

الطاقة الشمسية



هناك العديد من التطبيقات الممكنة لاستخدام الطاقة الشمسية، وقد دخل معظمها حيز الاستثمار التجاري، لجدواه الاقتصادية والبيئية، لا سيما في المناطق التي يتوافر فيها سطوع الشمس خلال عدد ساعات يتجاوز الثلاثة آلاف ساعة في العام، ومنها بالطبع منطقة الدول الأعضاء في الاسكوا.

يمكن الاستفادة المباشرة من الطاقة الشمسية:

- كطاقة حرارية، حيث هناك امكانيات متعددة، أهمها تسخين المياه للحاجات المنزلية وللحاجات الصناعية وللحاجات الخدمائية، ولانتاج الكهرباء عبر نظم تستخدم العنفات البخارية على سبيل المثال.
- كطاقة ضوئية، حيث يتم تحويلها الى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الكهروضوئية.

أولاً - الخلايا الكهروضوئية: يتصرف الضوء كموجة كهرومغناطيسية وكجسيم، وتعتمد طاقة كل جسيم ضوء Photon على تردده وفق معادلة فيزيائية رياضية. وعندما يسقط الضوء على بعض المواد، يمكن للألكترون في المادة أسر جسيم الضوء، وإذا كانت طاقة هذا الجسيم أكبر من طاقة ترابط الالكترتون في الذرة في هذه المادة، سيكون الألكترون قادراً على الهروب والتحرك، وتؤدي هذه الحركة في ظروف محددة الى ما يسمى بالتيار الكهربائي المستمر.

لذلك، فإن اصطدام الضوء بالخلية الكهروضوئية، يؤدي الى تحويل طاقة الضوء اي طاقة نور الشمس الى طاقة كهربائية، لكن الجهد/ التوتر والتيار هما صغيران جداً، وبالتالي يتطلب الامر أن يتم توصيل الخلايا الكهروضوئية بالتوالي لزيادة الجهد، وبالتوازي لزيادة التيار، لتكوين وحدة خلايا كهروضوئية قادرة على تأمين التوتر/ الجهد والتيار اللازمين لتغذية حمل معين بالطاقة الكهربائية، وعلى سبيل المثال لتعبئة بطارية كهربائية بتوتر/ جهد إسمي 12 فولت، ومن الضروري في هذه الحالة اعتماد مجموعة خلايا قادرة على تأمين 15 الى 18 فولت في ظروف القدرة القصوى الممكنة، كما يتم تجميع الوحدات في لوحات كهروضوئية بقياسات طول وعرض حوالي المتر، بمساحة حوالي المتر المربع، بسماكة بحدود عدة سنتيمترات.

نظراً للتغير في الاشعاع الشمسي خلال ساعات النهار وعلى مدى العام، فإن الطاقة المنتجة من خلية كهروضوئية أو من وحدة خلايا كهروضوئية تتغير مع الاشعاع الشمسي الواصل اليها. لذلك فإن الشركة الصانعة للوحة الخلايا الكهروضوئية تحدد قدرتها الاقصى التي يمكن الحصول عليها اذا كان الاشعاع الشمسي الذي يصلها هوألف واط في المتر المربع، وفي هذه الحالة فإن القدرة الاقصى تحدد بقدرة الذروة ووحدة القياس هي الوات ذروة او الكيلووات ذروة او الميجاوات ذروة الخ...

من الطبيعي نظراً لطبيعة عمل الخلية الكهروضوئية أو المسماة الخلية الشمسية، ان يكون مردودها/ كفاءتها منخفضاً، ويتضمن الجدول التالي، مقارنة بين مختلف أنواع الخلايا الشمسية شاملة قياس الكفاءة طبقاً لمعيار أيزو (ISO) القياسي للاختبارات إضافة إلى قياس مساحة الخلايا الشمسية الضرورية لإنتاج 1 كيلو وات ذروة (1kWp):

المادة التكوينية للخلية الشمسية	كفاءة الخلية	مساحة الخلايا الضرورية لإنتاج كيلووات ذروة
سيلكون إحدادي البلور	11-16%	7-9 م ²
سيلكون متعدد البلور	10-14%	8-9 م ²
سيلكون عشوائي	4-7%	16-20 م ²

يتأثر مردود/ كفاءة الخلية الشمسية أو الكهروضوئية بعدة عوامل، إضافة الى تأثره بالمادة التي تكونها. وأهم هذه العوامل:

- حرارة الخلية، فكلما ارتفعت هذه الحرارة درجة مئوية واحدة، تدنى المردود او كفاءة الخلية 0.4 الى 0.5 بالمائة، وكلما انخفضت هذه الحرارة درجة مئوية واحدة، تحسن المردود بنفس النسبة المئوية. وتتأثر حرارة

الخلية عادة بحرارة الجو وبسرعة الهواء الذي يلامسها من الخارج وبالاشعاع الشمسي. ويكون من المفيد تركيب الواح الخلايا الكهروضوئية في أمكنة حيث التهوية جيدة.

- كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى الخلية: كلما ازدادت هذه الكمية في المتر المربع الواحد، تحسن المردود.

- عمر الخلية وتقدمها مع الزمن، اذ ينخفض المردود مع الزمن، وتنخفض معه قدرة الخلية، وكل ما استطاعت الشركات الصانعة لتاريخه هو التوصل الى ضمان القدرة بحيث تبقى أكثر من ثمانين بالمائة بعد مرور فترة 20 الى 25 سنة على الخلية.

تجدر الإشارة الى أن مردود لوحة الخلايا، هو أدنى من مردود الخلية الواحدة، نظراً لحصول خسارة فنية في التوصيلات الكهربائية. كما تنخفض الكفاءة النهائية للمجموعة الكهروضوئية، المزودة بمنوب، بسبب ما يحصل من خسارة فيه، تقدر بحوالي الستة بالمائة من القدرة الاساسية للمجموعة، إضافة الى خسارة أخرى بحدود الثلاثة بالمائة بسبب تتبع نقطة عمل المجموعة الافضل عبر نظام الكتروني تابع للمنوب.

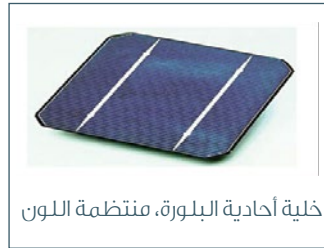
تتدنى كفاءة المجموعات الكهروضوئية، عند وجودها في الظل، أو عندما يتراكم عليها الغبار، لذلك وجب تنظيفها بين الحين والآخر، لكن مع ضرورة عدم الاضرار بمساحتها الخارجية.

تتكون الخلايا الكهروضوئية من رقائق شبه الموصلات، ونسبة كبيرة من الخلايا المصنعة مكون من عنصر السيليسيوم اي السيليكون:

- السيليسيوم/ السيليكون الاحادي البلور أو أحادي التبلور
- السيليسيوم/ السيليكون المتعدد التبلور



خلية متعددة البلورات، متدرجة اللون



خلية أحادية البلورة، منتظمة اللون

- السيليسيوم/ السيليكون العشوائي

كما يوجد مواد غير السيليكون/ السيليسيوم مستعملة في صناعة الخلايا الكهروضوئية مثل الجاليوم Gallium والزرنيخ Arsenide لتكوين خلايا Gallium-Arsenide وخلايا الكاديوم تلرايد -Cadmium-Tellu ride، وخلايا الكاديوم سلفايد Cadmium Sulfide الخ...

يتم تمييز عمل الخلايا الكهروضوئية وانتاجها للطاقة الكهربائية، بواسطة منحنيات تحدد التيار والتوتر/ الجهد، وبما أن القدرة هي حاصل عملية ضرب التيار بالجهد، فمن الافضل العمل في النقطة حيث تكون هذه القدرة هي الاكبر وفي هذه الحالة يكون التيار Impv ويكون الجهد أو التوتر Vmpv. وهناك جهاز الكتروني خاص يتواجد مع لوحات الخلايا الكهروضوئية لتتبع هذه النقطة والعمل فيها.

المواصفات الفنية:

يقع على عاتق الشركة الصانعة لوحات الخلايا الكهروضوئية الإعلان عن المواصفات الفنية للوحات المصنعة لديها في ظروف عمل محددة. ونظراً لتغير هذه المواصفات مع تغير ظروف عمل هذه الخلايا، فقد اتفق عالمياً على أن تحدد المواصفات في ظروف قياسية تسمى بظروف التجربة القياسية أو ظروف العمل القياسية، والتي هي:

- اشعاع شمسي يبلغ 1000 وات في المتر المربع
- حرارة خلية تبلغ 25 درجة مئوية
- عامل كتلة الهواء AM (لاعطاء فكرة عن ارتفاع الشمس في السماء، وهو متغير مع الوقت في النهار ومع فصول السنة ومع الموقع الجغرافي) يبلغ 1.5

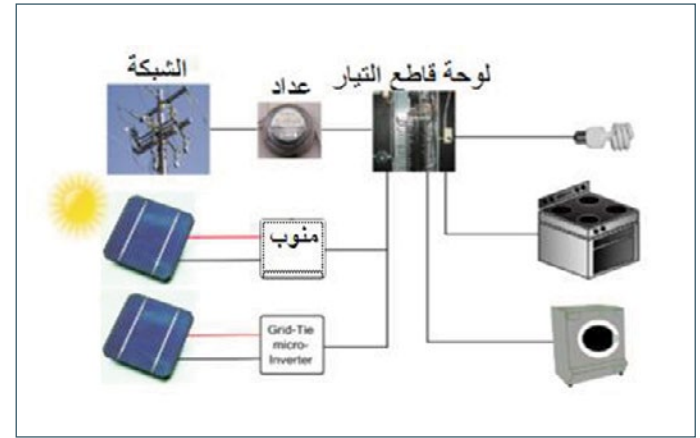
نظام كهروضوئي منزلي موصول بالشبكة الكهربائية

وبالطبع فإن عمل الخلايا الفعلي يتم في ظروف أقل ملاءمة، فتتخفص كفاءتها وتتنقص قدرتها، وعلى سبيل المثال المواصفات التالية لوحدة خلايا كهروضوئية من السيليكون/ السيلييسيوم الاحادي التبلور:

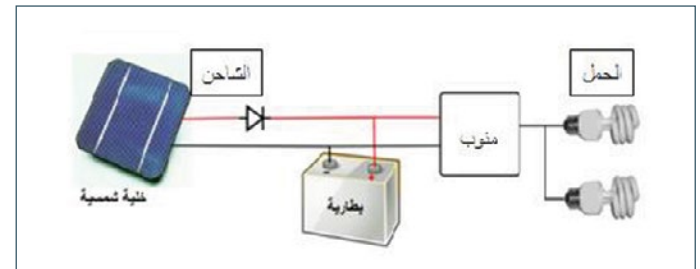
ظروف NOCT Nominal Operation Cell Temperature	ظروف التجربة القياسية Standard Testing Conditions STC	
800 W في المتر المربع 20°C حرارة البيئة سرعة الرياح: متر بالثانية	1000 W في المتر المربع 25°C حرارة الخلية	الاشعاع الشمسي
AM 1.5	AM 1.5	
37 وات ذروة	50 وات ذروة	قدرة الذروة
14.5 فولت	16.2 فولت	الجهد/ التوتر في ظروف القدرة القصى Vmpp
2.55 أمبير	3.10 أمبير	التيار في ظروف القدرة القصى Impp
19.7 فولت	21.0 فولت	الجهد/ التوتر لدارة مفتوحة Voc
3.90 أمبير	3.40 أمبير	تيار قصر الدارة Isc

نظام كهروضوئي منزلي مستقل بتيار متناوب

← التطبيقات للاستفادة من الخلايا الكهروضوئية:
تغذية شبكة التوزيع الكهربائية العامة:



- المساهمة في تغذية شبكة مستقلة لتوزيع الكهرباء،
- تغذية وحدات افرادية مستقلة Stand Alone System.



حيث يمكن في هذه الحالة الشائعة، لا سيما في المناطق الريفية تغذية اجهزة الانارة، واجهزة المذياع والتلفاز، وبرادات حفظ اللقاح والادوية، ومضخات المياه، وابراج الاتصالات الهاتفية.

← تتألف الأنظمة الكهروضوئية من عدة مكونات ذات وظائف محددة تتكامل لتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية ذات مواصفات قياسية. بعض هذه المكونات ثابتة في كل الحالات وبعضها الآخر يستخدم في استعمالات محددة، وتشمل هذه المكونات:

- الخلايا الشمسية
- جهاز التحكم بالشحن الكهربائي (الشاحن)
- البطاريات القابلة لإعادة الشحن
- منوب (inverter)
- الحمل (load)

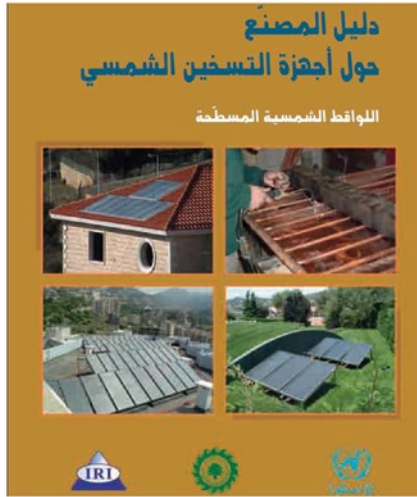
مثال: المطلوب ضخ متر مكعب من المياه (أي الف كيلوغرام) من بئر عمقها 300 متراً، خلال فترة سطوع الشمس، ما هي مساحة ألواح الخلايا الكهروضوئية (بكفاءة 10%) اللازمة لتأمين الطاقة الكهربائية لمضخة كفاءتها 65 في المائة؟

- الطاقة اللازمة لضخ المياه = $300 \times 9.8 \times 1000 = 2940000$ جول اي 0.816 كيلووات ساعة (لأن كل كيلووات ساعة يساوي 3600 كيلو جول)
- الطاقة اللازمة للمضخة ذات الكفاءة البالغة 65% = $0.816 = 65\%$ مقسومة على 0.65 = 1.256 كيلووات ساعة

تضاءلت فرص خسارته لكمية الطاقة الواصلة اليه، كلما ارتفعت حرارته، فإذا كان محاطاً بالفراغ مثلاً، إرتفعت حرارته، وإذا كان محبوساً خلف لوح زجاجي، ارتفعت حرارته وفق مبدأ ”ظاهرة الصويا“: حيث تعبر أشعة الشمس اللوح الزجاجي فتصل الى هذا الجسم، في حين أن ما يبثه من اشعاع هو غير قادر على عبور هذا اللوح الزجاجي.

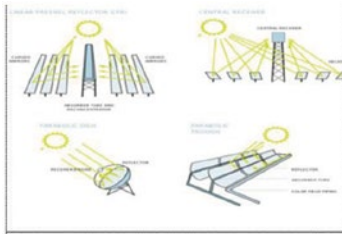
← تتم الاستفادة من الطاقة الشمسية، عبر حصر اشعة الشمس بشكل الطاقة الحرارية في:

- اللواقط الشمسية المسطحة: المكونة من اللوح الزجاجية تحبس جسماً أسوداً قادراً على امتصاص الطاقة الحرارية الواصلة مع اشعة الشمس. ويمكن تصنيع هذه اللواقط محلياً في معظم دول الإسكوا.



- المركبات الشمسية: حيث يتم توجيه أشعة الشمس المباشرة الواصلة الى مساحات مقعرة، إما مباشرة وإما بعد الانعكاس على مرايا خاصة، فيتم تركيز الاشعة الواصلة اليها في نقاط مركزية حيث يتواجد ”جسم اسود“ قادر على امتصاص معظم الطاقة الحرارية الواصلة اليه، فترتفع حرارته.

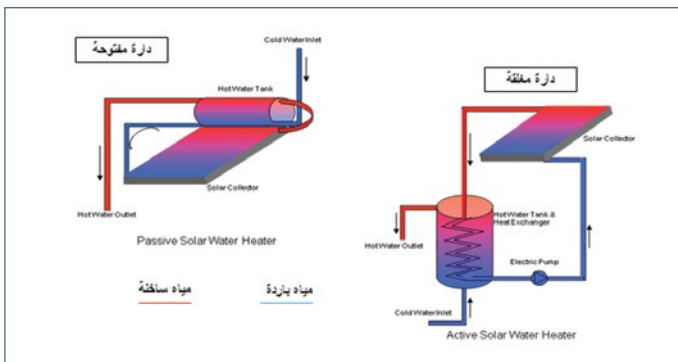
تكنولوجيات المركبات الشمسية الحرارية



- القطع المكافئ (Parabolic Trough).
- البرج المركز (Solar Tower).
- القطع الطبقي (Parabolic Dish).
- عاكس فريزل ذو المرايا المستوية (Linear Fresnel Reflector).

← من الممكن نقل الطاقة الحرارية التي استلمها ”الجسم الاسود“ الماص اليها، بواسطة سائل أو مائع (ماء – أو زيت خاص – أو غاز او ما شابه) حامل وناقل للحرارة، الى حيث يكون هناك حاجة لهذه الطاقة الحرارية سواء للاستعمال المباشر، او لتسخين آخر في مبادل حراري.

← تسخين المياه بالطاقة الشمسية: هناك عدة طرق ممكنة:
• الدارة المفتوحة والدارة المغلقة:

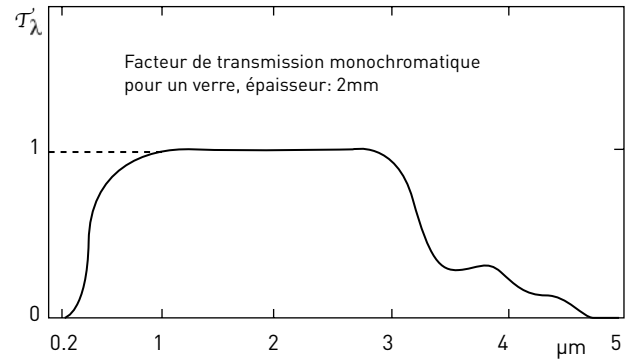


- نظراً لأن كفاءة الواح الخلايا الكهروضوئية هي 10%، فإن الطاقة الشمسية اللازمة الواصلة اليها هي 12.56 كيلووات ساعة
- اذا كان المتوفر يومياً في المكان حيث توجد ألواح الخلايا، هو 5 كيلووات ساعة في المتر المربع، فإن هناك حاجة لـ 2.5 متر مربع من ألواح الخلايا.

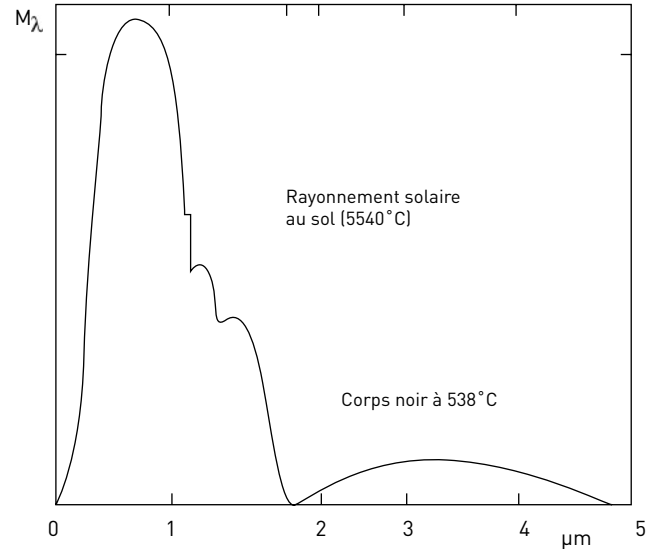
ثانياً - الطاقة الشمسية الحرارية:

← كل جسم هو مشع وقادر على إرسال موجات حاملة لكميات من الطاقة، بعض هذه الموجات هو مرئي وبعضها غير مرئي، تبعاً لحرارة الجسم المرسل للأشعة، وكمية الطاقة المشعة المرسله هي تناسبية مع T^4 أي مربع مربع حرارة هذا الجسم المعبر عنها بدرجة كلفين.

الموجات الأحادية العابرة للوح زجاج



الموجات المرسله من الشمس (معظمها مرئي) والموجات المرسله من جسم اسود حرارته ٣٨٠° درجة مئوية (غير مرئية)



← عندما تصل كمية من الاشعاع الشمسي الى جسم ما، تتوزع الى اربعة اجزاء:

- جزء يتم انعكاسه على المساحة الخارجية لهذا الجسم.
 - جزء يتم تشتيته ولا يدخل هذا الجسم
 - جزء يتم امتصاصه من هذا الجسم
 - جزء يتم مروره عبر الجسم لينتقل الى أجسام أخرى ملامسة له.
- وتتفاوت أهمية كل جزء بالنسبة للكمية الاجمالية من الاشعاع، وفقاً للون الجسم وطبيعة مساحته الخارجية لا سيما درجة نعومتها، ويعتبر الجسم الاسود ذو المساحة الخارجية الخشنة من افضل الاجسام الماصة للاشعة الواصلة اليها.

← اذا تم تعريض جسم لأشعة الشمس، فهناك فرصة لامتصاص قسم من الطاقة الشمسية الواصلة اليه، يمكن زيادته اذا كان هذا الجسم أسوداً، وترتفع حرارة هذا الجسم مبدئياً بحيث يجد توازنه الحراري على حرارة أعلى يتساوى فيها ما يستلمه مع ما يبثه على حرارته الجديدة. وكلما

المصطلحات

انكليزي	فرنسي	عربي
Solar Concentrator	Concentrateur Solaire	مرکز شمسي
Molten Salt Technology	Technologie du sel fondu	تقنية الملح المذاب
Parallel	Parallèle	توازي
Series	Série	توالي
Current	Courant	تيار
Alternative Current	Courant alternatif	تيار متردد / متناوب
Direct Current	Courant continu	تيار مستمر
Voltage	Tension	جهد / توتر
Load	Charge	حمل
Photovoltaic cell	Cellule photo électrique	خلية كهروضوئية
Heat Transfer Liquid	Liquide Caloporteur	سائل حامل للحرارة
Single Crystal Silicon	Silicium monocristallin	سيليكون أحادي البلور / التبلور
Amorphous Silicon	Silicium amorphe	سيليكون عشوائي
Polycrystalline	Silicium polycristallin	سيليكون متعدد البلورة / البلور
Semi conductor	Semi Conducteur	شبه موصل
Standard Testing Conditions STC	Conditions Standard de Mesures	الظروف القياسية للتجربة
Air mass Coefficient AM	Distribution spectrale	عامل كتلة الهواء
PV Panel	Panneau PV	لوحة خلايا كهروضوئية
Heliostat	Héliostat	مرآة مسطحة عاكسة
Parabolic Trough Concentrator		مركز القطع الاسطواني
Dish Concentrator		مركز القطع الدائري
Central Tower Receiver Concentrator		مستقبل مركز ذو برج مركزي
Inverter	Onduleur	منوب / موج
Wave	Onde	موجة
PV Module	Module de cellules PV	وحدة خلايا كهروضوئية

1- استعمال المياه الساخنة التي يتم الحصول عليها في اللاقط الشمسي المسطح، وفق ما يسمى بـ الدارة المفتوحة، حيث يتم استهلاك المياه نفسها التي عبرت المسطح الشمسي.

2- استعمال المياه الساخنة التي يتم الحصول عليها بواسطة مبادل حراري مجهز في خزان مياه، بحيث يكون هناك "دارة مغلقة" للسائل حامل الحرارة (الماء مثلاً) الذي يتم تسخينه في المسطح الشمسي، فينتقل الى مبادل الحرارة في خزان المياه، ليؤمن تسخين المياه التي يتم استهلاكها. وهذه الطريقة تسمح بإضافة مادة خاصة الى السائل لمنع ترسب الكلس والاملاح في أنابيب الدارة المغلقة.

تأمين حركة المياه: يوجد امكانياتان:

- دون حاجة لاستخدام مضخة (لا سيما عندما تكون الطاقة الكهربائية غير متوفرة)، وذلك بالاستفادة من كون المياه الحارة هي اخف وزناً من المياه الباردة، فتنتقل المياه الحارة الى النقاط الأعلى والمياه الباردة الى النقاط الأدنى. وفي هذه الحالة يتوجب وجود خزان المياه في أعلى المسطح الشمسي، فتصعد المياه الساخنة الى الخزان، وتنزل المياه الباردة الى المسطح ليتم تسخينها.

- بواسطة مضخة تؤمن سريان المياه بالاتجاه المطلوب، وفي هذه الحالة يمكن تركيب خزان المياه إما أعلى وإما أدنى من المسطح الشمسي.

← التطبيقات الشائعة والمجدية للاستفادة من الطاقة الشمسية الحرارية:

- تسخين المياه لحاجات الاستخدام المنزلي او الخدماتي او الصناعي بواسطة لواقط مسطحة أو مركّزات شمسية.

- تجفيف الفواكه بواسطة الهواء الساخن الذي يتم تسخينه في لواقط شمسية.

- الطبخ الشمسي، باستعمال مركز شمسي، يوجد في نقطته المركزية وعاء الطبخ.

- انتاج بخار الماء بواسطة مركّزات شمسية، لتغذية عنفة بخارية تعمل وفق الدارة التقليدية المعتمدة في المحطات الحرارية التقليدية لانتاج الكهرباء. لكن هذه التقنية تعاني من عدم توافر الطاقة الشمسية على مدار الاربعة وعشرين ساعة، بحيث يستحيل تشغيل العنفة بشكل دائم، ولحل هذه المعضلة، يتم اعتماد تكنولوجيا الاملاح الذائبة لتخزين الطاقة الشمسية الحرارية لدى توافرها، واستخدامها لاحقاً بحيث يتأمن الاستمرار في انتاج بخار الماء للعنفة التي يستمر حينذاك عملها ليلاً ونهاراً.

بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح
صندوق البريد: 11-8575، بيروت، لبنان
هاتف: +961 1 981301
فاكس: +961 1 981510
www.escwa.un.org

