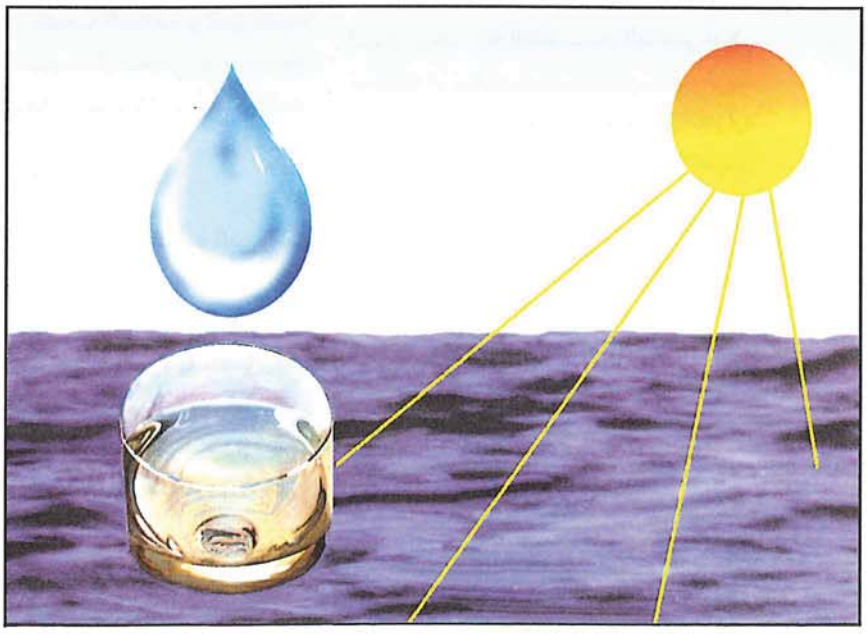
تحلية المياه بالطاقة الشمسية

د. إبراهيم صالح المعتاز

رغم أن استخدام الطاقة الشمسية لانتاج المياه العذبة كان معروفاً منذ زمن طويل إلا أن أول محطة لتقطير الماء بالطاقة الشمسية تم انشاؤها عام ١٨٧٢م في دولة شيلي بسعة ٥٠٠٠ جالون يومياً (٣٧م٣/يوم) ، كذلك شهد عام ١٩٥٠م أبحاثاً علمية مكثفة لإيجاد طرق ذات كفاءة عالية في تحلية المياه ، وتوالت عمليات البحث والتطوير لتأخذ خطوات متسارعة في السبعينات نتيجة لإرتفاع أسعار النفط وما صاحبها من البحث عن بدائل جديدة للطاقة النفطية .

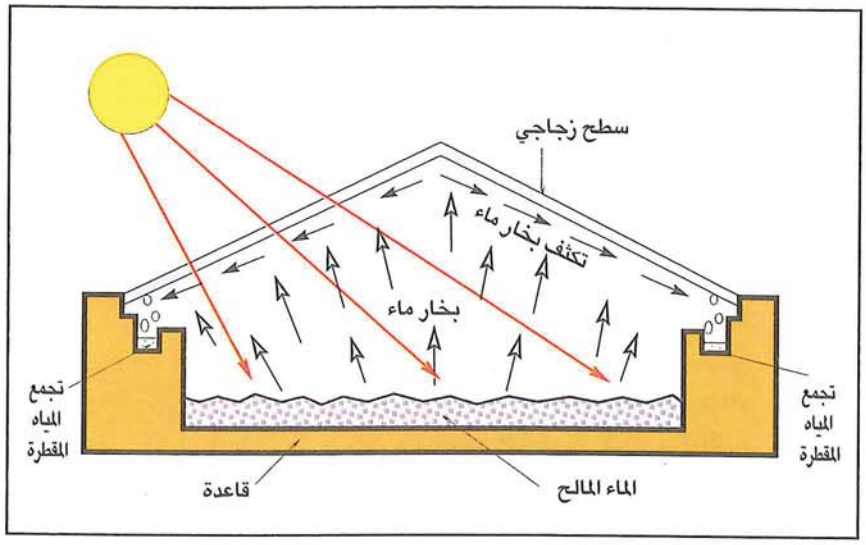


تعد كمية المياه المحلاة من جميع طرق التحلية المعتمدة على المصادر البديلة للطاقة ضئيلة جداً مقارنة بطرق التحلية الأخرى ، فعلى سبيل المثال ـ إذا استثنينا أضخم محطة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية والموجودة في « أبو ظبى » بسعة ١٢٠م٣/يوم ـ لا تتجاوز سعة أغلب محطات تحلية المياه بالطاقة الشمسية ٣٠م٣/يوم ، ويمكن تقسيم طرق تحلية المياه بالطاقة الشمسية إلى مجموعتين رئيستين وفقا لطريقة استخدام الطاقة الشمسية إما بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر . فطرق التحلية التى تستخدم الطاقة الشمسية مباشرة تسمى بطرق التحلية بالحرارة ، ويسمى هذا الإستخدام للطاقة الشمسية بالإستخدام الخامل . في حين أن استخدام الطاقة الشمسية بشكل غير مباشر يسمى بالإستخدام النشط ويتم خلاله تحويل الطاقة الحرارية للشمس إلى تيار كهربائي نشط يمكن أن يدير معدات التحلية المختلفة ، ويلاقي هذا النوع من الاستخدام إقبالا كبيراً في الفترة الراهنة نظرا للتقدم العلمي المتواصل في مجال أشباه الموصلات (Semiconductors) والتي أثبتت فعالية كبيرة لتوليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الحرارية . وقد أمكن ربط أنظمة التحلية العاملة بالتناضح العكسي بأنظمة توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الحرارية الشمسية بشكل ناجح ، ولايختلف عمل محطة التحلية في هذه الحالة عنه في حالة تغذيته بالكهرباء المولدة من مصدر الطاقة التقليدي .

يتمثل أيسر وأبسط استخدام للطاقة الشمسية في المنطقة العربية في تحلية المياه نظرا للحاجة الماسة للمياه العذبة ونظراً لإنعدام وشح مصادرها الطبيعية وزيادة الطلب عليها ، وبسبب ارتفاع معدل مايصل هذه المنطقة من طاقة شمسية تصل بالمتوسط إلى ٣٠×١٠^١٥ كيلو وات ساعة ، أي مايزيد عن ستة أضعاف المخزون العالمي للبترول (ميجاوات ساعة = ٠,٠٨٦ طن من البترول = ٠,١١٢ برميل بترول) ، وفيما يلي عرض مبسط للطرق المتاحة لتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية وفعالية كل طريقة مع مقارنة اقتصادية وفنية للطرق المستخدمة الأخرى .

التحلية الحرارية

التحلية الحرارية هي طريقة تستخدم فيها الطاقة الحرارية الشمسية مباشرة ، وهي تشمل التبخير متعدد التأثير بتبخير المياه المالحة . والتبخير الومضي والتبخير الومضي متعدد المراحل والتحلية بضغط البخار . وتعد المقطرات الشمسية (Solar Stills) من أسهل وأبسط طرق الحصول على المياه المحلاة مباشرة



● شكل (١) رسم مبسط للمقطرات الحرارية الشمسية.

باستخدام الطاقة الشمسية ، وتتألف المقطرات الحرارية عادة من قاعدة اسفلتية وأسقف زجاجية مائلة ، شكل (١) ، تمر المياه المالحة على قاعدة المقطر الحراري المرتفعة الحرارة لتتبخر وتتكثف على الأسطح الداخلية للغطاء الزجاجي المنفذ للأشعه الشمسية ، ومن ثم تجمع المياه المكثفة على جوانب الغطاء الزجاجي كمياه عذبة منتجة ، ويبلغ متوسط المياه المحلاة بالمقطرات الشمسية ٤ لترات لكل متر مربع من المقطر الحراري . ومن أهم العوامل المؤثرة على المقطرات الحرارية مايلي :

١ ـ عمق المياه المالحة في قاعدة المقطر : حيث أنه كلما زاد عمق المياه في قاعدة المقطر كلما قل معدل التقطير ليصل إلى حد ثابت عند عمق ٣٠سم تقريبا حيث إن زيادة عمق المياه من ٥سم إلى ١٨سم تسبب نقصا في معدل التقطير بنحو ٢٥٪ ، بينما يسبب زيادة عمق المياه من ١٨سم إلى ٣٠سم نقصا يعادل ٨٪ في كمية المياه المقطرة ، ويرجع سبب ذلك إلى أن المياه الضحلة لها سعة حرارية منخفضة تستجيب بسرعة لزيادة درجة الحرارة المؤثرة عليها بسبب الإشعاع الشمسي ، وزيادة درجة حرارة المياه تمثل بلا شك زيادة لكمية المياه المتبخرة .

٢ ـ تصميم المقطر والمواد المستخدمة : فمن نوعية التصاميم زاوية ميل الغطاء الزجاجي والمسافة بين الغطاء الزجاجي وسطح المياه في قاعدة المقطر .. كما وإن لنوعية الغطاء الزجاجي المستخدم أثراً في زيادة كمية الأشعة النافذة وتقليل كمية الأشعة المنعكسة أو المفقودة من داخل المقطر ، إضافة لذلك تؤثر جدران المقطر وقاعدته في ارتفاع درجة حرارة المياه في المقطر بشكل ملحوظ .

ومن عوامل التصميم الهامة التي يمكن التحكم فيها قيمة السعة الحرارية للماء وقيمة معامل الفقد الحراري حيث يمكن التحكم في قيمة السعة الحرارية بتقليل عمق الماء وتحسين بناء المقطر ، أما معامل الفقد الحراري فيمكن التحكم فيه بعدم تسرب البخار وتحسين العزل التحتي (الأرضي) لقاعدة المقطر .

٣ ـ عوامل خارجية : من العوامل الخارجية حرارة الهواء المحيط إذ تزيد كمية المياه المقطرة بزيادة درجة الحرارة الخارجية ، كما أن زيادة سرعة الرياح تؤثر عكسيا على كمية المياه المنتجة ، إضافة لذلك فإن شدة الطاقة الشمسية وطول مدة سطوع الشمس وغيرها من عوامل مناخية لها تأثير مباشر على معدل إنتاج المقطرات الحرارية ، وهذا يوضّح بجلاء أبرز عيوب المقطرات الحرارية حيث يكون اعتمادها المباشر على الظروف الخارجية المحيطة والتي قد يصعب التحكم فيها .

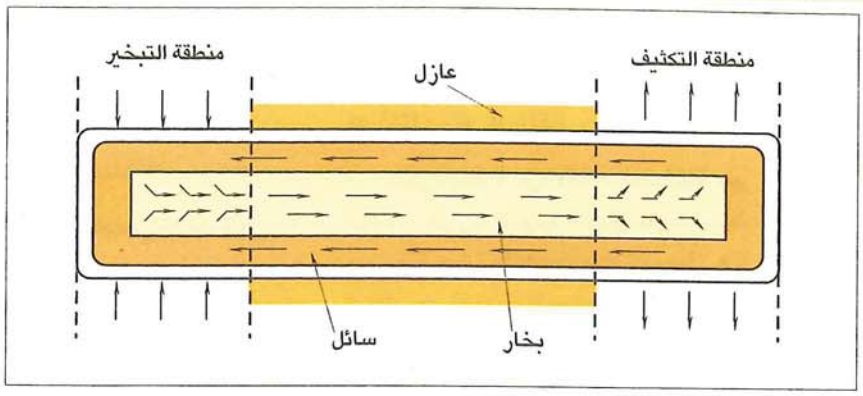
تعد المقطرات الحرارية منخفضة الأداء مقارنة بطرق التحلية الحرارية العادية ، فعلى سبيل المثال ينتج مقطر شمسي عند طاقة إشعاعية ٣ كيلووات ساعة حوالي ٢, لتر ماء في اليوم لكل متر مربع من المقطر مقارنة بـ ١,٤ إلى ٤,٦ لتر ماء بطرق التحلية الأخرى .

يساعد رفع درجة حرارة الماء وخفض درجة حرارة الغلاف الزجاجي في رفع نسبة الأداء بشكل كبير غير أن خفض درجة حرارة الغلاف الزجاجي قد يكون له تأثير على درجة حرارة الماء مما يحد من عملية زيادة نسبة كفاءة التشغيل ، لذا يلزم معرفة أقل درجة حرارة للغلاف الزجاجي التي يبدأ بعدها هذا التأثير أو الإكتفاء برفع درجة حرارة سطح الماء لزيادة الكفاءة .

ولمضاعفة الطاقة الشمسية وتركيزها لرفع كفاءة التقطير الشمسي يمكن استخدام ما يعرف بالأنابيب الحرارية حيث أنها ترفع معامل انتقال الحرارة بمقدار ألف ضعف لمعاملي الانتقال التقليدي (التوصيل والحمل) .

يتكون الانبوب الحراري ، شكل (٢) ، من تجويف مفرغ من الهواء ومغلق من الطرفين ومحتوي على كمية قليلة من سائل مضغوط يستخدم كوسيط لنقل الطاقة الشمسية من منطقة التبخير ـ عند تعرضه لأشعة الشمس ـ إلى منطقة التبريد حيث يتكثف ويطلق الحرارة الكامنة للتكثيف ثم يعود مرة أخرى إلى منطقة التبخير خلال تجويفات صغيرة تحت تأثير القوى الشعيرية (Capillaries) وهكذا يتبخر السائل الناقل للحرارة بفعل الطاقة الشمسية ويتكثف ويعطي حرارة عالية تفوق تلك التي حصل عليها عند تبخره .

وتنتقل الحرارة في الأنابيب الحرارية بشكل أفضل عند استخدام مائع له كثافة عالية وسرعة انتشار منخفضة في الحالة الغازية ، وبذا يعمل الأنبوب الحراري عند



● شكل (٢) مقطع في الأنبوب الحراري

درجة حرارة ثابتة ويحتاج إلى فارق يسير في الضغط بين منطقتي التبخير والتكثيف. ويبين الجدول (١) بعض خواص الأنابيب الحرارية .

يعد طول الأنبوب ومساحته من أهم العوامل المؤثرة في الأنابيب الحرارية وذلك عند حساب أعلى ارتفاع مسموح به للسائل خلال الشعيرة ، ففي حالة استخدام الصوديوم مثلاً يجب أن يكون هذا الطول مساوياً لـ ٣٨,٥سم عند استخدام قطرمسامي قدره ٨٦ ميكروميتر .

إضافة لذلك تستخدم الطاقة الشمسية في تحلية المياه بطريقة التبخير الومضي وذلك بتسخين الماء أو أي سائل آخر وسيط ينقل الحرارة إلى المسخن لرفع درجة حرارة المياه المالحة قريباً من درجة الغليان ، ثم بمرور هذه المياه على حجرات التبخير عند ضغوط منخفضة تدريجياً ينشأ بخار الماء فجأة لإنخفاض درجة الغليان كما هو معلوم في عمل طريقة التبخير الومضي والتي تحتاج إلى نحو ٤٠ كيلووات ساعة من الطاقة لتحلية متر مكعب من الماء العذب . وهذا ما يرفع من كفاءة إنتاج المياه بالطاقة الشمسية .

وعلى اعتبار أن الأحواض الشمسية المستخدمة لرفع درجة حرارة السائل الناقل للطاقة لها مردود حراري (كفاءة) بنحو ٦ - ١٢٪ ، فإن عملية التحلية بالتبخير الومضي تنتج حوالي ١٢ لترا في اليوم لكل متر مربع من الأحواض الشمسية.

التحلية غير المباشرة

تعتمد طرق التحلية في هذا النوع على إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية للتغلب على مشكلتين رئيسيتين هما ضعف كثافة الطاقة الشمسية (١كيلووات/م٢) وعدم استمرار سطوع الشمس في سائر ساعات النهار وفي سائر أيام السنة ، وتعد عملية بناء مسطحات شمسية كبيرة المساحة امراً مكلفاً حتى ولو توفرت هذه المساحات ، كما وأن تخزين الطاقة للحاجة إليها في غير أوقات ظهور الشمس قد يكون أمراً غير فعال إضافة إلى تكلفته واحتياجه للصيانة المستمرة ، وهذا ما جعل عملية توليد الكهرباء مباشرة من الطاقة الشمسية أمراً مرغوباً فيه خاصة بعد ظهور الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic) وانتشار انتاجها وارتفاع مردودها .

تعد القرية الشمسية التابعة لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الواقعة على بعد ٥٠ كم شمال غرب مدينة الرياض من أكبر المجمعات العالمية للطاقة الشمسية بنظام فارق الجهد الضوئي (Photovoltaic). اقيمت القرية عام ١٩٨١م لتوليد الكهرباء وامدادها لقرية سدوس والعيينة والجبيلة . بإستخدام ١٦٠ مصفوفة من الخلايا الضوئية تغطى مساحة ٥٣,٠٠٠م٢ لتنتج ٣٥٠ كيلووات من التيار المستمر (D.C) . وتخزن الكهرباء ببطاريات حامضية رصاصية ذات سعة ١١٠٠ كيلووات ساعة أثناء الليل أو أثناء غياب الشمس الطويل بالسحب . تعد تلك الأنشطة وغيرها من منشآت التحلية إحدى ثمار التعاون في ميدان ابحاث الطاقة بين المملكة العربية السعودية ممثلة **بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** ووزارة الطاقة الأمريكية ، وقد رمز للبرنامج بإسم سولارس (Soleras) ، وقد انتهت حالياً جميع برامج هذا التعاون العلمي . وهناك برنامج تعاوني آخر بين المملكة العربية السعودية وألمانيا لإنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية يسمى هايسولار (Hysolar) .

يمكن استخدام الطاقة الكهربائية المتولدة مباشرة في وحدات تحلية المياه العاملة بطريقة التحليل الكهربائي (الديلزة) أو في توليد البخار وتحريك الضاغطات الميكانيكية لتشغيل وحدات التحلية العاملة بضغط البخار أو بالتناضح العكسي أو الاستفادة من البخار مباشرة في عملية التبخير الومضي (MSF) أو الاستفادة بشكل غير مباشر من طريقة التجميد . وتعد جميع هذه الطرق في طور التجريب ، وهناك بعض المحطات الصغيرة المختلفة مثل المحطة المنشأة في جدة عام ١٩٨١م لتحلية المياه بالتناضح العكسي (RO) والتي تعمل

درجة الحرارة (كلفن)	المائع	التدفق الحراري (وات /سم٢)	
		الإتجاه الأفقي	خلال السطح
٤٠٠ - ٢٣٠	ميثانول	٠,٤٥ (عند ٣٧٣ كلفن)	٧٥,٥ (عند ٣٧٣ كلفن)
٥٠٠ - ٢٨٠	ماء	٠,٦٧ (عند ٤٤٣ كلفن)	١٤٦ (عند ٤٤٣ كلفن)
١٠٧٣ - ٦٧٣	بوتاسيوم	٥,٦ (عند ١٠٢٣ كلفن)	١٨١ (عند ١٠٢٣ كلفن)
١١٧٣ - ٧٧٣	صوديوم	٩,٣ (عند ١١٢٣ كلفن)	٢٢٤ (عند ١١٢٣ كلفن)

● جدول (١) بعض خواص الأنابيب الحرارية .

بالطاقة الشمسية بطاقة انتاجية تقدر بنحو ٨٥٠ جالون يومياً بمعدل عمل ١٢ ساعة يومياً ، بجانب ذلك هناك محطة مماثلة في قطر وأخرى في البحر الأدرياتيكي (Adriatic) بطاقة انتاجية قدرها ٧,٩٢٦ جالون/يوم (٣٠م٣/يوم) ، وتبلغ مساحة المجمع الشمسي لهذه المحطة ١٨٠٠م٢ . بالإضافة إلى ذلك فهناك محطة من نفس النوع في المكسيك لتحلية المياه قليلة الملوحة (Brackish) تنتج ١,٥م٣/يوم مياه محلاة تعمل لمدة ثمان ساعات بطاقة كهربائية قدرها ٢,٥ كيلووات منتجة من الطاقة الشمسية .

قامت المملكة العربية السعودية ايضاً بإنشاء محطة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية بطريقة التجميد في مدينة ينبع ضمن برنامج التعاون المشترك بين المملكة والولايات المتحدة الأمريكية (Soleras) ، ويبين الشكل (٣) مخططاً لمحطة تحلية المياه بالديلزة تعمل بالطاقة الشمسية . وقد أجريت تصاميم مختلفة على مثل هذه المحطات لإنتاج مياه محلاة بمعدل (١٥ – ١٥٠م٣/يوم) بتركيز ٥٠٠ جزء في المليون من الأملاح .

صممت محطة ينبع لتحلية المياه بالتجميد غير المباشر وفق أحدث الطرق ، وهي تعد منشأة أبحاث بغرض أجراء مجموعة مكثفة من اختبارات الأداء والتقييم، وتنتج المحطة ٢٠٠م٣ من المياه العذبة (٥٢,٨٣٤ جالون) يومياً تستمد ، الطاقة من ١٨ مجمعاً وحيد البؤرة مساحة كل منها ٧٠م٣ (٨٦١ قدم مربع) ، وتتكون من الوحدات الرئيسية التالية :

● نظام تجميع الطاقة

يوجد في الحقل الشمسي ثلاثة فروع ، في كل فرع ستة مجمعات شمسية ، تولد ٥٠٠ كيلووات ساعة في اليوم ، ويمر في هذه المستقبلات زيت ناقل للحرارة ، ترتفع درجة حرارته إلى ٣٨٩ درجة مئوية ، ليستخدم في نقل الطاقة من مناطق تجميعها.

● نظام تخزين الطاقة

يتم نقل الحرارة بوساطة الزيت إلى صهريج من الأملاح عن طريق اكتساب الحرارة بالتبادل مع الزيت ليحفظها حتى يتم استخدامها عند الحاجة إليها بإستمرار. وتوجد الأملاح في صهريجين أحدهما ساخن (عالي درجة الحرارة) والآخر دافىء (عند درجة حرارة مرتفعة نسبياً) . ويستخدم الملح الساخن لتوليد البخار (Steam) الذي يمد المحرك البخاري بالطاقة ، وعند انخفاض درجة حرارة الملح الساخن يحفظ مع الملح الدافىء الذي يكتسب حرارة عالية بتبادله مع الزيت الناقل للطاقة الشمسية ثم يخزن بعد ذلك في صهاريج الأملاح الساخنة ، وفي أثناء الليل أو عند احتجاب الشمس مدة طويلة يقل مستوى الملح الدافىء ويلجأ إلى امداد الملح بطاقة إضافية عادية عن طريق حرق زيت الوقود لتستمر دورة تخزين الطاقة بالأملاح .

● نظام نقل الطاقة

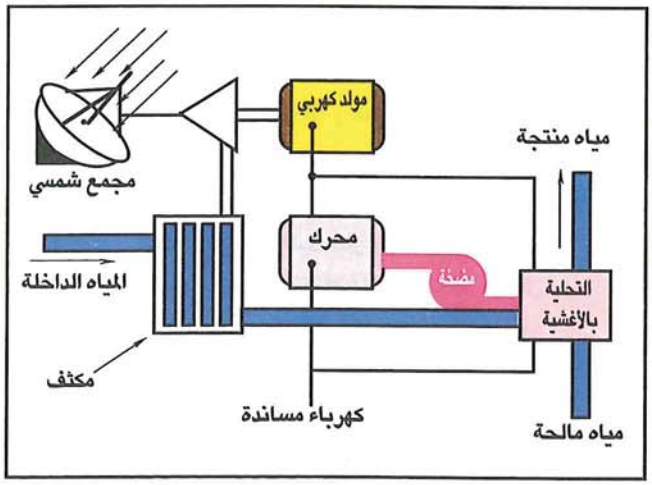
تنتقل الطاقة من الأملاح الساخنة عبر مبادلات حرارية لتوليد البخار عالي الضغط ودرجة الحرارة (Superheated) ويعمل هذا البخار على تحريك المحرك البخاري لإنتاج الضغوط اللازمة للتبريد .

● نظام التبريد

يستخدم النشادر الجاف في دورة مغلقة يتبخر فيها عند التقائه بماء البحر الذي يبرد نتيجة لهذا التبخير ثم يكمل النشادر دورته بالتحول إلى سائل عند ارتفاع ضغطه نتيجة لعمل المحركات البخارية ، وهكذا يستمر النشادر في دورة دائمة بين الحالة الغازية لتبريد مياه البحر الداخلة والحالة السائلة نتيجة لرفع ضغطه بشكل أساسي أو جزئي بالإمتصاص بالليثيوم بروميد والذي يعمل بدورة تبريد مصغرة تدور بإستخدام البخار المستهلك الخارج من المحركات البخارية . كما ويبرد النشادر (يكثف) بالتبادل الحراري مع المياه المثلجة الناتجة .

● نظام التحلية

يستمد النشادر (في دورة التبريد) الحرارة اللازمة للتبخير في مياه البحر والتي تبرد بذلك وتنخفض درجة حرارتها كلما استمر التقاؤها بالأنابيب الحاملة



● شكل (٣) مخطط لاستخدام الطاقة الشمسية لتحلية المياه بالديلزة.

الإشعاع الشمسي الكلي	٨ كيلو وات ساعة/م٢
طاقة المجمعات الشمسية	٢٣٤٢ كيلو وات ساعة
طاقة مسخن الأملاح (من حريق زيت الوقود)	٦١٩٦ كيلو وات ساعة
الطاقة المخزونة	٤٩٠٧ كيلو وات ساعة
الطاقة الحرارية المضافة للأملاح	١١,١٩٠ كيلو وات ساعة
الطاقة الحرارية لتوليد البخار	١٠,٨٣٩ كيلو وات ساعة
حالة السماء	صحو
كمية المياه المنتجة	١١٧ م٣/يوم
ساعات عمل المجمعات	٩,٧ ساعة
ساعات تشغيل التحلية	٢٢ ساعة
تركيز الأملاح	٥٠٠ جزء في المليون

● جدول (٢) أداء محطة تحلية مياه ينبع.

للنشادر ، ذلك أن النشادر لا يلتقي بالماء مباشرة بل تنتقل الحرارة خلال سطوح أنابيب المبادلات الحرارية ، ويتكون بهذا مستحلب ثلجي يحتوي على نسبة عالية من الثلج ، يضخ إلى صهاريج الغسيل لتطفو على سطحه قوالب الثلج وتترسب المياه عالية الملوحة في أسفل الصهريج ، يلي ذلك كشط القوالب الثلجية العائمة على السطح إلى صهاريج أخرى لتغسل بمياه عذبة لإزالة ما علق بها من أملاح متراكمة ، ثم تترك لتذوب مكونة المياه العذبة في تبادل حراري بسيط لتكثيف النشادر ، وتنخفض درجة حرارة المياه المالحة الداخلة .

مما يجدر ذكره أن أهم ما يميز هذه الطريقة من التحلية عدم الحاجة إلى المعالجة الكيميائية الأولية للمياه الداخلة والتي تعد من أكثر طرق التحلية الأخرى تكلفة ، إضافة لذلك لا ينشأ عن تلك الطريقة مشاكل تآكل وصدأ نظراً لإنخفاض درجة حرارة التشغيل . ويبين الجدول(٢) أداء عمل محطة تحلية مياه ينبع التي تعمل بنظام التبريد .

تعد تحلية المياه بالطاقة الشمسية بالطرق غير المباشرة (أي تحويل الطاقة إلى كهرباء) من أفضل الحلول لتوفير المياه العذبة للمناطق النائية شحيحة المياه وقليلة السكان ، بل أنها من الحلول المثلى لسائر التجمعات الصغيرة إذا ما توفرت المساحة اللازمة لبناء المجمعات الشمسية نظراً لقلة احتياجها للصيانة والمراقبة المستمرة ، ومن بين طرق التحلية المذكورة سابقاً تتفوق طريقة التناضح العكسي على الطرق الأخرى بما تمتاز به من بساطة وسهولة في التشغيل وارتفاع في الكفاءة وقلة في التكاليف ، ويوضح جدول (٣) مقارنة بين طرق التحلية العاملة بالطاقة الشمسية حسب انتاجها اليومي لكل م٢ من المجمع الشمسي وكذلك متطلبات كل طريقة من الطاقة ونسبة الأداء .

الطريقة	الإنتاج (لتر/م٢)	درجة الحرارة أو الطاقة اللازمة	نسبة الأداء كيلو وات / كيلو جرام	نوعية المياه المستخدمة
المقطر الشمسي	٤	٧٠°م	٢,٤٤٣	ماء بحر
التبخير الومضي	١٢	٩٠ ـ ١٢٠°م	١٩٣ ـ ٢٩٠	ماء بحر
التبخير متعدد التأثير	ـ	٧٠ ـ ١٢٠°م	١٥٥ ـ ٢٩٠	ماء بحر
ضغط البخار	٥٠	ساحبات بخارية أو ١٧ كيلو وات/م٣	٦١	ماء بحر
التناضح العكسي	١٠٠	١٢ كيلووات ساعة /م٣	٤٣	ماء بحر
التناضح العكسي	٧٥	٣ كيلو وات ساعة /م٣	١٢	ماء بتركيز ٥٠٠٠ جزء بالمليون
الديلزة	٣٠	٣ كيلو وات ساعة /م٣	١٢	ماء بتركيز ٥٠٠٠ جزء بالمليون
التجميد	ـ	٣ كيلو وات ساعة /م٣	٤٧	دورة امتصاص / تبريد

● جدول (٣) مقارنة بين طرق التحلية بالطاقة الشمسية .

إقتصاديات التحلية الشمسية

يمكن توفير المياه العذبة للمناطق الصغيرة النائية من خلال ثلاثة خيارات هي :

١ـ نقل المياه من أماكن توفرها بوساطة الأنابيب خلال شبكة إقليمية تغطي مدن وقرى كثيرة .

٢ـ نقل المياه بوساطة سيارات نقل (Tankers) أو غيرها ، وتخزينها .

٣ـ إقامة منشآت للتحلية تعمل بالطاقة الشمسية في تلك المنطقة .

تعد إقامة منشآت تحلية المياه بالطاقة الشمسية وحتى سعة ٧٠م٣/يوم أقل تكلفة من طرق نقل المياه لمنطقة تبعد ١٦ كيلومتر أو أكثر عن مكان توفير المياه، خاصة في المناطق النائية قليلة السكان . بل وعلاوة على هذا فإن طرق تحلية المياه بالمقطرات الشمسية تعد اقتصادية مقارنة بطرق التحلية الشائعة كالتبخير الومضي والتقطير متعدد التأثير والتناضح العكسي التي تستخدم الوقود العادي أو الكهرباء كما هو موضح في الجدول (٤) .

تعد طريقة التناضح العكسي العاملة بالطاقة الشمسية من أفضل طرق التحلية في المناطق النائية قليلة السكان . وحسب دراسة **للدكتور عبدالرحمن عبدالفتاح** (Desalination 60, 165, 1986) فإن محطة بسعة ١٠٠٠م٣/يوم في مثل ظروف وأسعار المملكة العربية السعودية الحالية تكلف حوالي ٢٢ مليون ريال كرأس مال لتنتج مياه بسعر ١٤ ريال/م٣ على اعتبار أن سعر الطاقة يقدر بـ ٣٧,٥ ريال/وات .

طريقة التحلية	التكاليف (ريال /م٣)		إستهلاك الطاقة (كيلو وات ساعة/م٣)
	سعة ١٠٠٠م٣/يوم	سعة ١٠٠٠٠م٣/يوم	
التناضح العكسي	١٠,٥	٨,٢	٨
التبخير الومضي	٩,٦	٧,٤	٧٠
المقطرات الشمسية	١٠,٧	٦,٩	٧٠

● جدول (٤) مقارنة بين تكاليف إنتاج المياه بالمقطرات الشمسية وبعض طرق التحلية الشائعة .