كلية : الآداب

قسم : الجغرافية

المرحلة : الثالثة

استاذ المادة : صلاح عدنان مجول الدليمي

اسم المادة باللغة العربية : جغرافية الطاقة

اسم المادة باللغة الانكليزية Energy geography

اسم المحاضرة التاسعة باللغة العربية : توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية:

اسم المحاضرة التاسعة باللغة الانكليزية : Solar electricity generation:

المبحث الرابع توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية:

توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية:

أ- انضمة تركيز الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء:

حيث يمكن توليد الكهرباء باستغلال الحرارة المباشرة لأشعة الشمس ، باتباع تقنية الكهرباء الحرارية الشمسية solar thermal electricity التي تستخدم حاليا. ومن الملائم للدول التي تغمرها أشعة الشمس ، إستعمال هذه التقنية الواعدة لتوليد البخار من حرارة الأشعة الشمسية ، لإدارة توربينات توليد الكهرباء . لكن الحصول علي كهرباء من الحرارة الشمسية يعتبر مكلفا نسبيا ولاسيما وأن هذه التقنية قد دخلت المجال التجاري عام 1980 . فحاليا في أمريكا توجد محطات بخارية لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية في صحراء كاليفورنيا تعطي 400ميجاوات أي ما يعادل 2,3مليون برميل نفط سنويا.

فالعديد من محطات الطاقة اليوم تستخدم الوقود الإحفوري كمصدر للحرارة لتخسين الماء وتحويله إلى بخار عن طريق مراجل التسخين ويقوم هذا البخار بتدوير عنفة كبيرة التي بدورها تحرك المولدة التي تنتج الطاقة الكهربائية ، ومن ناحية أخرى يمكن استغلال الانظمة التي تعتمد على تركيز طاقة الشمس من أجل الحصول على الحرارة اللازمة لتبخير المياه ، ويوجد ثلاثة أنواع من أنظمة تركيز الطاقة الشمسية :

1- الأنظمة التي تكون على شكل قطع مكافئ .

2-الأنظمة ذات الصحن المتحرك .

3-أبراج الطاقة

أولاً: الأنظمة التي تكون على شكل قطع مكافئ :

حيث يتم تركيز أشعة الشمس من خلال مرايا مستطيلة منحية (مقوسة) على شكل حرف (U) وهذه المرايا تمال نحو الشمس حيث تقوم بتركيز ضوء الشمس على الأنبوب الموجود في الوسط حيث يمر في هذا الأنبوب الوسيط الناقل للحرارة (الزيت) هذا الزيت المتدفق خلال الأنبوب يسخن بدوره وينقل الحرارة إلى المياه التي تقوم بعملية توليد الطاقة الكهربائية عن طريق نظام تقليدي لإنتاج الكهرباء

ثانياً: النظام ذو الصحن المتحرك :

يستخدم في هذا النظام صحن عاكس مشابه للصحن مستقبل الإشارات كبير الحجم ، إن سطح الصحن يجمع ويركز حرارة الشمس ويرسلها إلى المستقبل الذي يمتص الحرارة ويحولها إلى السائل الموجود فيه الذي يمتمدد ضمنه فنتيجة لذلك يحرك العنفة التي تنتج طاقة ميكانيكية تدور المولدة لإنتاج الكهرباء .

ثالثاً: أنظمة أبراج الطاقة :

يستخدم فيها حقل كبير من المرايا لتركيز ضوء الشمس على قمة البرج حيث يتوضع المستقبل الذي يحوي على الوسيط الناقل للحرارة (كلور الصوديوم) هذه العملية تسبب صهر الملح الذي يتدفق من خلال المستقبل الذي ينقل الحرارة إلى الماء لتوليد الكهرباء من خلال مولد بخاري تقليدي . الملح المصهور يحتفظ بحرارته لفترات طويلة وهذا يساعد على توليد الكهرباء في أيام غائمة أو حتى بعد عدة ساعات من غروب الشمس .

ب- توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الخلايا الشمسية

الخلايا الشمسية :هي اجهزة تقوم بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية مباشرة وتسمى هذه العملية ب الفعل الكهرضوئي، يعود اكتشاف الأثر الكهروضوئي إلى القرن الماضي الميلادي عندما قام العالم بكيرل (Becquerel) في عام 1839 م بدراسه تأ ثير الضوء على بعض المعادن والمحاليل وخصائص التيار الكهربائي الناتج عنها . كما أدخل العالمان أدم و سميث (Adams & Smith) مفهوم الناقلية الكهربائية الضوئية لأول مرة عام 1877م وتم تركيب أول خلية شمسية من مادة السيلينيوم (Se) من قبل العالم فريتز (Fritts) عام 1883م حيث توقع لها أن تساهم في إنتاج الكهرباء مستقبلاً ، من جهة أخرى فقد ساعد تطوير نظريات ميكانيكا الكم (Quantum Mechanics) على تفسير الكثير من الظواهر الفيزيائية وخاصة المرتبطة بالكهرباء الضوئية في فترة الثلاثينيات والأربعينيات من القرن الماضي ، وذلك عند ماتم تفسير ظاهرة الحساسية الضوئية لمواد السيليكون وأكسيد النحاس وكبريت الرصاص وكبريت الثاليوم ، وقد سجل عالم 1941م تصنيع أول خلية شمسية سيليكونية بكفاءة لا تتجاوز (1%) ، ثم لحق ذلك إنجاز مختبرات بل الأمريكية (Bell Lab) في تصنيع البطارية الشمسية (Solar Battery) في منتصف الخمسينيات بكفاءة بلغت (6%). كما تم في نفس الفترة تركيب أول خلية شمسية من مواد كبريت الكاديوم وكبريت النحاس أطلق عليها فيما بعد الخلايا الشمسية ذات الأفلام الرقيقة . (Thin –Film Solar) بعد تلك الفترة ازداد تسارع بحوث التطوير في العلوم الفيزيائية والهندسة لاشتباه الموصلات (Semiconductors) وخاصة ما يرتبط بدراسة التبادلات الكهربائية الضوئية مما ساعد على تطور الخلايا الكهروضوئية وتقنياتها باتجاه تحسين كفاءتها وخفض تكلفتها . وقد أدى ذلك إلى ازدياد مستوى إنتاج الخلايا الكهروضوئية بقدرات تتراوح بين الميلي وات إلى الكيلوات . أما الفترة الهامة للخلايا الكهروضوئية فقد حدثت في عقدي السبعينيات والثمانينات وخاصة بعد تطور علوم التركيب المجهرية الدقيقة لأشباه المواصلات وقد اعتبرت الخلايا الكهروضوئية حينئذ بأنها إحدى الطرق العلمية الطموحة لتوليد الكهرباء في المصادر المتجددة للطاقة . وقد ساعد ازدياد الطلب على استخدام مجمعات الخلايا الكهروضوئية حيث انخفضت نسبياً تكلفة إنتاجها بصورة معقولة ووصل إنتاجها إلى عشرات الميجاوات .

ولاتزال الابحاث مستمرة من اجل رفع كفاءة الخلايا الشمسية ومن اجل خفض كلفته التي لاتزال عالية فإذا تم استغلال هذا المصدر من الطاقة بكفاءة عالية فإنه سوف يكون المصدر الافضل للطاقة لان الطاقة الشمسية تمتاز :

1- طاقة هائلة يمكن استغلالها في أي مكان

2- تشكل مصدراً مجانياً للوقود الذي لاينضب .

3- طاقة نظيفة لاتنتج أي نوع من انواع التلوث.

4- محدودية المصادر التقليدية.

تشـــــــــــــغيل الخلايـــــــــــــا الكهروضـــــــــــــوئية(الشمســـــــــــية)

تعرف الخلية الكهروضوئية بأنها أداة إلكترونية مصنوعة من أشباه المواصلات يتشكل عبرها فرق في الجهد عند تعرضها للضوء ، ويتولد عنها تيار كهربائي ترتبط قيمته بمعامل امتصاصها للضوء ، وعند توصيل حمل كهربائي ما (مصابيح إنارة مثلاً ..) بين طرفيها فإن التيار الكهروضوئية المار وبالتالي الطاقة الكهربائية الناتجة تستطيع تشغيل المصباح .

الخلايا الشمسية ومبدأ عملها :

الخلايا الشمسية محولات تأخذ طاقة من أشعة الشمس وتحولها إلى نوع آخر من الطاقة حيث تحول الخلايا الشمسية نور الشمس إلى كهرباء وتطرد كمية كبيرة من الحرارة بدون أي أجزاء مؤثرة (ضوضاء أو تلوث أو إشعاع أو صيانة .)

مميزات استخدام هذه المنظومات:

1- هذه الخلايا الشمسية بسيطة ولا تتضمن أي أجزاء متحركة .

2- لا تتطلب مولدات القدرة الشمسية أي صيانة تكنولوجية ، وبالتالي لا توجد تكلفة عملية للصيانة أو التشغيل .

3- لا تنتج أية عوادم تلوث للهواء .

4- قادرة على العمل بكفاءة وجودة عالية في كثير من الاستخدامات .

5- يمكن استخدامها لمدة طويلة غير محدودة .

6- لا تتأثر بالأحوال الجوية أو تغيرات الطقس أو الأحوال المحيطة .

كيفية عمل هذه الخلايا :

توجه لوحة الخلايا الضوئية بزاوية ميل مناسبة في واجهة الشمس حتى تتساقط أشعة الشمس عمودياً على اللوحة . تحول الخلايا الشمسية القدرة الشمسية مباشرة إلى قدرة كهربائية بدون عمليات وسطية ، فهي تمتص معظم الطيف الشمسي وتحول جزء من هذه الإشعاعات إلى طاقة كهربائية حيث يمكن استخدامها في الحال أو تخزينها . والمنظومات من هذا النوع تصمم أساساً لأجل المنشآت في المواقع البعيدة لفترات طويلة حيث تتصف عادة مثل هذه المواقع بقساوة عالية في طقسها ، ولذلك يجب أن تكون هذه المنظومات ذات مقاومة عالية للرياح والرطوبة والبرد والعواصف الرملية وأن تحاط بتصميم ضد هجمات الطيور والحيوانات والتآكل ، لهذا فإن المواد الأساسية التي تثبت بها الخلايا يجب أن تقاوم هذه الأشياء المحيطة ومعدن هذه الخلايا لا يتعرض للتآكل وهذه نقطة هامة جداً حيث تصنع غالبية الخلايا الشمسية من السيليكون وهو نصف معدن وقد يكون عازل ومعدن .في حالته كمعدن لا تكون إلكترونات ذراته مرتبطة بإحكام مما يؤدي إلى جريانها بسهولة

عندما يطبق عليها ضغط كهربائي ، بينما تكون الكترونات ذراته في حالة العازل مرتبطة بشدة ولا يحدث جريان عندما يطبق عليها الضغط الكهربائي .

ومن أسباب اختيار المواد السيليكونية :

1- أنه عالي التوصيل الحراري

2- الثبات الجيد مع الطقس المحيط .

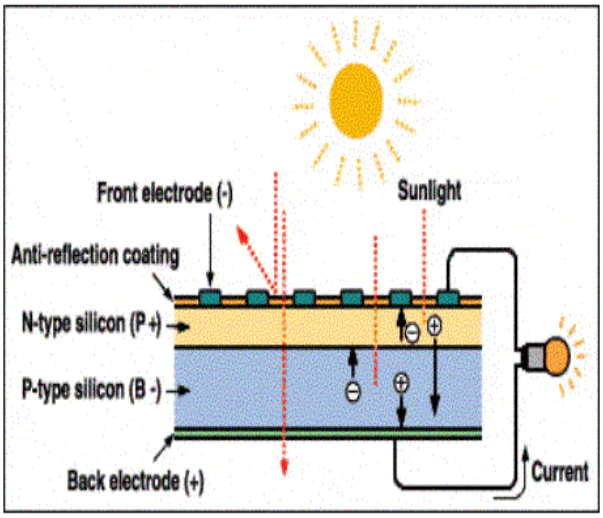
3- عازل ممتاز للكهرباء .

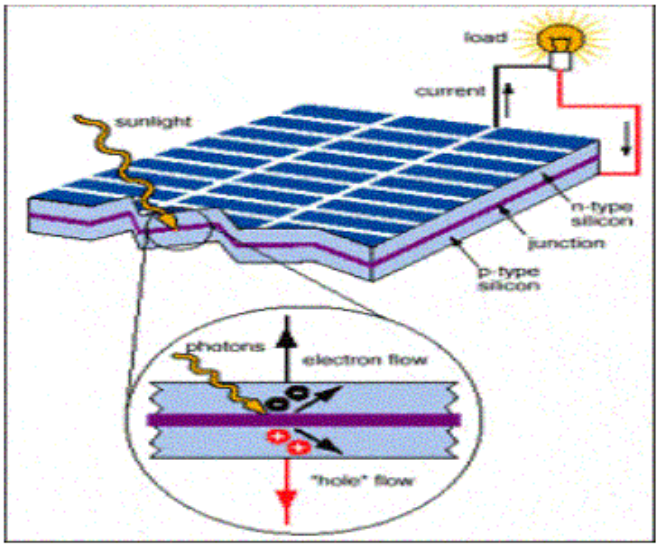
4- عالي القدرة .

كيفية صناعة الخلايا الشمسية:

تصنع الخلايا الشمسية بجمع أو ضم نوعين من أشباه المعادن أحدهما سلبي والآخر إيجابي ، حيث أن نصف المعدن الإيجابي يصنع لاحتواء آيونات سلبية ونصف المعدن السلبي يصنع لاحتواء آيونات إيجابية ، وهذه الآيونات الإيجابية والسلبية تهيء البيئة الضرورية لمرور تيار كهربائي يتحرك ضمن الخلية الشمسية ، والضوء الصادر من الشمس هو عبارة عن جدول من جزيئات الطاقة الصافية المسماة فوتونات . تتدفق هذه الطاقة الصافية من الشمس على الخلية الشمسية فتقوم هذه الفوتونات باختراق السيليكون وتضرب ذراته بشكل عشوائي مما يؤدي إلى تأيين ذرات السيليكون حيث يؤدي ذلك إلى إفلات إلكترون خارجي من مداره محولاً طاقته إلى طاقة حركة للالكترون ، وحركة هذه الالكترونات بطاقتها تسمى بالتيار الكهربائي . يبين الشكل التالي خلية شمسية حيث أن أي خلية شمسية مثالية تتألف من غطاء زجاجي لختم الخلية والإلكترودين أحدهما خلفي والآخر أمامي وطبقات من شبه المعدن ، حيث تكون أشعة الشمس مجمعة على الالكترود الأمامي فيمر التيار الكهربائي عائداً إلى الخلية الشمسية عبر الالكترود الخلفي .

من الجدير بالذكر أن الخلايا الشمسية لا تستطيع لوحدها إنتاج القوة الصالحة للاستعمال فمن الضروري ربطها بمكونات النظام الأخرى ، وتبين الصور في الأشكال التالية توضيح لعمل هذه الخلايا :





الدارة المكافئـة للخليـة الكهروضوئيـة :

تعتبر الخلية الكهروضوئية بنيوياً كوصلة p – n من السيليكون النصف ناقل . يتوضع سطح هذه الوصلة بشكل متعامد مع اتجاه الأشعة الشمسية . يؤدي امتصاص هذه الأشعة إلى ظهور أو توليد حوامل حرة داخل نصف الناقل (إلكترونات وثقوب) ، تنفصل هذه الحوامل فراغياً تحت تأثير الحقل الكهربائي لوصلة p – n . الإلكترونات تتجمع في منطقة n والثقوب في المنطقة p ، ونتيجة لذلك تظهر بين المنطقتين p و n قوة محركة كهروضوئية تستمر طالما تحدث عملية توليد الحوامل الحرة أي طالما تتلقى الخلية الكهروضوئية الضوء ، وهي تعمل كمولد للطاقة الكهربائية عند تعرضها للأشعة الشمسية.

تجميع الخلايا الكهروضوئية :

من أجل الحصول على أنظمة عملية للطاقة الكهروضوئية لا بد من تجميع عدد معين من الخلايا

بغية الحصول على توتر عالي وتيار كهربائي معين يمكن من خلالهما الحصول على استطاعة كهربائية لحمل معين .

المحطات الكهروضوئية :

تعتبر الخلايا الشمسية أحد أهم الأساليب المعروفة والأكثر تفضيلاً في المستقبل القريب ، ويتصف هذا الأسلوب بمزايا عديدة مقارنة مع الأسلوب الترموديناميكي ، أهمها :

1- عدم الحاجة إلى تنظيم المراحل والعمليات الحرارية اللازمة .

2- تعتبر بنية محطات القدرة العاملة بهذا الأسلوب أبسط بكثير حيث أنها تحتوي ألواحاً ثابتة مما يعطي إمكانية إنقاص وأحياناً الاستغناء كلياً عن صيانة مثل هذه المحطات ، وبالتالي

سيكون استثمارها سهلاً في المناطق البعيدة حيث لا يتوفر الكادر الفني المختص وبالتالي فإن مصاريف التشغيل والصيانة قليلة .

3- إمكانية تصميم خلايا كهروضوئية (خلايا شمسية) بحجوم مختلفة ومهام متنوعة والتي يمكن أن تتألف من أقسام (بلوكات) مستقلة وبمردود عمل يتطابق مع مردود الخلية بكاملها .

4- وجود إمكانية كبيرة لتطوير وتصنيع الخلايا الكهروضوئية العنصر الرئيسي في المحطات الكهروضوئية وذلك بهدف إنقاص حجمها وكلفتها وزيادة استطاعتها .

5- ذو وثوقية عمل عالية .

وبالإضافة لذلك فإن الخلايا الكهروضوئية قادرة على العمل بكفاءة وجودة عالية ولمدة طويلة غير محدودة .

إن السبب الرئيسي لعدم انتشار الخلايا الكهروضوئية المصنعة من أنصاف النواقل في الحياة العملية الأخرى هو ارتفاع أسعارها ، حيث أنه عام 1970 م كانت الكلفة النوعية لإنتاج واحد واط من الاستطاعة المركبة تساوي (50 $) أما في عام 1988 وبفضل تقدم تكنولوجيا إنتاج الخلايا الكهروضوئية وتحسين نوعية العمل فقد انخفضت هذه الكلفة حتى (5 $) ، وفي الوقت الحالي فإن ثمن الخلايا الكهروضوئية ينخفض باستمرار .

وتشير أحدث التوقعات إلى أن تكلفة الطاقة الكهربائية المولدة بواسطة الخلايا الكهروضوئية ستصل قريباً إلى أقل من (0.10 $ / Kwh) ، وبذلك ستصبح منافسة بشكل كبير للكهرباء المولدة بالطرق التقليدية . تعتبر عملية تحليل الخواص الاقتصادية للمحطات الكهروضوئية معقدة جداً نظراً لتعلقها المباشر بعوامل مختلفة أهمها استخدام أنصاف النواقل في تصنيع الخلايا الكهروضوئية وأيضاً تكنولوجيا إنتاج هذه الخلايا إن مادة السيليكون تعتبر أحد أهم أصناف النواقل المستخدمة في تصنيع الخلايا الكهروضوئية التي تعتبر بسيطة التركيب وأصبحت مدروسة بشكل جيد ، ففي عام 1954 تمت صناعة أول خلايا كهروضوئية سيليكونية في معهد بل لابس Bell labsفي الولايات المتحدة الأمريكية بمردود (6 %) . ومن الجدير بالذكر أن السيليكون كمادة نقية لا يوجد في الطبيعة على حالة منفردة ولكن

في صورة متحدة وهو من أكثر العناصر انتشاراً على سطح الأرض بل يلي الأوكسجين وهو يوجد في الطبقات الخارجية للأرض ويوجد في الطبيعة في صورة أكسيد سيليكا .

. تقسم الخلايا الكهروضوئية السيليكونية إلى ثلاث مجموعات أساسية :

- الخلايا السيليكونية الغير بلورية .

- الخلايا السيليكونية الوحيدة البلورة .

- الخلايا السيليكونية المتعددة البلورات .

يتم حالياً في الصناعة إنتاج خلايا كهروضوئية على مبدأ الخلايا السيليكونية الوحيدة البلورة وبمردود (14-15

. (%

الصناعية تشترك بالحاجة الى الكهرباء ولهذا السبب سوف يزداد استخدام الطاقة الشمسية للتزود بالكهرباء الرخيصة والنظيفة ففي عام 2004 زاد الانتاج العالمي للخلايا الشمسية بنسبة60% لكن نقص بعد ذلك بسبب نقص السيليكون

ونتيجة لازدياد صناعة الخلايا الشمسية زاد استخدامها في كافة دول العالم وبالتالي ازداد كمية الكهرباء المنتجة والشكل التالي يبين ازدياد كمية الكهرباء المنتجة بالخلايا الشمسية من عام 2002 ـ2004 بـ MW

احدى تطبيقات الخلايا الشمسية:

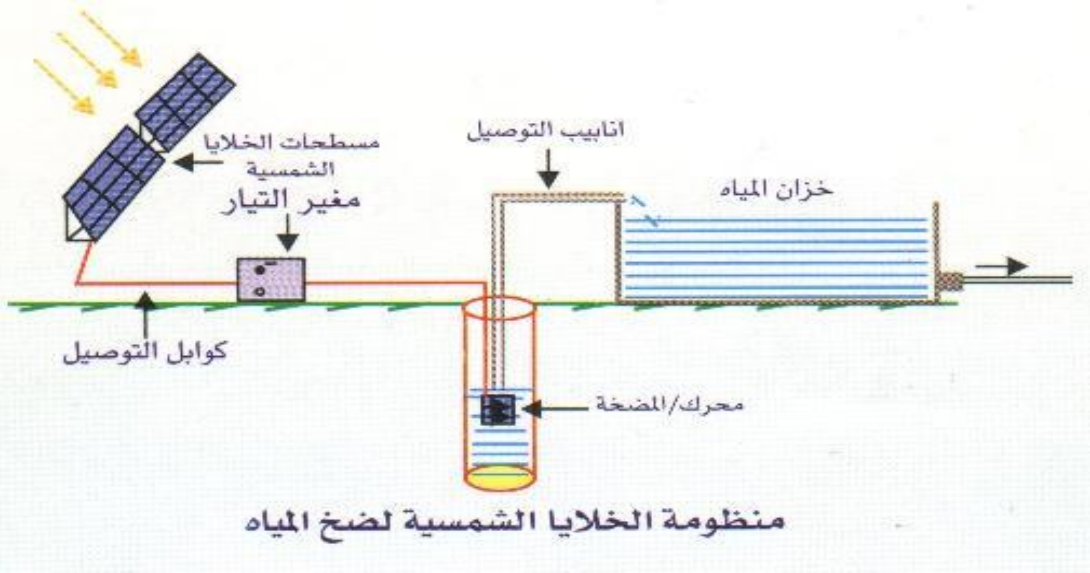
استعمال نظام الخلايا الشمسية في ضخ المياه من الابار:

حيث يتكون هذا النظام من

1- المولد الشمسي (الخلايا الشمسية):

مغير التيار من تيار مستمر (D.C.) إلى تيار متغير (A.C.) وبذلك يتم تشغيل مجموعة المحرك المضخة.

2- مجموعة المحرك والمضخة:



منظومة الخلايا الشمسية لضخ المياه

كيف يعمل هذا النظام:

يلتقط هذا المولد الطاقة الشمسية ويحولها إلى طاقة كهربائية. يتكون لوح الخلايا الشمسية من العديد من الخلاية .نجمع وحدات الخلايا الشمسية على التوالي ثم على التوازي. بعدد مفيد من الوحدات يوصل على التوالي ليكون مجموعة لزيادة الجهد بينما يوصل عدد من الوحدات على التوازي لزيادة التيار. شدة التيار الكهربائي تكون صفر قبل طلوع الشمس ثم تبدأ تدريجيا في الارتفاع حتى تبلغ قيمتها العظمى عند منتصف النهار ثم تنخفض تدريجيا حتى غروب الشمس لتصل مرة أخرى إلى الصفر.يتغير اندفاع الماء بتغير الطاقة الكهربائية الناتجة عن الطاقة الشمسية إذ يبلغ أقصاه عندما تكون الشمس في كبد السماء ثم يبدأ في الانخفاض تدريجيا حتى آخر النهار. نظام الطاقة الشمسية لاستخراج الماء لا يحتاج إلى بطاريات تخزين الطاقة

الكهربائية فهنا الطاقة ليست المخزونة بل الماء نفسه، على العكس من استخدام الطاقة الشمسية في إضاءة منزل مثلا.إن مضخة الطاقة الشمسية تعمل مع سطوع الشمس والماء الذي يتم ضخه يخزن داخل خزانات ذات سعة كبيرة تكفى لمدة يومين أو ثلاثة أيام. يقع اختيار المضخات حسب صبيبها وحسب مستويات دفعها.

متى نختار الطاقة الشمسية لهذه الغاية ؟

المواقع المناسبة لمثل هذا النوع من الطاقة هي الآتية:

مواقع نائية ومعزولة ولا يوجد بها موارد أخرى للطاقة.

لا يوجد محيط تقني على سبيل المثال ليوفر صيانة مولدات الديزل. الحاجة للطاقة متواضعة وكمية الماء ضعيفة