Station in Dubai



Jabel Ali Desalination Staion, Dubai  
Lahmeyer International

- Capacity: 140 million gallons per day
- Opened June 2010

# More Desalination Plants:

**Abu Dhabi, United Arab Emirates (3)**

**Aruba (1)**

**Australia (3 in use, 3 under construction, 1 planned)**

**Cyprus (1)**

**Israel (3 in use, 2 under construction)**

**USA**

- Yuma (Arizona), opened 1992
- El Paso (Texas) opened 2004
- Tampa Bay (Florida) opened 2007
- Monterey (California), in the planning stages

**Republic of Trinidad and Tobago (1)**

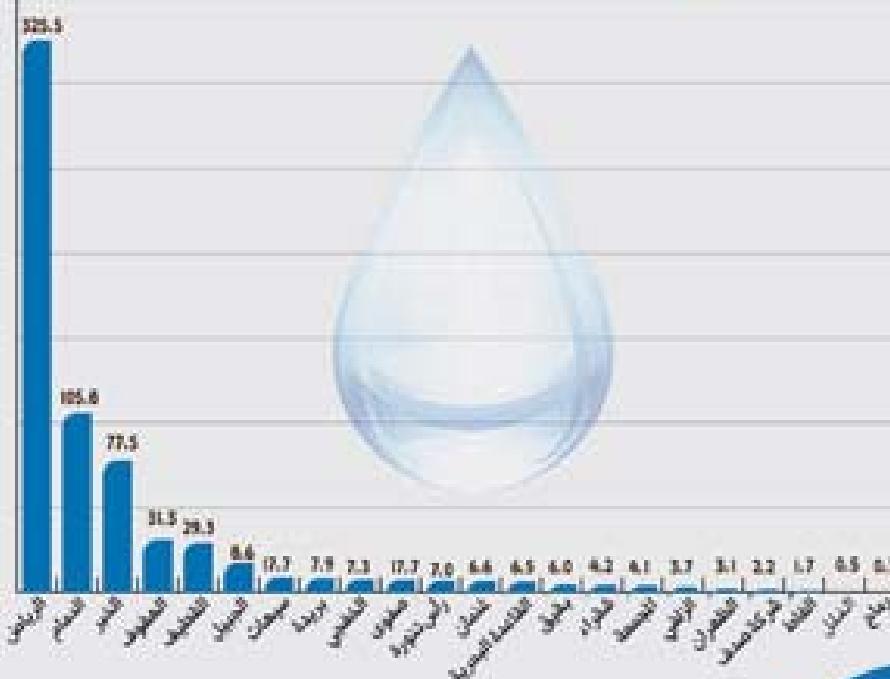
# More Desalination Plants:

KSA (27 in use, 21 on the west coast and 6 on the east coast of the Arabian gulf)



الموقع	عدد المحطات
جده	4
الشعيبة	2
ينبع	3
الشقق	1
الجبيل	3
الخبر	2
الخفجي	1
حقل	1
ضبا	1
املج	2
الوجه	1
رابغ	1
العزيزية	1
الليث	1
القنفذة	1
فرسان	1

التصدير الفعلى من المياه المحلاة للجهات المستفيدة من محطات  
الساحل الشرقي لعام 1433/32هـ (مليون متر مكعب)



٤٥%

الساحل الغربي

٥٥%

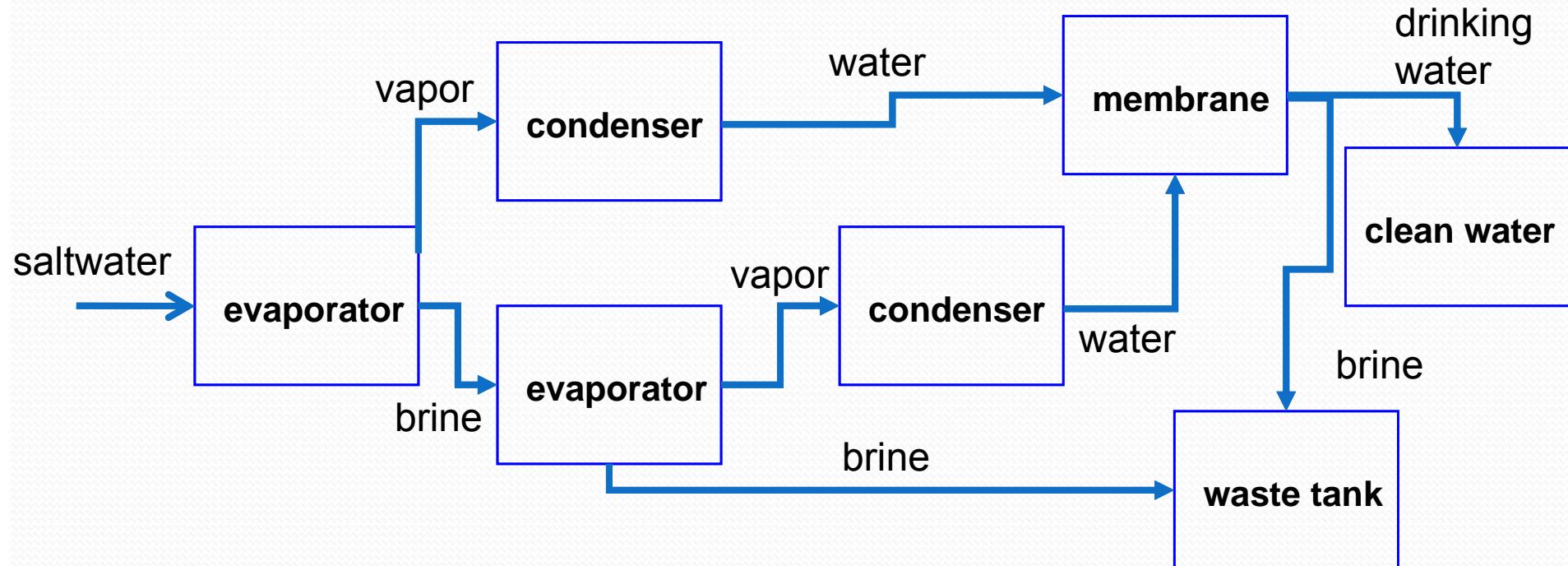
الساحل الشرقي

نسبة تصدير المياه المحلاة لكل ساحل لعام 1433/32هـ



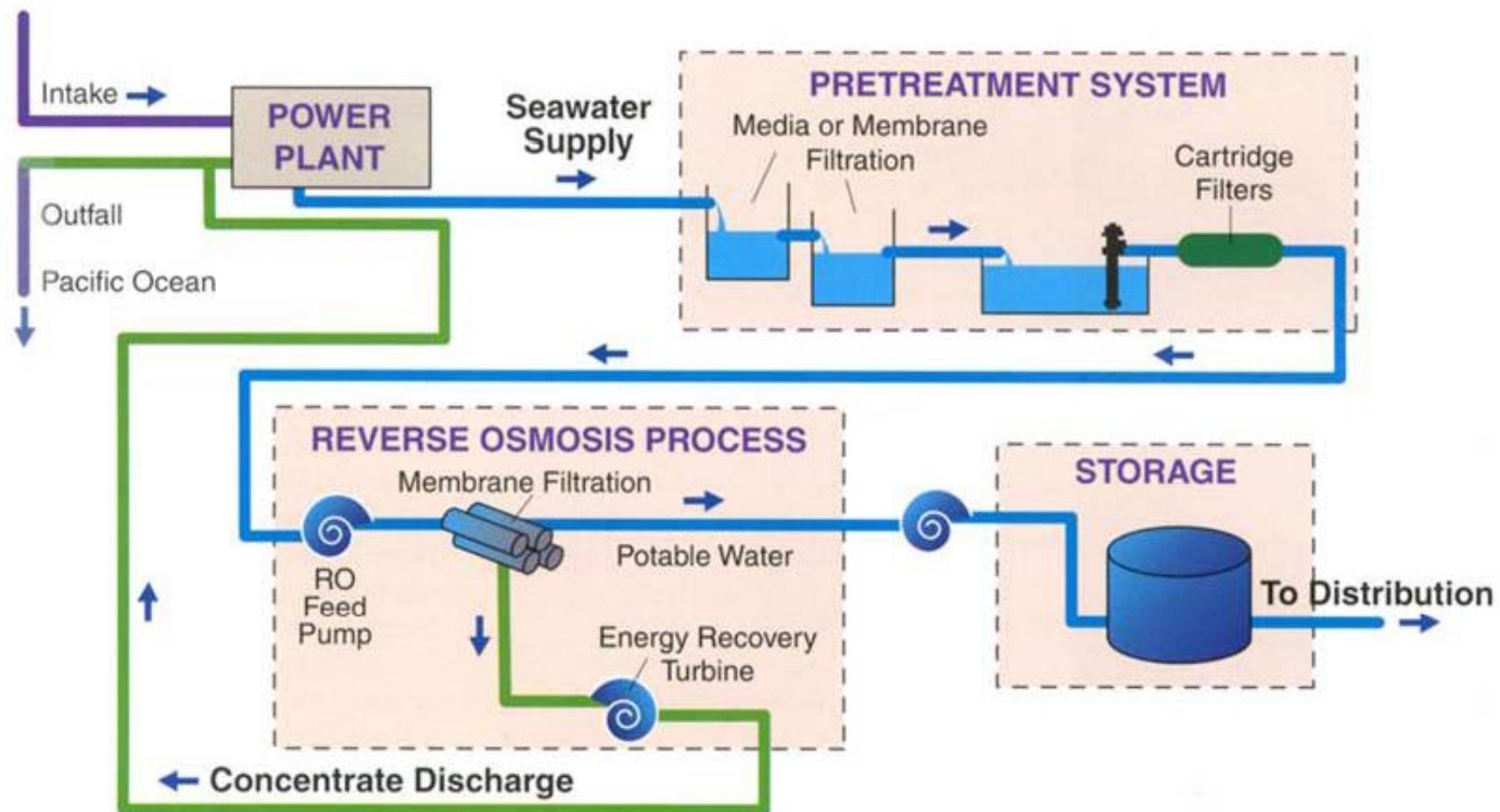
# Systems and System Diagrams

- *System*: An object that receives inputs and transforms them into outputs
- *System diagram*: A block diagram that describes operation of a system



*Example:* This plant uses two evaporators and condensers along with a membrane filter to clean saltwater (follow the arrows though the diagram)

## Desalination Plant Process Schematic



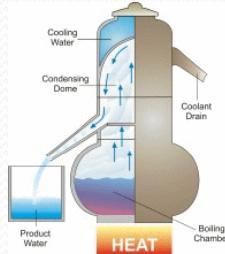
# References:

- Thirsty? How 'bout a cool, refreshing cup of seawater?, USGS Water Science for Schools, Updated March 29, 2010. U. S. Geological Survey, U.S. Department of the Interior. Accessed May 1, 2010.  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/drinkseawater.html>
- Texas A&M AgriLife: Texas Water. Texas A&M University. Water Resources Education. Accessed May 1, 2010. <http://texaswater.tamu.edu/>
- Wikipedia.org, Wikipedia Foundation Inc., Accessed May 1, 2010. (Source of vocabulary definitions with some adaptation.) <http://wikipedia.org>
- Desalination, Existing facilities and facilities under construction. Wikipedia: the free encyclopedia. Accessed May 29, 2010.  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Desalination>
- [http://www.gewater.com/images/multimedia/desal/index\\_flash.html](http://www.gewater.com/images/multimedia/desal/index_flash.html)
- [www.google.com](http://www.google.com)

## Image sources

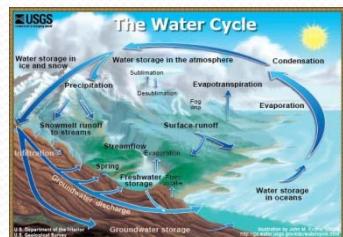


Jebel Ali Desalination Station, Dubai  
Lahmeyer International

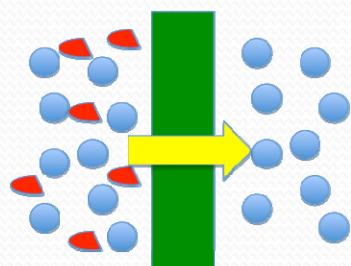


Thermal desalination process animation:  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/drinkseawater.html>

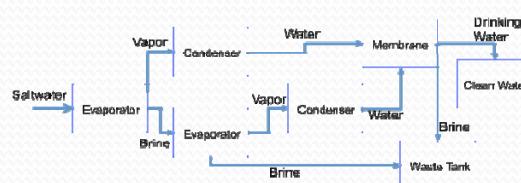
Desalination plant photo:  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/drinkseawater.html>



Water cycle diagram:  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>



Membrane diagram created by Juan Ramirez Jr., ITL  
Program, College of Engineering, University of  
Colorado at Boulder, 2009.



Flow chart created by Juan Ramirez Jr., ITL  
Program, College of Engineering, University of  
Colorado at Boulder, 2009.