برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس تشغيل مياه– الدرجة الثانية

نظم تحلية مياه البحار واقتصاديات التشغيل

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية ـ الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفهرس

مقدمة: ٢
طرق تحلية المياه ٢
١. التحلية بتغير حالة الماء: ٢
أ. أنواع التقطير (DISTILLAION) ٢
ب. أنواع البلورة (CRYSTALLIZATION) ٢
٢. التحلية بدون تغير حالة الماء (باستخدام الأغشية EMBRANE DESALINATION): ٢
٣. التحلية بالطرق الكيميائية: ٢
أولاً التحلية بتغير حالة المـــاء: ٣
١. التكثيف الحراري (التقطير) ٣
نظرية التقطير ٣
أ. التقطير أحادي الفعالية: ٣
شرح طريقة عمل الجهاز: ٣
ب. التبخير الوميضي متعدد التأثير MSF: ٤
مميزات وعيوب التحلية بالتقطير ٤
المميـــــزات ٤
العـــيـــــوب ٤
ج. التقطير الشمسي: ٤
مميزات وعيوب التقطير الشمسي ٥
المميزات: ٥
العيوب: ٥
٢. البلورة (crystallization) ٦
المصاعب التي تحد من استخدام هذه الطريقة ٦
ثانياً تحلية المياه بواسطة الانتشار الغشائي ٦
أ. الانتشار الغشائي الكهربي (التصفية الكهربية). ٦
ب. تحلية المياه بواسطة الأغشية المسامية ٧
أهـــم خصائص الأغشيـــة: ٧
ثالثاً التحلية بالطرق الكيميائية: ٧
التبادل الأيوني (التفاعل الكيميائي): ٧
رابعا الأسموزية العكسية (R.O) ٨
ولنبدأ أولا بتعريف (الأسموزية): ٨
الأسموزية العكسية ٩
مكونات محطة التحلية التقليدية ١٠
أولا مرحلة المعالجة الابتدائية ١١

مقدمة:

من المعلوم أن البحار والمحيطات تغطى ما يقرب من٧٠% من مساحة الكرة الأرضية وهذه البحار والمحيطات تحتوى على نسبة عالية من الأملاح مما يجعلها غير صالحة للاستخدام الآدمي في الأغراض المختلفة ولذلك تم التفكير في استغلال هذه المياه الهائلة باستخدام تكنولوجيا تحلية مياه البحر لإنتاج المياه للأغراض المختلفة.

طرق تحلية المياه

هناك عدة طرق لتحليه المياه حيث تختلف كل طريقة عن الأخرى في نظرية التشغيل وملائمتها لتركيز الأملاح الذائبة في المياه ويمكن تقسيم هذه الطرق إلى **ثلاث طرق رئيسية هي:**

١. التحلية بتغير حالة الماء:

يوجد الماء في الطبيعة في الحالة السائلة فإذا تم تغير حالته إلى بخار بعد تسخينه ثم إعادة تكثيفه سمى ذلك بعملية التقطير.

أما إذا تم تحويل الماء إلى الحالة الصلبة بعد تبريده سمى ذلك بعملية البلورة أو التجميد.

أ. أنواع التقطير (DISTILLAION)

١. التقطير أحادي الفاعلية
٢. التبخير الوميضى متعدد التأثير(**MSF**)
٣. التقطير بكبس البخار
٤. التقطير الشمسي

ب. أنواع البلورة (CRYSTALLIZATION)

١. التحلية بالتجمد المباشر
٢. التحلية بالتجمد الغير مباشر

٢. التحلية بدون تغير حالة الماء (باستخدام الأغشية EMBRANE DESALINATION):

أ. التحلية بالأسموزية العكسية
ب. التحلية بالانتشار الغشائي

٣. التحلية بالطرق الكيميائية:

وأهمها التبادل الأيوني وذلك باستخدام مواد راتنجية لها المقدرة على تبادل الأيونات والكاتيونات.

أولاً التحلية بتغير حالة المـاء:

١. التكثيف الحراري (التقطير)

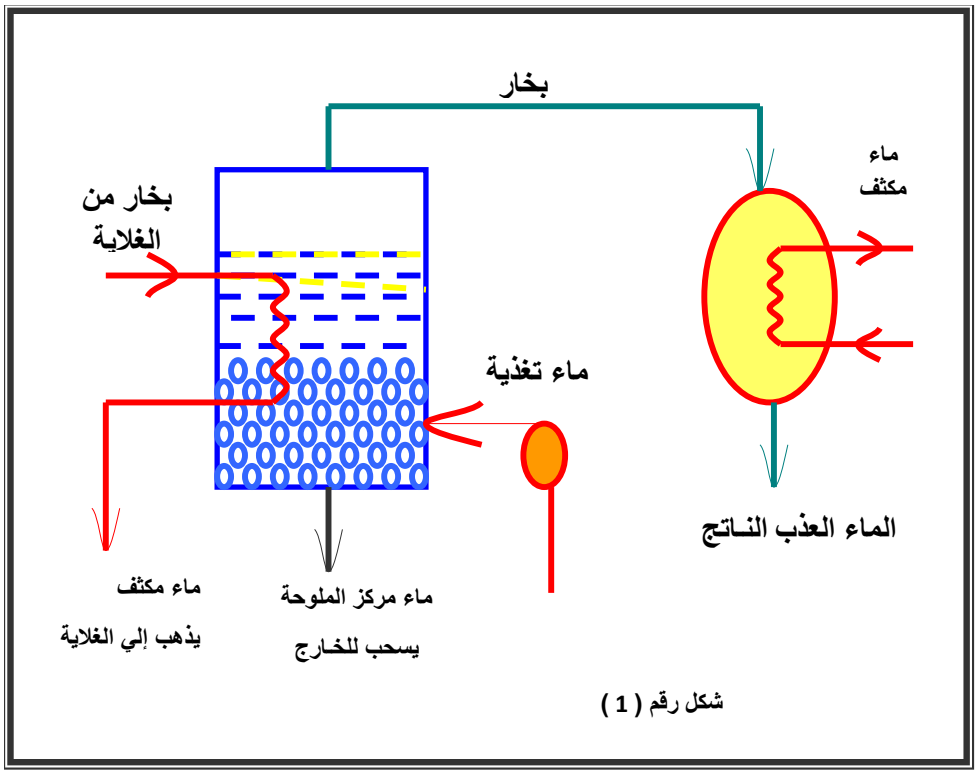
يعتبر التقطير لإزالة الملوحة من الطرق القديمة والرخيصة الثمن والغير معقدة وعمليات التقطير بسيطة وتتطلب غليان ماء البحر ثم تكثيف بخاره لنحصل على الماء العذب، وليتم هذا يجب إضافة الطاقة الحرارية للمياه لتوليد البخار اللازم وبعدها نستطيع تكثيفه.

نظرية التقطير

التقطير هو عملية تغيير حالة الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية ثم التكثيف إلى الحالة السائلة مرة أخرى تاركاً الأملاح الموجودة في المياه الداخلة وذلك للحصول على المياه الخالية من الأملاح.

أ. التقطير أحادي الفعالية:

وهو يعنى بخار التقطير العادي البسيط الذي يتم على مرحلة واحدة كما هو مبين بالشكل رقم (١).



شكل رقم (1)

شرح طريقة عمل الجهاز:

وفيه يسحب الماء من البحر بواسطة مضخة السحب ويمر في المواسير إلى المسخن الابتدائي لرفع درجة حرارته بواسطة بخار الماء المقطر الخارج من الخزان فترفع درجة حرارته ويتحول البخار إلى ماء متكاثف يكون الماء المقطر ويخرج الماء المقطر عن طريق مضخة سحب إلى الخارج وبعد التسخين المبدئي لماء البحر يدخل إلى المبخر وفيه ترتفع درجة حرارته إلى الغليان بواسطة دخول بخار التسخين القادم من الغلاية فيحدث تبدل حراري بين بخار التسخين وبين ماء البحر فيتكثف البخار ويتجمع ويدفع إلى الغلاية مرة أخرى ويتحول جزء من ماء البحر إلى بخار يصعد إلى المسخن الابتدائي ويتبقى جزء ومعه كمية كبيرة من الأملاح يطرد إلى الخارج.

ب. التبخير الوميضي متعدد التأثير MSF:

تعتبر من أشهر طرق التحلية في العالم وأكثرها اقتصادية في تحلية مياه البحر وخاصة في الطاقات الكبيرة (أكبر من ١٠٠٠٠ م٣/ى) وتعتمد هذه الطريقة على تسخين المياه المالحة بواسطة بخار مضغوط داخل غرف مخلخلة الضغط (المبخرات) حيث يتصاعد البخار من المياه المالحة فيما يشبه الوميض ثم يتم تجميع البخار وتكثيفه داخل المكثفات.

مميزات وعيوب التحلية بالتقطير

المميـــزات

١. الحصول على مياه منتجة ذات ملوحة أقل.
٢. يصلح تماما في المياه ذات الملوحات المرتفعة (٦٠,٠٠٠ جزء/مليون) أو ما يزيد.
٣. يكون اقتصادي عندما تكون المحطة ملحقة بمحطات توليد الطاقة بواسطة البخار حيث يستغل البخار العادم من محطة توليد الطاقة لاستغلاله في عملية إنتاج المياه بالتكثيف الحراري.
٤. مياه التغذية لا تحتاج إلى معالجة ابتدائية.
٥. تكون اقتصادية في المحطات ذات السعات الكبيرة.

العـيـــوب

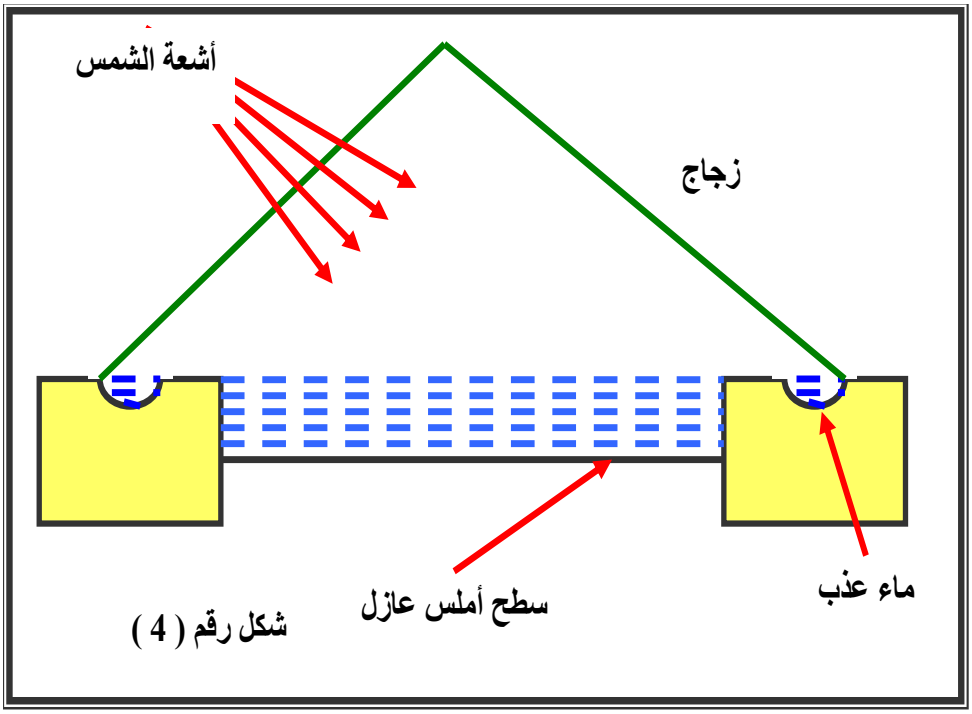
١. تكون غير اقتصادية في حالة مياه الآبار إذا قورنت بالطرق الأخرى.
٢. المياه المنتجة والمياه المركزة تكون ساخنة مما يزيد في استهلاك الطاقة المفقودة.
٣. التكلفة العالية في الإنشاءات المطلوبة مقارنة بالطرق الأخرى

ج. التقطير الشمسي:

التقطير الشمسي أقدم الطرق المعروفة لتحويل الماء المالح إلى ماء عذب وهى الطريقة المتبعة في دورة المياه الطبيعية لتمدنا بمصادر المياه العزبة على هيئة أمطار أو برد وهى الطريقة التي تتساقط بها أشعة الشمس على البحار والمحيطات فيتبخر بعض مائها ليكون السحب الممطرة وأساس الطريقة إن الماء يتبخر من الأسطح الحرة المنبسطة عند درجة حرارة أقل من نقطة غليان الماء وجهاز التقطير الشمسي في أبسط صوره يتكون من حوض تغطى أرضيته بطلاء عازل أسود ليمتص أكبر قدر ممكن من الإشعاع الشمسي وتمر في هذا الحوض طبقة من الماء المالح، كما يغطى الحوض بسقف مائل من الزجاج أو البلاستك الشفاف يسمح بمرور أشعة الشمس التي تؤثر على سطح الماء فيتبخر ويرتفع البخار فيقابل سطح السقف البارد نسبيا فيتكاثف إلى الماء العذب على السطح الداخلي ويسيل إلى حيث يتجمع في قنوات خاصة تحمله في مجارى خاصة إلى صهاريج الماء العذب كما هو موضح بالشكل رقم (٤).

وفى هذا الجهاز لا يغلى الماء بل يتبخر ببطيء وتصل الأبخرة إلى السطح الزجاجي البارد عن طريق تيارات الحمل، فكما نعلم أن طبقة الهواء اللاصقة للماء تسخن بسبب ملامستها للماء الساخن والهواء حينما يسخن يتمدد

ويرتفع حاملا معه البخار الذي يتطاير عن الماء إلى أن يقابل السطح الزجاجي البارد فيتكثف بعض البخار ويبرد بالهواء وفى هذه الأثناء تتكون طبقة ساخنة أخرى ملامسة للماء فترتفع حاملة معها بخار الماء...وهكذا.



شكل رقم (4)

العوامل المؤثرة في عمل التقطير الشمسي:

١. عوامل الطقس
٢. موقع المحطة
٣. طبيعة المواد المستخدمة في صنع الجهاز
٤. شكل جهاز التقطير وتصميمه وتوجيه الأسطح المستقبلة للأشعة.
٥. سمك طبقة الماء المعرضة لأشعة الشمس.

مميزات وعيوب التقطير الشمسي

المميزات:

١. تستخدم طاقة بلا ثمن.
٢. سهولة المحطات وعدم تعقيدها.

العيوب:

١. اعتمادها الكلى على الظروف الجوية.
٢. قلة الإنتاج بسبب انخفاض شدة الطاقة.
٣. كبر المساحة اللازمة لإقامة الجهاز.
٤. ارتفاع تكلفة الإنشاء.

٢. البلورة (crystallization)

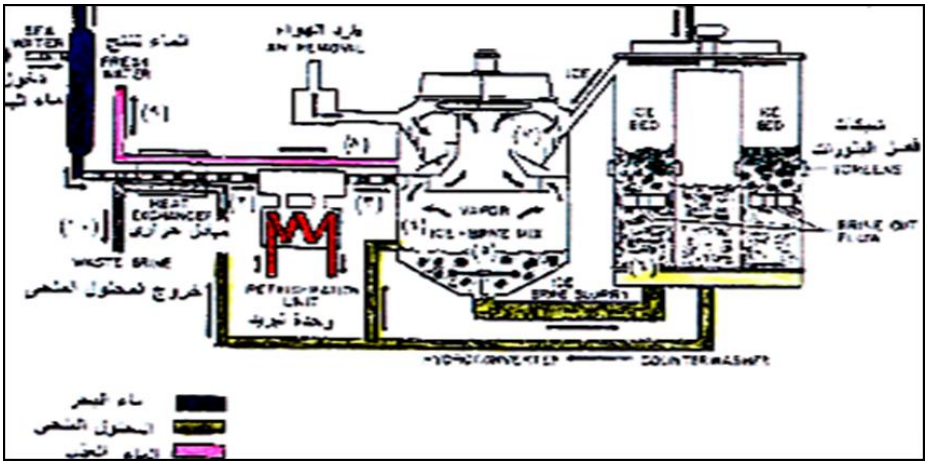
وتعتمد هذه الطريقة على تبريد مياه البحر إلى درجة التجمد حيث يفصل الماء العذب على هيئة بلورات. وتتميز هذه الطريقة عن الطرق الأخرى التي تعتمد على تغيير حالة الماء وهى التقطير في عدم وجود المصاعب والمشاكل الناتجة من تكون القشور على أسطح التبادل الحراري كذلك هذه الطريقة تتميز بانخفاض الطاقة المستهلكة واللازمة لتحليه المياه.

وتنقسم التحلية بهذه الطريقة إلى طريقتين هما:

١. التحلية بالتجمد المباشر.
٢. التحلية بالتجمد الغير مباشر.

المصاعب التي تحد من استخدام هذه الطريقة

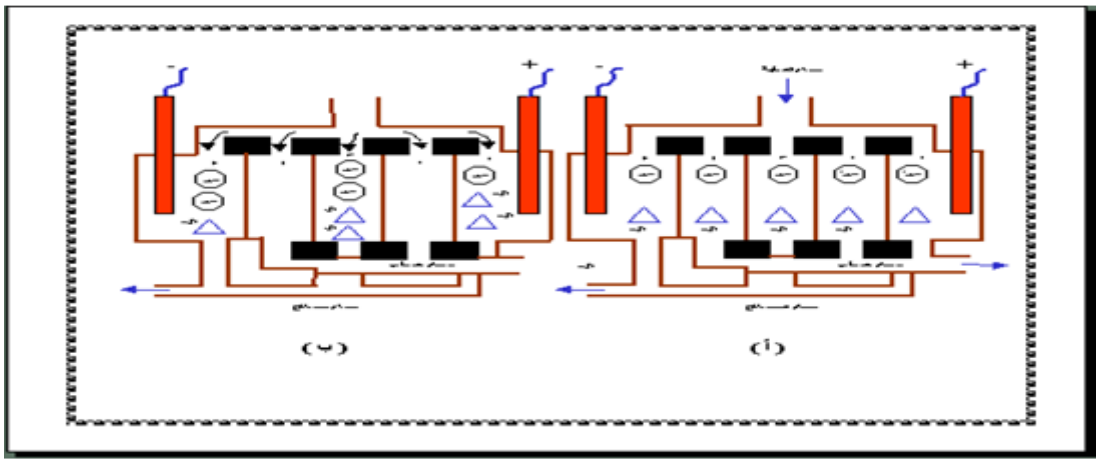
- انخفاض درجة حرارة التجميد بزيادة نسبة تركيز الأملاح في المياه.
- البخار الناتج من وعاء البلورة يكون حجمه كبير جداً مما يلزم استخدام طلمبة كبيرة لسحبه
- تحتاج إلى عزل جيد لوعاء الصهر لمنع انتقال الحرارة إلى الوسط المحيط.
- فقد جزء من المياه العذبة المنتجة أثناء عمليات الغسيل



ثانياً تحلية المياه بواسطة الانتشار الغشائي

أ. الانتشار الغشائي الكهربي (التصفية الكهربية).

عملية إعذاب المياه بواسطة التصفية الكهربية هي إبعاد الأملاح الذائبة بنقلها عبر أغشية شبه نفاذة بواسطة حقل كهربي حيث أن مياه البحر عبارة عن ماء عذب به قدر من الأملاح وطبيعة الأملاح تنشق أو تتأين في محاليلها إلى أيونات موجبة هي الأيونات المعدنية وأيونات سالبة هي الأيونات الحمضية وبإمرار تيار كهربي في الماء المالح تتحرك الأيونات الموجبة جهة القطب السالب وتتحرك الأيونات السالبة جهة القطب الموجب ثم تخرج المياه بعد ذلك بدون أملاح.



ب. تحلية المياه بواسطة الأغشية المسامية

في هذا النوع من طرق إزالة ملوحة مياه البحر والآبار يتم الاستفادة من مسام الأغشية التي تسمح لبعض المواد بالمرور ولا تسمح مرور مواد أخرى.

أهـم خصائص الأغشيـة:

١. نسبة طرد عالية للأملاح قد تصل إلى ٩٩ % من نسبة الأملاح في مياه التغذية المالحة.
٢. ذات كفاءة إنتاجية عالية.
٣. ذات استقرار كيميائي وحراري.
٤. ثبات ميكانيكي إذا تتحمل ضغط حتى ٧٠ بار.

ثالثاً التحلية بالطرق الكيميائية:

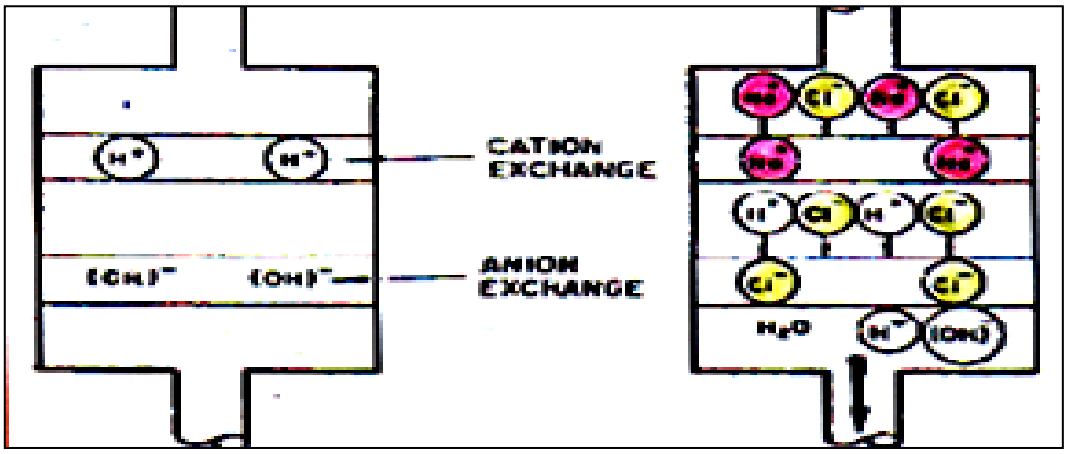
التبادل الأيوني (التفاعل الكيميائي):

التبادل الأيوني

هو أن تتبادل الأيونات الموجبة أو الأيونات السالبة لملح ما مع الأيونات المناظرة لملح أو مادة أخرى في عملية تحويل ماء البحر أو الآبار إلى ماء عذب لا نرغب في إحلال ملح محل الآخر بل نريد التخلص من الأملاح الموجودة وتعتمد نظرية التبادل الأيوني على تفاعل أو تبديل بعض العناصر الذائبة في الماء مثل الكالسيوم والماغنسيوم في حالة إزالة العسر أو جميع الأيونات في حالة الحصول على مياه الخالية من جميع الأملاح وذلك باستخدام راتنجات مصنعه لتبديل الأيونات الذائبة.

ويوجد نوعان من الراتنجات:

١. راتنجات كاتيونيه وهى لتبديل الأيونات التي تحمل شحنة موجبة.
٢. **راتنجات أنيونية وهى لتبديل الأيونات التي تحمل شحنة سالبة.**



التبادل الأيوني

رابعا الأسموزية العكسية (R.O)

تعتبر هذه الطريقة من أنجح الطرق حاليا ومن أحدثها في تحلية مياه البحر وتصلح أساساً لجميع أنواع المياه حتى ٥٥٠٠٠ جزء / مليون.

ولقد اكتشفت ظاهرة الأسموزية منذ زمن بعيد ولكنها لم تستغل إلا منذ فترة وجيزة ويرجع الفضل الأكبر لاكتشاف ظاهرة الأسموزية إلى شاب فرنسي سنة ١٨٩٥ م

حيث كان هذا الشاب من مدمني شرب النبيذ وكان يعده في منزله وذات مرة وضع محلول النبيذ المركز في أناء وقام بتغطية هذا الإناء بغطاء من الجلد ووضعه في برميل مياه لحفظه وبعد فترة وجد أن النبيذ قد زاد حجمه وقل تركيزه ولم يجد هناك أي ممر لمرور المياه من خارج الإناء إلى داخله وهنا اكتشف أن هذا الغطاء الجلد هو الذي سمح بمرور المياه الأقل تركيز إلى محلول النبيذ الأكثر تركيزاً.

ومن تلك اللحظة زادت الأبحاث العلمية لاستغلال هذه الظاهرة العلمية لإنتاج المياه العزبة من مياه البحار والمحيطات.

وتعتمد أجهزة الأسموزية العكسية وخاصة الأجهزة ذات الأغشية على هذه الظاهرة وذلك باستخدام الأغشية وتعتبر الاسموزية العكسية هي من أوسع الطرق انتشارا في المجال المدني والعسكري حيث أنها تعمل على مصادر مختلفة من المياه من حيث المصدر ودرجة الملوحة التي تصل الملوحة فيها من ٢٥٠٠٠ : ٦٠٠٠٠ جزء / مليون.

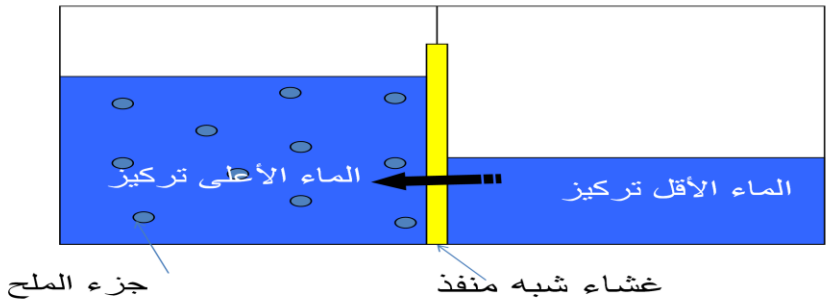
وسوف نتناول هذا الموضوع بالتفصيل والتدقيق لأنه سيتم إدخال الحاسب الآلي على هذه المحطات وسوف نشرح فيما بعد أهمية استخدام الحاسب الألي في السيطرة والمحافظة على أفضل أسلوب التشغيل والحصول على مياه عالية الجودة.

ولنبدأ أولا بتعريف (الأسموزية):

فالأسموزية هي ظاهرة طبيعية معروفة من قديم الأزل والغشاء الذي يحمل هذه الظاهرة يسمى بالغشاء الأسموزي فإذا وضع هذا الغشاء الأسموزي نصف أو شبه النفاذ بين محلولين أحدهما ذو تركيز أعلى من الآخر فإن المياه

تنتقل من المحلول الأقل تركيز إلى المحلول الأعلى تركيز ويستمر انتقال المياه حتى يتساوى تركيز الأملاح في كلا المحلولين.

الاسموزية الطبيعية

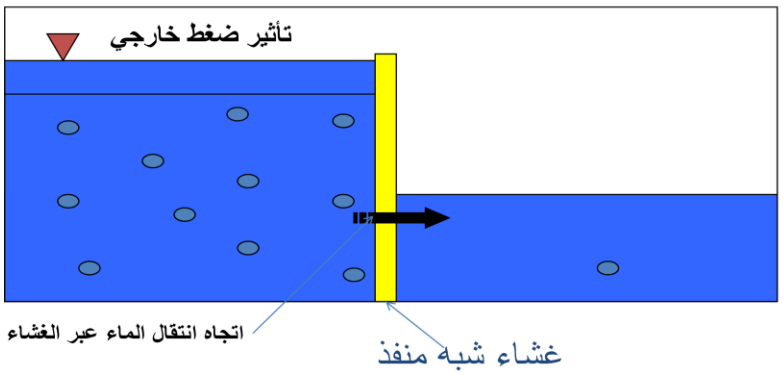


وتتضح هذه الظاهرة في الطبيعة في عملية انتقال الماء من التربة إلى النبات حيث إن تركيز المحلول الملحي داخل جذور النبات اعلي من تركيز المحلول الملحي داخل التربة مما يودى إلى انتقال الماء من التربة إلى النبات فيما تعرف بظاهرة الأسموزية أو الضغط الأسموزي للنبات.

الأسموزية العكسية

هي انتقال الماء عبر الغشاء من المحلول الأعلى تركيز إلى المحلول الأقل تركيز تحت تأثير ضغط خارجي أعلى من الضغط الأسموزي للمحلول المركز ويزداد انتقال المياه عبر الغشاء كلما زاد تأثير هذا الضغط.

الاسموزية العكسية



ومن الواضح أن الضغط الأسموزى يزيد كلما زاد الفرق بين تركيز الأملاح في المحلولين على جانبي الغشاء.

ولقد أجريت عدة تجارب لقياس الضغط الأسموزي لماء البحر في مواجهة الماء العذب ؛ فوجد أن كل ١٠٠ جزء في المليون ملوحة يحتاج إلى **١PSI** من الضغط لنجاح عملية الأسموزية العكسية وبزيادة هذا الضغط يزداد تدفق المياه من ناحية المياه الحلوة ومن ثم زيادة الكفاءة الإنتاجية.

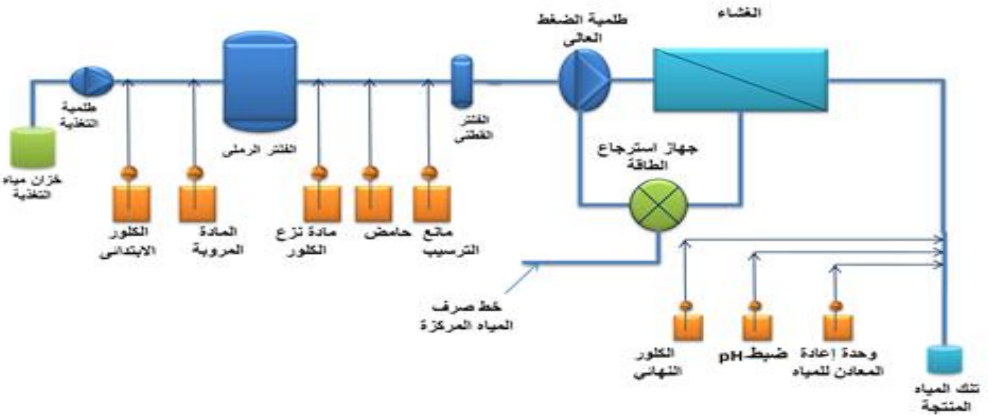
محطات التحلية التي تعمل بنظرية الأسموزية العكسية

والآن وبعد أن استعرضنا فكرة عمل الأغشية لابد أن نتعرف على فكرة عمل محطة التحلية ومسار المياه فيها بدءاً من المياه المالحة حتى وصول المياه للمستهلك.

مكونات محطة التحلية التقليدية

١. طلمبة تغذية بمياه البحر.
٢. نظام حقن محلول الكلور (للمياه المالحة).
٣. نظام حقن محلول المادة المروبه – (للمياه المالحة).
٤. نظام حقن محلول الحامض (للمياه المالحة).
٥. نظام حقن محلول مانع الترسيب للأملاح (للمياه المالحة).
٦. فلتر رمل متعدد الطبقات.
٧. فلتر قطن حتى ٥ ميكرون.
٨. طلمبة ضغط عالي.
٩. أغشية تحلية مياه البحر.
١٠. طلمبة المياه المنتجة.
١١. خزان المياه المنتجة.
١٢. نظام حقن محلول الكلور (للمياه المنتجة).
١٣. نظام حقن محلول كربونات الصوديوم (للمياه المنتجة).

مكونات وحدة معالجة مياه البحر بالاسموزية العكسية



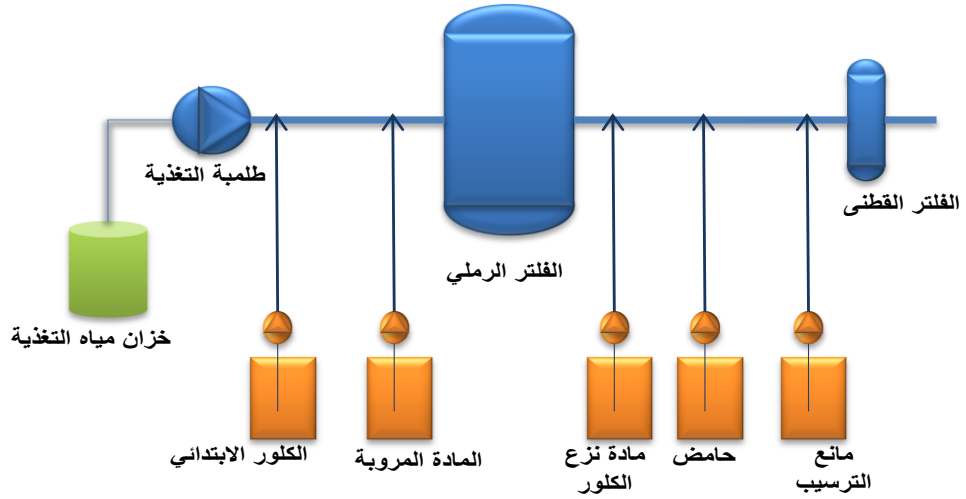
ومن المعروف أن أي محطة تحلية بالإسموزية العكسية تتكون من ثلاث مراحل هي:

١. **مرحلة المعالجة الابتدائية** وفيه يعالج الماء من الشوائب والبكتريا والمواد العالقة.
٢. **مرحلة التحلية** الذي يتم فيه فصل الأملاح من الماء.
٣. **مرحلة المعالجة النهائية.**

أولا مرحلة المعالجة الابتدائية

مكونات وحدة المعالجة الأولية

١. طلمبة التغذية
٢. الفلتر الرملي
٣. الفلتر القطني
٤. منظومة حقن الكيماويات (الكلور الابتدائي، المادة المروية، مادة نزع الكلور، الحامض، مانع الترسيب).

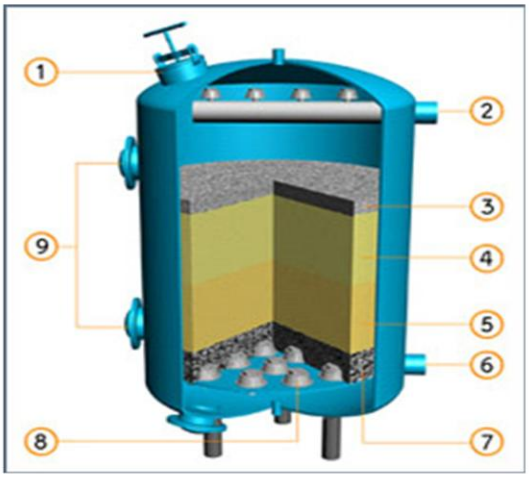


حيث تقوم طلمبة التغذية بضخ الماء المالح من خزان تغذية المحطة أو من البحر مباشرة إلى مرحلة المعالجة الابتدائية **والتي يتم فيها الآتي:**

١. عند مرور الماء يضاف إليه مادة هيبوكلوريت الكالسيوم كمصدر للكلور الابتدائي وذلك للتطهير والتعقيم وقتل البكتريا وكذلك يعتبر الكلور مادة مؤكسدة تحول أكاسيد الحديد الغير مترسبة إلى أكاسيد مترسبة يمكن أن تحجز بداخل فلتر الرمل.
٢. مادة الترويب تضاف إلى مياه التغذية إذا لزم الأمر لكي تساعد على تماسك المواد العالقة في المياه وكذا تسهل عملية حجز هذه العوالق في فلتر الرمل.
٣. تصل المياه المالحة إلى فلتر الرمل متعدد الطبقات حيث تصل قدرة الفلترة به حتى ٥٠ ميكرون ويوجد داخل هذا الفلتر ثلاث طبقات من الحبيبات المعدنية على أعماق مختلفة وذات حجم حبيبات مختلفة وكثافة كلية أيضا مختلفة، وهذه الطبقات التي تسمى طبقات الترشيح من شأنها حجز المواد الصلبة المعلقة والعكارة وجزيئات الحديد من المياه.

تركيب الفلتر الرملي

الرقم	الاسم
١	فتحة خدمة علوية
٢	فتحة دخول المياه للفلتر
٣	طبقة فحم انثراثيت
٤	طبقة رمل ناعم
٥	طبقة رمل خشن
٦	فتحة خروج المياه من الفلتر
٧	طبقة داعمة من الحصى
٨	فواني الفلتره
٩	فتحة خدمة سفلية



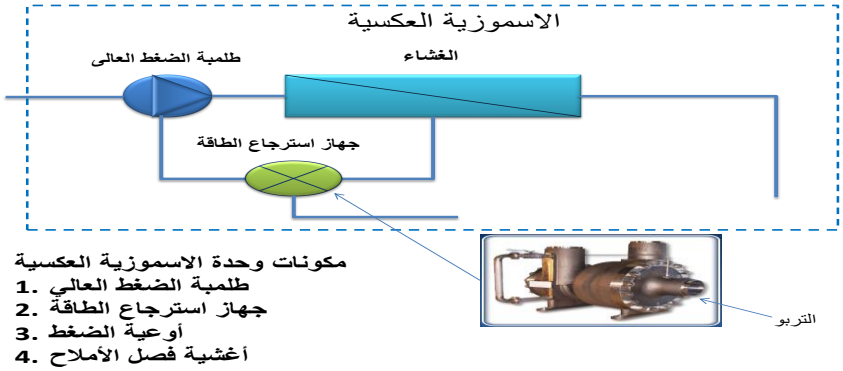
٤. يتم إضافة مادة الصوديوم ميتا بيسلفيت إلى الماء لنزع الكلور المتبقي في الماء قبل الدخول على الأغشية حتى لا يحدث تأكل للأغشية حيث يعتبر الكلور عامل مؤكسد قوى للمادة التي يصنع منها الغشاء أو يمكن استعمال فلتر الكربون النشط لامتصاص الباقي من الكلور قبل دخوله إلى الغشاء.

٥. ثم يتم إضافة الحامض ومانع الترسيب للقشور الذي يمنع ترسيب الأملاح داخل الأغشية.

٦. يمر الماء على الفلاتر القطنية (الكارتلج) التي تنقى المياه حتى ٥ ميكرون.

٧. ثم بعد ذلك تعمل طلمبة الضغط العالي على رفع الضغط حتى تتم عملية التحلية.

مكونات وحدة الاسموزية العكسية



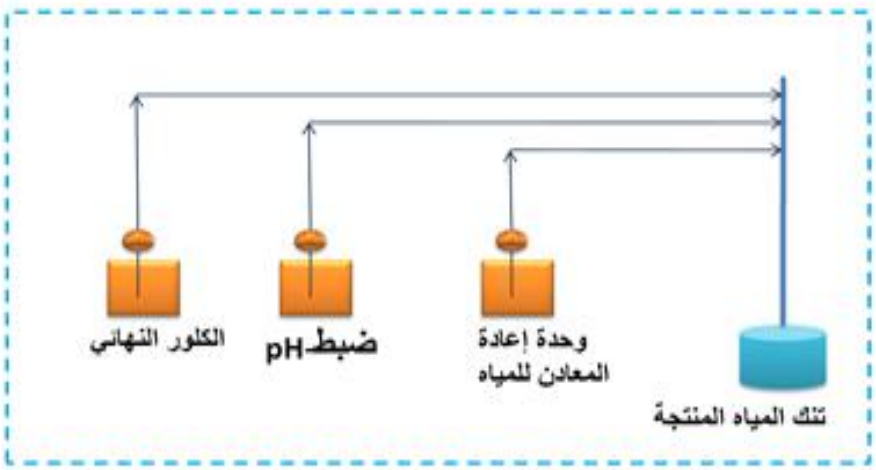
مكونات وحدة الاسموزية العكسية
1. طلمبة الضغط العالي
2. جهاز استرجاع الطاقة
3. أوعية الضغط
4. أغشية فصل الأملاح

٨. في نهاية عملية التحلية يتم سحب المياه المنتجة من خزان المياه المنتجة وذلك بواسطة طلمبة المياه المنتجة.

وأثناء عمل طلمبة المياه المنتجة يتم ضخ:

١. محلول الصودا الكاوية الذي يعمل على حفظ قيمة الـPH في المدى المطلوب للمياه المنتجة.
٢. محلول الكلور الذي يضمن تطهير المياه داخل شبكات التوزيع للمستهلك.
٣. ثم تضاف أملاح الكالسيوم التي تعيد للمياه المعادن التي تودي إلى توازنها الأيونى والمعدني لتكون المياه في نهاية عملية الإنتاج صالحة للشرب وأمانة من الناحية الكيميائية والبيولوجية وطبقاً لمواصفات مياه الشرب التي تحددها وزارة الصحة المصرية ومنظمة الصحة العالمية

مكونات وحدة المعالجة النهائية



مكونات وحدة المعالجة النهائية

1. ضبط pH-الكلور النهائى) منظومة الحقن لكيماويات المعالجة النهائية
2. منظومة وحدة إعادة المعادن للمياه

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ مهندس / محمد غنيم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
➢ مهندس / محمد صالح	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
➢ مهندس / يسري سعد الدين عرابي	شركة مياه الشرب القاهرة
➢ مهندس / عبد الحكيم الباز محمود	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
➢ مهندس / محمد رجب الزغبي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
➢ مهندس / رمضان شعبان رضوان	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
➢ مهندس / عبد الهادي محمد عبد القوي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ مهندس / حسني عبده حجاب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ مهندسة / إنصاف عبد الرحيم محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
➢ مهندس / محمد عبد الحليم عبد الشافي	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنيا
➢ مهندس / سامي موريس نجيب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالغربية
➢ مهندس / جويدة علي سليمان	شركة مياه الشرب بالأسكندرية
➢ مهندسة / وفاء فليب إسحاق	شركة مياه الشرب والصرف الصحي ببني سويف
➢ مهندس / محمد أحمد الشافعي	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
➢ مهندس / محمد بدوي عسل	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
➢ مهندس / محمد غانم الجابري	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
➢ مهندس / محمد نبيل محمد حسن	شركة مياه الشرب بالقاهرة
➢ مهندس / أحمد عبد العظيم	شركة مياه الشرب القاهرة
➢ مهندس / السيد رجب محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
➢ مهندس / نصر الدين عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بقنا
➢ مهندس / مصطفي محمد فراج	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
➢ مهندس / فايز بدر	المعونة الألمانية (GIZ)
➢ مهندس / عادل أبو طالب	المعونة الألمانية (GIZ)