RCREEE
Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency
المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة

german cooperation
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implemented by:
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

الناشر

الوكالة الألمانية للتعاون الدولي
(التعاون التنموى الألمانى [GIZ])
Dag-Hammarskjöld-Weg ١-٥
٦٥٧٦٠ اشبورن ، ألمانيا

بريد الكترونى: info@giz.de

بدعم من

وزارة ألمانيا الفدرالية للتعاون الاقتصادى و التنمية (BMZ)

المشروع المسئول

مشروع اقليمى RE-ACTIVATE «تعزيز التوظيف من خلال الطاقات المتجددة و كفاءة الطاقة فى منطقة الشرق الأوسط و شمال أفريقيا»
د. ستيفان اردلى ، رئيس المشروع – بريد الكترونى: steffen.erdle@giz.de

العنوان

«أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية للري الزراعي»

المؤلف

المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاء الطاقة
مبنى هيئة المحطات المائية (الدور السابع)
مربع ١١-قطعة ١٥- تقسيم ميلسا.

تليفون: ٢٠٢٢٤١٥٤٧٥٥+
فاكس: ٢٠٢٢٤١٥٤٦٦١+
بريد الكترونى: info@rcreee.org

أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية للري الزراعي

د. ماجد كرم الدين محمود

المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة

تشهد العديد من الدول العربية على مدى العقود الأخيرة ارتفاع معدل النمو السكاني والتوسع العمراني والتنمية الإقتصادية مما أدى إلى زيادة الطلب على الغذاء والطاقة، وذلك بالترافق مع شح المياه. وهناك حاجة لأنظمة فعالة من حيث التكلفة، موثوق بها، ومستدامة على المدى الطويل لتأمين احتياجات الري الضرورية في القطاع الزراعي بالعديد من الدول ومن أكثرها جدارة حاليا أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية. لقد أصبحت أنظمة الضخ المعتمدة على المحركات الكهربية ومن قبلها محركات الديزل -الأكثر شيوعاً - غير مستدامة بشكل متزايد، نتيجة لارتفاع تكلفة الوقود وعدم استقرار إمداداته، فالمزارع تحتاج كميات كبيرة من الكهرباء ووقود الديزل لتشغيل مضخات الري. كما أن مصاريف النقل والتخزين بجانب أسعار الوقود المتزايدة تجعل من الصعب الحفاظ على ممارسات الري .. ومع تمتع الدول العربية بإمكانات متميزة من الطاقة الشمسية، يعد استخدام أنظمة الضخ الشمسية في الري الزراعي هو البديل السليم.

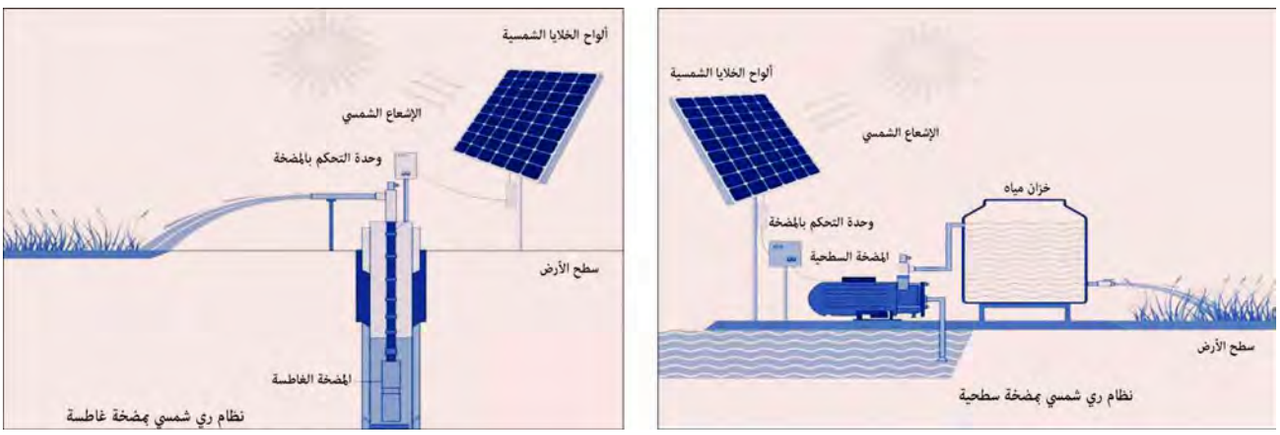
إن استخدام أنظمة الضخ الشمسية يعكس أهميتها الواضحة التي تفوق أهمية أنظمة الديزل من ناحيتي الحماية البيئية وممارسات الزراعة المستدامة. واليوم— ومنذ بداية الزارعة — تسير الطاقة من المصادر الطبيعية والزارعة المستدامة جنب إلى جنب. ويعد إنماء المحاصيل عملية هادئة مثلها مثل توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية. ويمثل الغذاء الصحي، بجانب المياه، أشياء عالية القيمة ولا تتماشى مع بيئة عالية التلوث. ما نتوقعه من الغذاء أن يكون طازجًا، نظيفًا، ومستدام، ونتوقع أيضًا أن ينتج ذلك من ممارسات الزراعة السليمة. وتمثل أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية جزأ لا يتجزأ من هذا التوقعات. ويعد هذا المقال تقديما مبسطاً حول الموضوع يستند بشكل كبير إلى تقرير متخصص صدر باللغة الإنجليزية من الوكالة الألمانية للتعاون الدولي تحت عنوان «أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية -دليل إرشادي للتقييم»، وجاري ترجمته للعربية من خلال المركز الإقليمي للطاقة المتجددة ليكون عوناً للمهتمين في هذا الشأن.

تشهد العديد من الدول العربية على مدى العقود الأخيرة ارتفاع معدل النمو السكاني والتوسع العمراني والتنمية الإقتصادية مما أدى إلى زيادة الطلب على الغذاء والطاقة، وذلك بالترافق مع شح المياه. وهناك حاجة لأنظمة فعالة من حيث التكلفة، موثوق بها، ومستدامة على المدى الطويل لتأمين احتياجات الري الضرورية في القطاع الزراعي بالعديد من الدول ومن أكثرها جدارة حاليا أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية. لقد أصبحت أنظمة الضخ المعتمدة على المحركات الكهربية ومن قبلها محركات الديزل -الأكثر شيوعاً - غير مستدامة بشكل متزايد، نتيجة لارتفاع تكلفة الوقود وعدم استقرار إمداداته، فالمزارع تحتاج كميات كبيرة من الكهرباء ووقود الديزل لتشغيل مضخات الري. كما أن مصاريف النقل والتخزين بجانب أسعار الوقود المتزايدة تجعل من الصعب الحفاظ على ممارسات الري .. ومع تمتع الدول العربية بإمكانات متميزة من الطاقة الشمسية، يعد استخدام أنظمة الضخ الشمسية في الري الزراعي هو البديل السليم.

إن استخدام أنظمة الضخ الشمسية يعكس أهميتها الواضحة التي تفوق أهمية أنظمة الديزل من ناحيتي الحماية البيئية وممارسات الزراعة المستدامة. واليوم— ومنذ بداية الزارعة — تسير الطاقة من المصادر الطبيعية والزارعة المستدامة جنب إلى جنب. ويعد إنماء المحاصيل عملية هادئة مثلها مثل توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية. ويمثل الغذاء الصحي، بجانب المياه، أشياء عالية القيمة ولا تتماشى مع بيئة عالية التلوث. ما نتوقعه من الغذاء أن يكون طازجًا، نظيفًا، ومستدام، ونتوقع أيضًا أن ينتج ذلك من ممارسات الزراعة السليمة. وتمثل أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية جزأ لا يتجزأ من هذا التوقعات. ويعد هذا المقال تقديما مبسطاً حول الموضوع يستند بشكل كبير إلى تقرير متخصص صدر باللغة الإنجليزية من الوكالة الألمانية للتعاون الدولي تحت عنوان «أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية -دليل إرشادي للتقييم»، وجاري ترجمته للعربية من خلال المركز الإقليمي للطاقة المتجددة ليكون عوناً للمهتمين في هذا الشأن.

الفكرة الأساسية

تقع الدول العربية جغرافيا في نطاق الحزام الشمسي العالمي. وتصل نسبة الإشعاع الشمسي سنويًا إلى ما يزيد عن ٢٨٠٠ كيلوواط ساعة/متر مربع في بعض الدول. يوفر هذا الكم من الإشعاع الشمسي بجانب المساحات الشاسعة من الصحاري في الدول ظروفًا مثالية لاستخدام الطاقة الشمسية. أنظمة الخلايا الشمسية، المعروفة أيضًا باسم الخلايا الكهروضوئية (الفوتوفلطية)، بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء ذات تيار مستمر أو متردد عبر ما يسمى بعاكس التيار inverter. إن نظام الري باستخدام الطاقة الشمسية هو نظام متكامل يوفر المياه العذبة من البئر أو الخزان لاستخدامها في المنازل، أو الصناعات، أو الزراعة وذلك عن طريق استخدام الطاقة الشمسية سواء بتغذية طلمبات طرد مركزى سطحية أو مضخات غاطسة كما في شكل ١. وعلى سبيل المثال في مصر في المتوسط تسطع الشمس من ٣٣٠ يومًا إلى ٣٤٠ يومًا سنويًا. وينتج عن ذلك معدل إشعاع سنوي للطاقة يصل إلى ١٩٩٠ كيلوواط ساعة/متر مربع في عاصمتها القاهرة، وهي الطاقة المعادلة لحوالي ٢٠٠ لتر من الديزل لكل متر مربع. وفي المانيا، ينخفض ذلك القدر بمقدار مرتين بسبب قلة الإشعاع خلال فترات الشتاء.



شكل ١: نموذج مبسط لنظام ري شمسي بمضخة سطحية أو بمضخة غاطسة

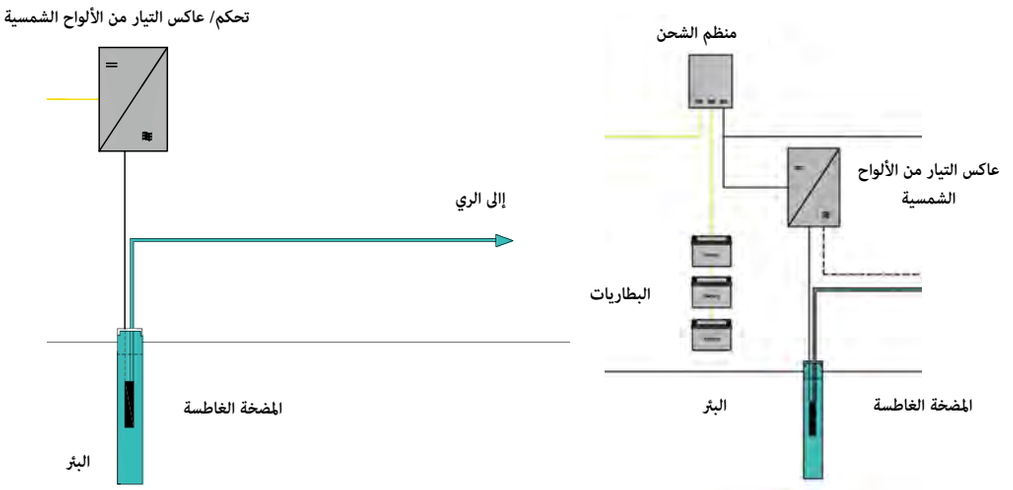
الطاقة الشمسية المتغيرة ومتطلبات الري المستقرة!

تتطلب نظم الري أوقات عمل يومية تصل إلى ١٦ ساعة، وقد تصل في بعض الحالات إلى ٢٤ ساعة، على الجانب الآخر فإن ساعات السطوع الشمسي تعتمد على خط العرض، والتاريخ، وأحوال الطقس، والعلاقة بين الخلايا الكهروضوئية المركبة والأحمال. ومن واقع التجارب العملية، يتراوح متوسط ساعات السطوع الشمسي اليومية الفعالة فيما بين ٦-٨ ساعات. ومن أجل تعويض ذلك الاختلاف، يتم إدراج المضخات الشمسية في نظام الري الشمسي المصمم ليواكب الاحتياجات المحددة. والتحدي الذي يواجه كل من مصممي ومشغلي أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية هو كيفية التنسيق بين الطاقة الشمسية غير الثابتة ومتطلبات الري المستمرة عن طريق وضع تصميم مبتكر، واستخدام تقنيات نظام الضخ الشمسي. وكلما تم التنسيق بشكل أفضل بين إمداد الطاقة ومتطلبات الري، زادت المياه وفعالية التكلفة لعملية الري. ومن الممكن استخدام النظام المستقل، أي، دون الحاجة إلى طاقة احتياطية، أو مياه، وتخزين للطاقة، وذلك حينما تتماشى أوقات الري المطلوبة مع معدل ساعات سطوع الشمس، وحينما يكون لجداول الري معدل تدفق مرن. وحينما يستلزم الأمر فترات ري أطول، فيمكن الأخذ في الاعتبار حلول النظم الهجينة (المزدوجة) المختلفة.

تصنيفات الأنظمة

الأنظمة ذات بطاريات التخزين والأنظمة بدون بطاريات التخزين: يمكن تزويد أنظمة الضخ الشمسية ببطاريات لزيادة أوقات عمل المضخة حتى تصل إلى ٢٤ ساعة كأحد الحلول المستقلة، يمكن شحن البطاريات لتخزين الكهرباء المنتجة خلال ساعات السطوع الشمسي وذلك لاستخدام الطاقة خلال الساعات التي لا تسطع فيها الشمس (شكل ٢). وتتطلب الأنظمة المستخدمة دون بطاريات أو أنظمة التخزين الأخرى عملية هجينة وذلك إذا ما احتاج قطاع الري مياه تفوق تلك التي يتم توفيرها خلال ساعات سطوع الشمس، أو إذا كان الري مطلوب خلال فترة غياب الإشعاع الشمسي. وبالنسبة للأنظمة المتساوية من حيث القدرة الشمسية المركبة واحتياجات المضخة من الطاقة، فيمكن استخدام بطارية صغيرة نسبيًا لتخزين الطاقة التي لا تكفي لتشغيل المضخة في الصباح والمساء. ويمكن استخدام تلك الطاقة فيما بعد لإطالة فترة تشغيل المضخة. ولا تزداد فترة التشغيل من خلال هذا النظام بدرجة كبيرة، ولكن تتحسن كفاءة النظام ككل. وفي الأنظمة المستقلة ذات بطاريات التخزين كبيرة السعة، ومع وجود كميات هائلة من الطاقة الشمسية

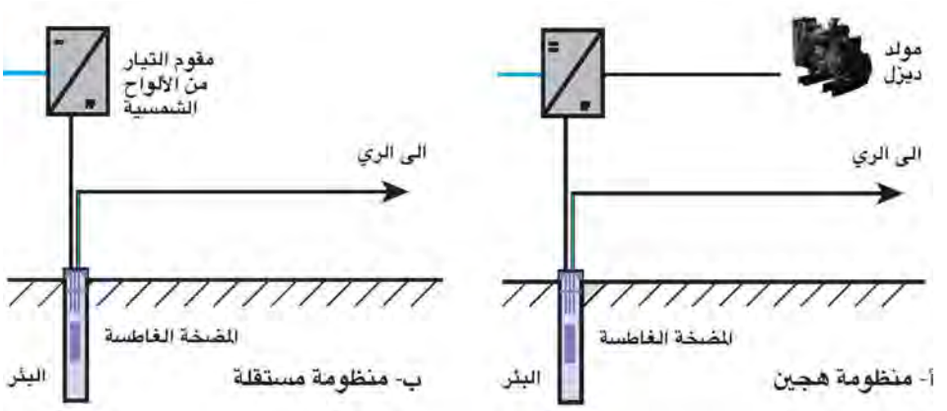
، يمكـن أن يصـل تشـغيل المضخـة إلى أربـع وعـشرون سـاعة. ويتـم تخزيـن الطاقـة الشمسـية إمـا في بطاريـات تخزيـن أو تسـتخدم في تشـغيل المضخـة مبـاشرة حينـما تكـون الطاقـة الشمسـية كافيـة لتشـغيل المضخـة. أمـا أثنـاء الليـل، او في حالـة عـدم وجـود طاقـة شمسـية كافيـة، يتـم تشـغيل المضخـة مـن خـلال طاقـة البطاريـة. تسـتمر فـترة تشـغيل المضخـة طالمـا كان الإشـعاع الشـمسي كافيًـا أو طاقـة البطاريـة متوفـرة. ويتحـدد الـري وفقًـا لتصميـم النظـام الشـمسي وسـعة البطاريـة ولكـن يعيـب تلـك الأنظمـة التكاليـف الباهظـة للبطاريـة ومنظـم الشـحن وكذلـك فـترة الحيـاة المحـدودة لتقنيـات البطاريـة القياسـية (قـصر عمـر البطاريـات). وتحتـاج الأنظمـة إلى منظم الشـحن وحسـاب حجـم البطاريـة لتجنـب عمـق تفريـغ البطاريـة خـلال دورة الحيـاة اليوميـة، حيـث أن مسـتوى التفريـغ لـه تأثـير قـوي عـلى عمـر البطاريـات وضـمان الحمايـة ضـد تفريـغ البطاريـة الـكلي، مـع اسـتخدام بطاريـات مناسـبة تلائـم الظـروف البيئيـة.



شكل ٢: أنظمة بدون بطاريات تخزين، أو ب-أنظمة ببطاريات تخزين

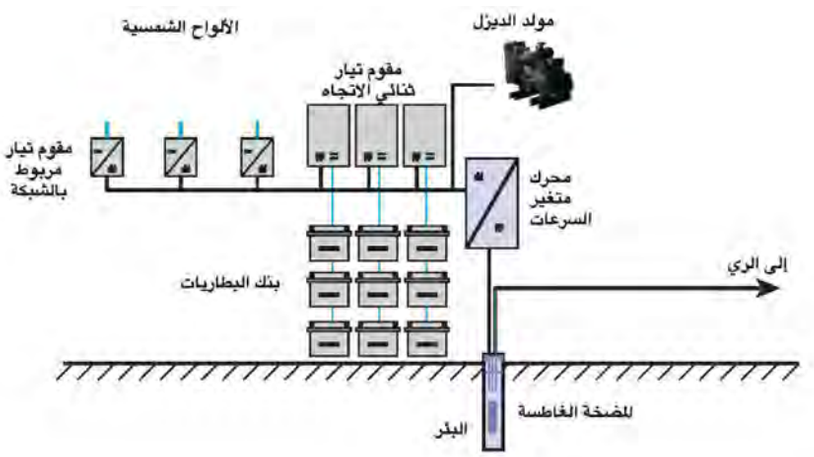
الأنظمـة المسـتقلة أو الأنظمـة الهجـين: بالنسـبة للأنظمـة المسـتقلة، فـإن الطاقـة الشمسـية هـي المصـدر الوحيـد للطاقـة وتعـد الأنظمة المسـتقلة للـري المبـاشر مـن أبسـط الطـرق لتركيـب نظـام ضـخ شـمسي حيـث يتـم توصيـل المضخـة مبـاشرة بعاكـس تيـار الطاقـة الشمسـية وهكـذا يبـدأ في العمـل صبـاح كل يـوم حينـما يكـون إنتـاج الطاقـة الشمسـية أعـلى مـن الحـد الأدنى المطلـوب مـن الطاقـة لتشـغيل المضخـة. ويعمـل النظـام الشـمسي عـلى تشـغيل المضخـة طالمـا كان هنـاك معـدل إشـعاع كاف. ويتوقـف عمـل المضخـة قبـل الغـروب حينـما يكـون إنتـاج الطاقـة الشمسـية أقـل مـن الحـد الأدنى المطلـوب لتشـغيل المضخـة. ويختلـف معـدل تدفـق الميـاه خـلال اليـوم وفقًـا للإشـعاع الشـمسي. وخـلال العام، تتغـير كميـة الميـاه تبعًـا لنمـط الإشـعاع الشـمسي اليومـي والموسـمي.

أمـا الحلـول الهجينـة فتصـف الأنظمـة التـي تجمـع بـين الطاقـة الشمسـية، ومصـادر الطاقـة الأخـرى مثـل مولـدات الديـزل، أو طاقـة الريـاح، أو الشـبكة العامـة. وبالرغـم مـن أنـه يتـم توفـير نسـبة محـدودة مـن متطلبـات الطاقـة الكليـة مـن خـلال الألـواح الشمسـية، إلا أنـه يكـون هنـاك وفـورات كبـيرة في الوقـود وفي التكلفـة، إضافـة إلى خفـض تكلفـة الصيانـة والإحـلال لمولـدات الديـزل حيـث تقـل أوقـات التشـغيل اليوميـة. ومـن اليسـير وضـع الأنظمـة الهجـين التـي تسـمح بعمليـة التحويـل داخـل المـزارع القائمـة، حيـث يتـم فقـط إضافـة النظـام الشـمسي إلى البـئر. ويقـوم نظـام الطاقـة الشمسـية خـلال سـاعات سـطوع الشـمس بتشـغيل المضخـة بنفـس فكـرة النظـام المسـتقل. فخـلال الـري، يقـوم النظـام الشـمسي بتشـغيل المضخـة مباشرة عنـد معـدلات التدفـق المتغـيرة وفقًـا للإشـعاع الشـمسي المتوفـر. وإذا لم تكـن الطاقـة الشمسـية متوفـرة يتحـول النظـام إلى تشـغيل مولـد الديـزل. ويمكـن للتحويـل أن يتـم يدويًـا أو بشـكل أتوماتيـكي حيـث يعتمـد ذلـك عـلى خيـارات التحكـم في مولـد الديـزل. ويكـون زمـن تشـغيل نظـام الـري مسـتقل عـن عمليـة الضـخ بالطاقـة الشمسـية. وتتحقـق الوفـرة في الوقـود ومـن ثـم في التكلفـة بنـاء عـلى أوقـات الـري اللازمـة وزمـن تشـغيل النظـام الشـمسي الـذي تـم تصميمـه.



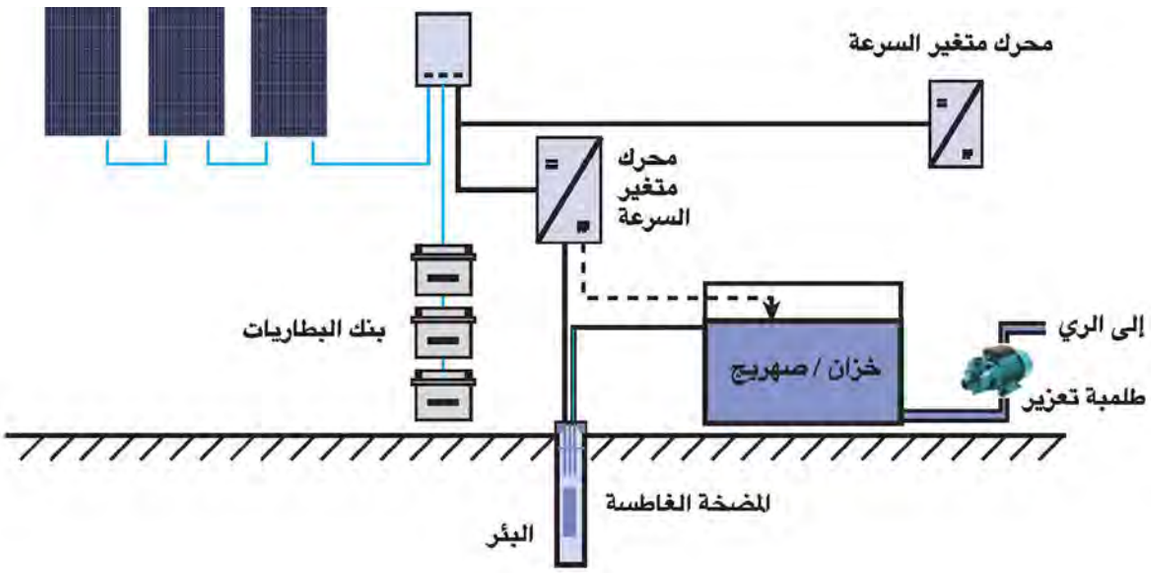
شكل٣: النظام المستقل، والنظام الهجين

يمكن تصميم النظام الهجين مع البطاريات لتوفير ١٠٠٪ من الطاقة الشمسية، مع تواجد مولد الديزل كمساعد احتياطي من أجل المحاصيل الهامة. وهذا النظام مصمم بشكل طبيعي لتوفير نسبة مقبولة من المشاركة الشمسية. ويتم توفير نسبة كبيرة من المشاركة الشمسية من خلال النظام الشمسي مع وجود مولد الديزل الذي يعمل في الفترات التي لا يوجد فيها إشعاع شمسي لفترات طويلة أو الفترات التي يقل فيها الإشعاع الشمسي. ويعمل النظام الشمسي خلال أوقات الري على تشغيل المضخة مباشرة عن طريق العاكس الشمسي، وإذا لم تتوفر الطاقة الشمسية أو كانت هناك نسبة قليلة لا تكفي لتشغيل المضخة، فتعمل الطاقة المختزنة في البطاريات على تشغيل نظام الري. ويجب أن تكون البطاريات عند أقصى مستوى للشحن من خلال النظام الشمسي أو مولد الديزل أو كلاهما. ويكون وقت تشغيل نظام الري مستقل عن تشغيل النظام الشمسي. وتعتمد الوفرة المحققة في الوقود و التكاليف على أوقات الري اللازمة وأوقات عمل كل من النظام الشمسي والبطاريات.



شكل٤: نظام هجين شمسي - ديزل -بطاريات

أنظمة ضخ لبئر واحدة أو آبار متعددة: وفيها تستخدم مضخة غاطسة واحدة مع نظام شمسي واحد مغمورة في البئر، وبالنسبة للآبار المتعددة يتم ربط المضخات والآبار معًا بشبكة صغيرة بوحدة إمداد طاقة مركزية أو غير مركزية . ويلاحظ أن في الأنظمة الصغيرة (حتى ٥ كيلو وات)، ذات مناسيب الضغط العالية (التي تتراوح من ٨٠- ٣٠٠ متر) ومعدلات التدفق المنخفضة (حتى ١٠ متر مكعب لكل ساعة)، تكون المضخات الحلزونية ذات فائدة كبيرة بالنسبة لتطبيقات المضخات الشمسية. ويمكن أن يعمل هذا النوع من مضخات الإزاحة الموجبة مع السرعات المنخفضة. ويمكن استخدام نطاق القدرة الذي توفره الخلايا الكهروضوئية في الضخ بكفاءة عالية. ومع ذلك، يجب إحلال الجزء الثابت بالمضخة الحلزونية بصورة دورية. وبالنسبة لمعدلات التدفق الأعلى، فإن مضخات الطرد المركزي هي الحل الأقل كلفة. وتتضمن المكونات أيضا العاكس الشمسي للمضخة أو محرك السرعة المتغيرة الذي يتيح تشغيل المضخة من خلال ناقل الحركة متغير السرعة لتغطية معدل التدفق في نطاق واسع وذلك بتشغيل المضخة عند معدل تردد منخفض، ثم القدرة على الوصول إلى تردد عال لتوليد الحد الأقصى من الطاقة، مع إمكانية تحقيق تتبع نقطة القدرة القصوى (Max Power Point Tracking (MPPT> داخليًا وخارجيًا ومجمع سلاسل الالواح إذا ما احتاجه العاكس الشمسي. أنظمة مع أو بدون تخزين المياه: تقوم الأنظمة، التي تتضمن خزانات مياه، بتخزين فائض المياه الذي يتم ضخه خلال الساعات التي تسطع خلالها الشمس في صهاريج. وعند الاحتياج إليها خلال الساعات التي لا تسطع بها الشمس، يتم إمداد المياه من خلال هذه الخزانات إما بواسطة مضخات التعزيز الصغيرة (خزان على المستوى الأرضي)، أو من خلال القوة الجاذبة (خزانات على مستوى عال) حيث تعد الأنظمة المستقلة ذات التخزين على منسوب مرتفع من أكثر الأنظمة الشائعة في آسيا. وتكون فترة تشغيل نظام الري مستقلة عن عمليات الضخ. ويتم ضخ الاحتياجات اليومية من الري إلى صهريج على منسوب مرتفع ثم يتم تحرير المياه تحت ضغط مستمر بناء على الجاذبية (ولا توجد مضخة تعزيز). وتتشابه عملية الضخ والنمط اليومي من معدل تدفق المياه إلى الخزان مع الأنظمة المستقلة للري المباشر ويتطلب هذا النظام أداء عاليًا، حيث تعمل المضخة بقدرة عالية خلال ذروة الإشعاع الشمسي. وإذا ما كان حجم البئر محدودًا، فلا يمكن مد كمية المياه خلال ساعات سطوع الشمس، وبالتالي يكون مقدارها غير كاف للتخزين. ولذا عند تصميم مزارع جديدة، يتعين قياس معدل تدفق سحب المياه من كل بئر بدقة. وكقاعدة عامة تقريبية، فإن نسبة الفدان إلى البئر الجوفي في حالة الأراضي الصحراوية المستصلحة، هي ١٠٠ فدان لكل بئر (الفدان هو وحدة مساحة في مصر =٢٤ قيراط= ٤٢٠٠ متر مربع= ٠,٤٢ هكتار). ولا يمكن زيادة معدل تدفق هذه الآبار بسبب بعض الأحوال المحيطة مثل ملوحة المياه الجوفية. ومن العوامل الأخرى التي تحد من ذلك أيضًا هي عدم وجود مساحة خالية لتركيب الألواح الشمسية. وتعتمد المساحة المروية لكل بئر على أداء الآبار، والمحاصيل واحتياجاتها من المياه، وتقنية الري وعلى العديد من المؤشرات الأخرى. وعادة ما يختلف أداء البئر واحتياجات المزروعات من المياه خلال العام.



الضخ أثناء النهار من خلال الألواح الشمسية وبطاريات الشحن
ملئ الخزان من خلال ضخ المياه بطاقة الألواح الشمسية
ضخ المياه خلال الليل من الخزان بواسطة مضخة صغيرة.

ومن محددات الأنظمة المعتمدة على تخزين المياه أهمية تكون تضاريس الأرض ملائمة لكي تتماشى مع فكرة النظام المستقل ذو الخزانات والصهاريج ذات المستوى المرتفع أو الأرضية، وأن يسمح أداء البئر لضخ ما يكفي من الاحتياجات اليومية الكلية خلال ساعات سطوع الشمس، ويجب أن يفي ارتفاع الخزان بمتطلبات ضغط نظام الري. وعلى الجانب الآخر فمن أهم مزاياه أن تكلفة تخزين المياه أقل من تكلفة تخزين البطاريات، وأنه ليس هناك حاجة لنظام تحكم بعينه، فضلا عن ثبات الضغط لشبكة نظام الري وعدم الحاجة لمضخة تعزيز في حالة الخزانات المرتفعة، وتعد أهم ميزة هي أن جدول الري مستقل عن نمط الضخ الشمسي

تصميم المزارع والآبار القائمة

عندما يتم تطبيق أنظمة الطاقة الشمسية على المزارع المتواجدة بالفعل، فإن تصميم النظام المنفذ قد لا يكفل استعادة التكلفة إلى أقصى حد نتيجة للرغبة في استغلال المكونات المملوكة في الوقت الحالي مثل المولدات، والمضخات، لذا فالحلول الوسط تكون مطلوبة، وهكذا يتم تصميم النظام الشمسي في كثير من الأحيان كمكون إضافي للوفر في الوقود وذلك من خلال تركيب نظام هجين، أو نظام مستقل ذو بطاريات تخزين.

تصميم المزارع والآبار الجديدة

إن تصميم مزارع وأنظمة ري جديدة تتيح الفرصة لوضع تصميمات ذات كفاءة وفعالة من حيث التكلفة. وتتسم نسبة الفدان المروي لكل بئر بالمرونة وبإمكانية التكيف مع جداول الري المطلوبة ومع أداء البئر. ويمكن من خلال المزارع الجديدة تحقيق فكرة البئر الواحد، وبخاصة إذا كانت الأحوال في الموقع (مثل المسافات، وإمكانية الوصول إلى البئر) لا تسمح بمجموعة من الآبار. لكن يمكن الاستفادة من إمكانيات الطاقة الشمسية على أكمل وجه من خلال فكرة الآبار المتعددة بجانب إدراج أفكار التخزين الخاصة بالتخزين تحت الأرض، والتخزين فوق مستوى سطح الأرض، أو التخزين على مستوى عالي.

هيكل التكلفة

بالنسبة لأنظمة الري المباشر المستقلة تمثل تكلفة الخلايا الكهروضوئية وهيكل النظام حوالي ٥٧٪ من التكلفة والعواكس والقطع الإضافية ٢١٪، و التحكم والأسلاك والحمايات وغيرها حوالي ١١٪ بينما التركيب يستحوذ على ١١٪ من إجمالي التكلفة في المتوسط. أما في النظام المستقل للري المباشر مع بطاريات التخزين فتنخفض نسبة تكلفة مصفوفة الخلايا الشمسية والهيكل إلي ٣٨٪ والعواكس والقطع الإضافية ١٤٪ بينما تمثل تكلفة البطاريات ٣٥٪ و التحكم والأسلاك والحمايات وغيرها حوالي ٧٪، وتكون تكلفة التركيبات في حدود ٦٪. وفي حالة الأنظمة ذات خزانات المياه المرتفعة فإن نسبة تكلفة مصفوفة الألواح وهيكل الدعم حوالي ٤٥٪و العواكس والقطع الإضافية ١٧٪ بينما تمثل تكلفة تخزين المياه حوالي ٢١٪ و التحكم والأسلاك والحمايات وغيرها حوالي ٧٪، وتكون تكلفة التركيبات في حدود ١٠٪. أما النظام المستقل مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز فإن المصفوفة الشمسية وهيكل النظام تمثل ٤٦٪ من التكلفة والعواكس والقطع الإضافية ١٧٪ والبطاريات ١٤٪ و التحكم والأسلاك والحمايات وغيرها حوالي ٧٪، بينما تخزين المياه ٧٪ والتركيب ٩٪.

اعتبارات واجبة

تتوفر مجموعة مختلفة من التصميمات الخاصة بتنفيذ أنظمة الضخ الشمسية. وتساعد المعلومات الدقيقة التي تمنح لموفر النظام على تقييم الأنظمة الأكثر ملائمة في المرحلة المبكرة لتنفيذ المشروع، وهناك عدد من الأساليب منها استثمار أقصى حد للميزانية المتوفرة لتحقيق الاستخدام الأمثل للنظام، أو تركيب نظام مستقل تمامًا، يحل محل مولدات الديزل القائمة، أو البدء بنظام صغير، مع إمكانية تحديثه فيما بعد، أو استخدام أقصى مساحة متوفرة لمصفوفة الخلايا الشمسية. وفي كل الأحوال من الضروري تحديد أحوال البئر/أو المزرعة القائمة أو تصور عن المزرعة الجديدة وبيانات المشروع الأساسية كالموقع والاتجاه الجغرافي. والمساحة الخالية للتركيبات الشمسية، والآبار ومولدات الديزل،

وكذلك خصائص البئر ومعلومات عن جودة المياه، وخصائص المضخة للمضخات المتواجدة أو التي سيتم شراؤها وجدول الري المطلوب وهل النمط يومي أو موسمي، والضغط المطلوب لنظام الري أو ارتفاع خزان المياه لأنظمة التخزين. وفي حالة توافر مولدات ديزل فمن المطلوب معرفة النوع والحجم واستهلاك الوقود. وكل ذلك يمكن من التصميم الأمثل للمشروع وفحص الأساليب التي يمكن من خلالها خفض معدل تدفق المياه في إطار النظام الحالي وفحص الأرض والتربة فيما يتعلق بملائمة الأساسات، وتحديد متطلبات تركيب مصفوفة الخلايا الكهروضوئية، وترتيبات مصفوفة الخلايا واختيار عاكس مناسب كي يتوافق مع الشبكة وفكرة النظام مع اختيار مصفوفة الخلايا الكهروضوئية وتحديد أبعاد السلسلة حتى تتوافق مع متطلبات العاكس، ووضع مواصفات واختيار مضخة ملائمة تناسب حجم المياه وتصميم خطوط المياه و تصميم بنك البطارية إذا ما كانت حلول البطارية مطلوبة، وتحديد أدوات السلامة اللازمة (ضد الصعق، والجهد الزائد) و تحديد المكونات المكملة اللازمة (أنابيب مرور الأسلاك، الأسلاك، أنابيب الحماية) وأيضاً تحديد نظام التحكم للأنظمة الهجين الديزل ، وتقدير اقتصاديات المشروع ورأس المال والتكاليف، ويمكن كل ذلك من خلال المناقشات والزيارات الفنية مع مجموعة محدودة من الموردين المحتملين لمناقشة المفاهيم والتقديرات المختلفة. إن أول متطلبات تركيب النظام الشمسي تتمثل في توفر المساحة. كما تظهر الحاجة لفحص مولدات الديزل الحالية للتأكد من أنها تسمح بالتحكم التلقائي، ومن ثم دمجها في نظام التحكم ككل. من الممكن تحقيق استخدام ١٠٠٪ من الطاقة الشمسية لبعض المزروعات إذا ما كان الري مطلوب فقط خلال ساعات النهار. وإذا دعت الحاجة لإحلال المضخات في الآبار القائمة، فيجب انتقاء المضخات عالية الكفاءة ذات نطاق واسع من إمكانية ضبط التردد. وتتيح تلك المضخات استخدام محركات السرعة المتغيرة، والتي تسمح ببداية سلسة، و لا يكون على مولدات الديزل توليد طاقة كبيرة للتغلب على العزم عند بدء تشغيل المضخة. وفي المزارع القائمة ذات الآبار المتعددة المرتبطة بالفعل بشبكة يحركها مولد ديزل صغير، تتوفر العديد من حلول كفاءة التكلفة والوقود بإضافة نظام الخلايا الكهروضوئية المرتبط بالشبكة (حتى ٣٠٪ من الطلب الكلي). واعتماداً على نمط الطلب، فيمكن تحقيق وفر في الوقود بنسبة من٥ -١٥٪. وإذا ما كان العاكس المرتبط بالشبكة يسمح بإدارة فعالة من خلال موفر الوقود، فيمكن تحقيق مشاركة شمسية أعلى، ووفر أكبر في الوقود، فعواكس الشبكة القياسية مصممة من أجل ربط مستقر بالشبكة. وبدلًا من الطاقة المباشرة إلى المضخة أو إلى أيّ آلة أخرى، يتم تصميم العواكس لتغذية شبكة الكهرباء. وهكذا فإن محولات الشبكة هي الأكثر ملائمة للأنظمة الهجينة حيث أنها تغذي طاقة الخلايا الشمسية إلى شبكة مولد الديزل بتردد وجهد ثابت. ولتفعيل حلول استخدام أنظمة الري الشمسية ذات الأداء الأمثل وكفاءة التكلفة وتركيبها في المزارع المصممة حديثًا، مع الأخذ في الاعتبار التوسع في المستقبل، فيتعين أخذ عدد من المعايير التالية في الاعتبار منها استخدام تقنيات الري المتاحة الأكثر كفاءة مع وضع هدف لتقليل استهلاك المياه، وكذلك اختيار المضخات ذات الكفاءة مع محرك السرعة المتغيرة والتي تسمح بالتشغيل خلال نطاق واسع من معدل التدفق، مع الاحتفاظ بمساحة خالية بجوار الآبار و/أو مولدات الديزل لإتاحة التركيبات الشمسية (تقدر المساحة المطلوبة بحوالي من ٨-١٠ متر مربع لكل كيلوواط أقصى من الطاقة الشمسية) مع تجنب زيادة حجم مولدات الديزل واستخدام مجموعة من مولدات الديزل (الحمل الأساسي، الحمل الأعلى) مع خيار التحكم الخارجي بدلًا من وحدات مولد ديزل كبيرة الحجم. وفي كل الأحوال من الضروري استخدام برامج متخصصة من أجل تمثيل دقيق لأنظمة الطاقة الشمسية القياسية، ومن أجل كذلك المدخلات الخاصة بحساب البئر الواحدة. ويجب الأخذ في الاعتبار خصائص المضخة وجدول الري اللازم. ومن الضروري الانتباه إلى تصميم وسلامة الهيكل المعدني للنظام والذي يلعب دورًا هاماً، بل حاسم في فترة عمر النظام وسلامة التشغيل ويجب أن هيكل آمن ومستقر، وأن يتم التصميم بناء على وزن الألواح وأحوال الرياح بالمشروع وباستخدام مواد تقاوم الأحوال البيئية المحلية وأن تكون مضادة للتآكل لكي يصمد لفترة حياة تفوق عشرين عامًا وبناء على الخبرات طويلة الأمد في أوروبا، فإن أفضل خيار هو الحديد المجلفن، والفولاذ الذي لا يصدأ والألومنيوم القائم على استخدام الوصلات الملولبة مع مسامير الفولاذ. ويجب ضمان أن خليط المواد آمن حتى نتجنب التآكل الكيميائي نتيجة التلامس (مثل مسامير الفولاذ مع حلقات الفولاذ). هناك خيار آخر مثير للاهتمام، وبخاصة فيما يتعلق بالمزارع الجديدة، أو المزارع التي تحتوي على مشروعات أخرى بجانب الزراعة وهو استخدام هيكل النظام الشمسي كمظلة على سبيل المثال للمركبات أو مواد الزراعة. على سبيل المثال في ألمانيا تحتوي المزارع بالفعل على أنظمة شمسية مركبة على المساحات الخالية للأسقف والعديد منها متاح الآن كتصميمات قياسية وجاهزة في الأسواق. من المهم بالنسبة للمظلات أن تخلق فائدة اقتصادية عن طريق الاستخدام وفائدة مزدوجة، مثل استخدام الألواح الشمسية المولدة للكهرباء كأسطح وغطاء للسقف أو تظليل خزان المياه لتقليل التبخر. وهناك خيار آخر جاذب للغاية، بالنسبة لاستخدام الخلايا الكهروضوئية في الري وهو دمج الخلايا الكهروضوئية والزراعة في نفس قطعة الأرض ويطلق على هذه الفكرة "الخلايا الكهروضوئية الزراعية» APV. ومن خلال تلك الفكرة، يستطيع المرء إيجاد المفهوم التكنولوجي للحصاد المزدوج وذلك من خلال تركيبات الألواح الكهروضوئية على ارتفاع ٣-٦ متر. ومن خلال هذا النهج التكنولوجي يتم استخدام ودمج تقنيات جديدة، بجانب تمكين المزارعين من زارعة أراضيهم بجانب إنتاج الطاقة المتجددة. وهكذا تتيح تلك الفكرة إزالة الصراع على استخدام الأراضي بين صناعة الطاقة والإنتاج الزراعي باستخدام المساحة المتاحة أسفل التركيبات الشمسية. هناك ميزة أخرى وهي خفض الإشعاع الشمسي والتبخر في الخلايا الكهروضوئية وهو شيء إيجابي بالنسبة لنمو العديد من الفواكه والمحاصيل.

ومن النقاط الهامة تسبب العواصف الرملية والغبار في ترسب الأتربة على سطح الخلايا الشمسية، وعلى سبيل المثال في مصر ترسب الغبار على أسطح الألواح الموجهة نحو الجنوب بزاوية ميل ٣٠° يؤدي إلى فقد في الطاقة بنحو ٢٠٪، وبوجه عام يوصى بتنظيف الألواح شهرياً، وفقًا للأحوال البيئية، وفحص النظام كل ستة أشهر. وأخيرا لضمان أداء أعلى للنظام بعد انقضاء فترة من الوقت، يجب أن يتفق كل من المستهلك والمورد مسبقًا على العمر الافتراضي المتوقع لمكونات الجهاز المختلفة حيث إن عدم التوافق بين التصميم والمكونات يمكن أن يؤدي إلى تكاليف لا حاجة لها فكل متر مكعب من المياه لا يتم ضخه يوفر طاقة وبالنسبة لأنظمة الضخ الشمسية، فإن كفاءة الري، والمضخات، والموتورات تمثل جميعها أهمية في تحديد الحجم الأمثل للنظام الشمسي. وكلما انخفضت الطاقة الكهربية اللازمة للمضخة، انخفض حجم النظام الشمسي المطلوب وبالتالي انخفضت الاستثمارات.

جدول المحتويات

١- مقدمة ٩
٢- حلول الري باستخدام الطاقة الشمسية ١٠
٢-١ مفاهيم ضخ المياه باستخدام الطاقة الشمسية ١٤
٢-٢ لمحة عامة عن مفاهيم أنظمة ضخ المياه باستخدام الطاقة الشمسية ١٨
أ- النظام المستقل للري المباشر ١٩
ب- النظام المستقل للري المباشر مع البطاريات ٢١
ج- النظام المستقل مع تخزين المياه على مستوى عالي ٢٣
د- النظام المستقل مع بيارات تخزين البطاريات ومضخة التعزيز ٢٥
هـ- النظام الهجين من الطاقة الشمسية و الديزل مع عملية التحويل بينهما (و التخزين في خزانات مرتفعة) ٢٧
و- النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل مع البطاريات ٣٠
ز- النظام الهجين من الطاقة الشمسية و الديزل مع بيارات تخزين ومضخة التعزيز ٣٢
ح- النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل ٣٤
ط- حلول الشبكات الذكية الصغيرة ٣٦
٢-٣ جداول مقارنة للتصورات المختلفة ٣٩
٢-٣-١ المزرعة الجديدة ٤٠
٢-٣-٢ المزرعة القائمة ٤١
٣ خطوات تصميم أنظمة الضخ الشمسية ٤٢
٣-١ مفاهيم البئر الواحدة ٤٤
٣-٢ مفاهيم الآبار المتعددة ٤٤
٣-٣ توصيات لتصميم النظم الشمسية في المزارع القائمة ٤٤
٣-٤ توصيات لتصميم النظم الشمسية في المزارع الجديدة ٤٥
٤ المواصفات الفنية ٤٦
٤-١: تأثيرات خفض القدرة الفعلية من الخلايا الشمسية ٤٧
٤-٢ تكنولوجيا النظام ٤٨
٤-٢-١: الربط المباشر عن طريق جهاز تحكم متغير السرعة المتغيرة وربط التيار المتناوب (المتردد) ٤٩
٤-٢-٢: استعراض لتقنية الضخ ٤٩
٤-٢-٣: المكونات الأساسية لنظام الضخ الشمسي ٥٣
٥ الديزل مقابل الطاقة الشمسية: تقييم كمي ٦٩
٥-١ مثال لتحليل التكلفة ٧٠
٥-٢ نمط لإمداد المياه بالطاقة الشمسية ٧١
٦ التطبيقات العملية ٧٢

بيان المصطلحات الفنية ٧٣

ملحق I: مثال نظام الضخ الشمسي لشركة جيوي ٧٥

ملحق II: طلب عروض لنظام الضخ الشمسي ٧٦

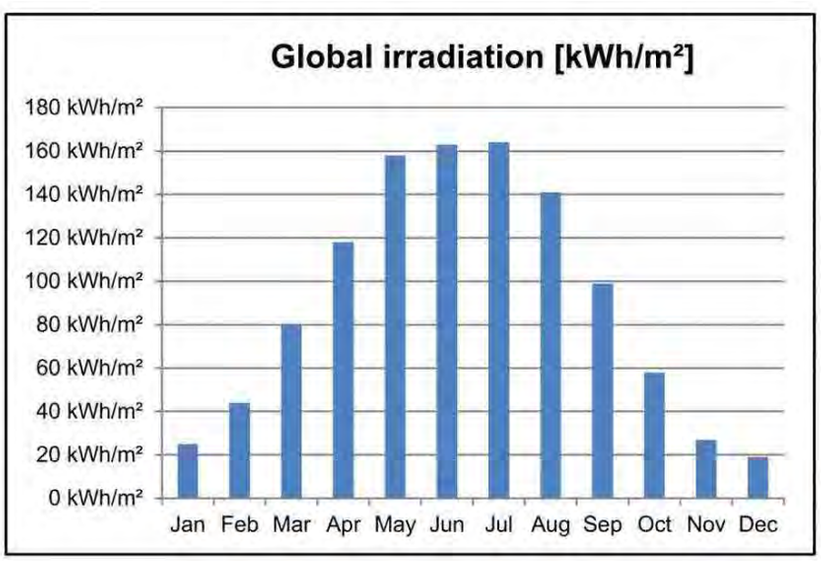
1. مقدمة

يعد إنتاج الطاقة بمصر موضوعًا بالغ الأهمية. لقد كانت أسعار الوقود مدعومة بدرجة كبيرة في الماضي، مما أدى إلى الإفراط الشديد في استخدامات الوقود وإلى الممارسات غير المستدامة لتوليد الكهرباء . استمر الخفض في مستويات الدعم مما نتج عنه زيادة أسعار الوقود، وأصبحت الممارسات ذات الجدوى الاقتصادية فيما سبق غير مستدامة. وتمر مصر بفترة ارتفع فيها معدل النمو السكاني والتوسع العمراني مما أدى إلى زيادة الطلب على الغذاء والطاقة. ونتيجة لتسارع تلك العملية أصبحت شبكة الكهرباء لا يعول عليها وحدث نقص في الوقود. تأثرت الزراعة في المناطق النائية بشكل خاص بفقدان المحاصيل الناتج عن نقص الوقود، فالمزارع تحتاج كميات ضخمة من وقود الديزل لتشغيل مضخات الري، كما أن مصاريف النقل والتخزين بجانب أسعار الوقود المتزايدة تجعل من الصعب الحفاظ على ممارسات الري. يأتي موقع مصر الجغرافي في نطاق الحزام الشمسي العالمي. وتصل نسبة الإشعاع الشمسي سنويًا إلى ٢,٦٠٠ كيلوواط ساعة/متر مربع. يوفر هذا الكم من الإشعاع الشمسي بجانب المساحات الشاسعة من الصحاري في الدول ظروفًا مثالية لاستخدام الطاقة الشمسية. ويعمل النظام الشمسي بالخلايا الكهروضوئية على توليد طاقة كهربائية جاهزة للاستخدام عن طريق تحويل الإشعاع الشمسي مباشرة إلى كهرباء. تقوم الخلايا الشمسية، المعروفة أيضًا باسم الخلايا الكهروضوئية (الفوتوفلطية)، بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء. اكتسبت الخلايا الكهروضوئية اسمها من عملية تحويل الضوء(الفوتون) إلى كهرباء (الفلطية)، وهو ما يسمى بتأثير الكهروضوئية. وقد تم التعرف على ذلك التأثير لأول مرة عام ١٩٥٤ عندما اكتشف العلماء في مختبرات بيل تلفون أن السليكون يخلق شحنة كهربائية عند التعرض لضوء الشمس. وسرعان ما تم بعدها استخدام الخلايا الشمسية لتشغيل الأقمار الصناعية، والمكونات الصغيرة مثل الحاسبات والساعات. أما اليوم، فيقوم ملايين الأشخاص بتزويد منازلهم وشركاتهم بالطاقة عن طريق أنظمة الخلايا الكهروضوئية المستقلة. وتستخدم شركات المرافق أيضًا تقنيات الخلايا الكهروضوئية في محطات الطاقة الضخمة. وبينما تعد الاعتبارات الاقتصادية مثل ارتفاع أسعار الوقود، أو النقص في تواجده عوامل هامة في اتخاذ قرار استخدام النظام الشمسي، إلا أن العوامل البيئية تقوم أيضًا بدور حاسم. إن استخدام أنظمة الضخ الشمسية يعكس أهميتها الواضحة التي تفوق أهمية أنظمة الديزل من ناحيتي الحماية البيئية وممارسات الزراعة المستدامة. واليوم— ومنذ بداية الزارعة — تسير الطاقة من المصادر الطبيعية والزارعة المستدامة جنب إلى جنب. ويعد نمو المحاصيل عملية هادئة مثلها مثل توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية. ويمثل الغذاء الصحي، بجانب المياه، أشياء عالية القيمة ولا تتماشى مع بيئة عالية التلوث نتيجة لاستخدام مولدات الديزل. ما نتوقعه من الغذاء أن يكون طازجًا، نظيفًا، ومستدام، ونتوقع أيضًا أن ينتج ذلك من ممارسات الزراعة السليمة. وتمثل أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية جزء لا يتجزأ من هذا التوقعات. ويمكن أن يؤدي استخدام أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية إلى الوفر في المياه والطاقة. ومن خلال تحقيق التوافق الأمثل ما بين جدول الري والمحطة الشمسية، يمكن تطبيق نظام يتسم بالكفاءة، ويمكن تحقيق وفورات كبيرة في المياه والطاقة. وتستخدم أنظمة الضخ الشمسية منذ عقود في تطبيقات الزارعة الصغيرة والمتوسطة. وبوصفها بديل ملائم للوقود الأحفوري من الناحية الاقتصادية في التطبيقات غير المرتبطة بالشبكة، تعمل أنظمة الضخ الشمسية على توفير المياه بشكل يعول عليه لأنظمة الري المتصلة بها. ونتيجة لاستجابة السوق ولتطورات الأنظمة الكهروضوئية على نطاق العالم، انخفضت الأسعار انخفاضًا كبيرًا، واستفادت التطبيقات التجارية بوجه خاص من هذا التطور، حيث قللت من اعتمادها على الوقود الأحفوري وبالتالي أدى ذلك إلى الحد من تعرضها لزيادة أسعار الطاقة.

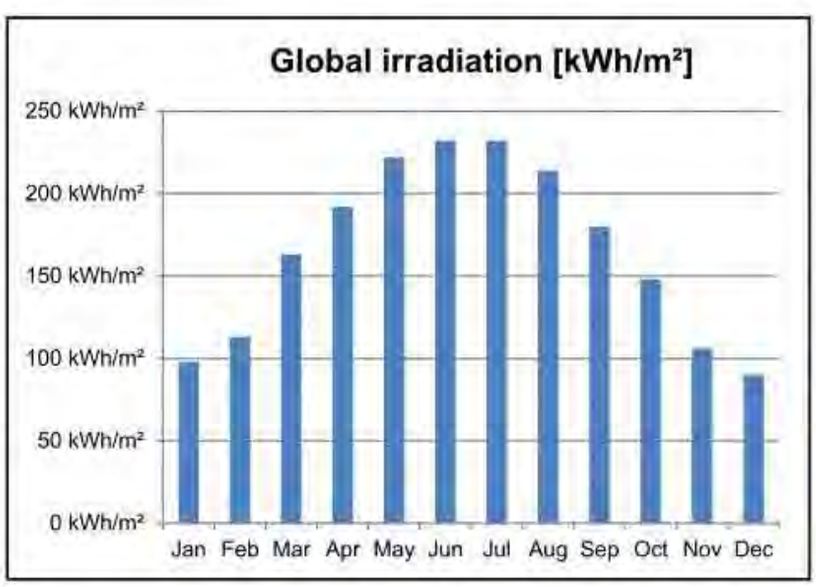
2.

حلول استخدام الطاقة الشمسية في الري

إن نظام الري باستخدام الطاقة الشمسية هو نظام متكامل يوفر المياه العذبة من البئر أو الخزان لاستخدامها في المنازل، أو الصناعات، أو الزراعة وذلك عن طريق استخدام الطاقة الشمسية. وتعد مصر واحدة من أغنى الدول في العالم فيما يتعلق بإمكانياتها من الطاقة الشمسية. وفي المتوسط تسطع الشمس من ٣٣٠ يومًا إلى ٣٤٠ يومًا سنويًا. وينتج عن ذلك معدل إشعاع سنوي للطاقة يصل إلى ١٩٩٠ كيلوواط ساعة/متر مربع في القاهرة، وهي الطاقة المعادلة لحوالي ٢٠٠ لتر من الديزل لكل متر مربع. وفي المانيا، ينخفض ذلك القدر بمقدار مرتين بسبب قلة الإشعاع خلال فترات الشتاء.



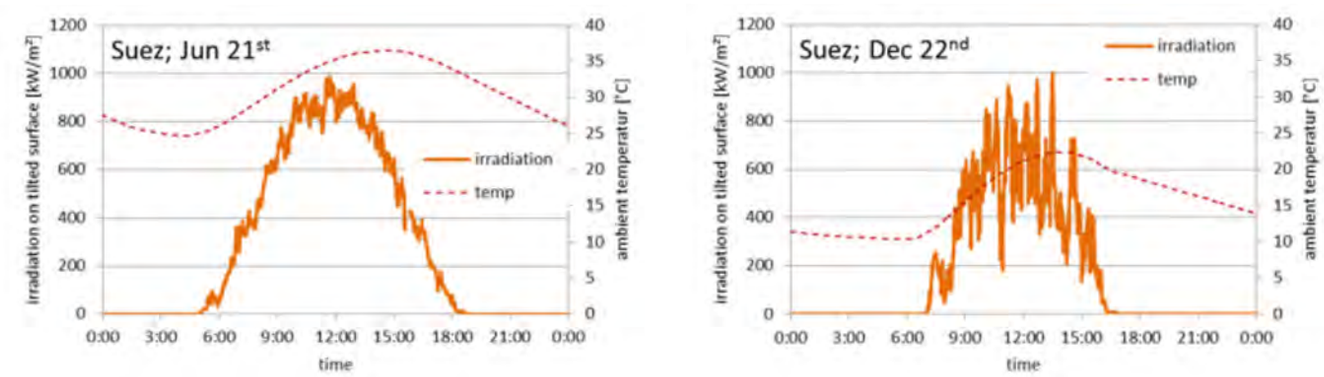
Global irradiation [kWh/m²] *	
Jan	25 kWh/m²
Feb	44 kWh/m²
Mar	80 kWh/m²
Apr	118 kWh/m²
May	158 kWh/m²
Jun	163 kWh/m²
Jul	164 kWh/m²
Aug	141 kWh/m²
Sep	99 kWh/m²
Oct	58 kWh/m²
Nov	27 kWh/m²
Dec	19 kWh/m²
Total:	**1,096 kWh/m²**



Global irradiation [kWh/m²] *	
Jan	98 kWh/m²
Feb	113 kWh/m²
Mar	163 kWh/m²
Apr	192 kWh/m²
May	222 kWh/m²
Jun	232 kWh/m²
Jul	232 kWh/m²
Aug	214 kWh/m²
Sep	180 kWh/m²
Oct	148 kWh/m²
Nov	106 kWh/m²
Dec	90 kWh/m²
Total:	**1,990 kWh/m²**

شكل ٢: معدل الإشعاع الكلي (الإجمالي) في فورتسبرج، والقاهرة (المصدر: أشف سولار)

خلال العام تتباين معدلات الإشعاع الشمسي وما يقابلها من إنتاج الطاقة المحتملة (شكل ٣).

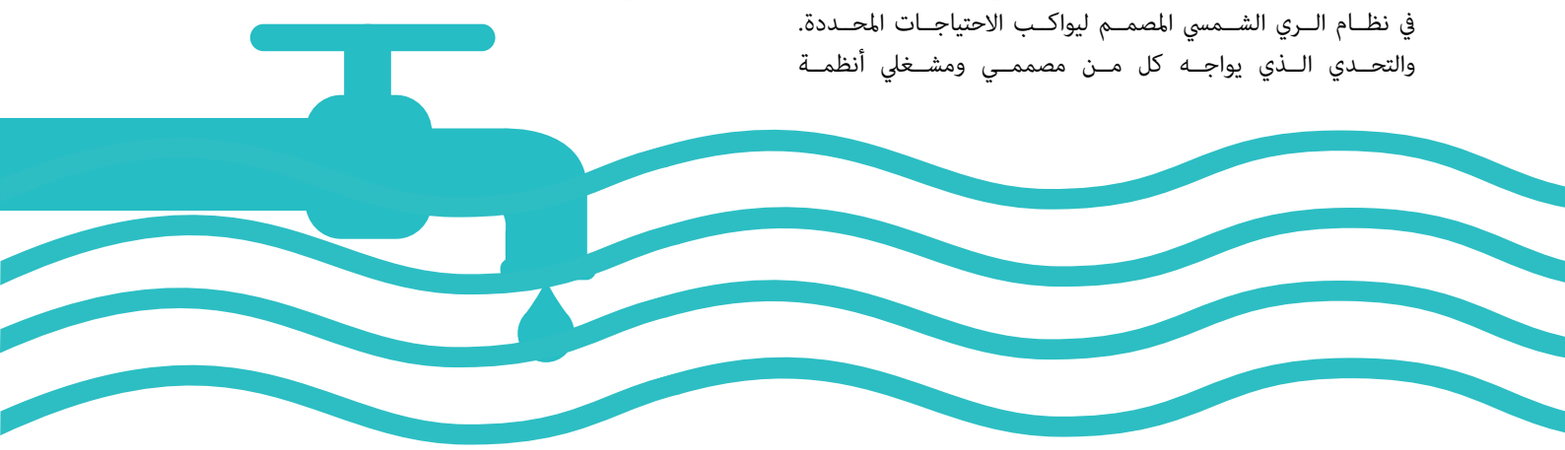


أ- السويس: ٢١ يونيو

ب- السويس: ٢٢ ديسمبر

شكل ٣: (أ): يوم من أيام فصل الصيف/ (ب) يوم من أيام فصل الشتاء في منطقة السويس خط العرض=٢٨,٩٨o، خط الطول =٣٢,٥٥o على ارتفاع = متر٣٠ فوق مستوى سطح البحر زاوية السمت=٠o، زاوية الميل=٢٥o.

بينما تتطلب أنظمة الري الزراعي الإمداد المستمر بالمياه، يتم تطبيق الحلول التقنية للتغلب على مخرجات الطاقة المتفاوتة لأنظمة الضخ الشمسية. وتتطلب نظم الري أوقات عمل يومية تصل إلى ١٦ ساعة، وقد تصل في بعض الحالات إلى ٢٤ ساعة، ومع ذلك، فإن ساعات السطوع الشمسي تعتمد على خط العرض، والتاريخ (ساعات سطوع الشمسي تصل إلى ١٤ ساعة في يونيو، و١٠ ساعات في ديسمبر في مدينة القاهرة)، وأحوال الطقس، والعلاقة بين الخلايا الكهروضوئية المركبة والأحمال. ومن واقع التجارب العملية، يتراوح متوسط ساعات السطوع الشمسي اليومية فيما بين ٦-٨ ساعات. ومن أجل تعويض ذلك الاختلاف، يتم إدراج المضخات الشمسية في نظام الري الشمسي المصمم ليواكب الاحتياجات المحددة. والتحدي الذي يواجه كل من مصممي ومشغلي أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية هو كيفية التنسيق بين الطاقة الشمسية غير الثابتة ومتطلبات الري المستمرة عن طريق وضع تصميم مبتكر، واستخدام تقنيات نظام الضخ الشمسي. وكلما تم التنسيق بشكل أفضل بين إمداد الطاقة ومتطلبات الري، زادت المياه وفعالية التكلفة لعملية الري. ومن الممكن استخدام النظام المستقل، أي، دون الحاجة إلى طاقة احتياطية، أو مياه، وتخزين للطاقة، وذلك حينما تتماشى أوقات الري المطلوبة مع معدل ساعات سطوع الشمس، وحينما يكون لجداول الري معدل تدفق مرن. وحينما يستلزم الأمر فترات ري أطول، فيمكن الأخذ في الاعتبار حلول النظم الهجينة (المزدوجة) المختلفة.



خصائص البئر	
أقصى سحب من البئر	١٠٠ متر مكعب/ساعة
متطلبات المحطات	
أوقات الري اليومية	١٢ ساعة
خصائص نظام الخلايا الكهروضوئية، والموقع، والتاريخ	
وقت سطوع الشمس**حل النظام الشمسي المتاح**	٨ ساعات

	الحالة الأولى	**الحالة الثانية**
المتطلبات		
معدل التدفق الفعلي	٦٠ متر مكعب/ساعة	٩٠ متر مكعب/ساعة
العواقب (النتائج)		
المتطلبات اليومية من المياه	٧٢٠ متر مكعب/ساعة	١٠,٠٨٠ متر مكعب/ساعة
معدل التدفق مع النظام الشمسي	٩٠ متر مكعب/ساعة (أقصى سحب من البئر)	١٣٥ متر مكعب/ساعة (أقصى سحب من البئر).
معدل تدفق المياه المسموح به مع النظام الشمسي	✓	✗
حل النظام الشمسي المتاح	نظام الخلايا الكهروضوئية المستقل مع خزان للمياه	نظام الخلايا الكهروضوئية الهجين أو بطاريات تخزين متصلة بالخلايا الكهروضوئية.

جدول ١: مثال اختيار أنظمة ضخ الخلايا الشمسية الحالتين

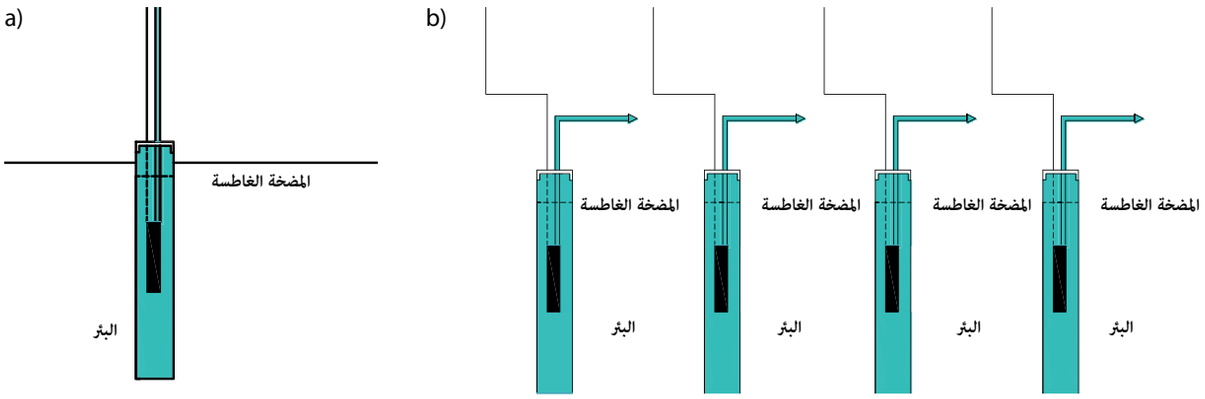
بسبب الحالة التي تقضي باستمرار الري لمدة ١٢ ساعة في اليوم، فإنه لا يمكن تحقيق الحالة الأولى إلا من خلال نظام ضخ بسيط باستخدام الخلايا الكهروضوئية دون بطاريات إضافة إلى خزان ذو منسوب عالٍ من المياه كوحدة تخزين للمياه. والشرط المسبق لتطبيق ذلك الحل هو أن يتم الري من خلال قوة الجاذبية لتأكيد ارتفاع الخزان ذو منسوب المياه العالي، وأنه من الممكن الحصول على خزان مائي على ارتفاع أعلى في الموقع.

وبسبب حدود السحب من البئر (أقصى حد للسحب بمعدل تدفق ١٠٠ متر مكعب/ساعة)، فإنه لا يمكن تطبيق الحالة الثانية إلا بإمداد الطاقة الذي يتيح تشغيل المضخة لعشر ساعات على الأقل في اليوم. وبالتالي، فإن النظام المتضمن بطاريات تخزين طاقة الخلايا الشمسية أو النظام الهجين يمكن أن يفي بمتطلبات الري.

مفاهيم ضخ المياه باستخدام الطاقة الشمسية

أنظمة ضخ لبئر واحدة أو آبار متعددة

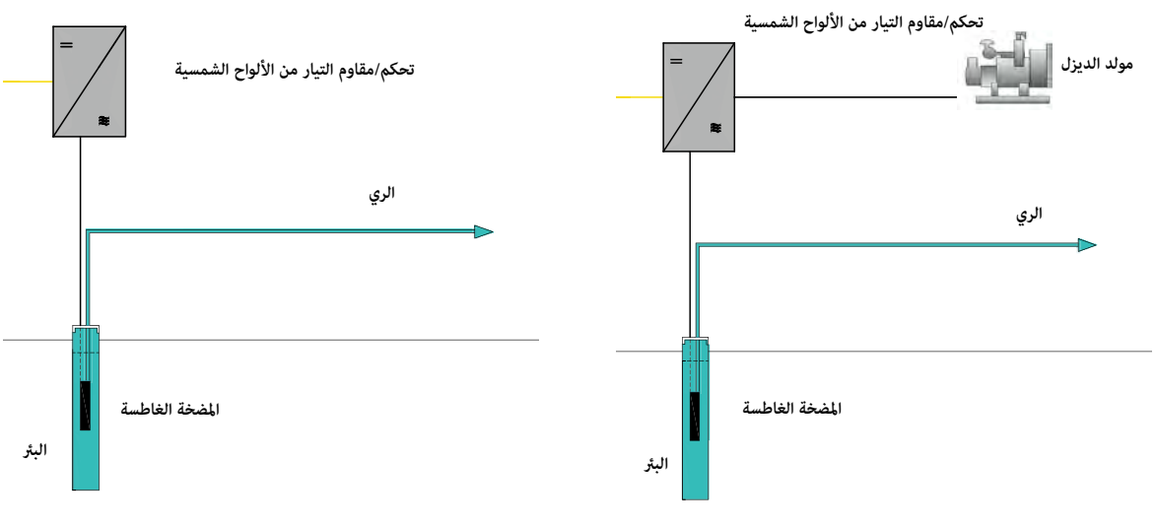
تقدم البئر الواحدة حلًّ لبئر واحدة /مضخة واحدة مع نظام شمسي واحد.
وتمثل الآبار المتعددة حلًا يتم من خلاله ربط المضخات والآبار معًا بشبكة صغيرة بوحدة إمداد طاقة مركزية أو غير مركزية.



شكل ٤: بئر واحدة، وانظمة لآبار متعددة (المصدر جورج شتينكا)

الأنظمة المستقلة أو الأنظمة الهجينة

بالنسبة للأنظمة المستقلة، فإن الطاقة الشمسية هي المصدر الوحيد للطاقة.
أما الحلول الهجينة فتصف الأنظمة التي تجمع بين الطاقة الشمسية، ومصادر الطاقة الأخرى مثل مولدات الديزل، أو طاقة الرياح، أو الشبكة العامة. وبالرغم من أنه يتم توفير نسبة محدودة من متطلبات الطاقة الكلية من خلال الألواح الشمسية، إلا أنه يكون هناك وفورات كبيرة في الوقود وفي التكلفة. إضافة إلى خفض تكلفة الصيانة والإحلال لمولدات الديزل حيث تقل أوقات التشغيل اليومية.

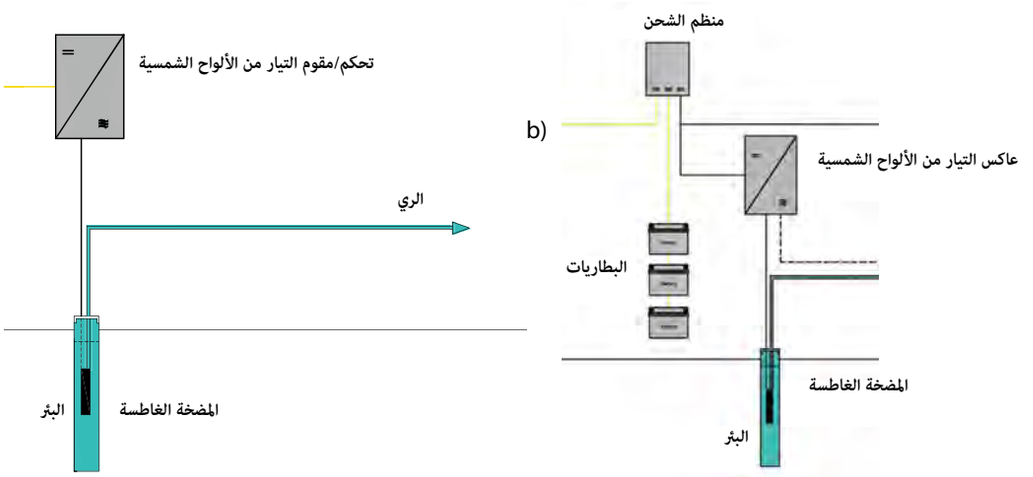


شكل ٤: النظام المستقل، والنظام الهجين المستقل

الأنظمة ذات بطاريات التخزين والأنظمة الأخرى بدون بطاريات التخزين

يمكن تزويد أنظمة الضخ الشمسية ببطاريات لزيادة أوقات عمل المضخة حتى تصل إلى ٢٤ ساعة كأحد الحلول المستقلة، يمكن استخدام البطاريات لتخزين الكهرباء المنتجة خلال ساعات السطوع الشمسي وذلك لاستخدام الطاقة خلال الساعات التي لا تسطع فيها الشمس.

وتتطلب الأنظمة المستخدمة دون بطاريات أو أنظمة التخزين الأخرى عملية هجينة وذلك إذا ما احتاج قطاع الري مياه تفوق تلك التي يتم توفيرها خلال ساعات سطوع الشمس، أو إذا كان الري مطلوب خلال فترة غياب الإشعاع الشمسي.

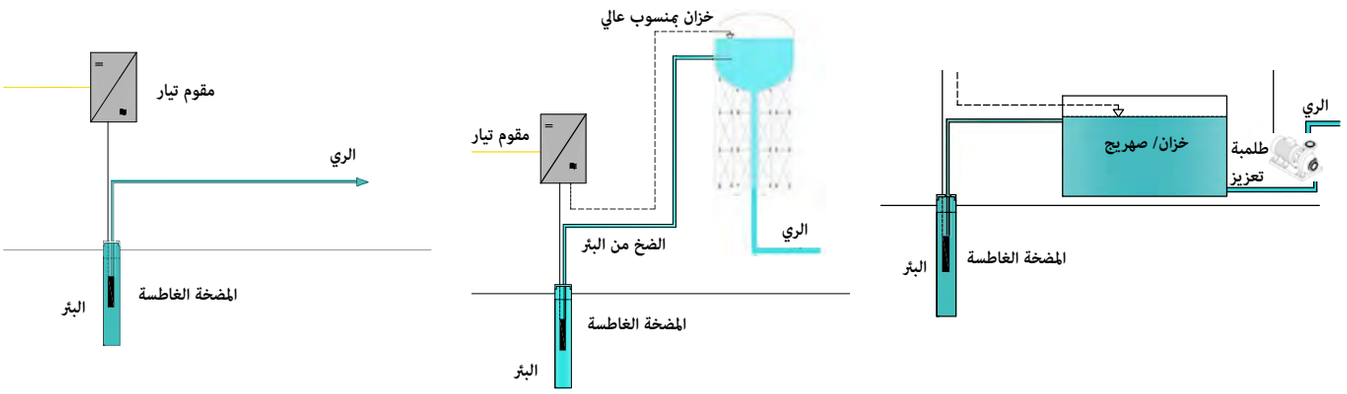


شكل ٥: أنظمة بدون بطاريات تخزين، أو ب-أنظمة ببطاريات تخزين

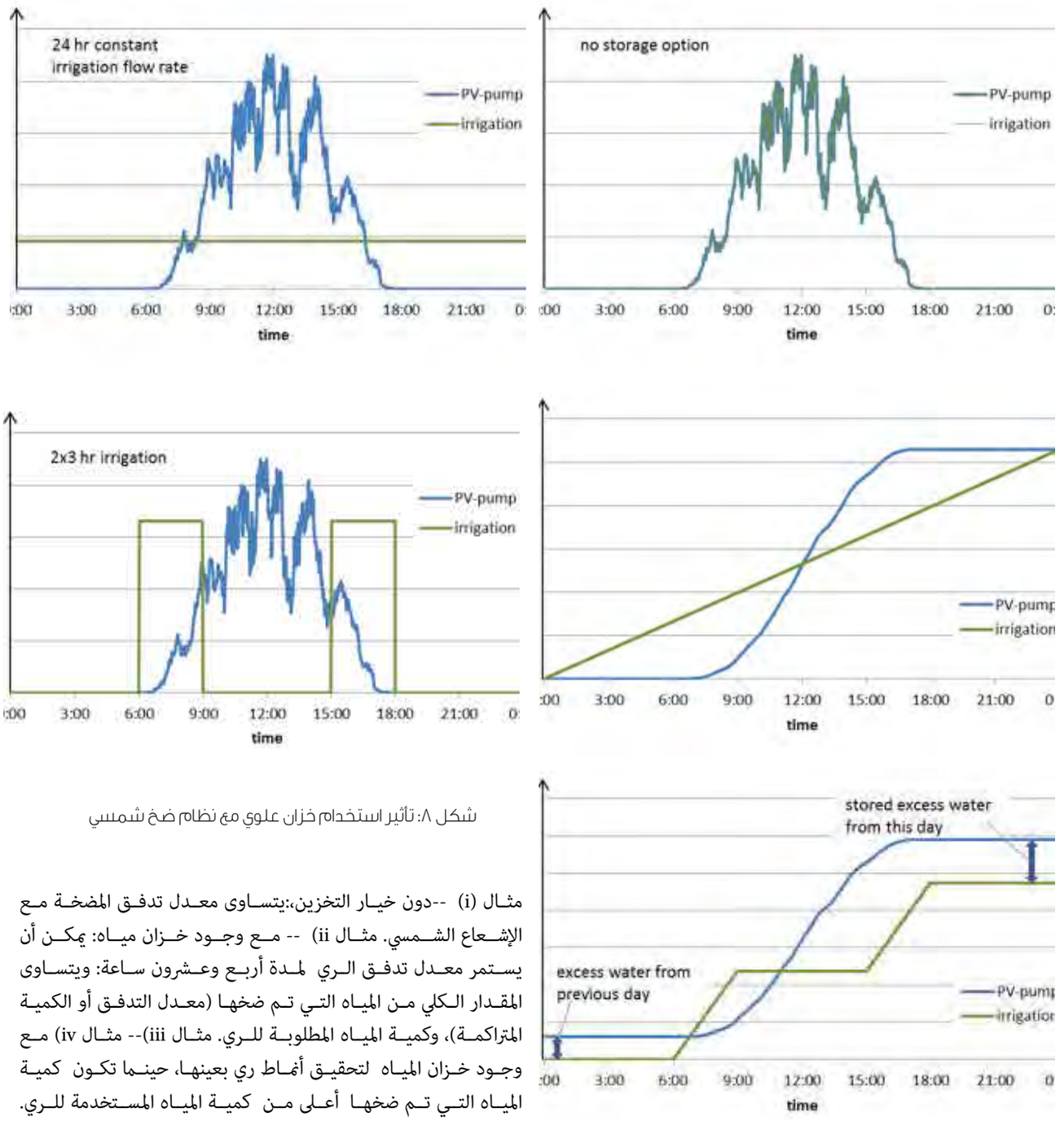
مع أو بدون تخزين المياه.

تقوم الأنظمة، التي تتضمن خزانات مائية، بتخزين فائض المياه الذي يتم ضخه خلال الساعات التي تسطع خلالها الشمس في صهاريج. وعند الاحتياج إليها خلال الساعات التي لا تسطع بها الشمس، يتم إمداد المياه من خلال هذه الخزانات إما بواسطة مضخات التعزيز الصغيرة (خزان على المستوى الأرضي)، أو من خلال القوة الجاذبة (خزانات على مستوى عال) ويتطلب هذا النظام أداء عاليًا، حيث تعمل المضخة بقدرة عالية خلال ذروة الإشعاع الشمسي. وإذا ما كان حجم البئر محدودًا، فلا يمكن مد كمية المياه خلال ساعات سطوع الشمس، وبالتالي يكون مقدارها غير كاف للتخزين. ولذا عند تصميم مزارع جديدة، يتعين قياس معدل تدفق سحب المياه من كل بئر بدقة. وكقاعدة عامة تقريبية، فإن نسبة الفدان إلى البئر ، هي ١٠٠ فدان لكل بئر. وتعتمد المساحة المروية لكل بئر على أداء الآبار، والمحاصيل واحتياجاتها من المياه، وتقنية الري وعلى العديد من المؤشرات الأخرى. وعادة ما يختلف أداء البئر واحتياجات المزروعات من المياه خلال العام. ويوضح شكل ٨ تأثير استخدام تخزين المياه مع وجود أنظمة الضخ الشمسية المستقلة وبدون استخدام بطاريات التخزين. ويمكن للنظام الذي لا يحوي خيار التخزين استخدام المياه التي تم ضخها بشكل مباشر في عملية الري. وفي المثال الأول (شكل ٨ii، iii)، يمكن تحقيق معدل تدفق ثابت لنظام الري خلال ٢٤ ساعة برغم من تذبذب مستوى سحب المياه من البئر، ويوضح شكل ٨iii بأن كمية المياه المستخدمة للري لمدة أربعة وعشرون ساعة تعادل كمية المياه التي تم ضخها من البئر إلى الخزانات الموضوعة على مستوى باستخدام ضخ الخلايا الكهروضوئية خلال مدة تجاوز أو تفوق ثماني ساعات. وفي المثال الثاني (شكل ٨ iv)، يتم الري في الصباح الباكر وفي المساء. وتسمح الصهاريج ذات المستوى المرتفع بحالة الري هذه بشكل مستقل عن معدل تدفق المضخة، ويوضح شكل ٨ تأثير تخزين المياه لفترات أطول إذا ما كان الطلب اليومي أقل من كمية المياه التي تم ضخها.

[١] وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، والشركة المصرية لنقل الكهرباء،٢٠١٤، قرار جمهوري ٢٠١٤).



شكل ٧: أنظمة بدون تخزين للمياه أ- ذو خزان/صهريج علوي، خزان أدني ب-. ومضخة تغذية مدعمة ج.



شكل ٨: تأثير استخدام خزان علوي مع نظام ضخ شمسي

مثال (i) --دون خيار التخزين،:يتساوى معدل تدفق المضخة مع الإشعاع الشمسي. مثال ii) -- مع وجود خزان مياه: يمكن أن يستمر معدل تدفق الري لمدة أربع وعشرون ساعة: ويتساوى المقدار الكلي من المياه التي تم ضخها (معدل التدفق أو الكمية المتراكمة)، وكمية المياه المطلوبة للري. مثال iii)-- مثال iv) مع وجود خزان المياه لتحقيق أنماط ري بعينها، حينما تكون كمية المياه التي تم ضخها أعلى من كمية المياه المستخدمة للري.

تصميم للمزارع والآبار المتواجدة:

عندما يتم تطبيق أنظمة الطاقة الشمسية على المزارع المتواجدة بالفعل، فإن تصميم النظام المنفذ قد لا يسمح باستعادة التكلفة إلى أقصى حد، نتيجة للمكونات المملوكة في الوقت الحالي مثل المولدات، والمضخات، فالحلول الوسط تكون مطلوبة، وهكذا يتم تصميم النظام الشمسي في كثير من الأحيان كجهاز إضافي للوفر في الوقود وذلك من خلال تركيب نظام هجين ذو عملية تحويل، أو نظام مستقل ذو بطاريات تخزين.

وتحتوي المزارع القائمة على بئر لكل مائة فدان. ولا يمكن زيادة معدل تدفق هذه الآبار بسبب بعض الأحوال المحيطة مثل ملوحة المياه الجوفية. ومن العوامل الأخرى التي تحد من ذلك أيَضًا هي عدم وجود مساحة خالية لتركيب الألواح الشمسية.

تصميم المزارع والآبار الجديدة:

إن تصميم مزارع وأنظمة ري جديدة تتيح الفرصة لوضع تصميمات ذات كفاءة وفعّالة من حيث التكلفة. وتتسم نسبة الفدان المروي لكل بئر بالمرونة وبإمكانية التكيف مع جداول الري المطلوبة ومع أداء البئر. ويمكن من خلال المزارع الجديدة تحقيق فكرة البئر الواحد، وبخاصة إذا كانت الأحوال في الموقع (مثل المسافات، وإمكانية الوصول إلى البئر) لا تسمح بمجموعة من الآبار. لكن يمكن الاستفادة من إمكانيات الطاقة الشمسية على أكمل وجه من خلال فكرة الآبار المتعددة بجانب إدراج أفكار التخزين الخاصة بالتخزين تحت الأرض، والتخزين فوق مستوى سطح الأرض، أو التخزين على مستوى عالي.

2-2

لمحة عامة عن مفاهيم أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية

أ- أنظمة مستقلة من أجل الري المباشر

أسس تصميم النظام

تعد الأنظمة المستقلة للري المباشر من أبسط الطرق لتركيب نظام ضخ شمسي حيث يتم توصيل المضخة مباشرة بعاكس الطاقة الشمسية للمضخة وهكذا يبدأ في العمل صباح كل يوم حينما يكون إنتاج الطاقة الشمسية أعلى من الحد الأدنى المطلوب من الطاقة لتشغيل المضخة. ويعمل النظام الشمسي على تشغيل المضخة طالما كان هناك معدل إشعاع كافي. ويتوقف عمل المضخة قبل الغروب حينما يكون إنتاج الطاقة الشمسية أقل من الحد الأدنى المطلوب لتشغيل المضخة. ويختلف معدل تدفق المياه خلال اليوم وفقًا للإشعاع الشمسي. وخلال العام، تتغير كمية المياه تبعًا لنمط الإشعاع الشمسي اليومي والموسمي.

تطبيقات مناسبة:

- آبار جديدة أو قائمة
- أنظمة ري تستخدم نمط محدد للطلب يماثل نمط الإشعاع الشمسي.
- الري بالنسبة للمحاصيل غير الهامة (حيث أن الناتج يعتمد على عدد ساعات سطوع الشمس).
- أنظمة ري قائمة لا تمثل طاقة الضخ المتذبذبة فيها مشكلة للري (الضغط، ومعدل التدفق).

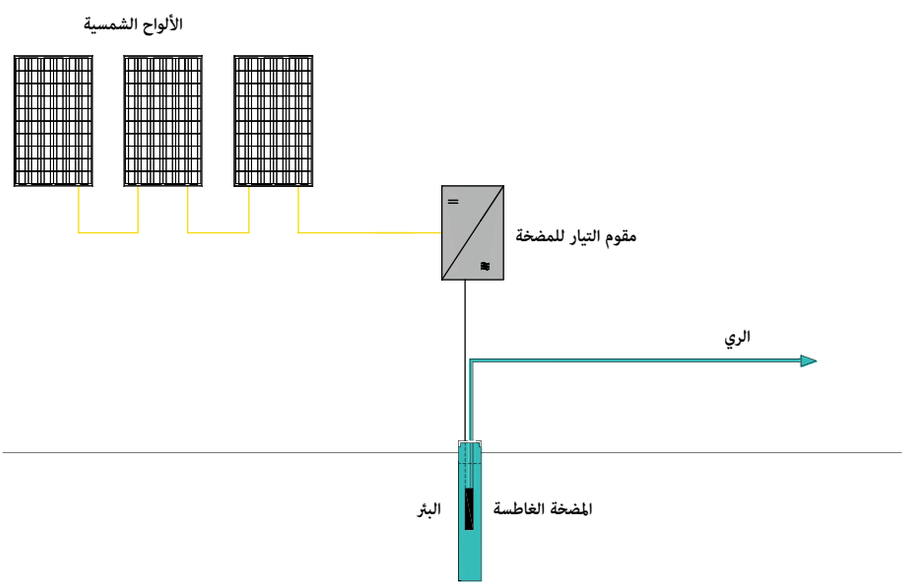
البيانات اللازمة للتصميم:

آبار جديدة:

- معدل تدفق مطلوب.
- بيانات البئر

الآبار القائمة:

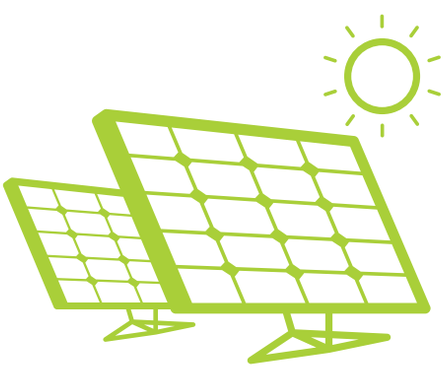
- الطاقة الهيدروليكية للمضخة
- أنواع وخصائص الآبار
- الموقع.



شكل ٩- مخطط النظام- نظام مستقل للري المباشر

المكونات المطلوبة

- المضخة الغاطسة (جديدة أو قائمة).
- للأنظمة الأصغر (أقل من ٥ كيلوواط)، مضخة تقوم برفع الماء لارتفاع عال، ومعدل تدفق متوسط، لذا يوصى بمضخات الازاحة الموجبة مثل المضخة الحلزونية (اللولبية).
- العاكس الشمسي أو محرك السرعة المتغيرة مع إمكانية تحقيق تتبع نقطة القدرة القصوى
  Power Point Tracking (MPPT)>
  داخليًا وخارجيًا.
- مجمع سلاسل الالواح إذا ما احتاجه العاكس الشمسي.
- مصفوفة الألواح الشمسية.
- هيكل دعم للألواح الشمسية.
- أسلاك التيار المتناوب (المتردد)، والتيار المستمر.



نتائج التصميم

- النمط اليومي أو الشهري لإمداد المياه أوكلاهما معًا.
- التكاليف لكل متر مكعب.
- الوفر المحقق مقارنة بتشغيل الديزل.

حدود النظام

- الري فقط خلال ساعات السطوع الشمسي حسب شدة الاشعاع الشمسي.
- إمدادات المياه المتغيرة خلال اليوم والعام.
- حدود قياس الضغط الإسمي لشبكة مواسير الري بنظام الضخ.

المزايا

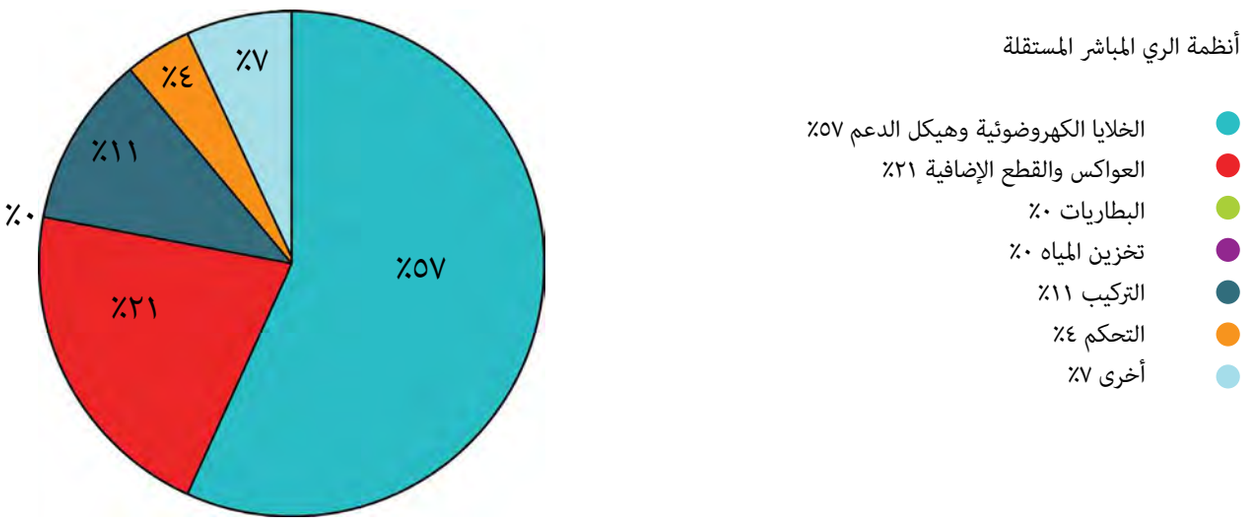
- قلة التكاليف.
- ليس هناك ضرورة لوجود تحكم آلي محدد.
- سهولة التركيب والصيانة.

الصيانة

- تنظيف الألواح من شهر إلى ثلاثة أشهر، وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.

هيكل التكلفة

أنظمة الري المباشر المستقلة



شكل ١٠: هيكل التكلفة-نظام مستقل للري المباشر

جدول ٢: تقييم الاقتصاديات-نظام مستقل للري المباشر.

	تكاليف الاستثمار	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[3]
تركيبات جديدة	$	$ $		

أسس النظام

عاكس التيار من الألواح للمضخة الشمسية أو الأجهزة الإلكترونية المناظرة لتوليد طاقة تسمح بتتبع نقطة القدرة القصوى (مثل ناقل الحركة متغير السرعة).
مواءمة قدرة الضخ وإمداد الطاقة من القدرة الشمسية.
يتم تشغيل المضخة من خلال ناقل الحركة متغير السرعة لتغطية معدل التدفق في نطاق واسع [4].
ضرورة وجود نسبة محددة بين حجم قدرة الخلايا الكهروضوئية وحجم قدرة المضخة لضمان فترة تشغيل كاملة خلال العام وخلال العمر المتوقع للنظام.

[3] نسبة الطاقة المولدة من خلال النظام الشمسي إلى مدخلات الطاقة المطلوبة لتطبيق بعينه.
[4] تشغيل المضخة عند معدل تردد منخفض، ثم القدرة على الوصول إلى تردد عال لتوليد الحد الأقصى من الطاقة.

ب- أنظمة مستقلة ذات بطاريات تخزين من أجل الري المباشر

أسس تصميم النظام:

تستخدم الأنظمة المستقلة ذات بطاريات التخزين من أجل الري المباشر لإطالة فترة تشغيل أنظمة الضخ الشمسية مقارنة بالأنظمة الأخرى التي لا تحتوي على بطاريات تخزين. وبالنسبة للأنظمة المتساوية من حيث القدرة الشمسية المركبة واحتياجات المضخة من الطاقة، فيمكن استخدام بطارية صغيرة نسبيًا لتخزين الطاقة التي لا تكفي لتشغيل المضخة في الصباح والمساء. ويمكن استخدام تلك الطاقة فيما بعد لإطالة فترة تشغيل المضخة. حيث أن فترة التشغيل من خلال هذا النظام لا تزداد بدرجة كبيرة، ولكن تتحسن كفاءة النظام ككل. وفي الأنظمة المستقلة ذات بطاريات التخزين كبيرة السعة، ومع وجود كميات هائلة من الطاقة الشمسية، يمكن أن يصل تشغيل المضخة إلى أربع وعشرون ساعة. ويتم تخزين الطاقة الشمسية إما في بطاريات تخزين أو تستخدم في تشغيل المضخة مباشرة حينما تكون الطاقة الشمسية كافية لتشغيل المضخة. أما أثناء الليل، او في حالة عدم وجود طاقة شمسية كافية، يتم تشغيل المضخة من خلال طاقة البطارية. تستمر فترة تشغيل المضخة طالما كان الإشعاع الشمسي كافيًا أو طاقة البطارية متوفرة.

المكونات المطلوبة:

- المضخة الغاطسة (جديدة أو قائمة)
- عاكس التيار أو محرك متغير السرعة التقليدي مع إمكانية داخلية أو خارجية لتحقيق تتبع نقطة القدرة القصوى <MPPT
- مجمع سلاسل الألواح إذا ما احتاجه العاكس الشمسي.
- بطاريات ومنظم شحن البطارية.
- مصفوفة الألواح الشمسية.
- هيكل دعم الألواح الشمسية.
- أسلاك التيار المتناوب (المتردد) والتيار المستمر.

نتائج التصميم:

- النمط اليومي أو الشهري لإمداد المياه أوكلاهما معًا.
- التكاليف لكل متر مكعب.
- الوفر المحقق مقارنة بتشغيل الديزل.

الصيانة

- تنظيف الألواح من شهر إلى ثلاثة أشهر، وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.

محددات النظام:

- يتحدد الري وفقًا لتصميم النظام الشمسي وسعة البطارية.
- التكاليف الباهظة للبطارية ومنظم الشحن.
- فترة الحياة المحدودة لتقنيات البطارية القياسية (قصر عمر البطاريات).

التطبيقات الملائمة

- الآبار القائمة أو الجديدة.
- أنظمة الري ذات فترات ري أطول من ساعات السطوع الشمسي.
- السعة المحدودة للبئر (معدل تدفق السحب).

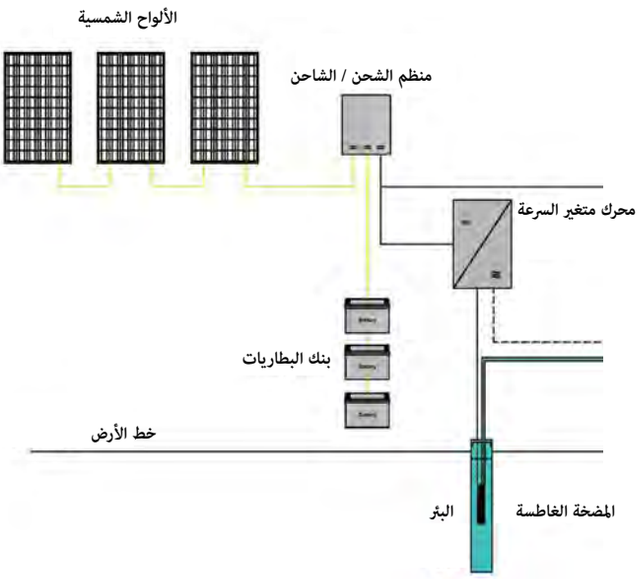
البيانات اللازمة للتصميم:

آبار جديدة

- معدل التدفق المطلوب.
- بيانات البئر.
- جدول الري.
- الموقع.

آبار قائمة

- الطاقة الهيدروليكية للمضخة.
- أنواع وخصائص الآبار.
- جدول الري.
- الموقع.



شكل ١١- مخطط النظام- النظام المستقل للري المباشر.

المزايا:

- نظام ري مستقل تمامًا.
- نسبة المشاركة الشمسية أعلى في ذلك النظام عن الأنظمة بدون بطاريات التخزين.
- سهولة التركيب.
- امكانية استخدام العاكس القياسي مع دمجه بالعاكس الترددي للمضخة.

الصيانة

- تنظيف الألواح الشمسية في فترة تتراوح من شهر إلى ثلاثة أشهر وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.
- فحص بطارية التخزين وفقًا لتقنية البطارية المستخدمة.

هيكل التكلفة

النظام المستقل للري المباشر مع بطاريات التخزين

- مصفوفة الخلايا الشمسية وهيكل الدعم ٣٨٪
- العواكس والقطع الإضافية ١٤٪
- البطاريات ٣٥٪
- تخزين المياه. ٠٪
- التركيب ٦٪
- التحكم ٤٪
- أخرى ٣ ٪

شكل ١٢- هيكل التكلفة-النظام المستقل للري المباشر مع بطاريات التخزين.

جدول ٣- تقييم الاقتصاديات- النظام المستقل للري المباشر مع بطاريات التخزين.

	تكاليف الاستثمار	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[5]
تركيبات جديدة	$ $ $	$		

٥ نسبة التزويد بالطاقة التي يسهم بها النظام الشمسي إلى مقدار التزويد بالطاقة المطلوب لتطبيق بعينه.

أسس النظام

- يحتاج منظم الشحن وحساب حجم البطارية إلى تجنب عمق تفريغ البطارية خلال دورة الحياة اليومية، حيث أن مستوى التفريغ له تأثير قوي على عمر البطاريات.
- ضمان الحماية ضد تفريغ البطارية الكلي
- استخدام بطاريات مناسبة تلائم الظروف البيئية.

ج- النظام المستقل مع تخزين المياه على منسوب مرتفع

أسس تصميم النظام:

تعد الأنظمة المستقلة ذات التخزين على منسوب مرتفع من أكثر الأنظمة الشائعة في آسيا. وتكون فترة تشغيل نظام الري مستقلة عن عمليات الضخ. ويتم ضخ الاحتياجات اليومية من الري إلى صهريج على منسوب مرتفع ثم يتم تحرير المياه تحت ضغط مستمر بناء على الجاذبية (ولا توجد مضخة تعزيز). وتتشابه عملية الضخ والنمط اليومي من معدل تدفق المياه إلى الخزان مع الأنظمة المستقلة للري المباشر (انظر النظام أ).

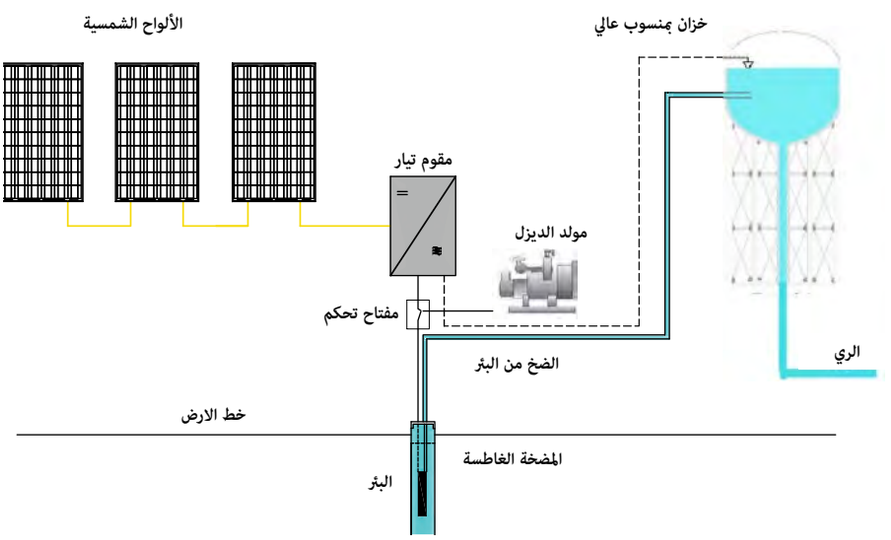
التطبيقات الملائمة

- الآبار القائمة أو الجديدة.
- كافة أنماط الري.

البيانات المطلوبة

آبار جديدة:
- معدل التدفق المطلوب.
- بيانات البئر.
- جدول الري.
- معلومات عن الأرض والتربة.

آبار قائمة:
- القدرة الهيدروليكية للمضخة.
- أنواع وخصائص الآبار.
- جدول الري.
- معلومات عن الأرض/التربة
- الموقع.



شكل ١٣: مخطط للنظام-النظام المستقل وتخزين المياه على منسوب مرتفع

المكونات المطلوبة

- مضخة غاطسة (جديدة أو قائمة).
- العاكس الشمسي
- ناقل الحركة متغير السرعة التقليدي مع إمكانية داخلية أو خارجية لتحقيق تتبع نقطة القدرة القصوى Max Power Point Tracking (MPPT) >
- مجمع سلاسل الألواح الشمسية إذا ما كان العاكس الشمسي بحاجة له.
- مصفوفة الألواح الشمسية.
- هيكل دعم الألواح الشمسية.
- التيار المستمر والتيار المتناوب (المتردد).
- أساسات انشائية للخزان الموضوع على مستوى مرتفع.
- الهيكل الأساسي للخزان.
- خزان مياه على مستوى عالي/صهريج ذو حساس لمستوى المياه.

محددات النظام:

- يجب أن تكون تضاريس الأرض ملائمة لكي تتماشى مع فكرة النظام المستقل ذو الخزانات والصهاريج ذات المستوى المرتفع.
- يجب أن يسمح أداء البئر لضخ ما يكفي من الاحتياجات اليومية الكلية خلال ساعات سطوع الشمس.
- يجب أن يفي ارتفاع الخزان بمتطلبات ضغط نظام الري.

نتائج التصميم

- النمط اليومي أو الشهري لإمداد المياه او كلاهما معًا.
- التكلفة لكل متر مكعب.
- تحقيق وفرمقارنة بتشغيل الديزل.

مزايا النظام

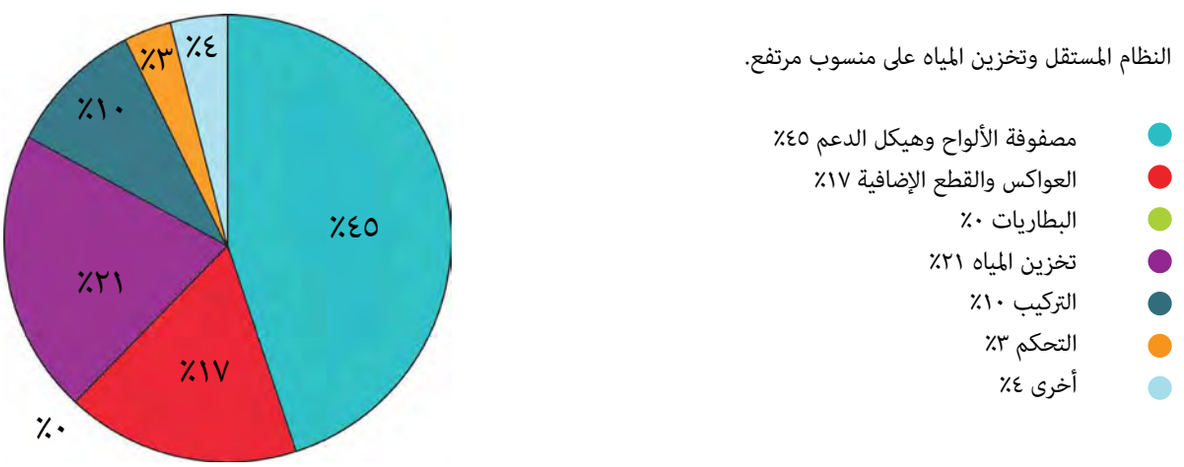
- تكلفة التخزين أقل من تكلفة تخزين البطاريات.
- ليس هناك حاجة لنظام تحكم بعينه.
- ثبات الضغط لشبكة نظام الري.
- ليس هناك حاجة لمضخة تعزيز.
- جدول الري مستقل عن نمط الضخ. (استقلالية الري عن الضخ)

الصيانة

- تنظيف الألواح الشمسية في فترة تتراوح من شهر إلى ثلاثة أشهر وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.
- فحص الخزان/ الصهريج تفاديًا للتآكل ويعتمد حدوث ذلك على المادة والتقنية المستخدمة

هيكل التكلفة

النظام المستقل وتخزين المياه على منسوب مرتفع.



شكل ١٤- هيكل التكلفة-النظام المستقل وتخزين المياه على منسوب مرتفع.

جدول ٤- تقييم الاقتصاديات النظام المستقل وتخزين المياه على منسوب مرتفع

	تكاليف الاستثمار	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[6]
إحدى التركيبات الجديدة	$ $ $	$ $		
المزرعة القائمة	٧ $	لا يوجد اختلاف		

٥ نسبة التزويد بالطاقة التي يسهم بها النظام الشمسي إلى مقدار التزويد بالطاقة المطلوب لتطبيق بعينه..

أسس النظام

- يحتاج منظم الشحن وحساب حجم البطارية إلى تجنب عمق تفريغ البطارية خلال دورة الحياة اليومية، حيث أن مستوى التفريغ له تأثير قوي على عمر البطاريات.
- ضمان الحماية ضد تفريغ البطارية الكلي
- استخدام بطاريات مناسبة تلائم الظروف البيئية.

د- النظام المستقل مع التخزين الأرضي، والبطاريات، ومضخة التعزيز

أسس تصميم النظام:

يتم دمج النظام المستقل مع الخزان الأرضي، وبطاريات التخزين ومضخة التعزيز لتقليل نفقات تركيب خزان المياه، أو عند صعوبة تركيب أو بناء خزان على مستوى عالي بسبب عدم استواء أرض المزرعة. ويكون وقت تشغيل نظام الري مستقل عن عملية الضخ. ويتم ضخ الاحتياجات اليومية من المياه من أجل الري في صهريج (خزان) المياه على سطح الأرض، ويتم سحبها من الخزان بواسطة مضخة التعزيز. ويتم تشغيل مضخة التعزيز من خلال النظام الشمسي خلال ساعات سطوع الشمس، وبواسطة بطاريات التخزين التي تغذي المضخة في ساعات الليل. وميزة هذا النظام مقارنة بالنظام بدون بطاريات التخزين ، (أنظر النظام ب)، هو أن سعة تخزين البطارية يمكن أن تكون أقل وبالتالي تقل التكلفة. ولا يدرج في التصميم سوى الضغط، ومعدل تدفق الري، حيث يتم امداد الطاقة اللازمة لضخ المياه إلى السطح طوال ساعات النهار من خلال النظام الشمسي. وتشبه عملية الضخ والنمط اليومي لمعدل تدفق المياه إلى خزان الأنظمة المستقلة للري المباشر (أنظر النظام أ).

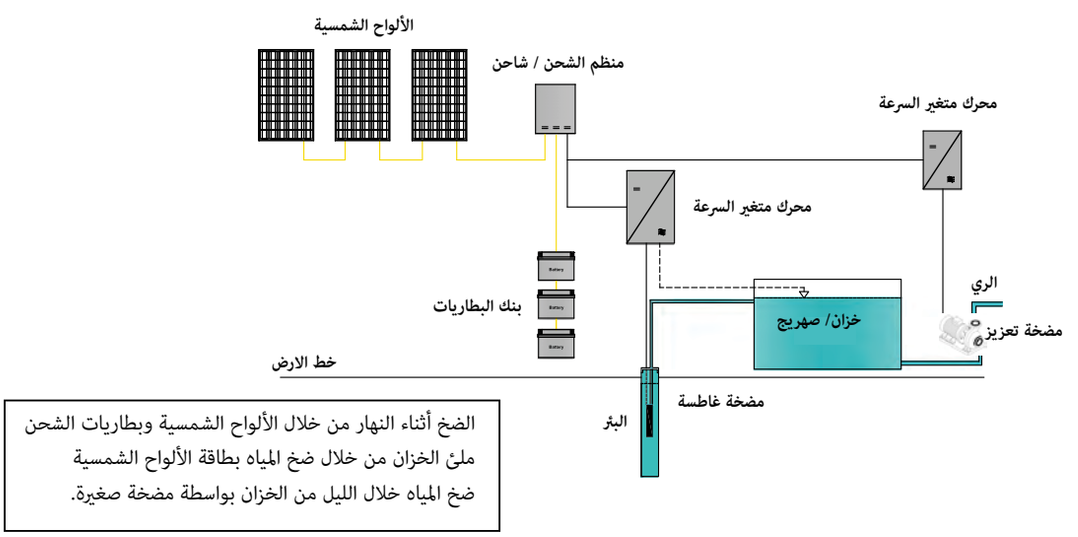
التطبيقات الملائمة

- الآبار القائمةأو الجديدة.
- كافة أنماط الري.
- كافة تقنيات الري.

البيانات المطلوبة

آبار جديدة:
- معدل التدفق المطلوب.
- بيانات البئر.
- جدول الري.
- معلومات عن الخزان القائم (الحجم، و خامة الخزان، إلى آخره...)، أو المساحة اللازمة للخزان الجديد.
- الموقع.

آبار قائمة:
- القدرة الهيدروليكة للمضخة.
- نوع وخصائص الآبار.
- جدول الري.
- معلومات عن الخزان القائم (الحجم، وخامات الخزان، إلى آخره...)، أو المساحة اللازمة للخزان الجديد.
- الموقع.



شكل ١٥- مخطط النظام- النظام المستقل مع التخزين الأرضي، والبطاريات، ومضخة التعزيز

المكونات المطلوبة

- المضخة الغاطسة (جديدة أو قائمة).
- مضخة التعزيز.
- التشغيل الآلي.
- العاكس الشمسي أو محرك السرعة المتغير التقليدي مع إمكانية تحقيق نقطة القدرة القصوى داخليًا أو خارجيًا.
- مجمع سلاسل الألواح إذا ما كان العاكس الشمسي بحاجة له.
- البطاريات ومنظم شحن البطارية.
- مصفوفة الألواح الشمسية.
- هيكل دعم للألواح الشمسية.
- التيار المستمر والتيار المتناوب (المتردد).
- بنية تحتية مناسبة للصهريج الرضي.
- خزان/ صهريج أرضي مع حساس لمستوى المياه.

محددات النظام:

- يجب أن تكون الأرض ملائمة لدعم فكرة النظام مع الخزان/ الصهريج الأرضي.
- يجب أن يسمح أداء البئر بضخ الاحتياجات اليومية الكلية من المياه خلال ساعات سطوع الشمس.

نتائج التصميم

- نمط شهري ويومي لإمداد المياه.
- التكاليف لكل متر مكعب.
- وفرة محققة مقارنة بتشغيل الديزل.

مزايا النظام

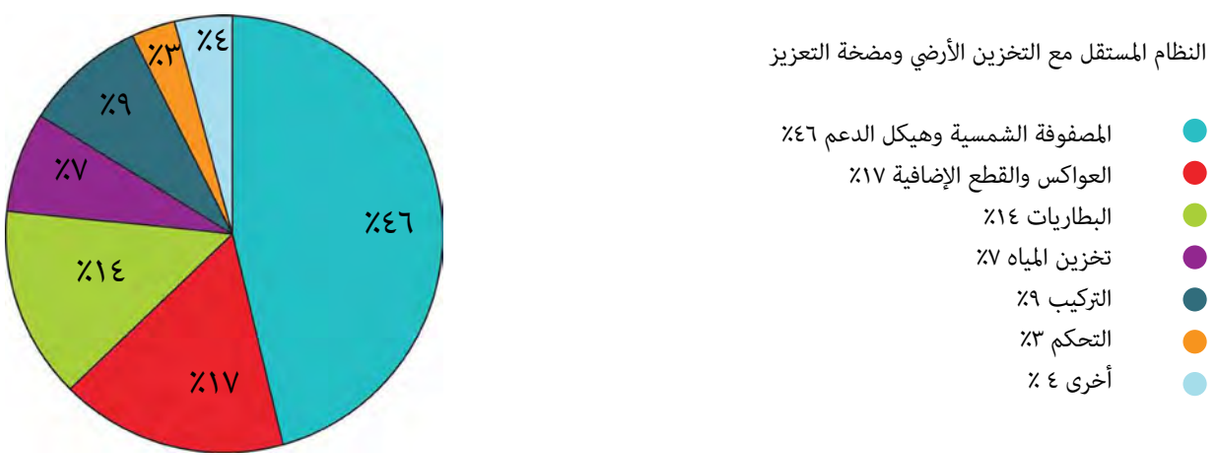
- تكلفة أقل للبطاريات.
- ثبات الضغط لشبكة نظام الري.
- تركيب بسيط للصهريج الأرضي.
- جدول الري مستقل عن نمط الضخ.
- يمكن استخدام عواكس قياسية بجانب التردد العاكس لتشغيل المحطة.
- إمكانية إدارة الطاقة.

الصيانة

- تنظيف الألواح خلال فترة تتراوح من شهر إلى ثلاثة أشهر وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.
- فحص الخزان/ الصهريج للحماية ضد التآكل ويعتمد حدوث ذلك على المادة والتقنية المستخدمة.
- فحص البطارية وفقًا لتقنية البطارية.
- صيانة مضخة التعزيز وفقًا لإرشادات المورد.

هيكل التكلفة

النظام المستقل مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز



شكل ١٦- هيكل التكلفة- النظام المستقل مع التخزين الأرضي، مضخة التعزيز والبطاريات.

جدول ٥- تقييم الاقتصاديات- هيكل التكلفة- النظام المستقل مع التخزين الأرضي، مضخة التعزيز والبطاريات.

	تكاليف الاستثمار	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[6]
إحدى التركيبات الجديدة	$ $ $ $ $	$ $ $	🔧 🔧 🔧 🔧 🔧	☁ ☁ ☁ ☁
المزرعة القائمة	٩ $ $ $	لا يوجد اختلاف		

[٨] نسبة تزويد الطاقة التي يسهم بها النظام الشمسي إلى التزود بالطاقة التي يستلزمها نظام بعينه.

[٩] إذا ما كان التخزين على مستوى عال قائم بالفعل.

٥- نظام هجين من الديزل/ والطاقة الشمسية الهجينة وعملية التبديل بينهما (والتخزين على مستوى عال):

أسس تصميم النظام:

من اليسير وضع الأنظمة الهجينة التي تسمح بعملية التحويل داخل المزارع القائمة، حيث يتم فقط إضافة النظام الشمسي إلى البئر. ويقوم نظام الطاقة الشمسية خلال ساعات سطوع الشمس بتشغيل المضخة بنفس فكرة النظام المستقل. فخلال الري، يقوم النظام الشمسي بتشغيل المضخة مباشرة عند معدلات التدفق المتغيرة وفقًا للإشعاع الشمسي المتوفر. وإذا لم تكن الطاقة الشمسية متوفرة يتحول النظام إلى تشغيل مولد الديزل. ويمكن للتحويل أن يتم يدويًا أو بشكل أتوماتيكي حيث يعتمد ذلك على خيارات التحكم في مولد الديزل. ويكون زمن تشغيل نظام الري مستقل عن عملية الضخ بالطاقة الشمسية. ويتحقق الوفر في الوقود ومن ثم في التكلفة بناء على أوقات الري اللازمة وزمن تشغيل النظام الشمسي الذي تم تصميمه. وإذا ما كان النظام يسمح باستخدام صهريج على مستوى عال، فذلك يمثل حلًا جيدًا حينما لا يسمح أداء البئر بضخ الاحتياجات اليومية من المياه خلال أوقات النهار. ويتيح تخزين المياه بجدول ري مختلف عن جدول الضخ، ومثال ذلك حينما يكون الري ضروريًا خلال المساء والليل، بينما يتم الضخ خلال ساعات النهار. يقوم النظام الشمسي بضخ أكبر قدر ممكن من المياه إلى الخزان الموضوع على مستوى عال خلال ساعات النهار، ويتم ضخ الكمية المتبقية المطلوبة عن طريق تشغيل مولد الديزل. ويتم سحب مياه الري تحت الضغط المستمر اعتمادًا على الجاذبية (ولا تستخدم مضخة التعزيز).

التطبيقات الملائمة

الآبار الجديدة أو القائمة

- كافة أنماط الري.

حدود النظام

- يجب أن يشتمل مولد الديزل على التحكم الأوتوماتيكي.
- المشاركة الشمسية محددة وتعتمد على اوقات الري.
- النظام مع وجود خزان على مستوى مرتفع

يجب أن تكون الأرض ملائمة لدعم الفكرة مع وجود خزان/صهريج على مستوى عال. يجب أن يسمح أداء البئر بضخ الاحتياجات اليومية من المياه خلال ساعات السطوع الشمسي.

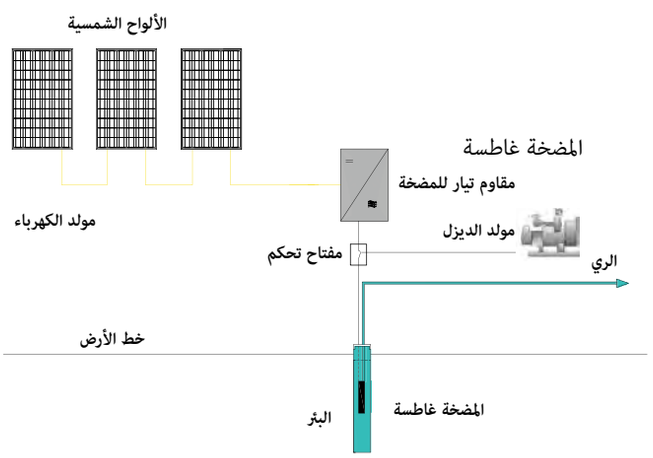
البيانات اللازمة

آبار جديدة:

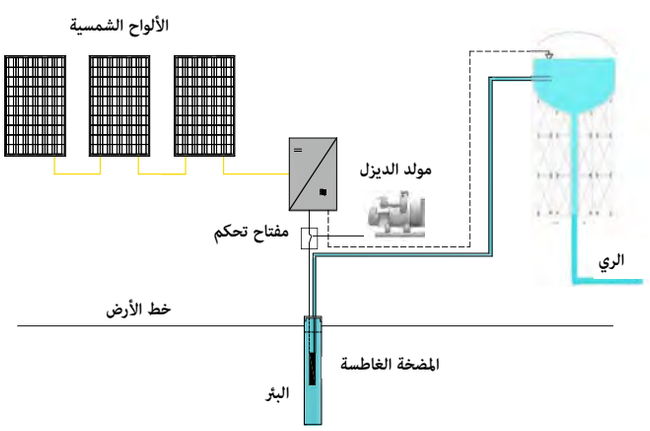
- معدل التدفق المطلوب
- بيانات البئر
- جدول الري.
- بيانات مولد الديزل الحالي(القائم) أو المخطط لتواجده.
- الموقع

آبار قائمة:

- القدرة الهيدروليكية للمضخة
- أنواع وخصائص الآبار.
- جدول الري.
- بيانات مولد الديزل الحالي (القائم) أو المخطط لتواجده.
- الموقع



شكل ١٧: مخطط النظام-نظام هجين من الديزل/ والطاقة الشمسية وعملية التبديل بينهما بجانب التخزين على مستوى مرتفع



شكل ١٨- مخطط النظام-نظام هجين من الديزل/ والطاقة الشمسية وعملية التبديل بينهما بجانب التخزين على مستوى مرتفع.

المكونات المطلوبة

- المضخة الغاطسة (جديدة أو قائمة).
- العاكس لشمسي أو محرك السرعة المتغيرة التقليدي مع إمكانية تحقيق تتبع نقطة القدرة القصوى داخليًا أو خارجيًا.
- مجمع سلاسل الألواح إذا ما احتاجه العاكس الشمسي.
- مصفوفة الألواح الشمسية.
- هيكل دعم للألواح الشمسية.
- التيار المستمر والتيار المتناوب (المتردد).
- مولد الديزل
- التحكم في التحويل.
- محرك السرعة المتغيرة الذي يتيح تحويل الطاقة الشمسية إلى تيار مستمر مباشرة وتغذيته مباشرة في الدائرة الوسيطة.
- خزان على مستوى مرتفع.
- أساس للخزان الموضوع على مستوى عال.
- بنية تحتية مناسبة للخزان.
- خزان/صهريج موضوع على مستوى عال مع حساس لمستوى المياه.

نواتج النظام

- نمط يومي أو شهري لإمداد المياه أو كلاهما معا.
- التكاليف لكل متر مكعب.
- الوفر المحقق مقارنة باستخدام الديزل.
- المشاركة الشمسية فيما يتعلق بإمداد المياه والطاقة.

الصيانة

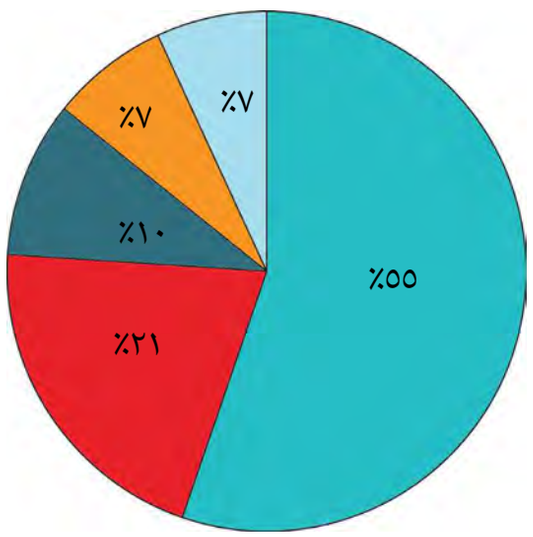
- تنظيف الألواح كل شهر إلى ثلاثة أشهر وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.
- فحص الخزان/الصهريج لتجنب التآكل: ويعتمد تكرار ذلك على المادة والتقنية المستخدمة.
- صيانة مولد الديزل وفقًا لإرشادات المورد

مزايا النظام

- تكلفة أقل من حلول البطارية.
- سهولة التركيب.
- لا يستلزم وجود مضخة تعزيز للري.
- لا يقتصر وقت التشغيل على ساعات سطوع الشمس.
- صيانة أقل.
- دورة حياة أطول لمولد الديزل.
- يمكن استخدام مولدات الديزل القائمة.
- في حالة استخدام صهريج على مستوى مرتفع:
  - o ليس هناك حاجة لمضخة تعزيز من أجل الري.
  - o ثبات معدلات التدفق مستمرة وضغط شبكة الري.

هيكل التكلفة

نظام هجين من الديزل والطاقة الشمسية وعملية التحويل بينهما

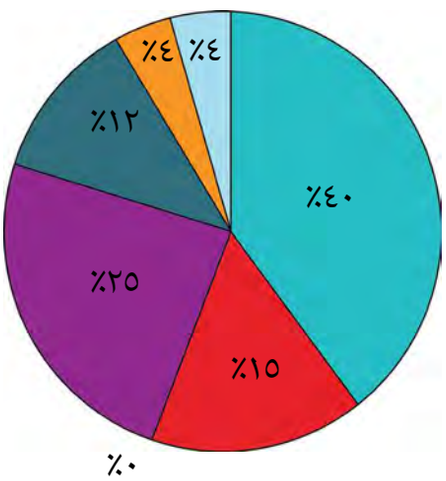


- مصفوفة الألواح الشمسية وهيكل الدعم ٥٥٪
- العواكس والقطع الإضافية ٢١٪
- البطاريات ٠٪
- تخزين المياه ٠٪
- التركيب ١٠٪
- التحكم ٧٪
- أخرى ٧٪

شكل ١٩-هيكل التكلفة- نظام هجين من الطاقة الشمسية والديزل وعملية التحويل بينهما.

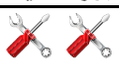
هيكل التكلفة

نظام هجين من الديزل والطاقة الشمسية وتخزين المياه عند مستوى مرتفع



- مصفوفة الألواح الشمسية وهيكل الدعم ٤٠٪
- العواكس والقطع الإضافية ١٥٪
- البطاريات٠٪
- تخزين المياه ٢٥٪
- التركيب ١٢٪
- التحكم ٤٪
- أخرى ٤٪

شكل ٣٠- هيكل التكلفة: نظام هجين من الديزل والطاقة الشمسية وتخزين المياه عند مستوى مرتفع

	تكاليف الاستثمار	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[10]
إحدى التركيبات الجديدة				
المزرعة القائمة بجانب تخزين على مستوى عالي			لا يوجد اختلافات	

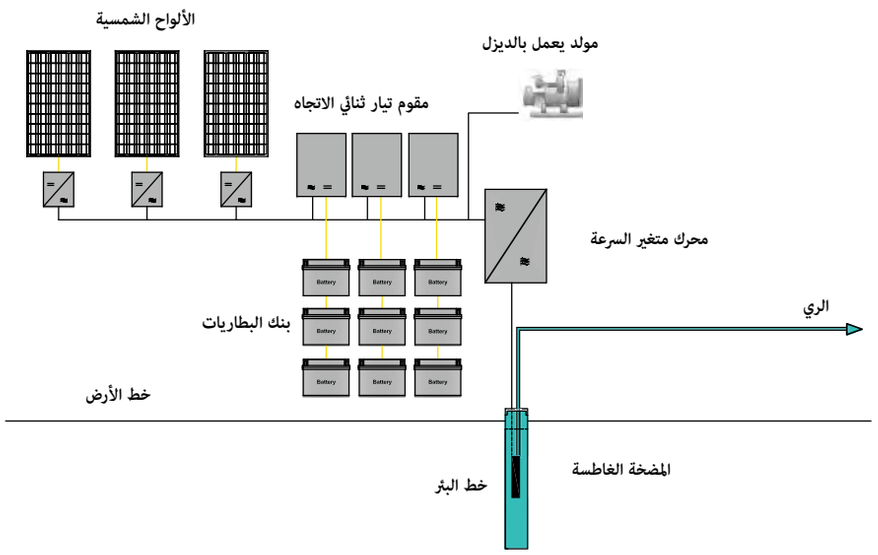
أسس النظام

- يجب أن يسمح العاكس الشمسي أو أي أداة كهربائية مماثلة للطاقة (مثل محرك السرعة المتغيرة التقليدي) بتتبع نقطة القدرة القصوى.
- تطويع طاقة الضخ مع إمداد الطاقة الشمسية.
- تشغيل الضخ من خلال محرك السرعة المتغيرة على نطاق كبير من معدل التدفق.
- ضرورة تواجد نسبة محددة بين سعة قدرة الخلايا الشمسية والمضخة لضمان وقت التش غيل الكامل خلال العام وخلال العمر المتوقع.
- في حالة استخدام خزان على مستوى مرتفع: ينبغي حماية الخزان/الصهريج ضد الصدأ.

و- النظام الهجين من الطاقة الشمسية/ وطاقة الديزل مع البطاريات أسس النظام

أسس تصميم النظام:

يمكن تصميم النظام الهجين مع البطاريات لتوفير ١٠٠٪ من حلول الطاقة الشمسية، مع تواجد مولد الديزل كمساعد احتياطي من أجل المحاصيل الهامة. وهذا النظام مصمم بشكل طبيعي لتوفير نسبة مقبولة من المشاركة الشمسية. ويتم توفير نسبة كبيرة من المشاركة الشمسية من خلال النظام الشمسي مع وجود مولد الديزل الذي يعمل في الفترات التي لا يوجد فيها إشعاع شمسي لفترات طويلة أو الفترات التي يقل فيها الإشعاع الشمسي. ويعمل النظام الشمسي خلال أوقات الري على تشغيل المضخة مباشرة عن طريق العاكس الشمسي، وإذا لم تتوفر الطاقة الشمسية أو كانت هناك نسبة قليلة لا تكفي لتشغيل المضخة، فتعمل الطاقة المختزنة في البطاريات على تشغيل نظام الري. ويجب أن تكون البطاريات عند أقصى مستوى للشحن من خلال النظام الشمسي أو مولد الديزل أو كلاهما. ويكون وقت تشغيل نظام الري مستقل عن تشغيل النظام الشمسي. ويعتمد الوفر المحقق في الوقود ومن ثم في التكاليف على أوقات الري اللازمة وأوقات عمل كل من النظام الشمسي والبطاريات.



شكل ٢١-مخطط النظام-نظام هجين من الطاقة الشمسية/وطاقة الديزل مع البطاريات
(المصدر: جورج ستينكي).

المكونات المطلوبة

- المضخة الغاطسة (جديدة أو قائمة)
- العاكس الشمسي أو محرك السرعة المتغيرة التقليدي مع إمكانية تحقيق تتبع نقطة القدرة القصوى داخليًا أو خارجيًا.
- مجمع سلاسل الألواح إذا ما احتاجه العاكس الشمسي.
- البطارية ومنظم شحن البطارية.
- مصفوفة الخلايا الشمسية.
- هيكل دعم الألواح الشمسية.
- أسلاك التيار المستمر والمتناوب (المتردد).
- مولد الديزل والتحكم في التحويل.

البيانات اللازمة للتصميم

آبار جديدة:

- معدل التدفق المطلوب.
- بيانات البئر.
- جدول الري.
- بيانات مولد الديزل الحالي أو المخطط لتواجده.
- الموقع.

آبار قائمة:

- الطاقة الهيدروليكية للمضخة.
- نوع وخصائص الآبار.
- جدول الري.
- بيانات مولد الديزل الحالي(القائم) أو المخطط لتواجده.
- الموقع.

التطبيقات الملائمة

- الآبار القائمة أو الجديدة.
- كافة أنماط الري.

نواتج التصميم

- النمط اليومي أو الشهري لإمداد المياه.
- التكلفة لكل متر مكعب.
- الوفر المحقق مقارنة بتشغيل الديزل.
- المشاركة الشمسية فيما يخص إمداد المياه والطاقة.

حدود النظام

- يجب أن يتيح مولد الديزل التحكم الأتوماتيكي.
- تعتمد المشاركة الشمسية على أوقات الري وتصميم النظام الشمسي والبطاريات.

الصيانة:

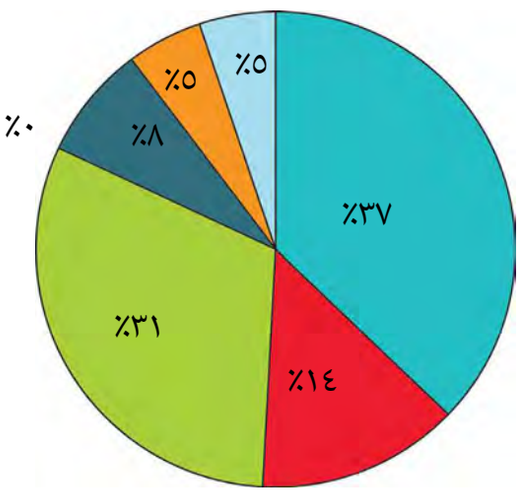
- تنظيف الألواح الشمسية في فترة تتراوح من شهر إلى ثلاثة أشهر وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.
- فحص البطارية وفقًا للتقنية المستخدمة.
- صيانة مولد الديزل وفقًا لإرشادات المورد

المزايا:

- مشاركة شمسية أعلى من أنظمة التحويل.
- إمكانية استخدام مولدات ديزل أصغر حجمًا من تلك المستخدمة في عملية تحويل النظام.
- عدم اقتصار وقت التشغيل على أوقات النهار.
- لا يلزم استخدام مضخة تعزيز للري.
- فترات صيانة أقل وعمر أطول لمولد الديزل.
- إمكانية استخدام العاكس القياسي مع التردد العاكس.
- إمكانية استخدام مولدات الديزل القائمة.

هيكل التكلفة

نظام هجين الديزل/الطاقة الشمسية مع البطاريات.



- مصفوفة الألواح الشمسية وهيكل الدعم ٣٧٪
- العواكس والقطع الإضافية ١٤٪
- البطاريات ٣١٪
- تخزين المياه ٠٪
- التركيب ٨٪
- التحكم ٥٪
- أخرى ٥٪

شكل ٢٢-هيكل التكلفة-نظام هجين الديزل/الطاقة الشمسية مع البطاريات.

جدول ٧-تقييم الاقتصاديات-- نظام هجين الديزل/الطاقة الشمسية مع البطاريات.

	التكاليف الاستثمارية	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[11]
تركيبات جديدة	$ $ $ $	$ $ $		
المزرعة القائمة	$ $ $	$ $ $ $	لا يوجد اختلافات	

أسس النظام

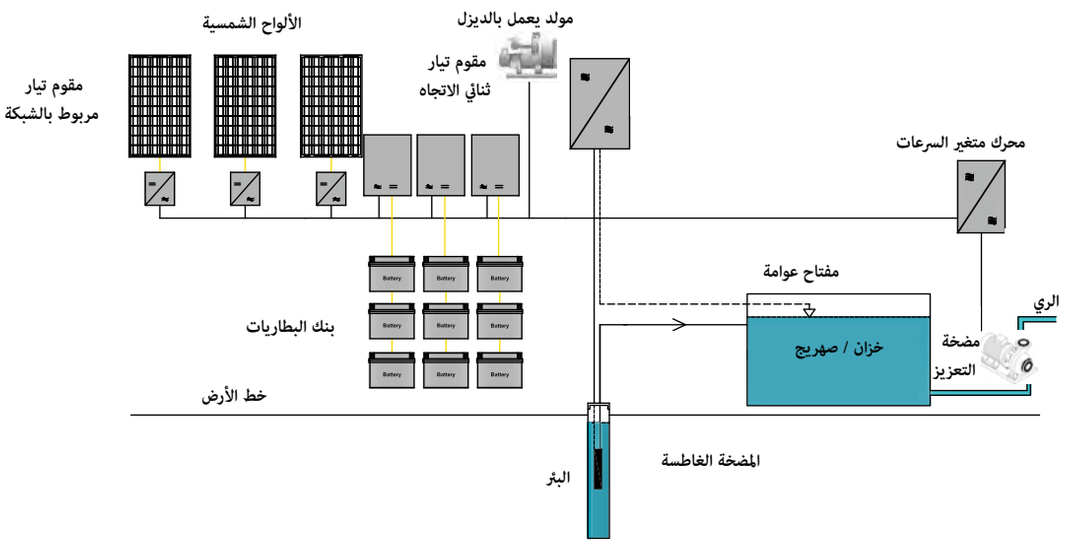
- تحتاج سعات البطارية ومنظم الشحن إلى تجنب التفريغ العميق خلال الدورة اليومية.
- مستوى التفريغ له تأثير واضح على دورة حياة البطاريات.
- يجب ضمان الحماية ضد التفريغ العميق للبطارية.
- يجب أن تتناسب البطاريات مع الظروف البيئية.

[11] نسبة التزويد بالطاقة التي يسهم بها النظام الشمسي إلى مقدار التزويد بالطاقة المطلوب لتطبيق بعينه.

ز- النظم الهجينة من الطاقة الشمسية والديزل مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز

أسس تصميم النظام:

يتم اختيار النظم الهجينة مع التخزين الأرضي والمضخة الرافعة حينما تكون هناك حاجة لتقليل نفقات صهاريج التخزين، أو لصعوبة بناء الخزانات ذات المستوى المرتفع نتيجة لعدم ملائمة سطح الأرض في المزرعة. ويكون وقت تشغيل نظام الري في المزرعة مستقل عن عملية الضخ. يتم ضخ الاحتياجات اليومية من الري في الخزان الأرضي ويتم سحبه من الخزان بواسطة مضخة التعزيز. ويقوم النظام الشمسي بتشغيل مضخة التعزيز أثناء النهار، أما أثناء الليل فيتم تشغيلها بواسطة بطارية التخزين. وميزة هذا النظام مقارنة بأنظمة البطارية الكاملة (انظر النظام ب، و)، هي أن سعة البطارية المطلوبة أقل، وبالتالي تكون التكلفة أقل. ويتم توفير الضغط ومعدل تدفق الري من خلال البطارية، بينما يتم توفير الطاقة اللازمة لضخ المياه إلى السطح من خلال النظام الشمسي كليا أثناء النهار. ويتم شحن البطاريات عند المستوى المناسب من خلال النظام الشمسي و/ أو مولد الديزل.



شكل ٢٣-مخطط النظام-النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز.

المكونات المطلوبة

- المضخة الغاطسة (جديدة قائمة).
- مضخة التعزيز.
- تشغيل آلي.
- العاكس الشمسي أو محرك السرعة المتغيرة مع إمكانية تحقيق تتبع نقطة القدرة القصوى MPPT> داخليًا وخارجيًا.
- مجمع الأسلاك إذا دعت الحاجة مع العاكس الشمسي.
- مصفوفة الألواح الشمسية.
- هيكل دعم الألواح الشمسية.
- أسلاك التيار المتناوب (المتردد)، والتيار المستمر.
- مولد الديزل والتحكم في التحويل.
- البنية التحتية للخزان الارضي.
- خزان أرضي مع حساس لمستوى المياه.

حدود النظام

- يجب أن تكون الأرض ملائمة لدعم الفكرة مع الخزان والصهريج الأرضي.
- يجب أن يسمح مولد الديزل بالتحكم الآلي.
- تعتمد المشاركة الشمسية على أوقات الري وتصميم النظام الشمسي والبطاريات.
- يجب أن يسمح الأداء بضخ الاحتياجات اليومية الكلية طوال ساعات السطوع الشمسي.

تطبيقات ملائمة

- الآبار الجديدة أو القائمة.
- كافة أنماط الري.
- كافة تقنيات الري المستخدمة.

البيانات اللازمة

آبار جديدة:

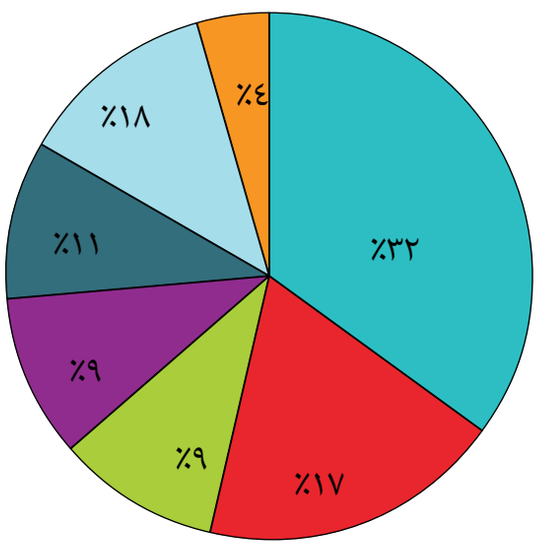
- معدل التدفق المطلوب.
- بيانات البئر.
- جدول الري.
- بيانات مولد الديزل الحالي(القائم) أو المخطط لتواجده.
- معلومات عن الخزان الحالي(القائم) أو مساحة الخزان الجديد.
- الموقع.

آبار قائمة:

- الطاقة الهيدروليكية للمضخة.
- نوع وخصائص الآبار.
- جدول الري.
- بيانات مولد الديزل الحالي(القائم) أو المخطط لتواجده.
- معلومات عن الخزان الحالي(القائم) أو مساحة الخزان الجديد
- الموقع.

المزايا:

- معدل مشاركة شمسية أعلى من أنظمة التحويل.
- إمكانية استخدام مولدات ديزل أصغر من تلك المستخدمة في عملية التحويل.
- لا تقتصر أوقات التشغيل على ساعات السطوع الشمسي.
- ضغط مستمر ومعدل تدفق لنظام الري.
- صيانة أقل، زيادة عمر مولدات الديزل.
- إمكانية استخدام مولدات الديزل القائمة.



شكل ٢٤-هيكل تكلفة الأنظمة الهجينة من الطاقة الشمسية والديزل مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز.

الصيانة:

- تنظيف الألواح الشمسية في فترة تتراوح من شهر إلى ثلاثة أشهر وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.
- فحص الخزان/ الصهريج تفاديًا للتآكل ويعتمد حدوث ذلك على المادة والتقنية المستخدم.
- صيانة مولد الديزل وفقًا لإرشادات المورد.
- صيانة مضخة التعزيز وفقًا لإرشادات المورد.
- النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز.

النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز.

- مصفوفة الخلايا الكهروضوئية والدعم. ٣٢٪
- العواكس والقطع الإضافية. ١٧٪
- البطاريات. ٩٪
- تخزين المياه. ٩٪
- التركيب. ١١٪
- التحكم. ٤٪
- أخرى.

جدول ٨- تقييم الاقتصاديات- الأنظمة الهجينة من الطاقة الشمسية والديزل مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز.

	التكاليف الاستثمارية	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[12]
تركيبات جديدة	$ $ $	$ $ $		

أسس النظام

- تحتاج أبعاد البطارية ومنظم الشحن إلى تجنب التفريغ العميق خلال الدورة اليومية.
- مستوى التفريغ له تأثير واضح على عمر البطاريات.
- يجب ضمان الحماية ضد التفريغ العميق للبطارية.
- يجب أن تتناسب البطاريات مع الظروف البيئية.

[12] نسبة التزويد بالطاقة التي يسهم بها النظام الشمسي إلى مقدار التزويد بالطاقة المطلوب لتطبيق بعينه

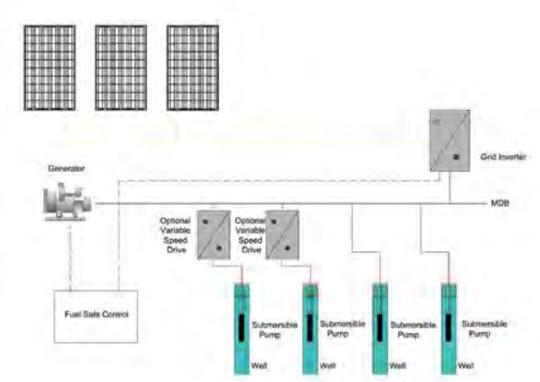
ج- النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل

(تصور عن موفر الوقود للمشاركة الشمسية المحدودة، والنظام المدار لمشاركة شمسية أعلى)

يمكن تركيب حلول الطاقة الموفرة للوقود إما في المزارع القائمة أو الجديدة وذلك إذا ما تم ربط عدة آبار بشبكة مركزية يحركها مولد (الأنظمة الهجينة من الآبار المتعددة)، ولا يتم ربط النظام الشمسي بالمضخات مباشرة، وإنما بلوحة التوزيع الرئيسية للشبكة. وإعداد هذا النظام يماثل أشكال النظم شائعة الاستخدام وذلك حينما يتم استخدام الطاقة الشمسية لدعم مصادر الطاقة الأخرى ولتحقيق وفر في استخدام الوقود. ويمكن استخدام تقنية المحول القياسي للأنظمة المرتبطة بالشبكة دون وجود أنظمة تحكم إضافية طالما كانت المشاركة الشمسية في نطاق يسمح لمولدات الديزل بخفض طاقتها استنادًا على آلية التحكم الداخلي الخاصة بها وفقًا لمخرجات النظام الشمسي.

واعتمادًا على مولد الديزل، يمكن تحقيق حتى ٣٠٪من إجمالي الأحمال من خلال الطاقة الشمسية. وفي حالة المشاركة الشمسية العالية، فلابد من توافر الإدارة الفعالة للنظام والتحكم في كل من النظام الشمسي والمولدات.

وتتضح فكرة موفر الوقود السلبي لأنظمة الآبار المتعددة ونظام إدارة الطاقة الهجين للآبار المتعددة من خلال المشاركة الشمسية.

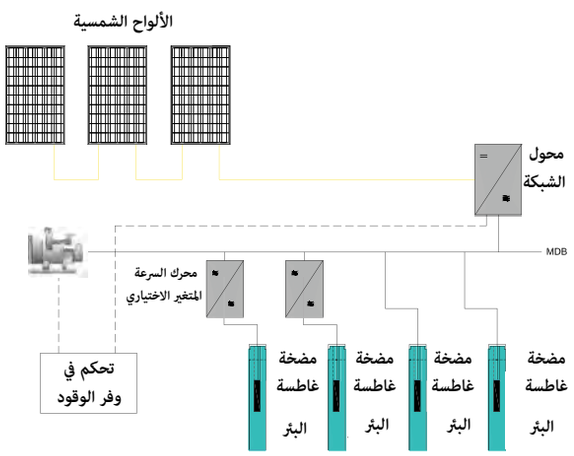


شكل ٢٥ – مخطط النظام– نظام هجين من الديزل/الطاقة الشمسية(مفهوم موفر الوقود لمشاركة شمسية محدودة) المصدر: جورج ستينكي

فمن خلال مفهوم موفر الوقود السلبي، يتم تغذية الخلايا الكهروضوئية من خلال محولات الشبكة القياسية لنسبة تصل حتى ٣٠٪ ومن أجل مشاركة أعلى للخلايا الكهروضوئية، يجب إجراء قياسات نشطة لتثبيت إمداد الطاقة (نظام الإدارة هجين)

ويمكن لنظم الإدارة الهجينة للآبار المتعددة الوصول إلى معدلات عالية من المشاركة الشمسية، ويمكن تنفيذها في المزارع القائمة والجديدة حينما تتوفر شبكة مركزية يحركها مولد الديزل مع امكانية إدراج مولدات الديزل في وحدة تحكم النظام الشمسي. ويمكن التحكم في مخرجات طاقة النظام الشمسي ومولدات الديزل وفقًا للأحمال الفعلية وتوفر الطاقة الشمسية. وتتوقف الطاقة الفعلية الناتجة من النظام الشمسي بمجرد انخفاض الحمل الفعلي إلى قيم تصل لأقل من ٣٠٪من قدرته. ولا ينبغي أن تعمل محركات الديزل بأحمال تقل عن ٣٠٪ من قدرته نتيجة للاحتراق غير الكامل، وانخفاض دورة الحياة المتوقعة لمولد الديزل. ولا تستطيع التكيّف مع الحمل الجزئي سوى مولدات الديزل الخاصة ذات تقنية الحقن المتطورة.

ويمكن توفير حتى من ٧٠٪-٨٠ من احتياجات الطاقة من خلال الطاقة الشمسية اعتمادًا على مولدات الديزل، وجدول الري. وفي حدود معينة، يمكن أن يكون حجم الأنظمة مستقل عن الحمل الكلي طالما كان النظام كبير بدرجة تكفي لضبط الجهود والتكلفة لنظام تحكم مميز.



شكل ٢٦ مخطط النظام–النظام الهجين من الديزل والطاقة الشمسية (نظام مدار لمشاركة شمسية أعلى).

البيانات اللازمة للتصميم:

- نمط احتياجات الطاقة من الشبكة.
- بيانات التصميم الدقيقة للمولدات القائمة أو المخطط لتواجدها تمثل أهمية (المرونة والحجم).
- الموقع.

نواتج التصميم

- تكاليف أقل لكل متر مكعب.
- المشاركة الشمسية فيما يتعلق بتوليد الطاقة.

المزايا

- حجم نظام الطاقة الشمسية مستقل عن احتياجات الطاقة الهيدروليكية الفردية لمضخة.
- سهولة التركيب.
- صيانة أقل، زيادة عمر مولد الديزل.
- يمكن تجاهل تأثير التقادم.
- يمكن استخدام المكونات القياسية للأنظمة المرتبطة بالشبكة.
- لا توجد حاجة لزيادة الحجم حينما لا يتم ربط النظام الشمسي مباشرة بالمضخة.
- تتناقص المشاركة الشمسية بشكل طبيعي من عام لعام لأقل من واحد بالمائة.

تطبيقات ملائمة

- المزارع الجديدة أو القائمة.
- كافة أنماط الري.
- بشكل خاص حينما تتوفر شبكة مركزية.

حدود النظام

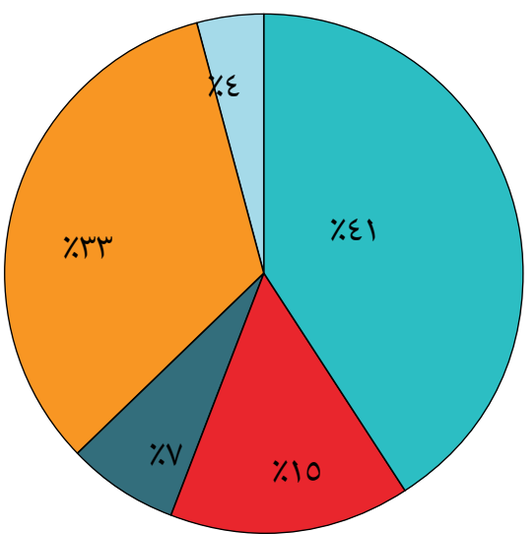
- مولد الديزل بحاجة للتحكم التلقائي.
- تعتمد المشاركة الشمسية على أوقات الري وتصميم النظام الشمسي.
- تعتمد المشاركة الشمسية على المرونة وحجم مولدات الديزل.
- يجب ألا يعمل مولد الديزل بأحمال تقل عن ٣٠٪ من قدرته حيث أن الاحتراق غير الكامل يقلل من دورة الحياة المتوقعة لمولد الديزل.
- إذا انخفض حمل مولد الديزل لأقل من ٣٠٪ يجب أن تقل قدرة الخلايا الكهروضوئية.

في حالة المشاركة الشمسية الأعلى (نظام إدارة الطاقة الهجين للآبار المتعددة).

تكون مولدات الديزل الخاصة بحاجة إلى تشغيل حمل جزئي جيد وتحكم تلقائي.

هيكل التكلفة

نظام إدارة الطاقة الهجين من الديزل والطاقة الشمسية



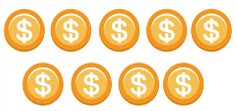
شكل ٢٧- هيكل التكلفة- مخطط النظام-النظام الهجين من الديزل والطاقة الشمسية (نظام مدار لمشاركة شمسية أعلى).

- مصفوفة الخلايا الكهروضوئية وهيكل الدعم. ٤١٪
- العواكس والقطع الإضافية. ١٥٪
- البطاريات. ٠٪
- تخزين المياه. ٠٪
- التركيب. ٧٪
- التحكم. ٣٣٪
- أخرى. ٤٪

الصيانة

- تنظيف الألواح الشمسية في فترة تتراوح من شهر إلى ثلاثة أشهر وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.
- فحص البطارية وفقًا للتقنية المستخدمة.
- صيانة مولد الديزل وفقًا لإرشادات المورد

جدول ٩: تقييم الاقتصاديات – النظام الهجين من الديزل والطاقة الشمسية (نظام مدار لمشاركة شمسية أعلى).

	التكاليف الاستثمارية	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[18]
تركيبات جديدة				
المزرعة الحالية (النظام المدار)			لا يوجد اختلافات	

أسس النظام

- نمط الأحمال ضروري لمولد الديزل من أجل تصميم دقيق للنظام الشمسي.
- يجب ألا يزداد حجم مولد الديزل.
- يجب أن تتسم مولدات الديزل بالمرونة فيما يتعلق بتعديل الأحمال.
- لا يجب أن تعمل مولدات الديزل بأحمال تقل عن ٣٠٪.

ط- حلول الشبكات الذكية الصغيرة:

أسس تصميم النظام:

حلول الشبكات الذكية الصغيرة هي حتماً الحل الأمثل لمزارع الرياح في المستقبل. فهي توفر إمكانية كاملة لإمدادات الطاقة وعملية ري مثلى وذات كفاءة. وترتبط كل المكونات النشطة في الشبكة من أجل تبادل المعلومات الأساسية عن التشغيل، ونقل الطاقة بغض النظر عن مولدات الديزل، وأنظمة الطاقة الشمسية في مواقع مختلفة، أو أي من مصادر الطاقة الأخرى المستخدمة مثل طاقة الرياح. وترتبط كل المضخات في الآبار بالشبكة، وكذلك بأي من البطاريات اللازمة. ويتحد النظام الأمثل مع الحساسات المناسبة فيما يتعلق بالحمل، الإشعاع، والطاقة الشمسية، وكذلك الاحتياجات الفعلية من أنظمة الري. ونظام الإدارة المركزي هو الذي يقرر المصادر التي تستخدم او آلية توزيع الطاقة. والشبكات الذكية تطبق بالفعل على مستوى المنازل والقرى إما في شكل أنظمة مرتبطة بالشبكة أو بعيدة عن الشبكة. وتكلفة التقنية الحالية هي العائق الأساسي في الوقت الحالي، وبخاصة مع إدراج بطاريات التخزين. ومع هذا فإن حلول الشبكات الذكية الصغيرة هي أساس التصميمات المستقبلية لمزارع الرياح، ومن الضروري إدراك الفرص للتحول إلى هذا النظام.

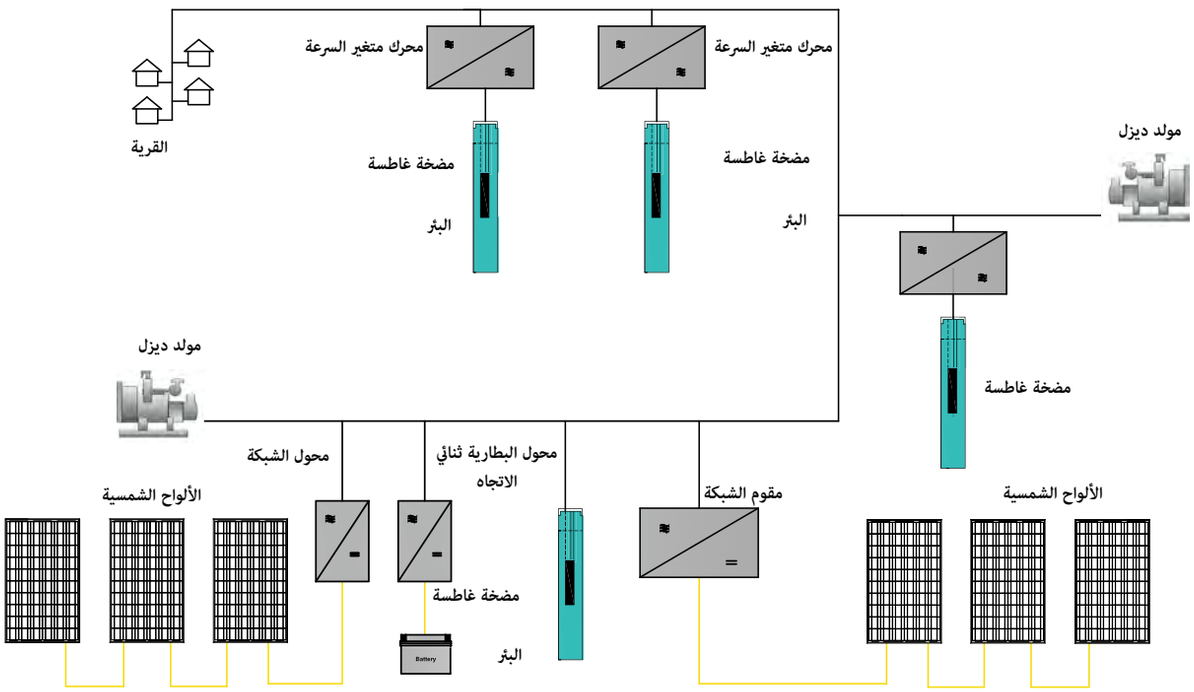
البيانات اللازمة لتصميم النظام

- تصور مفصل، وتواصل تام بين المشغل وموفر النظام.
- المنزل/ او القرية.
- محرك السرعة المتغيرة.
- المضخة الغاطسة .
- البئر.
- مولد الديزل.
- الالواح الشمسية.
- محول الشبكة الذكية الصغيرة.
- محول البطارية ثنائي الاتجاه

تطبيقات ملائمة

- مزارع جديدة.
- كافة أنماط الري.
- كافة تقنيات الري المستخدمة.

[18] نسبة التزويد بالطاقة التي يسهم بها النظام الشمسي إلى مقدار التزويد بالطاقة المطلوب لتطبيق بعينه.



شكل ٢٨: مخطط النظام-حلول الشبكات الصغيرة (المصدر:جورج ستينكي)

المكونات المطلوبة

- العواكس الشمسية.
- صندوق الجمع إذا ما استلزمه العاكس الشمسي.
- مصفوفة الخلايا الشمسية.
- هيكل الدعم للخلايا الكهروضوئية.
- التيار المتناوب (المتردد) والتيار المستمر.
- إدارة الشبكة مع تحكم التابع/المتبوع.
- وحدات التحكم التابعة لكل وحدة منتجة أو مستهلكة.
- مولدات الديزل.
- خيار البطارية.

نواتج التصميم

- نمط يومي أو شهري لإمداد المياه وتوليد الطاقة.
- التكلفة لكل متر مكعب.
- الوفر المحقق مقارنة بتشغيل الديزل.
- المشاركة الشمسية فيما يتعلق بإمداد المياه والطاقة.

حدود النظام

- بيانات دقيقة ومن المهم وجود فترة تصميم مكثفة من أجل تصميم ملائم.

المزايا

- مرونة في إدارة الطاقة والمياه.
- شكل نموذج قابل للمد.
- أداء أمثل لكل المكونات

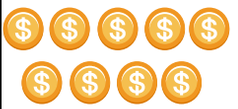
الصيانة

- تنظيف الألواح في فترة تتراوح من شهر لثلاثة أشهر وفقًا للأحوال البيئية.
- فحص النظام كل ستة أشهر.
- صيانة مولد الديزل وفقًا لإرشادات المولد.

هيكل التكلفة

يتحدد هيكل تكلفة حلول الشبكات الذكية الصغيرة تبعًا لكل مشروع. ولا يمكن حساب التقديرات العامة لتكلفة النظام.

جدول ١٠- تقييم الاقتصاديات - حلول الشبكات الذكية الصغيرة

	التكاليف الاستثمارية	التكاليف التشغيلية	جهود الصيانة	المشاركة الشمسية[13]
تركيبات جديدة				
المزرعة الحالية (النظام المدار)			لا يوجد اختلافات	

أسس النظام

- ضرورة وجود تواصل تام بين المشغل وموفر النظام.
- ضرورة وجود تصميم فردي لكل نظام.
- عدم توفر تصميم قياسي.
- يجب أن يتلاءم النظام مع الظروف الخاصة متضمنة الأحوال البيئية.
- استخدام مكونات ذات كفاءة يمكن إدراجها في هيكل ذو مرونة.

[13] نسبة التزويد بالطاقة التي يسهم بها النظام الشمسي إلى مقدار التزويد بالطاقة المطلوب لتطبيق بعينه.

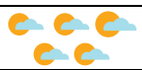
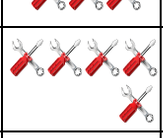
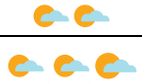
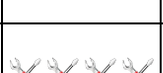
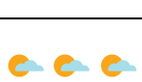
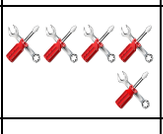
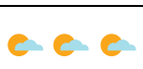
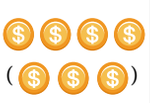
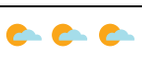
2-3

جداول مقارنة للتصورات المختلفة

٢-٣- جداول مقارنة للتصورات المختلفة

المزرعة الجديدة

جدول ١١ مقارنة للتصورات الخاصة بالمزارع الجديدة.

نظام الضخ الشمسي	حدود النظام (الري)	تكاليف الاستثمار	التكاليف التشغيلية	جهد الصيانة	المشاركة الشمسية[١٤] ٢٠
أ-النظام المستقل للري المباشر	1				
ب- النظام المستقل للري المباشر مع البطاريات	2				
ج- النظام المستقل والتخزين على مستوى عال	3				
د- النظام المستقل والتخزين الأرضي مع البطاريات ومضخة التعزيز	2				
هـ-النظام الهجين من الطاقة الشمسية و-الديزل (مع عملية التحويل وصهريج على مستوى عال).	0 (3)				
و-النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل مع البطاريات	0				
ز-النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل والتخزين الأرضي ومضخة التعزيز	0				
ح- النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل للآبار المتعددة (حلول الوفر في الوقود او النظام المدار)	0				
ط- حلول الشبكات الذكية الصغيرة.	0				

[١٤] نسبة التزويد بالطاقة التي يسهم بها النظام الشمسي إلى مقدار التزويد بالطاقة المطلوب لتطبيق بعينه.

المزرعة القائمة

جدول ١٢: جدول مقارنة التصورات الخاصة بالمزارع القائمة (اختلافات مع جدول ١١ فقط)

نظام الضخ الشمسي	حدود النظام (الري)	تكاليف الاستثمار	التكاليف التشغيلية	جهد الصيانة	المشاركة الشمسية
أ-النظام المستقل للري المباشر					
ب- النظام المستقل للري المباشر مع البطاريات					
ج- النظام المستقل والتخزين على مستوى عال		15			
د- النظام المستقل والتخزين الأرضي مع البطاريات ومضخة التعزيز					
هـ-النظام الهجين من الطاقة الشمسية و-الديزل (مع عملية التحويل وصهريج على مستوى عال).		( )			
و-النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل مع البطاريات					
ز-النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل والتخزين الأرضي ومضخة التعزيز					
ح- النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل للآبار المتعددة (حلول الوفر في الوقود او النظام المدار)			( )		
ط- حلول الشبكات الذكية الصغيرة.					

[١٥] في حالة تواجد التخزين على مستوى عال.

دليل المصطلحات

حدود النظام:

٠- ليس هناك أي حدود فيما يتعلق بالري والبئر.

١- يتضاعف نمط الري مع نمط الإشعاع الشمسي (ليس هناك تحكم في الحد الأقصى لمعدل تدفق السحب من البئر وأوقات الري ومعدل التدفق.

٢- تحكم محدود في الحد الأقصى لمعدل تدفق للسحب من البئر وأقات الري ومعدل التدفق اعتمادًا على تحديد أبعاد بطارية الطاقة الشمسية.

٣- جدوى الخزانات المرتفعة: ارتفاع الخزان يجب ان يتناسب مع نظام الري.

التكلفة الاقتصادية: $ قليله جدا الى $$$$$ عالية جدا

تكاليف التشغيل: المؤشرات العكسية للوفر: X قليله جدا الى XXXXX عالية جدا

جهد الصيانة: i قليله جدا الى iiiii عالية جدا

التكلفة الاقتصادية: * قليله جدا الى ***** عالية جدا

4

خطوات تصميم أنظمة الضخ الشمسية

٤- خطوات تصميم أنظمة الضخ الشمسية

تتوفر مجموعة مختلفة من التصميمات الخاصة بتنفيذ أنظمة الضخ الشمسية. وتساعد المعلومات الدقيقة التي تمنح لموفر النظام في صيغة موحدة على تقييم الأنظمة الأكثر ملائمة في المرحلة المبكرة لتنفيذ المشروع.

طرق متاحة للمستثمر:

- استثمار أقصى حد للميزانية المتوفرة لتحقيق الاستخدام الأمثل للنظام.
- تركيب نظام مستقل تمامًا، يحل محل مولدات الديزل الحالية.
- البدء بنظام صغير، مع إمكانية تحديثه فيما بعد.
- اختيار أكثر الحلول كفاءة من حيث التكلفة.
- استخدام أقصى مساحة متوفرة لمصفوفة الخلايا الشمسية.

معلومات هامة لإدراجها:

- **بيانات المشروع الأساسية**

- الموقع
- خريطة للموقع مع الاتجاه الجغرافي.
- مساحة خالية للتركيبات الشمسية، والآبار ومولدات الديزل.
- خصائص البئر.
- العمق.
- جدول المياه.
- الجدول الديناميكي.
- أداء البئر (إن كان متاحًا).
- معلومات عن جودة المياه.

جدول الري المطلوب

o نمط يومي أو موسمي.

الضغط المطلوب لنظام الري أو ارتفاع خزان المياه لأنظمة التخزين.

معلومات تتعلق بالبئر الواحدة مع مولد الديزل.

معلومات تتعلق بالآبار المتعددة مع مولد الديزل المركزي، وتوفر الشبكة، أو مولدات الديزل الفردية.

إرشادات خطوة بخطوة:

الخطوة الأولى:

صف:

أحوال البئر/أو المزرعة القائمة أو تصور عن المزرعة الجديدة.

يمكن استخدام نماذج استطلاعات الموردين كقوائم مرجعية لضمان الحصول على معلومات كافية[٢٤].

- خصائص المضخة للمضخات القائمة أو التي سيتم شراؤها (إن كان قابلًا للتطبيق).

- النوع.
- القدرة.
- تصميم لمعدل التدفق وضاغط المضخة.
- قائمة البيانات.

معلومات عن مولد الديزل

o النوع.

o الحجم.

o استهلاك الوقود.

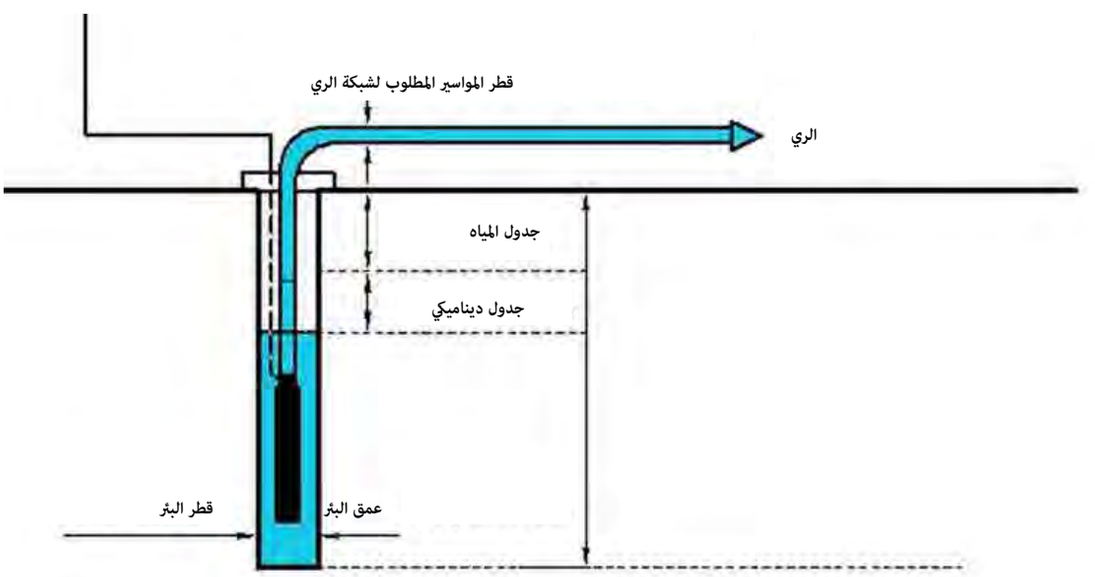
وضع إطار قياسي لحساب الاقتصاديات للموردين

o رأس المال.

o الفائدة.

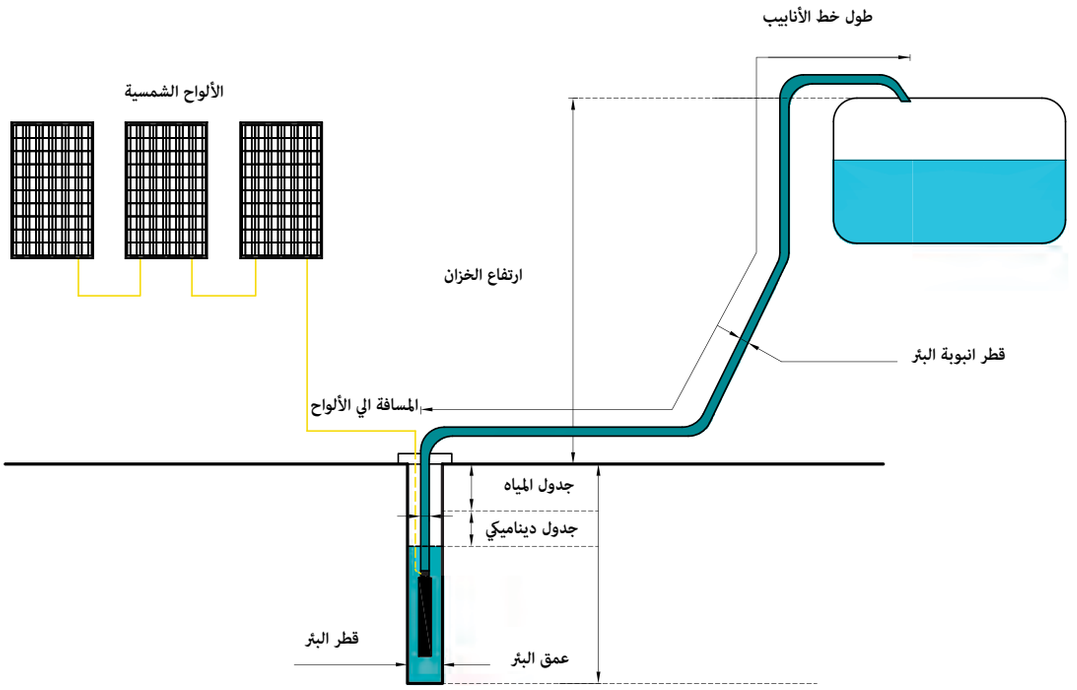
o تكاليف الوقود، إلى آخره[٢٥].

أو مولدات الديزل الفردية.



[٢٤] ii: طلب عروض خلايا كهروضوئية لنظام الضخ الشمسي.

[٢٥] لطلب نموذج ديناميكي لحساب الاقتصاديات، يرجى التواصل على info@raseed.giz.com



شكل ٢٩: خصائص البئر للري المباشر وأنظمة التخزين- تركيب ضاغط المضخة (المصدر: جورج ستينكي).

الخطوة الأولي:

- على موفري نظام الاتصال وضع مقترح يستند على المعلومات سالفة الذكر.
- جمع التقديرات والمقترحات.

٣-١ مفاهيم البئر الواحد

- فحص البئر و/أو خصائص المضخة والمعلومات الخاصة بجودة المياه.
- فحص الري وجدول الأحمال.
- اختيار مضخة ملائمة تناسب حجم المياه وضاغط المضخة.
- اختيار عاكس مناسب كي يتوافق مع المضخة وفكرة النظام.
- اختيار مصفوفة الخلايا الكهروضوئية وتحديد أبعاد السلسلة لتتماشى مع متطلبات العاكس.
- تصميم بنك البطارية إذا ما كانت حلول البطارية مطلوبة.
- فحص الأرض والتربة فيما يتعلق بملائمة الأساس.

٣-٢: مفاهيم الآبار المتعددة

- فحص خصائص هيكل شبكة المعلومات الخاصة بتوليد الطاقة الموجود بالفعل أو المخطط لتواجده.
- فحص جدول الأحمال.
- فحص نظام تحكم مولدات الديزل واختيار عاكس مناسب كي يتوافق مع الشبكة وفكرة النظام.
- اختيار مصفوفة الخلايا الكهروضوئية وتحديد أبعاد السلسلة حتى تتوافق مع متطلبات العاكس.
- تصميم بنك البطارية إذا ما كانت حلول البطارية مطلوبة.

الخطوة الثانية:

- تقييم التقديرات بناء على مفهوم التقنية، والمكونات المستخدمة، والتوقعات المالية.

الخطوة الرابعة:

- مواصلة المناقشات الفنية مع مجموعة محدودة من الموردين المحتملين لمناقشات المفاهيم والتقديرات المختلفة.
- إجراء زيارة ميدانية مع كل مورد إلى المزرعة المرتقبة.
- التأكيد على متطلبات تركيب مصفوفة الخلايا الكهروضوئية، المساحة المتاحة، وترتيبات مصفوفة الخلايا.
- تحديد أدوات السلامة اللازمة (ضد الصعق، والجهد الزائد).
- تحديد القطع الإضافية اللازمة (أنابيب مرور الأسلاك، الأسلاك، أنابيب الحماية).
- فحص الأساليب التي يمكن من خلالها خفض معدل تدفق المياه في إطار النظام الحالي.
- فحص الأرض والتربة فيما يتعلق بملائمة الأساسات.
- تحديد نظام التحكم للأنظمة الهجينة.

٣-٣- توصيات خاصة بتصميم النظام الشمسي في المزارع القائمة

بالنسبة للبئر الواحدة، فإن أول متطلبات تركيب النظام الشمسي هو توفر المساحة. كما تظهر الحاجة لفحص مولدات الديزل الحالية للتأكد من أنها تسمح بالتحكم التلقائي، ومن ثم دمجها في نظام التحكم ككل. من الممكن تحقيق استخدام ١٠٠٪ من الطاقة الشمسية لبعض المزروعات غير الهامة إذا ما كان الري مطلوب فقط خلال ساعات النهار. وإذا دعت الحاجة لإحلال المضخات في الآبار القائمة، فيجب انتقاء المضخات عالية الكفاءة ذات نطاق واسع من إمكانية ضبط التردد.

. وتتيح تلك المضخات استخدام محركات السرعة المتغيرة، والتي تسمح ببداية سلسة، وتحديد طاقة المضخة وإذا كان ممكنا و/أو متاح، فينبغي اختيار مولدات الديزل المرنة التي يمكن التحكم بها من الخارج. كما أنه يجب تجنب زيادة حجم مولدات الديزل باستخدام محركات السرعة المتغيرة للمضخات. ومع أخذ تلك الجوانب في الاعتبار، لا يكون على مولدات الديزل توليد طاقة كبيرة للتغلب على العزم عند بدء تشغيل المضخة.

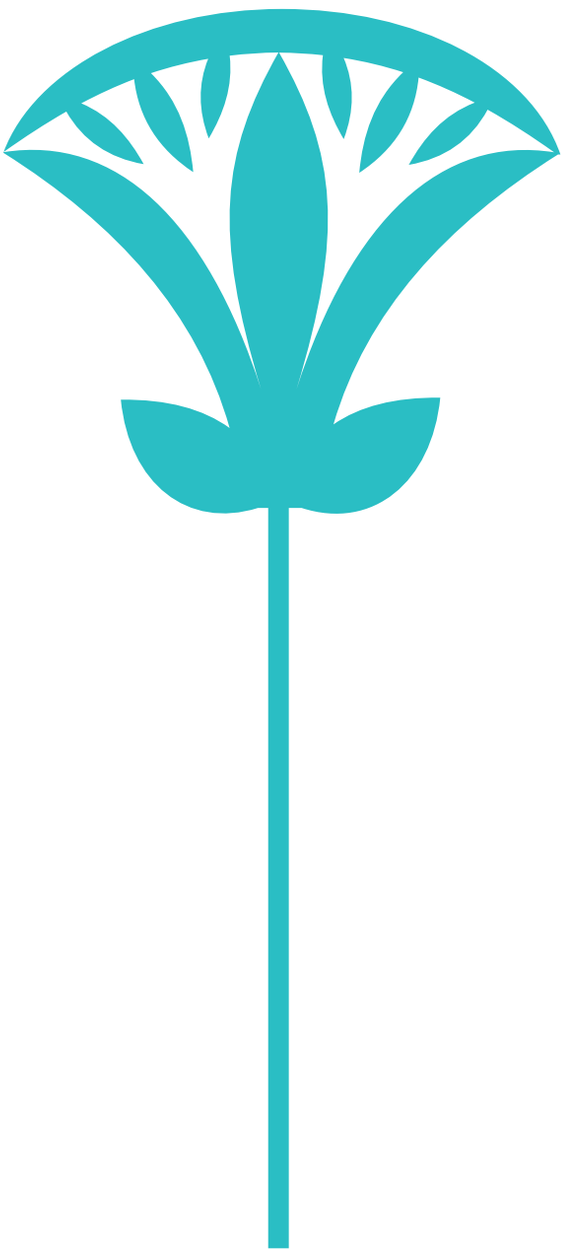
وفي المزارع القائمة ذات الآبار المتعددة المرتبطة بالفعل بشبكة يحركها مولد ديزل صغير، تتاح العديد من حلول كفاءة التكلفة والوقود بإضافة نظام الخلايا الكهروضوئية المرتبط بالشبكة (حتى ٣٠٪ من الطلب الكلي). واعتمادًا على نمط الطلب، فيمكن تحقيق وفر في الوقود بنسبة من٥٪ -١٥. وإذا ما كان العاكس المرتبط بالشبكة يسمح بإدارة فعالة من خلال موفر الوقود، فيمكن تحقيق مشاركة شمسية أعلى، ووفر أكبر في الوقود.

٣-٤ توصيات خاصة بتصميم النظام الشمسي في المزارع الجديدة

تتسم مفاهيم الآبار المتعددة بميزة هائلة تكمن في القدرة على موازنة احتياجات الري المتنوعة، وبخاصة مع تخزين المياه المتكامل. بالإضافة إلى ذلك وحيث أنه لا يستلزم الأمر تحديد حجم الخلايا الكهروضوئية من أجل الحصول على الحد الأدنى من الطاقة، فيمكن للمزرعة الناشئة أن تبدأ تدريجيًا في تركيب نظام شمسي وتصل به إلى أقصى قدرة وفقًا لما تسمح به موازنة المزرعة، وحالة السوق، وأسعار الطاقة. وعلى النقيض، فإن مفاهيم البئر الوحيدة تستلزم بطبيعة الحال الحد الأدنى من حجم الخلايا الكهروضوئية بناء على المضخة المستخدمة.

ولتفعيل الحلول الشمسية ذات الأداء الأمثل وكفاءة التكلفة وتركيبها في المزارع المصممة حديثًا، مع الأخذ في الاعتبار التوسع في المستقبل، فيتعين أخذ المعايير التالية في الاعتبار:

- استخدام تقنيات الري المتاحة الأكثر كفاءة.
- وضع هدف لتقليل استهلاك المياه.
- اختيار المضخات ذات الكفاءة مع محرك السرعة المتغيرة والتي تسمح بالتشغيل خلال نطاق واسع من معدل التدفق.
- وجود نسبة ثابتة من فدان/ بئر استنادًا إلى إجمالي الاحتياجات اليومية من المياه وأوقات تشغيل النظام الشمسي من ٦-٨ ساعات.
- لا يجب أن تعتمد نسبة الفدان / بئر على جدول الري والحد الأقصى لإنتاجية البئر.
- الاحتفاظ بمساحة خالية بجوار الآبار و/أو مولدات الديزل لإتاحة التركيبات الشمسية (تقدر المساحة المطلوبة بحوالي من ٨-١٠ متر مربع لكل كيلوواط في ساعة الذروة من الطاقة الشمسية).
- تجنب زيادة حجم مولدات الديزل.
- استخدام مجموعة من مولدات الديزل (الحمل الأساسي، الحمل الأعلى) والإدارة الكلية بدلًا من وحدات مولد ديزل كبيرة الحجم.
- استخدام مولدات ديزل مع خيار التحكم الخارجي.



[١٦] يجب أن تصمم الأنظمة المباشرة دائمًا على أساس أن تكون الطاقة الشمسية > من القدرة المطلوبة من المضخة. وإذا ما كانت الألواح الشمسية صغيرة، فلن يتم التشغيل. ويمكن لأنظمة الآبار المتعددة أن تبدأ ب ١٪ من الطاقة الشمسية حتى ربما ٣٠٪ لموفر الوقود و١٠٠٪ من الأنظمة المدارة.

[١٧] انظر مسرد المصطلحات

4

خطوات تصميم أنظمة الضخ الشمسية

٤-١ تأثيرات خفض القدرة الناتجة من الخلايا الشمسية

تدني الأداء

إن انخفاض القدرة من الألواح الشمسية هو طبيعي غير فيزيائي لا يمكن تجنبه. ويغطي كل المصنعين ذلك التأثير الناتج من خلال ما يسمى بضمان أداء الطاقة الناتجة. وتشير كتالوجات المصنعين إلى تدني أداء الطاقة في الخلايا البلورية بنسبة ٠,٥٪ سنويًا، و١٪ بالنسبة للخلايا الشمسية ذات الطبقات الرقيقة. وأظهرت تجربة المراقبة طويلة المدى التي أجراها معهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية بأن هذه النسب هي أقل في الواقع بنحو ٠,٢٥٪ بالنسبة للخلايا البلورية، و ٠,٦٪ بالنسبة للخلايا الشمسية ذات الطبقات الرقيقة.

تأثير درجة الحرارة

درجة حرارة الألواح الشمسية عامل هام يقلل القدرة التشغيلية بنسبه مئوية/ كلفن وذلك من خلال شروط الاختبار القياسية «STC». وبالنسبة للألواح البلورية هذه النسبة السالبة تتراوح من ٠,٤٪ -٠,٥٪/ كلفن، أما بالنسبة للخلايا الشمسية ذات الطبقات الرقيقة فهو من٠,٢٪ -٠,٤٥٪/كلفن. ويمكن حساب درجة حرارة ألواح الخلايا الكهروضوئية من خلال القاعدة التالية: درجة حرارة اللوح الشمسي= درجة الحرارة المحيطة (درجة مئوية) +٢٥ درجة مئوية x الإشعاع الشمسي (وات/ متر مربع /١٠٠٠ وات) ومع وجود درجة حرارة ٣٥ درجة مئوية وإشعاع شمسي يصل ١٠٠٠ وات/م٢، فإن ذلك ينتج عنه درجة حرارة للوح الشمسي ٦٠ درجة مئوية.

تقنية النظام

يوجه اللوح الشمسي ناحية الجنوب (السمت =٠)، ويتم تركيبه بزاوية ميل ثابتة على السطح الأفقي بمواجهة الشمس، بحيث يمتص معظم أشعة الشمس خلال اليوم سنويا. يتم تجميع العديد من الألواح الشمسية لتكوين نظام واحد. وهي مصفوفة شمسية والتي تتسبب في انخفاض بنحو ١٧,٥٪من القدرة التشغيلية وفقًا لشروط الاختبار القياسية بالنسبة لألواح البلور.

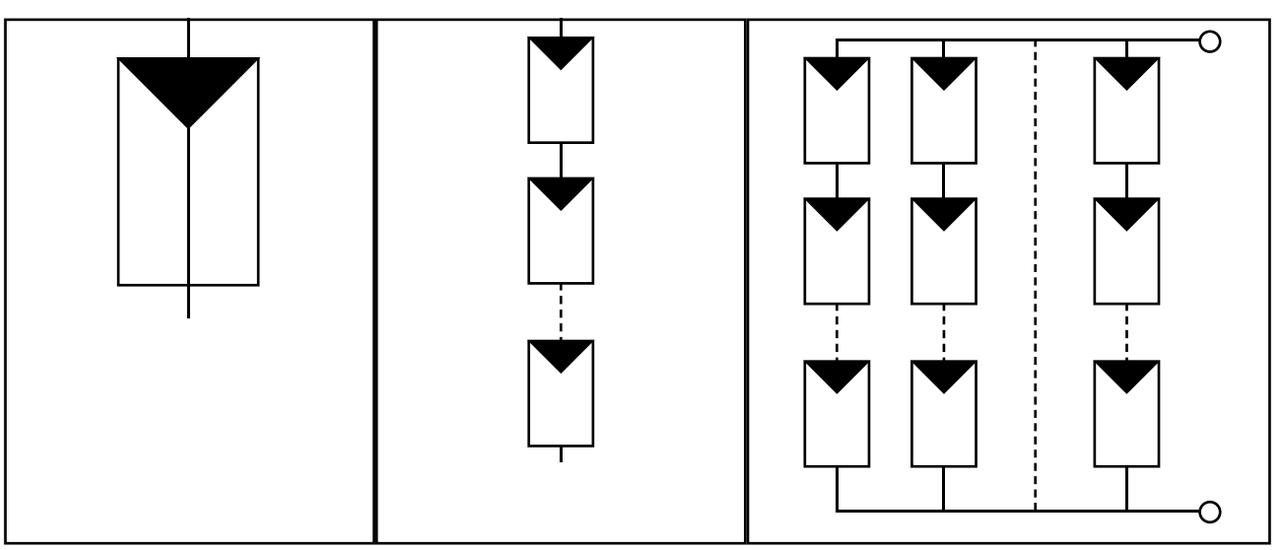
تأثير الإتساخ

تتسبب العواصف الرملية والغبار في ترسب الرمال على سطح الخلايا الشمسية. وفي مصر، فإن ترسب الغبار على أسطح الألواح الموجهة نحو الجنوب بزاوية ميل ٣٠° يؤدي إلى فقد في الطاقة بنحو ٢٠٪. ولتجنب خدش أو تغشية الألواح الشمسية بفعل العواصف الرملية، فيوصى بشدة باستخدام الألواح ذات السطح الزجاجي. ويساعد التنظيف الشهري في التقليل من تلك المشاكل.

الميل

يعتمد ناتج طاقة الألواح الشمسية على ميل اللوح الشمسي. الميل الذي يقع داخل نطاق خط العرض يؤدي إلى تعظيم ناتج الطاقة سنويًا. وتقع مصر بين خطوط عرض ٢٥-٣٠. وهكذا، لتحقيق أقصى حد من ناتج الطاقة سنويًا، فإن زاوية الميل المثلى هي ٢٥.وللوصول إلى الحد الأقصى من الطاقة في الشتاء، فيوصى بزاوية ميل ٣٥، وتكفي زاوية ميل ١٥ درجة في فصل الصيف.

(شكل ٣٠) ترتبط عدد معين من الألواح الشمسية داخل المصفوفة بما يسمى بالسلسة. وفي مرافق الكهرباء الضخمة، أو في التطبيقات الصناعية، تتداخل المئات من سلاسل الألواح الشمسية لتكوين نظام من الخلايا الشمسية ذات السعة الكبيرة.



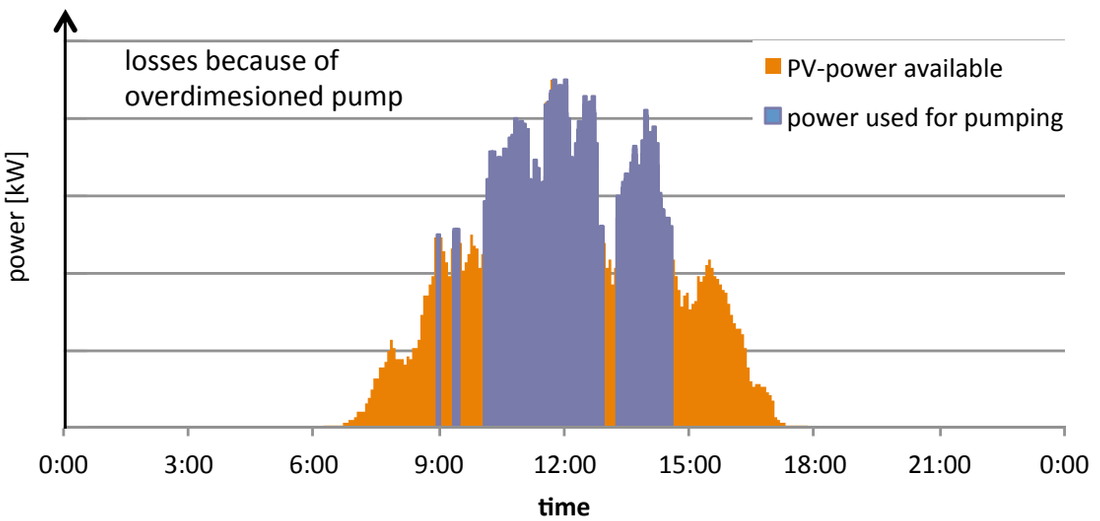
ترتبط سلاسل الألواح الشمسية عن طريق كابلات التيار المستمر بصندوق توصيل المولد أو بعواكس التيار مباشرة. وإذا ما تم استخدام عواكس السلسة، فيتم توفير مدخلات منفصلة لكل سلسلة. والعواكس ضرورية من أجل تحويل التيار المستمر إلى تيار متناوب (متردد)[١٨]. وفي التطبيقات الصناعية، يتم ذلك بصورة طبيعية عن طريق مستوى الأطوار الثلاثة بجهد ٤٠٠/٣٨٠ فولت و ٥٠ و٦٠ هرتز. ويعمل العاكس على موازنة الجهد الخارج والتردد، ويزامن القدرة الشمسية مع قدرة الشبكة العامة أو المولدات. ويعمل عاكس المضخة على مواءمة القدرة الناتجة إلى المضخة عند الجهد والتردد الذي يتم استخدامهما.

[١٨] تيار متناوب

وحيث أن العاكس هو جهة الوصل بين المحطة الشمسية والشبكة، فهو يضمن تشغيل آمن، ويتضمن عناصر أمان هامة أخرى مثل الحماية ضد ارتفاع الجهد، والترددات العالية. وفي الأنظمة المرتبطة بالشبكة، ويمكن تجميع عدة عواكس مع صناديق تجميع كابلات بجانب أدوات سلامة إضافية وقواطع التيار، ثم يتم ربطهم جميعًا بلوحة التوزيع الرئيسية للمزرعة، أو المولدات، أو الشبكة العامة. وفي حالة أنظمة تعريفة التغذية، فيمكن تركيب عدادات قياس إضافية لقياس الطاقة الكهربية المرسلة للشبكة.

ويتم وصف حجم الأنظمة الشمسية بالقدرة الناتجة القصوى (كيلوواط الأقصى). القدرة الناتجة القصوى هي القدرة الناتجة من الأنظمة في إطار شروط التجربة القياسية. فهي تتيح المقارنة بين عدة أنظمة بالإضافة إلى ما يسمى بإنتاج الطاقة الشمسية النوعي٣١ بالكيلوواط ساعة\كيلوواط اقصى سنويًا وذلك حين الأخذ في الاعتبار صافي ناتج طاقة الأنظمة. ويمكن التنبؤ بالقدرة الناتجة للأنظمة الشمسية طوال العام بناء على الإشعاع الشمسي، وبيانات الطقس باستخدام البرامج القياسية المتاحة مثل برنامج بي في سول (PVsol) من المانيا. يمكن الحصول على بيانات الطقس من خلال عدة مصادر مختلفة مثل قاعدة بيانات برنامج Meteonorm سويسرا (محطات الرصد الجوي على نطاق العالم)،أو وكالة ناسا (بيانات الأقمار الصناعية).والمعلومات المتوفرة ذات معايير عالية المستوى، وتستند على بيانات إحصائية طويلة المدى.

أنظمة الضخ بالطاقة الشمسية —هي التي تستخدم الطاقة الشمسية مباشرة في تشغيل المضخة لا يمكنها استخدام كل الطاقة الناتجة من الإشعاع الشمسي خلال اليوم، مالم تستخدم بطاريات التخزين بجانب النظام. وهذا راجع لبعض خصائص المضخة، والتي يمكن تشغيلها داخل نطاق محدد من القدرة والطاقة والتردد. ونتيجة لوظيفة التبريد و التحميل بالمضخات، فدائمًا ما يوجد الحد الأدنى من السرعة والتردد اللازمين لتشغيل المضخة بسلاسة عند استخدام عاكس التردد أو وحدة تحكم متغيرة السرعة. وتكون كثافة الطاقة الشمسية في أوقات الصباح الباكر وأوقات الغروب أقل من الحد الأدنى، وبالتالي لا يمكن استخدامها مباشرة وتفقد مالم يتم تخزينها في البطاريات. (شكل ٣١).



شكل ٣١: القدرة المستخدمة للضخ والقدرة المتاحة من الخلايا – الكهروضوئية–لا يمكن استخدام القدرة في الصباح والمساء، وكذا في منتصف النهار إذا ما كانت المضخة غير مناسبة و أكبر من الحجم المطلوب.

من الضروري استخدام برامج متخصصة من أجل تمثيل دقيق لأنظمة الطاقة الشمسية القياسية، كذلك المدخلات الخاصة بحساب البئر الواحدة. ويجب الأخذ في الاعتبار خصائص المضخة وجدول الري اللازم, انظر فصل ٤,١,٢.

ولضمان أداء أعلى للنظام بعد انقضاء فترة من الوقت، يجب أن يتفق كل من المستهلك والمورد مسبقًا على العمر الافتراضي المتوقع لمكونات الجهاز المختلفة.

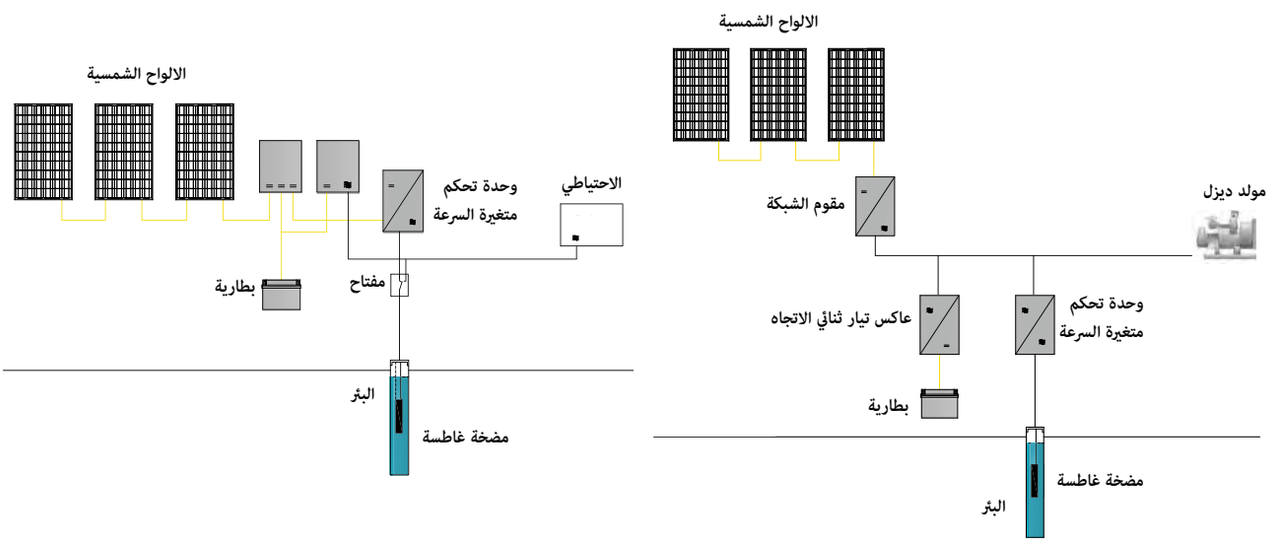
٤-٢-١ الربط المباشر عن وحدة تحكم متغيرة السرعة و التيار المتناوب (المتردد)

تولد الألواح الشمسية تيار مستمر. وحيث أن مولدات الديزل تولد تيار متناوب (متردد) ثلاثي الطور، وتحتاج المضخة أيضًا إلى التيار المتناوب (المتردد) ثلاثي الطور لكي تعمل. لذا فنحن بحاجة لتحويل التيار المستمر إلى تيار متناوب عن طريق العاكس. وفي نظام الربط المباشر، يتم تركيب وحدة تحكم متغيرة السرعة مرتبطة بالألواح الشمسية من جانب المدخل وبالمضخة من جانب المخرج (انظر الفكرة أ; شكل ٨). وهناك بطاريات إضافية لازمة ترتبط بجانب المدخل. (انظر المفهوم ب; شكل ١٠). وتعمل وحدة التحكم المتغيرة السرعة كعاكس وفي نفس الوقت كمتحكم في المضخة. وإذا لم يتم إدراج البطارية في النظام، فيجب أن تتضمن وحدة التحكم المتغيرة السرعة على تتبع أقصى نقطة للقدرة على الجانب الشمسي لتعديل القدرة الشمسية كي تتناسب مع احتياجات المضخة. ويمكن توصيل مولد ديزل إضافي بالمضخة عن طريق مفتاح تحويل. (انظر المفهوم و; شكل ١٦).

وفي نظام ربط التيار المتناوب (المتردد)، يستلزم تواجد نوعين من العواكس، عاكس الخلايا الشمسية، وعاكس البطارية. ويتصل كلا العاكسين والمضخة على جانب التيار المتناوب (المتردد). وتتصل الخلايا الشمسية بعاكس الخلايا الشمسية، كما تتصل البطاريات الإضافية اللازمة بعاكس البطارية. وبالنسبة لأنظمة ربط التيار المتناوب (المتردد)، فيمكن استخدام مولدات الديزل كنظام دعم لخفض مقدار البطاريات ومن ثم التكلفة (انظر الشكل ٢٠&٣١ ب).

وتقدم أنظمة التيار المتناوب (المتردد) نطاق اشمل من التطبيقات المتاحة بدءًا من أنظمة وفر الوقود مع بعض من المشاركة الشمسية وحتى انظمة مستقلة تمامًا تعمل فقط على الطاقات المتجددة.

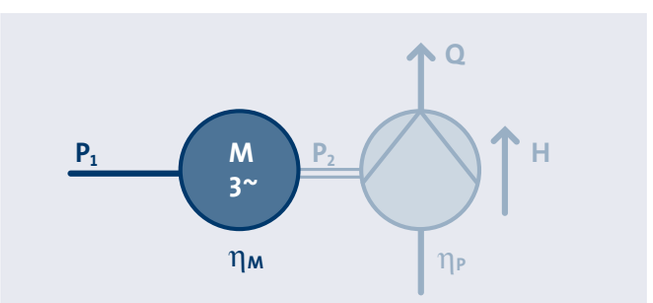
وميزة أنظمة التيار المتناوب (المتردد) هي إمكانية تحقيق الأداء الأعلى، وسهولة دمجها مع مولدات الديزل المتواجدة والآبار. ومع ذلك، فأنت بحاجة لعاكس إضافي.



شكل ٣٢- مخطط لنظام ربط التيار المستمر المثالي (أ) و ربط التيار المتناوب (المتردد) (ب).

٤-٢-٢ استعراض لتقنية الضخ

وفيما يتعلق بضخ المياه، هناك عدة أسس للقدرة والطاقة من المهم استيعابها جيدًا.



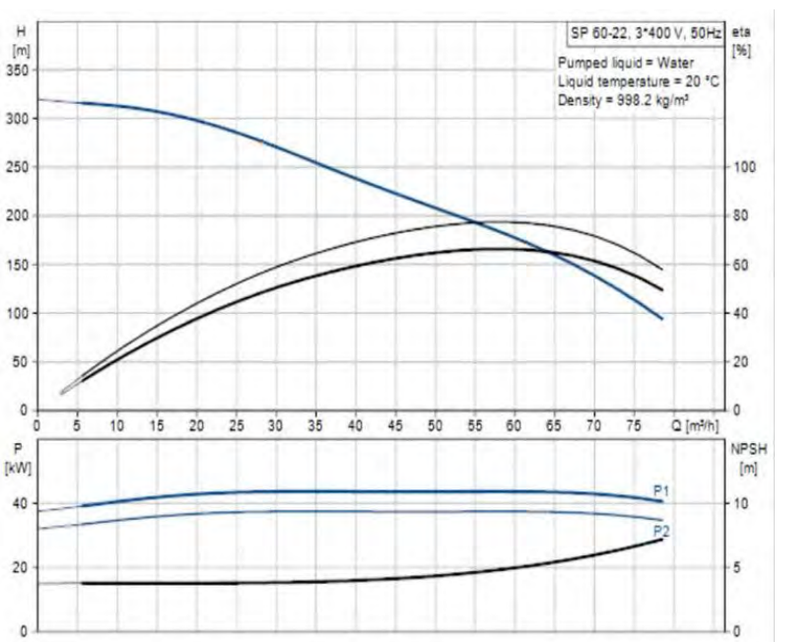
شكل ٣٣- تعريف -p1 القدرة الكهربية و p2 القدرة الهيدروليكية بالمضخة.

P hydr=P.Q=p.g.H.Q (W)
P: الضغط (Pa) – يمكن التعبير عن الضغط الساكن لعمود المياه ب:
Pساكن= ρ x g x H (Pa)
ρ: كثافة المياه عند درجة حرارة المياه اثناء التشغيل (20 درجة مئوية وحوالي 1.000 كيلوجرام/ متر مكعب).
g: تسارع الجاذبية (9.81 متر في الثانية مربع/للتربيع أو نيوتن/كيلوجرام.)
H: ارتفاع المياه التي تستطيع المضخة الوصول اليه.
Q= معدل التدفق متر مكعب/ثانية
يمكن ارتفاع المضخة بسهولة إلى ضغط باستخدام معاملات ثابتة من الكثافة وتسارع الجاذبية وبالعكس.
ويتكون الضغط اللازم لنظام الري من مفقودات الضغط التالية:
الضغط عند التنقيط -
+مفقودات الاحتكاك في الخط الفرعي
+مفقودات الاحتكاك في المشعب
+مفقودات الاحتكاك في الخطوط الفرعية والخط الرئيسي.
+مفقودات الاحتكاك في الصمامات وقطع تركيب الأنابيب، والمفقودات البسيطة (حتى 15% من إجمالي المفقودات في الأنابيب).
+الاختلاف في الارتفاع. (+ أو-).
+فقد الضغط في التحكم في الارتفاع مع ارتفاع مستوى المياه للبئر (مع الأخذ في الاعتبار الاعتماد على الأوقات اليومية والموسمية).
+ارتفاع المضخة الديناميكي للبئر.
=إجمالي علو ضغط النظام.
وفي حال كانت المياه عند درجة حرارة 20 درجة مئوية فيمكن تبسيط المعادلة إلى:
(Pkw)= 2.72(N*hr/m3*s)xQ(m3/hr)xH(m)/1.000
وهذه فقط هي القدرة التي تعمل على المياه داخل المضخة. ويتم حساب القدرة الميكانيكية اللازمة عند عمود الإدارة بناء على كفاءة المضخة الخاصة. وهي في الطبيعي تتراوح ما بين 50-85، وتعتمد على نوع المضخة ودقة اختيار القدرة المناسبة. وهذه القدرة الميكانيكية تعطى على أنها P2 في الكيلو وات. البيانات المعدة.

وهذه فقط هي القدرة التي تعمل على المياه داخل المضخة. ويتم حساب القدرة الميكانيكية اللازمة عند عمود الإدارة بناء على كفاءة المضخة الخاصة. وهي في الطبيعي تتراوح ما بين 50-85، وتعتمد على نوع المضخة ودقة اختيار القدرة المناسبة. وهذه القدرة الميكانيكية تعطى على أنها P2 في الكيلو وات. البيانات المعدة.

P_{shaft} (P2) kW = P_{hyd}r kW/η_{pump} كيلوواط

ومن المهم عند تحديد حجم المضخة واختيارها أن تكون نقطة التشغيل عند أعلى نقطة لمنحنى كفاءة المضخة. وتعتمد نقطة التشغيل على معدل التدفق وارتفاع المضخة. ومن المهم اختيار مضخات ذات كفاءة عالية من أجل تحسين النظام.



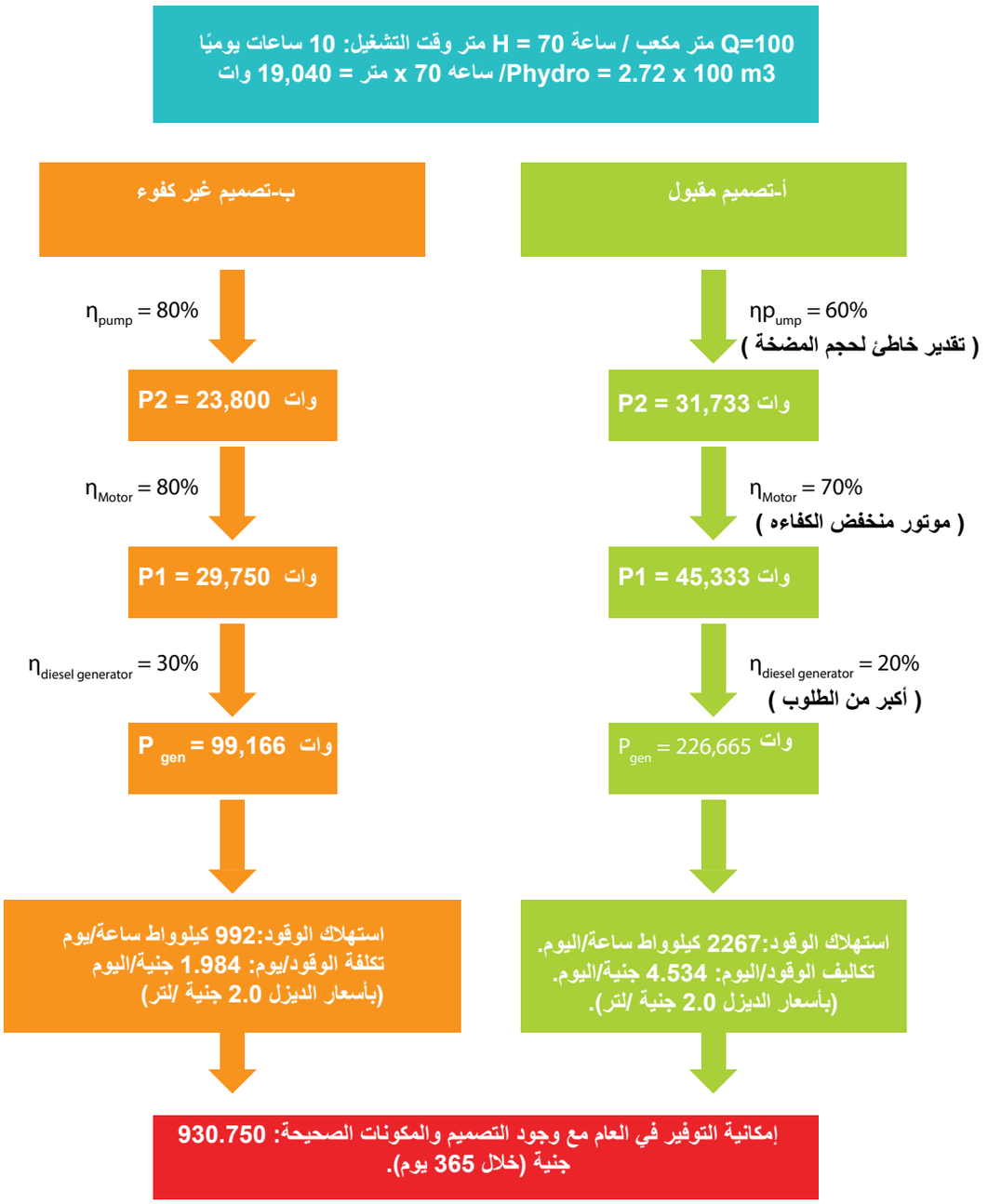
شكل 34- منحنى خواص لمضخة غاطسة نموذجية متعددة المراحل (مورد المضخات جرندفوس 2250-14A15622SP60 هيرتز، التدفق المقدر:
60 متر مكعب/ساعة- الضاغط المقدر:176 متر : الطاقة المقدرة- القدرة الهيدروليكية 45 كيلوواط
المصدر مطبوعة من مركز منتجات جرندفوس.(2014-07-230).

ويتم حساب القدرة الكهربية وهي العامل الفعال لإمداد واستهلاك القدرة من خلال كفاءة المحرك. وتعتمد القدرة الكهربية على كل المضخة/ والمحرك مع الاختيار المناسب للمضخة الخاصة بكل بئر. وتتراوح كفاءة المحرك فيما بين 70-90% في التطبيقات .في البيانات المعدة p1 td الطبيعية مع وجود المحركات والمضخات المؤهلة. وتعطى قدرة المحرك على إنها القدرة الكهربية
P electric (P1) kW=P kW/ motor
وفيما يتعلق بمولدات الديزل، فيجب أن يتم حساب استهلاك الوقود بناء على كفاءة مولد الديزل في إطار أحوال التشغيل الفعلية مثل الحمل الجزئي إن كان هناك زيادة في الحجم، ومثل درجة الحرارة المحيطة، إلخ...وتتراوح كفاءة مولد الديزل فيما بين .15-30% في المعدل الطبيعي بناء على النوع، والعمر، والحجم

.القدرة المطلوبة لمولد الديزل
$$P_{gen}\ (kW) = P_{electric}\ (kW)/\eta_{gen}$$

استهلاك الطاقة لمولد الديزل كيلوواط بالكيلوواط ساعة (P_{gen}) x وقت التشغيل (بالساعة).

استهلاك الوقود (باللتر)= استهلاك الطاقة (كيلوواط ساعة) / 10 كيلو وات ساعة/لتر (مبسطة للديزل)



كيلوواطكيلوواطوكما هو موضح أعلاه، فإن عدم التوافق بين التصميم والمكونات يمكن أن يؤدي إلى فروقات في تكلفة الوقود تفوق ٧٠٠,٠٠٠ جنيه سنويًا-لبئر واحد. وهذا يلقي الضوء على أهمية التصميم الدقيق لأنظمة الضخ. فكل متر مكعب من المياه لا يتم ضخه يوفر طاقة. فعلى سبيل المثال، حتى في الأنظمة ذات الكفاءة نجد أن مدخلات الطاقة لمولد الديزل (الوقود) يمكن أن تفوق القدر المطلوب بعدة مرات لضخ المياه إلى السطح.

وبالنسبة لأنظمة الضخ الشمسية، فإن كفاءة الري، والمضخات، والموتورات تمثل جميعها أهمية في تحديد الحجم الأمثل للنظام الشمسي. وكلما انخفضت الطاقة الكهربية اللازمة للمضخة p١، انخفض حجم النظام الشمسي المطلوب وبالتالي انخفضت الاستثمارات.

يمكن تحديد أبعاد النظام الشمسي للمضخة من خلال ثلاثة أساليب مختلفة:

١- تحديد الأبعاد من خلال التجارب القياسية.
٢- تحديد الأبعاد باستخدام المخططات البيانية.
٣- تحديد الأبعاد باستخدام برامج المحاكاة.

تحديد الأبعاد من خلال التجارب القياسية:

استنادًا على الخبرة الميدانية الموسعة في مصر، فقد تم تطوير التجارب القياسية للأنظمة المستقلة للري المباشر.
القدرة القصوى للخلايا الكهروضوئية.
Ppv(kwp)=4.23XH(m)xQ(m3/d)/Gd(kwh/m2xyear)

وباستخدام القيم من المثال السابق:
Q(معدل التدفق): ١٠٠ متر مكعب / الساعة.
H (عمق البئر) = ٧٠ متر.
وقت التشغيل= ١٠ ساعات/ اليوم.
*وإذا لم يكن هناك نظام تخزين، فإن الطاقة الشمسية= ٧ ساعات يوميًا للضخ.
*متوسط الإشعاع الشمسي، انظر الفصل ٢-الإشعاع الشمسي= ١٩٩٠كيلوات ساعة/متر مربع سنويا xطاقة الذروة للخلايا سنويا =١٠٤ كيلوواط في ساعة الذروة.

ومع نظام شمسي بقدرة ١٠٤ كيلوواط في ساعة الذروة، يمكن ضخ نحو ٧٠٠ متر مكعب يوميا. وللوصول إلى ٧٠٠ متر مكعب/اليوم، تظهر الحاجة لمضخة أكبر ب نحو٧٥ كيلوواط، لأنه يجب أن تكون المضخة قادرة على استيعاب قدرة الخلايا في فترة الظهيرة بقدرة ٧٥ كيلوواط.
تحديد الأبعاد باستخدام المخططات البيانية (النوموجرام):
وهي متاحة من خلال مصنعي المضخات حيث يتم تخطيط حجم النظام الشمسي.
تحديد الأبعاد باستخدام برامج المحاكاة:
يعد استخدام برامج المحاكاة أفضل طريق لتصميم الأنظمة الشمسية. ويعرض مصنعو المضخات مثل هذه البرامج والخدمات لتطوير الأبعاد باستخدام البيانات الواردة. وبالنسبة للأنظمة المستقلة للري المباشر فإن برنامج المحاكاة المقترح هو DASTPVPS من أوليفر مايز. وبالنسبة للأنظمة الهجينة مع التخزين فإن برامج المحاكاة الأكثر تطورًا مثل إنسل، وهومر ،Retscreen ، PVSOL ، PVSYST تعد ضرورية ولازمة(برنامج أنظمة الخلايا الشمسية PVPS، الوكالة الدولية للطاقة منشور ١١ «نظرة عامة على نطاق العالم عن التصميم وأدوات المحاكاة لأنظمة الخلايا الكهروضوئية الهجينة [١٩]).

٤-٢-٣ المكونات الأساسية لأنظمة الضخ الشمسية:

تحذيرات هامة:

قد يصل جهد تشغيل الأنظمة الشمسية حتى 1000 V جهد التيار المباشر
- وحينما يكون هناك إشعاع شمسي نجد النظام تحت جهد عال.
- لا يصلح لتشغيل الأنظمة الشمسية سوى الأفراد المتخصصين.
- لا يستخدم سوى المكونات المعتمدة التي تم اختبارها.
- لا تستخدم سوى المكونات المعتمدة التي تم اختبارها في أحوال بيئية معينة في الصحراء.
- يصل عمر الألواح الشمسية إلى عشرين عامًا أو أكثر. وتقل الكفاءة بعد تلك الفترة لتصل إلى 80%.
وينبغي تصميم وتركيب كل المواد والمكونات وفقًا لنفس الفترة العمرية المتوقعة.

تعد الألواح الشمسية – والتي يطلق عليها أيضًا الخلايا الكهروضوئية -المحرك الأساسي للنظام الشمسي. يتحول الإشعاع الشمسي من خلال الألواح الشمسية إلى طاقة كهربية، ويتم توصيل عدة ألواح ببعضها البعض لتكون مجموعات أو سلاسل تولد قدرة كهربية على فرق جهد من 60 إلى 1000 فولت ويكون التيار تيار مباشر(DC).

[١٩] العرض التوضيحي متوفر على موقع http://www.ibom.de/dastpvps.htm
٢٢٧=http://iea.pvps.org/indexphp?id

شكل ٣٥-مجموعة من الألواح الشمسية المركبة

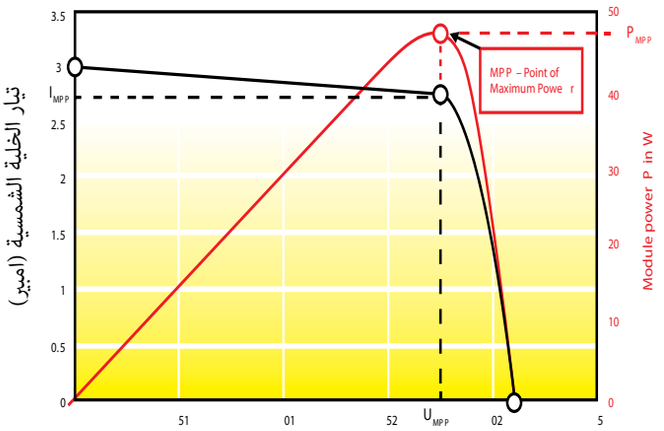
يعتبر اختيار الألواح الشمسية الملائمة وعدد الألواح في كل مجموعة (سلسلة) وعدد المجموعات (السلاسل) المتوازية التي تشكل المصفوفة من القرارات الهامة بالنسبة لمنفذ النظام. والهدف الأساسي هو ضمان التشغيل والأمان مع الربط بالمحولات على نطاق واسع من الظروف الممكن حدوثها للمشروع.

ومن الجانب الخلفي، تزود الألواح الشمسية بما يسمى بصناديق التوصيل لكل وحدة، وهي حلقة وصل للنظام بأكمله. وتتضمن الصناديق صمامات ثنائية تحويلية (Bypass diodes) هامة لتشغيل كل الخلايا منفردة، كما تتضمن الصناديق أيضًا أسلاك الألواح الشمسية والتي تربط الألواح ببعضها البعض، أو بصندوق سلسة الألواح، أو بالمحول مباشرة. ويجب أن تكون تلك الأسلاك طويلة بدرجة كافية حتى تسمح بالتركيب دون شد، كما أنها بحاجة لأن تزود بموصل محكم ضد المياه يكون معتمد. ولكل لوح من الألواح خصائصه فيما يتعلق بالجهد (فولت) U، والتيار (أمبير) I. وذلك في إطار ظروف تشغيل مختلفة مثل الاشعاع الشمسي ودرجة الحرارة. القدرةP بالواط هي نتاج التيار والجهد. ويصل منحنى القدرة الناتج بالتبعية من الجهد إلى النقطة القصوى عند ما يسمى بنقطة القدرة القصوى MPP، وهي أقصى قدرة يصل إليها اللوح الشمسي خلال فترة زمنيه معينه. وتعد هذه النقطة عامل هام مع تتبع نقطة القدرة القصوى .فعلى سبيل المثال، فهي تمثل وظيفة هامة للمحولات الشمسية. يتم إيضاح هذه الخصائص في البيانات الممنوحة كالرسومات البيانية والأرقام.

شكل ٦: صندوق اتصال اللوح في خلفية الألواح الشمسية

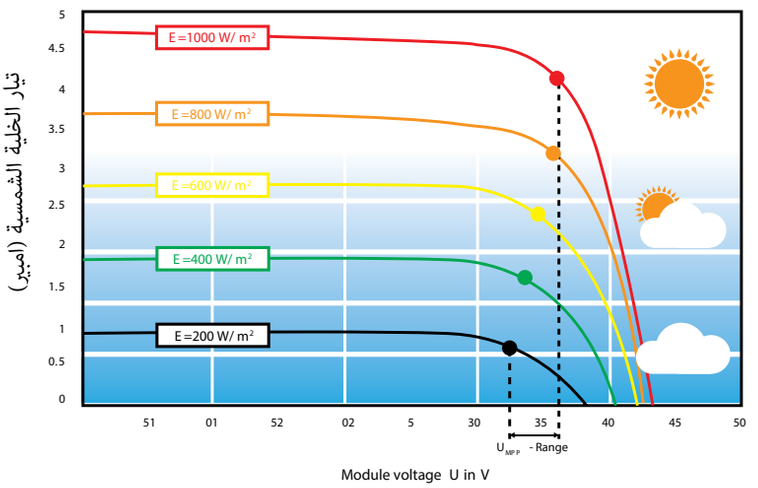
[٢٠] انظر المصطلحات

تشترك الألواح الشمسية في نفس السمات والخصائص، بغض النظر عن النوع أو التقنية المستخدمة. فبالنسبة لكل الألواح الشمسية، كلما ارتفع معدل الإشعاع الشمسي، زاد ت مخرجات اللوح من التيار. ويجب أن يؤخذ في الاعتبار عند تصميم النظام الشمسي أحوال الإشعاع الشمسي. ولا يتضمن ذلك معدلات الإشعاع المثالية فقط ولكن يتضمن أيضًا الحد الأدنى ومتوسط الإشعاع لضمان عملية تشغيل مستقرة وآمنة وتحقيق أفضل قدر من الكفاءة.



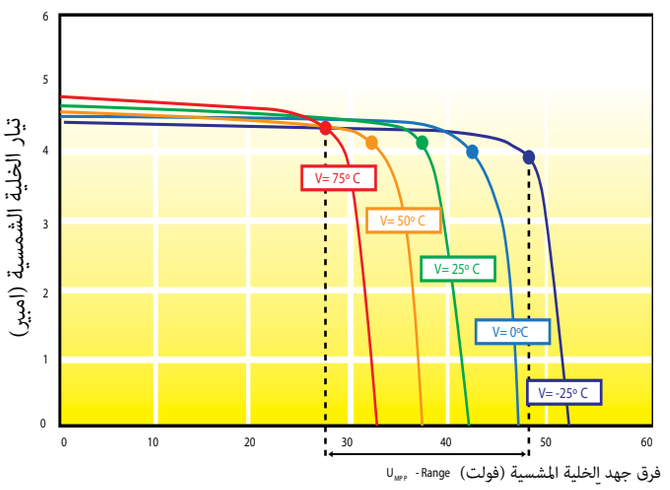
شكل ٧: رسم بياني للجهد والتيار مع نقطة القدرة القصوى للوح الشمسي

تشترك الألواح الشمسية في نفس السمات والخصائص، بغض النظر عن النوع أو التقنية المستخدمة. فبالنسبة لكل الألواح الشمسية، كلما ارتفع معدل الإشعاع الشمسي، زادت مخرجات اللوح من التيار. ويجب أن يؤخذ في الاعتبار عند تصميم النظام الشمسي أحوال الإشعاع الشمسي. ولا يتضمن ذلك معدلات الإشعاع المثالية فقط ولكن يتضمن أيضًا الحد الأدنى ومتوسط الإشعاع لضمان عملية تشغيل مستقرة وآمنة وتحقيق القدر الأمثل من الكفاءة.



شكل ٨: الطاقة الناتجة من اللوح الشمسي بناء على معدل الإشعاع

وهناك عامل آخر تشترك فيه الألواح الشمسية وهو أنه كلما ارتفعت درجة حرارة اللوح الشمسي، انخفضت القدرة الناتجة. وهذا عنصر مهم فيما يتعلق بالجهد الخارج من الخلية الشمسية والتصميم الصحيح للسلسلة. ويجب أن يتم تعديل الألواح الشمسية وفقًا لمجال مدخلات المحولات التي يتم استخدامها. تتطلب تصميمات الأنظمة الشمسية كل من الخبرة والمعرفة وذلك لتحسين كفاءة الأنظمة حتى تتواكب مع أحوال الطقس في الصحراء.



شكل ٩: الطاقة الناتجة من الخلية الشمسية والتي تعتمد على معدل الإشعاع الشمسي

وتوجد العوامل الهامة التي تصف خصائص الألواح الشمسية في بيانات المنتج الخاص بالألواح الشمسية. وتعطى هذه العوامل في شكل قيم معيارية ومعاملات حرارة ب ٪ لكل كلفن أو ميلي فولت لكل كلفن (mV/k) أو ميلي أمبير/ كلفن (mA/k). وتشير هذه القيم إلى تناقص القدرة/الجهد/ للتيار لكل درجة مئوية مقارنة بظروف التشغيل عند شروط الاختبار القياسية. ويجب أن تتضمن أي عملية محاكاة ناجحة أو أي تصميم للنظام الشمسي على هذه العوامل. وترمز شروط الاختبار القياسية إلى ١٠٠٠ وات /متر مربع، الطيف الشمسي (كتلة الهواء) ١,٥، ودرجة حرارة الخلية ٢٥ درجة مئوية.

QUARTECH

CanadianSolar
MAKE THE DIFFERENCE

ELECTRICAL DATA | STC

Electrical Data	CS6P-250P	CS6P-255P	CS6P-260P
Nominal Maximum Power (Pmax)	250 W	255 W	260W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	30.1 V	30.2 V	30.4V
Optimum Operating Current (Imp)	8.30 A	8.43 A	8.56A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.2 V	37.4 V	37.5V
Short Circuit Current (Isc)	8.87 A	9.00 A	9.12A
Module Efficiency	15.54 %	15.85 %	16.16%
Operating Temperature	-40 ℃~+85 ℃		
Maximum System Voltage	1000V (IEC) / 1000V (UL) / 600V (UL)		
Maximum Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ +5 W		

Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25℃.

ELECTRICAL DATA | NOCT

Electrical Data	CS6P-250P	CS6P-255P	CS6P-260P
Nominal Maximum Power (Pmax)	181 W	185 W	189W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	27.5 V	27.5 V	27.7V
Optimum Operating Current (Imp)	6.60 A	6.71 A	6.80A
Open Circuit Voltage (Voc)	34.2 V	34.4 V	34.5V
Short Circuit Current (Isc)	7.19 A	7.29 A	7.39A

Under Nominal Operating Cell Temperature(NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20℃, wind speed 1 m/s.

MODULE | MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6inch
Cell Arrangement	60 (6 x 10)
Dimensions	1638 x 982 x 40mm (64.5 x 38.7 x 1.57in)
Weight	18.5kg (40.8 lbs)
Front Cover	3.2mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
Junction BOX	IP67, 3 diodes
Cable	4mm²(IEC)/4mm²&12AWG 1000V(UL1000V)/ 12AWG(UL600V),1000mm (650mm is optional)
Connectors	MC4 or MC4 comparable
Standard Packaging	24pcs, 504kg (quantity and weight per pallet)
Module Pieces Per Container	672pcs (40'HQ)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

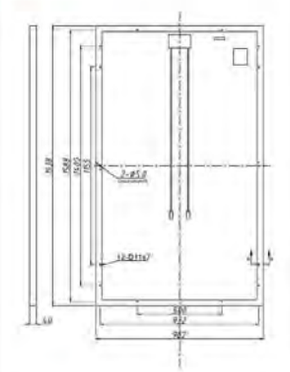
Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.43 %/℃
Temperature Coefficient (Voc)	-0.34 %/℃
Temperature Coefficient (Isc)	0.065 %/℃
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 ℃

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

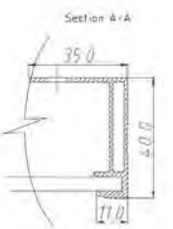
Industry leading performance at low irradiation, +96.5% module efficiency from an irradiance of 1000W/m² to 200W/m² (AM 1.5, 25 ℃)

MODULE | ENGINEERING DRAWING (unit: mm)

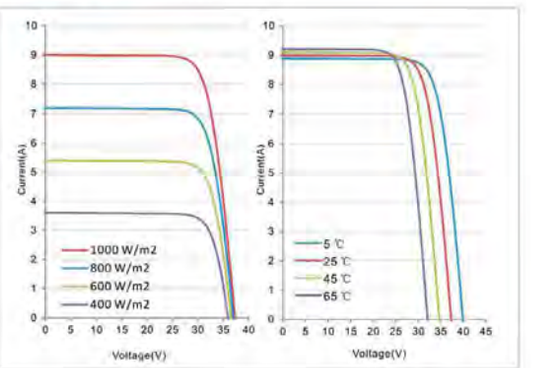
Rear View



Frame Cross Section



CS6P-255P | I-V CURVES



Partner Section

As there are different certification requirements in different markets, please contact your sales representative for the specific certificates applicable to your products. The specification and key features described in this Datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Canadian Solar Inc. Nov. 2014. All rights reserved
PV Module Product Datasheet I V4.14C3_EN
Caution: Please read safety and installation instructions before using the product.

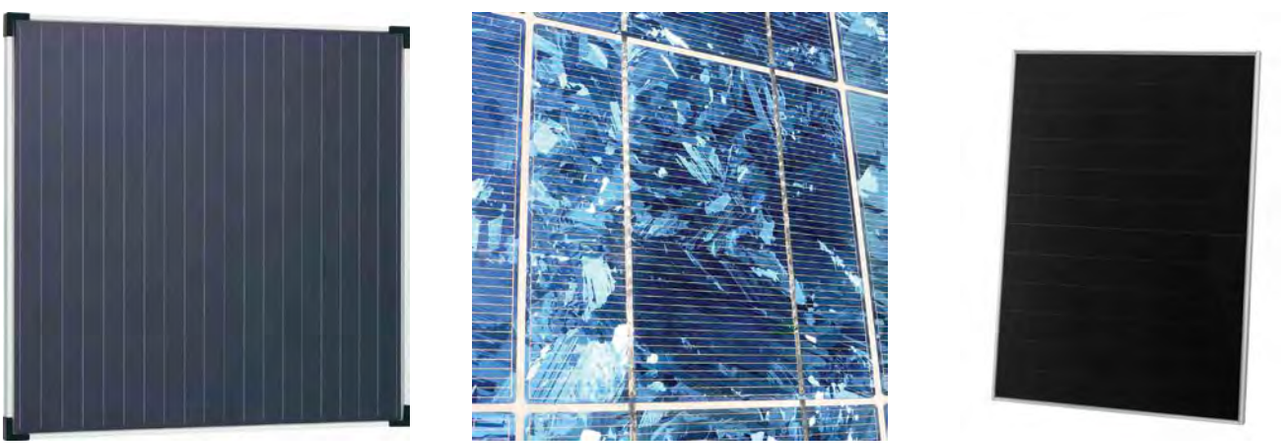
شكل .١: بيانات نموذجية للألواح الشمسية

تمثل درجة حرارة اللوح الشمسي عامل مهم وينبغي أخذه في الاعتبار عند تحديد حجم الأنظمة الكهروضوئية. فيمكن أن تكون درجة حرارة اللوح الشمسي أعلى بصورة ملحوظة من درجة حرارة الهواء المحيطة. وقد تصل في المزارع المتواجدة في الصحراء إلى ما فوق 75درجة مئوية، وهو ما يقلل من القدرة الناتجة بنحو 24% (55 درجة مئوية/شروط الاختبار القياسية X 0.43%/c) انظر قائمة البيانات. وهذا يعني أنه ليست فقط القدرة الاسمية عند شروط الاختبار القياسية للنظام هي ما تمثل أهمية، ولكن يجب أن يوضع في الاعتبار أيضًا أحوال التشغيل والمخرجات في إطار درجات الحرارة العالية.

ومن التقنيات شائعة الاستخدام للخلايا الكهروضوئية هي تقنية السيليكون البلوري. حيث تتجمع الخلايا الشمسية لتشكل اللوح الشمسي. وهناك نوعين من الخلايا متوفرة في الأسواق وهما: خلايا السيليكون أحادية البلورة monocrystalline، ومتعددة البلورة polycrystalline.

وتتميز الخلايا أحادية البلورة بمظهرها المتناسق وسطحها الساطع باللون الأسود أو الأزرق الداكن. والخلايا مصنوعة من سبائك السيليكون الخالص، وهي قطع من بلورة واحدة مفردة. وتكون كفاءة الخلايا أحادية البلورة أعلى من تقنيات الخلايا الأخرى، ولكنها باهظة الثمن وذلك نتيجة للاشتراطات الصارمة الخاصة بدرجة نقاء المادة.

أما الخلايا متعدد البلورات فهي مصنوعة من السيليكون. الذي يكون مربعات متراصة من الكريستال. والتي يمكن رؤية حدودها على سطح الخلية. وتقل كفاءة الخلايا متعددة البلورات عن الخلايا أحادية البلورة بنسبة قليلة، ولكن نسبة الأداء إلى الثمن هي ما يجعلها الخيار الأفضل وبخاصة حينما لا تكون مساحة التركيب محدودة.



شكل ١١: ألواح الخلايا الكهروضوئية-أحادية البلورة، والخلايا متعددة البلورة، وألواح الأغشية الرقيق

وهناك تقنية أخرى في السوق يطلق عليها تقنية الأغشية الرقيقة. حيث توضع المواد شبه الموصلة على طبقتين من مواد مثل الزجاج وذلك من بين مواد أخرى وتعد هذه التقنية من أكثر التقنيات الواعدة في المستقبل حيث أن استخدام المواد الأخرى يقل بكثير عن استخدام ألواح السيليكون. ولكن الكفاءة تقل بطبيعة الحال عن ألواح السيليكون (بنحو 70%)، لذا فالمساحة اللازمة لتحقيق قدر معين من الطاقة تكون أكبر وهو ما يؤدي بدوره إلى زيادة تكلفة الأسلاك وهياكل الدعم.

ونتيجة لزيادة إنتاج ألواح السيليكون البلوري وتناقص تكلفتها في السنوات الأخيرة، فإن تقنية الأغشية الرقيقة ليست بتقنية تنافسية في الوقت الحالي وذلك فيما يتعلق بكفاءة التكلفة، كما أنها تستخدم في المشروعات ذات الاشتراطات الجمالية (لون السطح قابل للتغيير)، أو تستخدم حينما يكون توجيه الألواح الشمسية غير مثالي. ويمكن أن تستخدم تقنية الأغشية الرقيقة في نطاق واسع من الإشعاع الشمسي، وكذلك في المساحات ذات المعدلات العالية

ومن المزايا الأخرى لتقنية الأغشية الرقيقة في المشروعات القائمة في الصحراء ميزة التأثير الأقل لدرجات الحرارة على مخرجات الألواح. وترتبط بعض عيوب تقنيات الأغشية بخيارات إعادة التدوير والتخلص من الألواح، وهذا راجع للاستخدام الحالي لبعض المواد الثقيلة مثل الكادميوم والزرنيخ.

ويصل عمر كل من الألواح أحادية البلورة ومتعددة البلورة إلى عشرين عامًا أو أكثر. أما بالنسبة لتقنية الأغشية الرقيقة، وبخاصة الجديد منها، وهي من التقنيات القادمة الواعدة، فمن الأفضل مراجعة العمر الافتراضي مع الموردين فيما يتعلق بالضمان، حيث أن البيانات طويلة الأمد ليست متوفرة دائمًا. أما بالنسبة للتقادم (التهالك وتدني أداء الطاقة) فهو عامل طبيعي لكل الأنواع حيث يقل الأداء بنسبة تتراوح ما بين ٠,٢٥٪ إلى ٠,٦٪\ سنويًا وذلك بناء على المورد والتقنية المستخدمة.

تقنية الخلايا الشمسية		أفضل كفاءة للوح ٪	تدني القدرة (سنويًا ٪)	معامل القدرة لكل درجة حرارة (٪/k)	المساحة المطلوبة لكل واحد كيلوواط
البلورية	أحادية البلورة	٪١٩,٦	٠,٢٥-	٠,٥٢-٠,٣٧-	٧-٩ m^2
	متعددة البلورة	٪١٨,٥	٠,٢٥-	٠,٥٢-٠,٣٧	٧-١٠ m^2
الأغشية الرقيقة	سيليكون لا متبلور	٪٨,٧	٠,٥-	٠,٣٠-٠,١٠	١٤-٢٠ m^2
	سيلينيد نحاس إنديوم جاليوم CIGS	٪١١,٣	٠,٥-	٠,٤٥-٠,٣٩	٩-١١ m^2
	رقائق تيلوريد كادميوم	٪١١,١	٠,٦-	٠,٣٦-٠,٢٠-	١٢-١٧ m^2

شكل ١٢: المواد المختلفة للخلية ومواصفاتها (المصدر: معهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية ISE)

مبادئ الألواح الكهروضوئية

- نسبة الأداء/ السعر الجيد.
- أن يكون معامل الحرارة الخاص بالتصميم منخفض قدر الإمكان.
- يجب أن يتناسب مجال حرارة التشغيل المسموح بها مع أحوال الصحراء.
- يجب أن تكون صناديق الاتصال والصفائح الرقيقة ثابتة تحت حرارة التشغيل العالية.
- التغليف الجيد لضمان سلامة النقل إلى المزارع.

المعايير اللازمة لألواح الخلايا الكهروضوئية:

- معايير اللجنة الكهروضوئية الدولية IEC 61215 للألواح البلورية (أو ما يعادل من شهادات معامل التأمين UL1703)).
- ألواح الأغشية الرقيقة IEA 61646.
- IEC 61730 مؤهلات الأمان لألواح الخلايا الكهروضوئية.
- EN50548 صناديق الاتصال لألواح الخلايا الشمسية.
- صندوق اتصال اللوح الشمسي (علامة الحماية العالمية IP 55).
- يفضل IP 65 (الفئة 1 وفقا ل EN 60259) وبخاصة إن كان الموقع بجوار البحر (حتى 50 كيلومتر).فئة الحماية II.

هيكل الدعم

بالرغم من إغفاله في كثير من الأحيان، إلا أن هيكل دعم النظام الشمسي يلعب دورًا هاماً، بل حاسم في فترة عمر النظام وسلامة التشغيل. فيجب أن يصمم هيكل الدعم وفقًا للمعايير التالية:

- هيكل آمن ومستقر.
- أن يتم التصميم بناء على وزن الألواح وأحوال الرياح بالمشروع.
- أن يصمم لدورة حياة تفوق العشرين عامًا.
- عدم استخدام أي مواد سوى المواد المضادة للتآكل.

وأهم عامل بالنسبة لكل أنواع هياكل الدعم هو الاختيار الدقيق للمواد المستخدمة، مثل المواد التي يمكن أن تقاوم الأحوال البيئية المحلية وأن تكون مضادة للتآكل. وبناء على الخبرات طويلة الأمد في أوروبا، فإن أفضل خيار هو الحديد المجلفن، فولاذ لا يصدأ والألومنيوم القائم على استخدام الوصلات الملولبة مع مسامير الفولاذ. ويجب ضمان أن خليط المواد آمن ولا يجب معادلة بعض المواد من خلال إحداث التآكل الكيميائي نتيجة التلامس.(مثل مسامير الفولاذ مع حلقات الفولاذ).

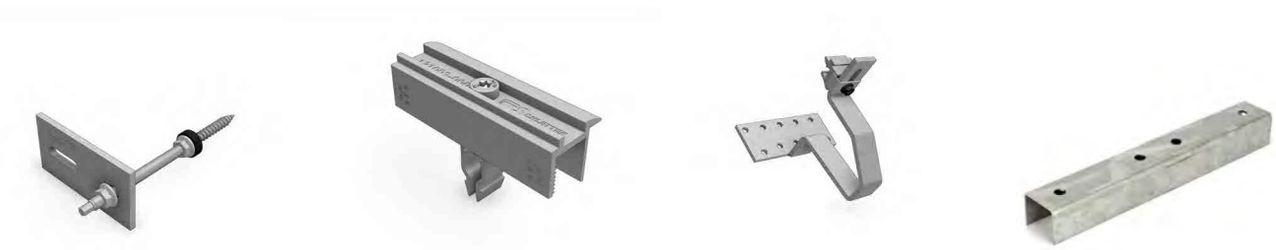
ويمكن تقسيم هياكل دعم الأنظمة الشمسية لتطبيقات المزارع إلى أربعة أنواع:

1- أنظمة الأسقف المائلة، كما في المكتب، والمخزن، ومبيت مولد الديزل.
2- أنظمة الأسقف المسطحة كما في المكتب، او مبيت مولد الديزل.
3- التركيبات الأرضية في المزارع.
4- هياكل خاصة مثل تلك الموجودة في المزارع أو سقيفة السيارات.

أنظمة الأسقف المائلة:

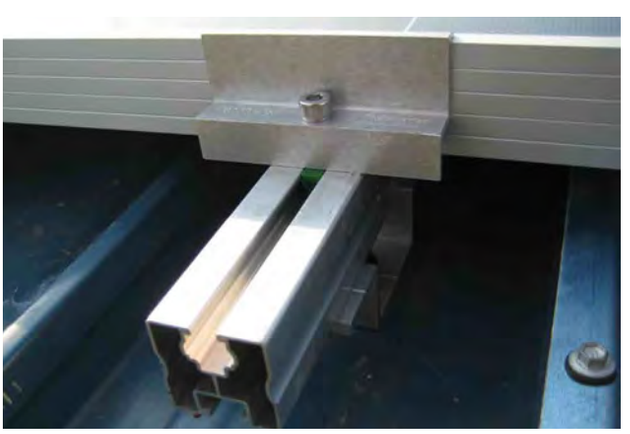
السقف المائل هو سقف بزاوية ميل معينه أفقية في اتجاه أو اتجاهين.
وبالنسبة لتركيبات الأسطح المائلة، فيتم تركيب الألواح الكهروضوئية بطبيعة الحال بشكل موازي لألواح الأسقف بنمط أفقي أو رأسي (وهذا يعتمد على التركيب أسفل الألواح) ويتم الوصل بين السقف والألواح من خلال مثبتات قياسية تصلح لكل أنواع الأسقف المختلفة.

شكل ١٣: نماذج لتركيبات الأسقف المائلة



شكل ١٤: مثبتات الخلايا الشمسية

لأسباب السلامة، ولضمان الحد الأدنى من التهوية، فمن المهم لتركيبات الأسقف المائلة أن تترك مساحة بين الألواح الشمسية والأسقف في خلفية الألواح الشمسية. وتركيبات الأسقف المائلة هي أكثر الحلول فاعلية من حيث التكلفة، حيث لا تستلزم وجود أساس أو رافعات ويمكن أن يتم تثبيت النظام على الهيكل القائم. يجب أن يتم تثبيت الألواح الشمسية على هيكل الدعم من خلال مثبتات معتمدة ومؤهلة. وهي متاحة كمثبتات قياسية لأي من الألواح الشمسية.



شكل ١٥: مثبتات الألواح القياسية

أنظمة الأسقف المسطحة:

بالنسبة لتركيبات الأسقف المسطحة، يتم تركيب الألواح الشمسية بطبيعة الحال بزاوية ميل معينة لتحسين الطاقة الناتجة ولتعزيز تأثير التنظيف الذاتي عن طريق الأمطار. وبناء على تركيب السقف، يثبت هيكل الدعم مباشرة إلى السقف وهو ما يحتاج جهد وتقنية لإحكام التركيب. ومن الطبيعي التزويد ببعض الأحمال من خلال لبنة خرسانية توضع على مطاطة أرضية.

شكل ١٦: تركيبات نموذجية للأسقف المسطحة

من المهم بالنسبة لتركيبات الأسقف المسطحة أن تحتفظ بحد أدنى من المسافة بين صفوف الألواح الشمسية وذلك لتجنب التظليل الذاتي . وحتى في الشتاء حينما يكون وضع الشمس في الاتجاه الأفقي هو الأقل (في القاهرة 35)، فيمكن حساب الحد الأدنى من المسافة اللازمة لتجنب التظليل كالتالي:

$$dmin=b \times \sin(180- \beta -Y)/\sin$$

dmin= الحد الأدنى من المسافة بين الحواف الأمامية لكل صف من الألواح الشمسية.

b= ارتفاع اللوح الشمسي

B= ميل الألواح (0)

Y= زاوية الشمس نحو الاتجاه الأفقي في الشتاء

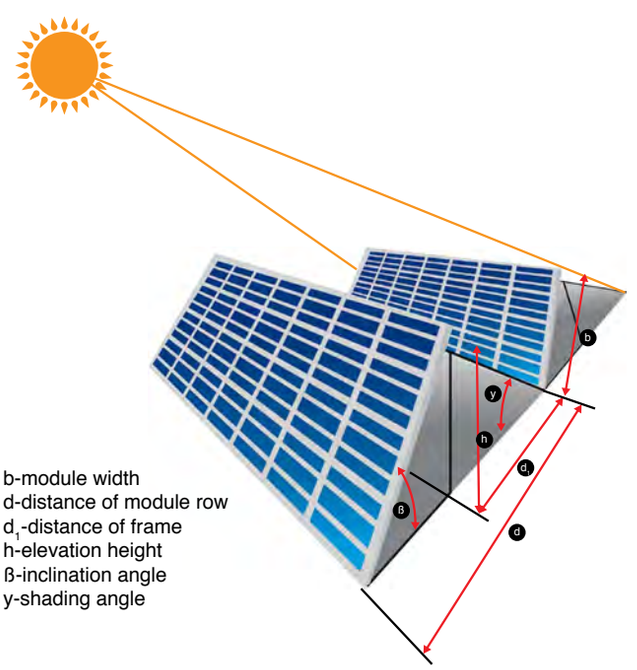
B= عرض اللوح

D= المسافة بين كل صف من الألواح

D= مسافة الإطار

B= زاوية الميل

Y= زاوية الظل



شكل ١٧: المسافة بين الألواح الشمسية

مثال: ارتفاع اللوح b=1.0 متر.

Y= 36.5 5 (بالقرب من القاهرة-2 N30).

B=15

dmin=1.32 متر

يمكن حساب زاوية الشمس نحو نصف الكرة الشمالي بأسلوب مبسط

من خلال:

Y=90 زاوية خط العرض -23.45

مثال

القاهرة خط عرض ٣٠,٢ شمالا

Y= 35.55=90-30-30.45

ومـن العوامـل الهامـة بالنسـبة لأنظمـة الأسـقف المسـطحة هـو فحـص الحـد الأقـصى للحمـل الإضـافي للسـقف القائـم وحسـاب التزويـد بالأحـمال الـلازم. بالإضافـة إلى ذلـك، فـإن إعـادة الفحـص مـن خـلال مهنـدس إنشـائي لمعرفـة إن كان السـقف يتحمـل أوزان النظـام عـلى أن يشـمل ذلـك الأحـمال والعـزوم الإضافيـة حيـث يعتـبر ذلـك ضروري وهـام للغايـة. وفي حـال إن كان الحمـل ثقيـلًا فيمكـن تقليـل الأحـمال مـن خـلال بعـض الأنظمـة القياسـية المثـلى المتاحـة في السـوق.

التركيبات الأرضية:

في تطبيقـات الزراعة-تعـد التركيبـات الأرضيـة هـي الأكـثر شـيوعًا وهـي في الغالـب الحـل المتـاح لخلـق هيـكل دعـم ملائـم. وهنـاك نوعـين مـن الأساسـات يوفـرا هيـاكل الدعـم اللازمـة عـلى الأرض وهـما أساسـات الخوازيـق الخرسـانية pile driven، وأساسـات القواعـد الشريطيـة standard concerte strips. وبالنسـبة للنـوع الأخـير فـإن زوايـا هيـكل الدعـم مثبتـة بمسـامير ملولبـة في الكتلـة الخرسـانية. وبالنسـبة لنوعـي الأسـاس، يسـتلزم وجـود معرفـة وتحليـل التربـة لضـمان اسـتقرار النظـام وثباتـه عـلى المـدى الطويـل.

وبالنسـبة لتأثـيرات التظليـل الـذاتي، تطبـق نفـس قواعـد تركيبـات الأسـقف المسـطحة، مثـل وجـود حـد أدنى مـن المسـافة بـين الحافتـين الأماميتـين لـكل صـف مـن الألـواح. ومـن المهـم بالنسـبة للتركيبـات الأرضيـة الاحتفـاظ بحـد أدنى مـن المسـافة يبلـغ ٠,٥ مـتر مـا بـين الحافـة الأماميـة للألـواح والأرض لتجنـب تلـف المزروعـات وإتاحـة تقليـم الحشـائش وتقطيـع المزروعـات.

شكل ١٨: تركيبات نموذجية ارضية

هياكل دعم خاصة:

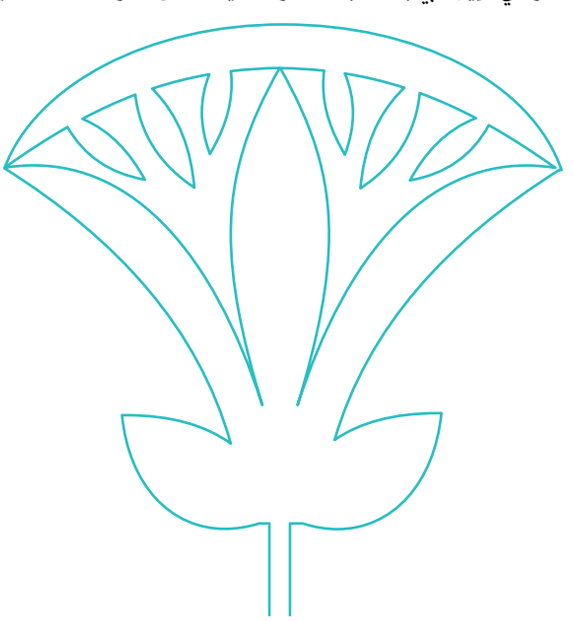
هنـاك خيـار آخـر مثـير للاهتـمام، وبخاصـة فيـما يتعلـق بالمـزارع الجديـدة، أو المـزارع التـي تحتـوي عـلى مشروعـات أخـرى بجانـب الزراعـة وهـو اسـتخدام هيـكل دعـم النظـام الشـمسي كمظلـة عـلى سـبيل المثـال للمركبـات أو مـواد الزراعـة. عـلى سـبيل المثـال في ألمانيـا تحتـوي المـزارع بالفعـل عـلى أنظمـة شمسـية مركبـة عـلى المسـاحات الخاليـة للأسـقف. وهكـذا تـم تطويـر الحلـول الفعالـة مـن حيـث التكلفـة، والعديـد منهـا متـاح الآن كتصميـمات قياسـية وجاهـزة في الأسـواق.

شكل ١٩: المزارع ومظلات المركبات كأدوات حاملة للنظام الشمسي

من المهم بالنسبة للمظلات أن تخلق فائدة اقتصادية عن طريق الألواح الكهروضوئية على ارتفاع 3-6 متر. ومن خلال هذا النهج التكنولوجي يتم استخدام ودمج تقنيات جديدة، بجانب تمكين المزارعين من زارعة أراضيهم بجانب إنتاج الطاقة المتجددة. وهكذا تتيح تلك الفكرة إزالة الصراع على استخدام الأراضي بين صناعة الطاقة والإنتاج الزراعي باستخدام المساحة المتاحة أسفل التركيبات الشمسية. هناك ميزة أخرى بخاصة للأقاليم الجنوبية وهي خفض الإشعاع الشمسي والتبخر في الخلايا الكهروضوئية وهو شيء إيجابي بالنسبة لنمو العديد من الفواكه والمحاصيل.

الاستخدام وفائدة مزدوجة، كما رأينا في استخدام الألواح الشمسية المولدة للكهرباء كأسطح وغطاء للسقف. وهناك وظيفة مزدوجة أخرى وهي تظليل خزان المياه أو النظام المحوري لتقليل التبخر. وهناك خيار آخر جاذب للغاية، بالنسبة لاستخدام الخلايا الكهروضوئية في الري وهو دمج الخلايا الكهروضوئية والزراعة في نفس قطعة الأرض ويطلق على هذه الفكرة "الخلايا الكهروضوئية الزراعية" APV. ومن خلال تلك الفكرة، يستطيع المرء إيجاد المفهوم التكنولوجي للحصاد المزدوج وذلك من خلال تركيبات الألواح الكهروضوئية على ارتفاع 3-6 متر.

ومن خلال هذا النهج التكنولوجي يتم استخدام ودمج تقنيات جديدة، بجانب تمكين المزارعين من زارعة أراضيهم بجانب إنتاج الطاقة المتجددة. وهكذا تتيح تلك الفكرة إزالة الصراع على استخدام الأراضي بين صناعة الطاقة والإنتاج الزراعي باستخدام المساحة المتاحة أسفل التركيبات الشمسية. هناك ميزة أخرى بخاصة للأقاليم الجنوبية وهي خفض الإشعاع الشمسي والتبخر في الخلايا الكهروضوئية وهو شيء إيجابي بالنسبة لنمو العديد من الفواكه والمحاصيل.



أسس هيكل الدعم:

- دورة حياة طويلة.
- الحماية ضد التآكل (الحديد المجلفن إن كانت المسافة إلى البحر أكثر من خمسين كيلو متر، فولاذ عالي الجودة، ألومنيوم).
- الحرص في استخدام المواد المختلطة فيما يتعلق بحدوث التآكل الكيميائي نتيجة التلامس.
- الحسابات الثابتة للهيكل.
- الفحص الثابت للأسقف القائمة أو الهياكل الموجودة.
- يجب ترك مسافة كافية بين الصفوف إذا ما تم إضافة نظام شمسي لتجنب تأثير الظل.

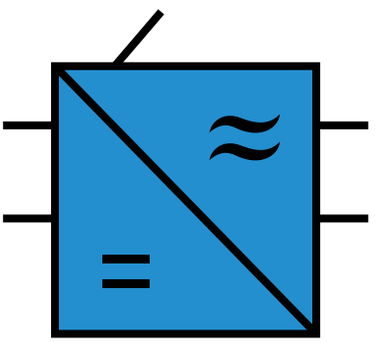
معايير مطلوبة لهيكل الدعم

- الحسابات وفقًا لتأثيرات معايير din en 1991 لهياكل الدعم.
- DINen 1990 المعايير الأساسية للهياكل.
- DINen 1991-1 لهياكل الألومنيوم.
- DINen 1993-1 لهياكل الفولاذ.

العواكس الشمسية:

العاكس الشمسي هو المكون الأساسي للنظام الشمسي. فهو حلقة الوصل الذكية بين التيار المستمر للطاقة الشمسية ومستهلكي التيار المتناوب (المتردد).

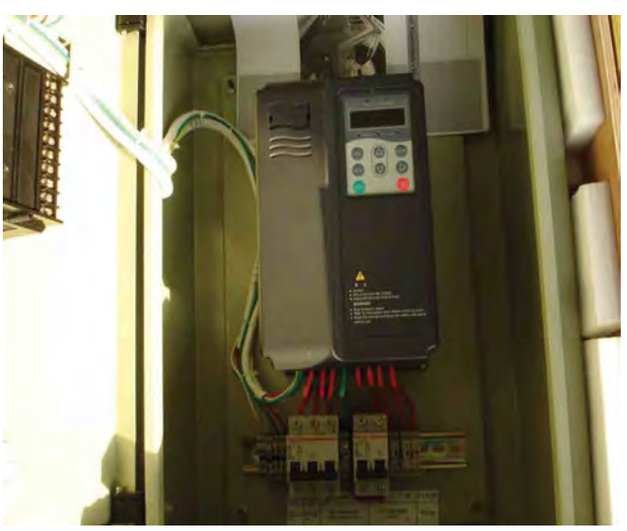
ويؤدي العاكس المهام التالية:



شكل ٢٠: رمز للعاكس الشمسي

- تحويل التيار المستمر إلى تيار متناوب صالح للاستخدام.
- ضبط التشغيل وفقًا لنقطة القدرة القصوى للألواح الشمسية.
- يتضمن أدوات حماية لجانب التيار المستمر والتيار المتناوب (المتردد).
- يعمل على جمع بيانات التشغيل واظهار حالة التشغيل.
- العاكس الشمسي للمضخة:
  - o تعديل القدرة الشمسية ومتطلبات المضخة من أجل الاتصال المباشر من النظام الشمسي إلى المضخة.
- عاكس الجزيرة (الشبكة الثابتة المستقلة):
  - o يخلق شبكته الثابتة من أجل ما يسمى بحلول الجزيرة.
- عاكس الشبكة:
  - o ضبط التزامن بين توليد الطاقة الشمسية وبين مولد الديزل أو الشبكة العامة.

وفيما يتعلق بأنظمة الضخ الشمسية، يمكننا استخدام ثلاثة أنواع مختلفة من العواكس وذلك وفقًا لنوع النظام. أما بالنسبة للأنظمة ذات الاتصال المباشر من المضخة إلى العاكس، فلا يمكن استخدام سوى عواكس المضخة الخاصة، وتلك العواكس قائمة على محولات التردد أو ما يسمى عواكس ذو خاصية السرعة المتغيرة، وهو ما طور خصيصًا للتطبيقات ذات المضخات أو المحركات ذات الطور الثلاثي التي لها نفس الخصائص. ويجب أن تتضمن عواكس السرعة المتغيرة لأنظمة الضخ الشمسية على تتبع نقطة القدرة القصوى من ناحية الجانب الشمسي لضبط القدرة الشمسية وفقًا لاحتياجات المضخة. ووظيفة التشغيل السلس soft starter والتي تعد شيء ضروري نتيجة للتيار العالي عند بدء تشغيل المضخة وهي أيضًا جزء لا يتجزأ من بعض العواكس. وتتضمن عواكس المضخة بطبيعة الحال سمات أخرى مرتبطة بعمليات التشغيل مع المضخة، مثل الوصلات لحساس المياه في الخزانات، أو حساسات الحماية ضد التشغيل الجاف. ولا تتناسب العواكس القياسية المرتبطة بالشبكة



والتي تستخدم في المنازل أو تطبيقات الصناعة مع أنظمة الضخ الشمسية ذات الاتصال المباشر من المضخة إلى النظام الشمسي.

شكل ٢٢: عواكس الشبكة القياسية من أجل اتصال الشبكة أو مولد الديزل

وبالنسبة لأنظمة الآبار المتعددة ذات المشاركة الشمسية الصغيرة، فيمكن استخدام عواكس الشبكة القياسية مثل تلك التي تستخدم في الأنظمة المرتبطة بالشبكة من أجل ولا يمكن استخدام عواكس الشبكة إلا حينما تقوم مصادر القدرة الأخرى، مثل الشبكة العامة، أو مولدات الديزل بخلق قدرة مناسبة، ويقوم العاكس بالعمل على تزامن توليد الطاقة الشمسية مع الجهد والتردد إلى الشبكة. الاستهلاك الذاتي، أو تغذية الكهرباء.

ولا يمكن استخدام عواكس الشبكة إلا حينما تقوم مصادر القدرة الأخرى، مثل الشبكة العامة، أو مولدات الديزل بخلق قدرة مناسبة، ويقوم العاكس بالعمل على تزامن توليد الطاقة الشمسية مع الجهد والتردد إلى الشبكة.

عندما تكون المشاركة الشمسية أعلى، أو تكون مع حلول مستقلة قائمة على الطاقة الشمسية، فلابد من استخدام عاكس الجزيرة. ومثل هذه العواكس مصممة لخلق الشبكة الثابتة الخاصة بها وتلعب دورًا مهيمنًا في توليد الكهرباء. وتتصل مصادر القدرة الأخرى مع أدوات تحكم إضافية ويجب أن تتزامن مع الشبكة الخاصة بنظام الطاقة الشمسية.

شكل ٢٣: عاكس الجزيرة لربط الشبكة (المصدر: مورد معدات الطاقة الشمسية بألمانيا SMA لتقنيات الطاقة الشمسية)

المضخة الغاطسة

بالإضافة إلى الشروط الطبيعية للمضخات الغاطسة المستخدمة في قطاع الزارع، مثل فترات الصيانة الأقل، والثبات، والتشغيل الموثوق به، وقلة تكاليف التشغيل، هناك أيضًا بعض الشروط الخاصة للمضخات المستخدمة في أنظمة الضخ الشمسية والتي نحن بحاجة لذكرها: تعد كفاءة المضخة في إطار الأحوال الخاصة للبئر عامل حاسم لتحديد حجم النظام الشمسي. فكل تكاليف الألواح الشمسية، وهيكل الدعم، والعواكس تتداخل مع احتياجات المضخة من القدرة الكهربية. والتحديد الدقيق للحجم واختيار مضخة ذات كفاءة هو ما يسمح بالحلول ذات الكفاءة من حيث التكلفة.

مضخة الإحلال الإيجابي في مقابل مضخة الطرد المركزي

في الأنظمة الصغيرة (حتى 5 كيلو وات)، ذات عواميد الضغط العالية (التي تتراوح من 300-80 متر) ومعدلات التدفق المنخفضة (حتى 10 متر مكعب لكل ساعة)، تكون المضخات الحلزونية ذات فائدة كبيرة بالنسبة لتطبيقات المضخات الشمسية. ويمكن أن يعمل هذا النوع من مضخات الإحلال الإيجابي مع السرعات الدائرية المنخفضة. ويمكن استخدام نطاق القدرة الذي توفره الخلايا الكهروضوئية في الضخ بكفاءة عالية. ومع ذلك، يجب إحلال الجزء الثابت بالمضخة الحلزونية بصورة دورية. وبالنسبة لمعدلات التدفق الأعلى، فإن مضخات الطرد المركزي هي الحل الأقل تكلفة.

مجال السرعة الدوارة:

وهناك عامل هام يتعلق بالمضخة وهو مرونة التحكم. فإذا لم يتم استخدام مضخات التيار المستمروهو شيء ممكن فقط في العمليات صغيرة النطاق فلا يمكن تشغيل المضخة والتحكم بها من خلال مدى غير محدود من القدرة والتردد. وتعمل المضخات الجيدة في مدى من ٣٠-٥٠ هرتز فقط، بينما تتطلب المضخات الأخرى حد أدنى من التردد يصل إلى ٣٨ هرتز. وبالنسبة لأنظمة الضخ الشمسية للري المباشر، فإن هذا الأمر له تأثير هام على أوقات التشغيل المحققة من خلال الخلايا الشمسية. فكلما قل الحد الأدنى من التردد المطلوب لتشغيل المضخة، ازداد وقت التشغيل أثناء السطوع الشمسي وارتفع أداء النظام. إذا ما تم تشغيل المضخات بكفاءة أقل من الموصى بها، فإن التأثير السلبي على حامل وتبريد المحرك سوف يقلل من عمر المضخة.

إذا ما تم تشغيل المضخات بكفاءة أقل من الموصى بها، فإن التأثير السلبي على حامل وتبريد المحرك سوف يقلل من عمر المضخة.

. فكلما قل الحد الأدنى من التردد المطلوب لتشغيل المضخة، ازداد وقت التشغيل أثناء السطوع الشمسي وارتفع أداء النظام.

اختيار المضخات

إن اختيار مضخة ذات كفاءة عالية يمثل صعوبة بالغة. ويحدد معيار DIN EN ISO 9906 فئات التحمل لمواصفات المضخة. وحتى في فئة التحمل 1، قد ينحرف ضاغط المضخة+/- 3% ، وينحرف معدل التدفق +/5%- عن المواصفات الموضوعة. وتتيح هذه القواعد كفاءة أقل بنسبة 15% عن المواصفات المعروضة.

DIN EN ISO 9906 مارس 2013	المضخات ذات الحركة الدائرية الديناميكية
ASAE EP369 1 ديسمبر 1999	تصميم محطات ضخ للصرف الزراعي
ANSI/ASAE S397 2 فبراير 2003	الخدمات الكهربائية ومعدات الري

أسس المضخات الغاطسة

- كفاءة عالية لضمان تحديد حجم للنظام الشمسي على أن يكون ذو كفاءة من حيث التكلفة.
- نطاق واسع من إمكانية التحكم في التردد.
- تحديد دقيق للحجم وفقًا لأحوال البئر الفعلية.

الأسلاك والقطع الإضافية:

فيما يتعلق بأسلاك الأنظمة الشمسية، هناك نوعان مختلفان: أسلاك توصيل التيار المستمر من الألواح الشمسية إلى العواكس و/أوالبطاريات، وأسلاك التيار المتناوب (المتردد) الموصلة إلى الشبكة أو المضخة مباشرة. يجب أن يتم تحديد حجم الأسلاك واختيارها بناء على الأحوال البيئية وأحوال التشغيل، ويجب أن تكون ملائمة للاستخدام الخارجي (مقاومة للأشعة فوق البنفسجية، ومقاومة للحرارة). أما أسلاك التيار المباشر فيجب أن تقتصر على الأسلاك الخاصة بالنظام الشمسي ذات العزل المزدوج والتي تم تطويرها للتطبيقات الخارجية وفي إطار الأحوال الخاصة بالنظم الشمسية (مثل الجهد العالي، ودرجات الحرارة المرتفعة)

شكل ٢٤: اسلك التوصيل

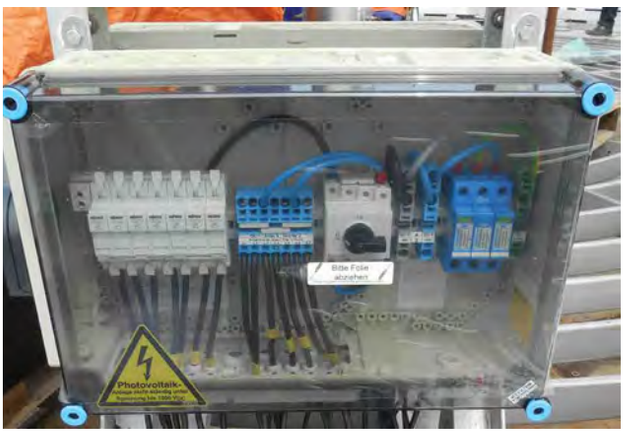
يجب أن يتم حماية الأسلاك المستخدمة بأنابيب حماية أو أنابيب مرور الأسلاك.

يستخدم صندوق تجميع الأسلاك حينما يكون هناك حاجة لتوصيل عدة سلاسل في المصفوفة الشمسية في مدخل العاكس. ويجب أن تتضمن صناديق الأسلاك وتوصيلات الأدوات التالية وأن تفي باشتراطات السلامة للمعايير المحلية وأن تفي باشتراطات IEC 62103:

- مصهرات التيار المستمر لكافة الأسلاك كل على حده، إذا ما تم توصيل أكثر من سلكين على التوازي.
- ضرورة وجود مساحة بين المصهرات لتجنب الحرارة الزائدة.
- مفتاح التيار المستمر الذي يغلق التيار المستمر مع جهد الدائرة المفتوحة لمصفوفة الخلايا الكهروضوئية.
- حماية ضد زيادة جهد التيار المباشر إذا لم يتم تزويده من خلال العاكس، وإذا ما كان النظام يتواجد في مناطق بها الكثير من العواصف الرعدية.
- الاتصال بالنظام الأرضي إذا ما تم إدراج الحماية ضد الجهد العالي.
- أطراف لتوصيل الأسلاك ومدخل العاكس.

وفي حالة العمل الضروري على جانب مدخل الخلايا الكهروضوئية الواصل بالعاكس، فإن الصندوق الجامع يسمح بفصل آمن للخلايا الشمسية عن العاكس.

تكون الألواح وأسلاك النظام الشمسي تحت جهد عالي طالما كان هناك إشعاع شمسي. يؤثر فصل جانب التيار المستمر المرتبط بالعاكس على العاكس ذاته وجانب التيار المتناوب (المتردد) فقط ؛ وتظل ألواح الخلايا الكهروضوئية تحت الجهد.



شكل ٢٥: صندوق تجيع الاسلاك في الأنظمة الشمسية

ويستخدم صندوق فصل التيار المتناوب (المتردد) لتوصيل عاكس أو عدة عواكس للشبكة القائمة. ووظيفته الأساسية هي فصل النظام الشمسي بأمان عن الشبكة في حالة الإصلاح أو أعمال صيانة الشبكة ذاتها أو صيانة النظام الشمسي. ويجب أن يفي صندوق فصل التيار المتناوب (المتردد) باشتراطات السلامة للمعايير المحلية واشتراطات، IEC٦٢١٠٣،
ويجب أن يتضمن الأدوات التالية:

- قواطع دائرة لكل طور من العواكس المتصلة.
- تجنب التسخين الزائد بإتاحة مساحة بين قواطع الدائرة.
- مفتاح فصل رئيسي للتيار المتناوب (المتردد).
- حماية من زيادة جهد التيار المتناوب (المتردد) (إن لم يكن متوفر من خلال العاكس، وهو ذو صلة بمواقع النظام ذات الاحتمالية العالية لهبوب العواصف الرعدية).
- الاتصال بالنظام الأرضي إذا ما تم إدراج الحماية ضد الجهد العالي.
- أطراف لتوصيل العواكس والشبكة.

أسس الأسلاك والقطع الإضافية:

- استخدام المنتجات المعتمدة فقط للأنظمة الشمسية.
- تحديد الحجم وفقا لأحوال المزرعة البيئية.
- مستوى حماية وفقا لمكان التركيب.
- حماية التركيب من القاذورات والحشرات.
- السلامة أولا.

المعايير اللازمة للقطع الإضافية
- IEC 62103 المعدات الإلكترونية للاستخدام في تركيبات القدرة.

البطاريات لأنظمة الضخ الشمسية

تستخدم البطاريات في أنظمة الضخ الشمسية لزيادة كفاءة النظام بأكمله. ومن إحدى خيارات التخزين قصيرة المدى للطاقة الشمسية الفائضة خلال ذروة الإشعاع الشمسي وذلك لاستخدامها خلال الساعات التي لا تسطع فيها الشمس، وبالتالي يتم زيادة أوقات تشغيل المضخة الشمسية، وتجنب فاقد الطاقة الشمسية. وبالتالي فإن سعة البطارية المطلوبة تكون أصغر والتكلفة أقل. ولا يتأثر تحديد حجم الخلايا الشمسية بالبطاريات حيث يتم تخزين الطاقة الفائضة لفترة قصيرة فقط. وهناك خيار آخر وهو تعديل البطاريات بناء على الفجوة ما بين أوقات التشغيل المتاحة من خلال الطاقة الشمسية وجدول الري المطلوب. وفي تلك الحالة يجب تصميم البطاريات بناء على أوقات تشغيل المضخة المتوقعة بعد الغروب. ويجب أن يتم زيادة حجم النظام الشمسي وفقًا للطاقة المطلوبة والتي ينبغي تخزينها خلال ساعات السطوع الشمسي.

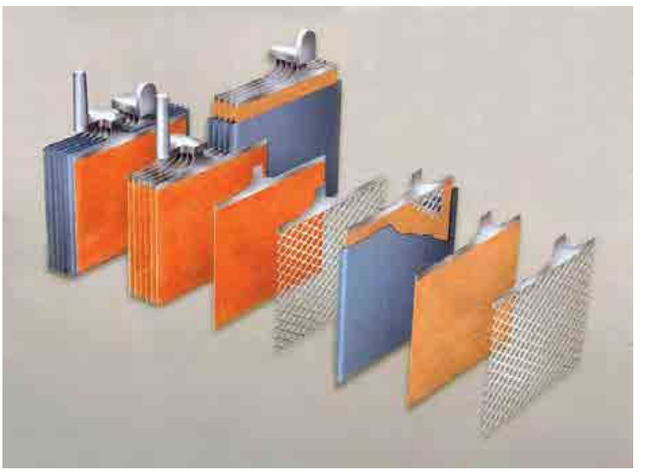
مثال:

طاقة المضخة	٧٥ كيلوواط
التشغيل المتوقع للمضخة من خلال استخدام البطاريات	١٠ ساعات
كفاءة البطارية	٪٩٠
الطاقة المطلوبة	٧٥ كيلوواط X ١٠ساعات/ ٠,٩ = ٨٣٣ كيلوواط ساعة
عمق التفريغ (DOD)	٪٥٠
الطاقة المطلوبة من البطاريات	١٦٧٠ كيلوواط ساعة

وفي المناخ الصحراوي بشكل خاص، من المهم أخذ الأحوال البيئية في الاعتبار عند تصميم نظام البطارية. ويعتمد عمر البطارية وكفاءتها بشكل كبير على درجات حرارة التشغيل.

ومن أكثر أنواع البطاريات شائعة الاستخدام في الأنظمة الشمسية هي بطاريات حمضية رصاصية، والليثيوم أيون، وبطارية النيكل المعدني المهجن، وبطارية النيكل كاديوم.

وتقنية الرصاص الحمضي هي الأقل ثمنًا، والتقنيات الأخرى أكثر تكلفة من ٣-٥ مرات. وتستخدم بطاريات الليثيوم أيون و النيكل المعدني المهجن بشكل أساسي في تطبيقات الخلايا الكهروضوئية الصغيرة المتنقلة لأنها أخف في الوزن من ٢-٣ مرات مقارنة ببطاريات الرصاص الحمضي. وتستخدم بطاريات النيكل كاديوم بشكل أساسي في أحوال الطقس الباردة. وهذا يعني أنه في الأنظمة الثابتة مثل أنظمة الضخ الشمسية، فإن تقنيات الرصاص الحمضي هي الأكثر ملائمة.



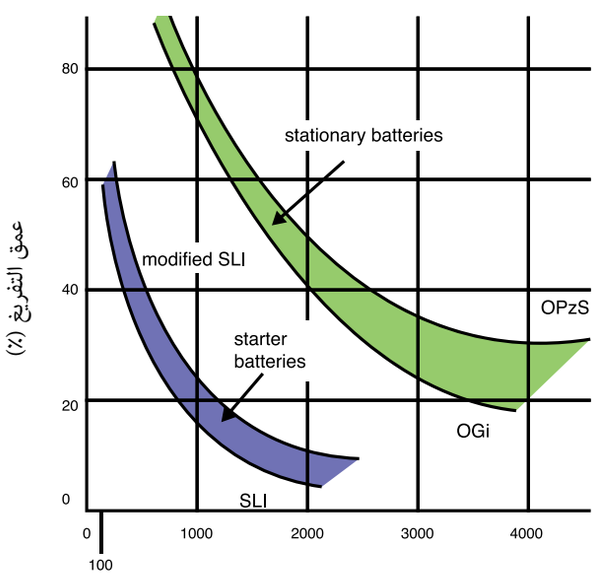
شكل ٣٦: شكل نموذجي للألواح الأسطوانية الشكل opzs أ- شرائح الشبكة OGI ب- بطارية الرصاص

الاشتراطات الأساسية للبطاريات الحمضية الرصاصية الخاصة بأنظمة الخلايا الشمسية:

- دورة حياة طويلة (من 10-6 سنوات).
- تفريغ ذاتي أقل.
- دورة تشغيل عالية.
- شديدة الصلابة لإحداث التكامل على فترات طويلة عند مستوى منخفض من الشحن.
- متطلبات صيانة أقل.

السعة: تكون سعة البطاريات بوجه عام بالأمبير-ساعة (AH) لمعدلات تفريغ معينة. فعلى سبيل المثال، معدل التفريغ 10C لبطارية 100 أمبير يشير إلى أن تلك البطارية يمكن أن توفر تيار 10 أمبير لفترة عشر ساعات. ولحساب كمية الطاقة التي تم تخزينها (وات ساعة)، فيجب ضرب السعة (Ah) مع الجهد الاسمي (V).

عمق التفريغ: يعرف عمق تفريغ البطاريةDOD بأنه الطاقة التي تم سحبها من البطارية مقارنة بشحنها شحن تام. وبالنسبة للبطاريات ذات التفريغ العميق، فيمكن أن يصل عمق التفريغ إلى 80%. ومع ذلك، فإن عمق التفريغ الأقل ينتج عنه زيادة في دورة الشحن أو عمر البطارية. وبوجه عام يرتبط معدل عمق التفريغ بعدد الأيام المستقلة التي صممت البطارية من أجلها حيث لا يكون هناك حاجة لإعادة الشحن من خلال النظام الشمسي. وبالنسبة لأنظمة الضخ الشمسية، فيوصى باستخدام البطاريات الثابتة التي تصل لأعلى عدد من دورات الشحن مقارنة بالبطاريات التي تستخدم في السيارات SLI . ويتم إنتاج البطاريات الثابتة بنوعين مختلفين من الألواح: فهناك ما يطلق عليه ألواح أسطوانية الشكل opzs ، وهو نوع ذو دورة حياة طويلة مقارنة بألواح الشبكة OGI، وهو أشد صلابة وقوة بالنسبة لعمق التفريغ.



وفي العديد من الحالات، فإن ما يطلق عليها البطاريات الشمسية تكون هي نفسها البطاريات التي تستخدم في السيارات ولكنها معدلة بوضع ألواح أكثر كثافة. حيث أنها تحقق المزيد من دورات الشحن مقارنة بالبطارية التي تستخدم في السيارات SLI. يجب أن يتم تعديل سعة البطارية بصورة دقيقة، وهناك ثلاثة عوامل ينبغي وضعها في الاعتبار: شحن النظام، وتيار التفريغ، وعمق التفريغ المسموح به، والفترة المستقلة. بالنسبة للفترة المستقلة فهي عدد الأيام التي تقوم خلالها البطارية بتزويد الطاقة إلى الحمل دون الحاجة إلى طاقة شحن من ألواح الخلايا الكهروضوئية و ذلك قبل أن تصل إلى عمق التفريغ المسموح به. وبالنسبة للأحجام النموذجية، فيوصى بتصميم نظام قائم على عمق تفريغ مسموح به يصل إلى 80% من سعة البطارية

حيث أن سعة البطارية تقل خلال دورة حياتها. ومن أجل دورة حياة أطول للبطارية، يوصى بالاحتفاظ بعمق تفريغ منخفض. وفي أغلب الأحيان، فإن منظم الشحن يتحكم بعمق تفريغ بنك البطارية. وهذا يعني أنه عند عمق تفريغ معين فإنه يتم فصل الحمل، أو يعمل على بدء تشغيل المولد. وإذا وصل عمق التفريغ لأكثر من 70%، فمن المهم شحن البطارية بالكامل خلال أيام قليلة وإلا سوف يتناقص عمر البطارية. تحتاج معظم البطاريات لصيانة دورية، فعلى سبيل المثال، يجب الاحتفاظ بالالكتروليت (الكهرل) عند مستوى يحدده المصنع بإضافة ماء مقطر. وعند استخدام البطاريات الخالية من أي صيانة بإلكتروليت ثابت، يوصى باستخدام بطاريات جل. وعند استخدام أنواع بطاريات الألياف الزجاجية AGM، يوصى بتركيبها بطريقة تجعل الألواح الداخلية موجهة أفقيًا.

تأثيرات على دورة حياة البطارية:

تعتمد دورة حياة البطارية الحقيقية على العديد من العوامل. وهناك بعض الأسباب التي من المرجح أن تؤدي إلى التعطل المبكر للبطارية:

- سحب تيار يفوق قدرة البطارية.
- تفريغ زائد على أساس منتظم.
- شحن زائد نتيجة لتحديد جهد غير ملائم للبطارية.
- السماح لمستوى الالكتروليت في الخلايا المغمورة بأن يقل عن مستوى اللوح.
- استكمال الملء بأنواع اخرى بخلاف الماء النقي أو المقطر.
- تخزين أو تشغيل البطارية في درجات حرارة شديدة الارتفاع أو الانخفاض.
- تعرض البطارية لرّجة أو هزة قوية.
- مستوى مرتفع جدًا من التفريغ اثناء التشغيل.

أسس البطاريات:

- دورة حياة طويلة
- عدد كبير من دورات الشحن عند مستوى عال من التفريغ.
- صيانة أقل.
- صلاحية التشغيل تحت درجة حرارة مرتفعة.
- تحديد الحجم بناء على أحوال التشغيل مثل عمق التفريغ.

معايير مطلوبة:

- IEC60896-11 البطاريات الحمضية الرصاصية الثابتة.
- جزء -11 أنواع ذات أغطية مفتوحة – اشتراطات عامة وطرق الاختبارات.
- جزء -21أنواع ذات صمامات منظمة – طرق الاختبارات.
- جزء -22أنواع ذات صمامات منظمة-اشتراطات.
- IEC 61427 خلايا ثانوية وبطاريات لأنظمة الطاقة الكهروضوئية - اشتراطات عامة وطرق للاختبار.
- IEC62485-2 الجزء 2: اشتراطات السلامة للبطاريات الثانوية وتركيب البطاريات الثابتة.

التحكم والقياس:

يتم التحكم التشغيلي لنظام الضخ الشمسي في المقام الأول من خلال العاكس، فهو يعمل على تزامن القدرة الشمسية المولدة والشبكة المتاحة، أو كما في حالة نظام الجزيرة فهو يخلق الشبكة اللازمة من خلال تحكمه الداخلي. ومن أجل الاتصال المباشر يقوم عاكس النظام الشمسي بتعديل القدرة الشمسية وفقًا لاحتياجات المضخة التي تم ربطها بالنظام، وتعد بعض أدوات التحكم الأخرى ضرورية لكي يؤدي النظام الوظائف التالية:

- في أنظمة البطاريات: منظم شحن للبطارية.
- في الأنظمة الهجينة ذات عملية التحويل: أداة تحكم في التحويل.
- في الأنظمة الهجينة ذات المشاركة الشمسية العالية: إدارة الطاقة.

يعتمد القياس على متطلبات المشروع مثل: طبيعة البيانات التي تحتاج للرصد. وبالنسبة لكل الأنظمة، من المنطقي تركيب عداد مياه عند فتحة البئر لقياس تدفق المياه خلال التشغيل، وهذا يمكن أن يعطي مؤشر عن ثبات وأداء نظام الضخ الشمسي. ومع المراقبة الدائمة والفحص الدوري، يمكن للعداد أن يشير إلى تأثير التقادم أو أي مشكلات محتملة.

شكل ٢١: عداد المياه (المصدر: مقياس كثافة السائل، ألمانيا) ومثال لنظام تسجيل البيانات

5

أنظمة الديزل مقابل الأنظمة الشمسية: تقدير كمي

٥-١ مثال لتحليل التكلفة

مقارنة تكاليف دورة الحياة لنظام الديزل-والنظام الشمسي

aschoff solar

التاريخ 26.Apr.2014 | موقع المشروع Cairo, Egypt | اسم المشروع Wadi Group, W.Natroun 1 (A18)

	نظام الضخ الشمسي		نظام الضخ بالديزل	
تفاصيل المشروع	امداد المياه	690 m3/d	كمية المياه	805 m3/d
	لتر/ساعة الحد الاقصى	115 L/hr	لتر/ساعة	115 L/hr
	عمق البئر	40,00 m	عمق البئر	40,00 m
	ارتفاع الخزان +الضغط	4,50 bar	ارتفاع الخزان + الضغط	4,50 bar
	العمق الكلي	85,00 m	العمق الكلي	85,00 m
	متوسط عدد ساعات التشغيل	45 kW	متوسط عدد ساعات التشغيل	45 kW
	عدد المضخات/العواكس	45 kW	عدد المضخات	160 kW
	الخلايا الشمسية	73,50 kW	استهلاك الوقود (متوسط)	25 L/hr
	مضخة جديدة	n (y/n)	مولد جديد؟	n (y/n)
			مضخة جديدة	n (y/n)
		6,0 hrs/d		7,0 hrs/d
		1		1

تكلفة التركيب	الوحدات	Service (yrs)	Cost (€)	Cost (€)
	نظام الضخ الشمسي		128.000,00	128.000,00
	اساسات (محلي)	25	2.660,00	2.660,00
	التركيب (محلي)	25	5.320,00	5.320,00
	مضخة المياه	5	8.000,00	0,00
	المجموع الجزئي			135.980,00

	الوحدات	Serv. (yrs)	Cost (€)	Cost (€)
	مولد ديزل	5	16.000,00	16.000,00
	قطع إضافية وملحقات	5	1.200,00	1.200,00
	تركيب	5	1.000,00	1.000,00
	مضخة المياه	5	8.000,00	0,00
	المجموع الجزئي			18.200,00

تكلفة التشغيل	الوحدات	Cost (€)	Cost /yr (€)
		-	-
		-	-
		-	-
	تكاليف العمالة	1,00	365,00
	المجموع الجزئي		365,00

	الوحدات	Cost (€)	Interval (hrs)	Cost (€)
	تكلفة الوقود/لتر	0,18		11.497,50
	الزيت والفلتر	90,00	200	1.149,75
	التخزين، والنقل	150,00	300	1.277,50
	تكاليف العمالة	6,00		2.190,00
	المجموع الجزئي			16.114,75

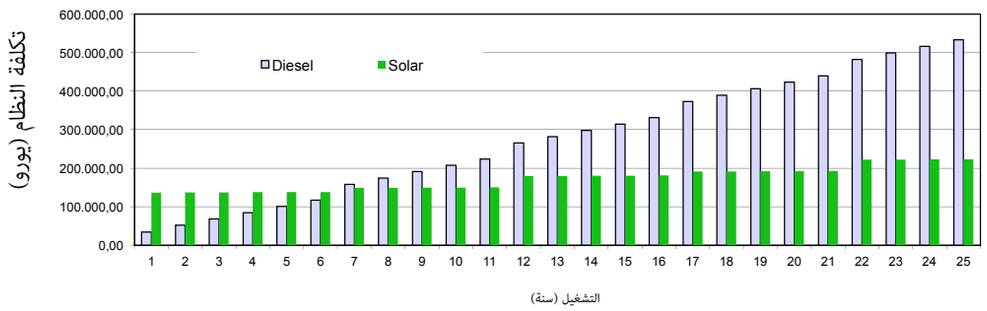
تكلفة الاحلال	الوحدات	Service (yrs)	Cost /5yr (€)	Cost /10yr (€)
	المحول	10	-	19.200,00
	المضخة	5	8.000,00	8.000,00
	قطع اضافية	5	1.920,00	1.920,00
	المجموع الجزئي		9.920,00	29.120,00

	الوحدات	Serv. (yrs)	Cost /5yr (€)
	مولد ديزل	5	16.000,00
	المضخة	5	8.000,00
	قطع اضافية	5	1.200,00
	المجموع الجزئي		25.200,00

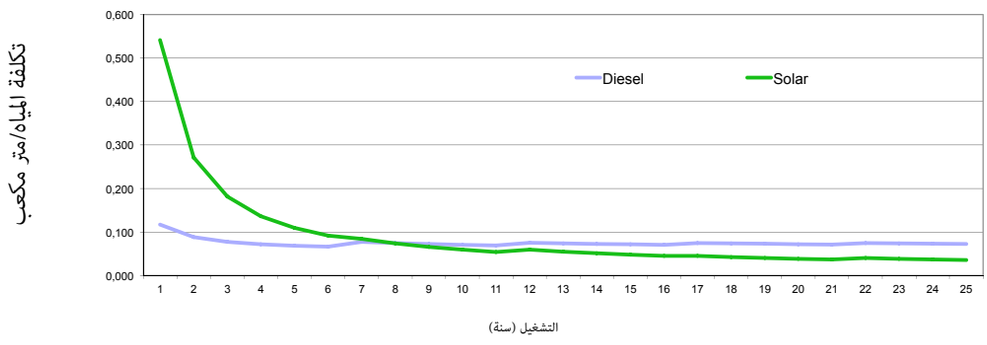
مقارنة بين دورة الحياة

٪١٠ زيادة في أسعار الوقود سنويا

لا يوجد تعديل للتضخم



التكلفة النوعية للمياه



٥-٢ نمط إمداد المياه من خلال الطاقة الشمسية

اداء نظام الضخ الشمسي

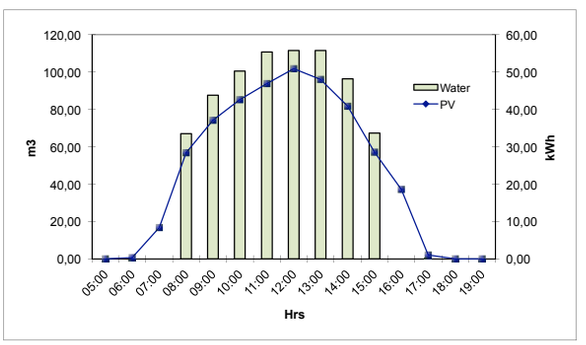
اسم المشروع	Wadi Group, W.Natroun 1 (A18)	موقع المشروع	Cairo, Egypt
التاريخ	26.Apr.2014		

تفاصيل المشروع	نظام الضخ الشمسي			نظام الضخ بالديزل		
كميه المياه	690	m3/d		805	m3/d	كميه المياه
عمق البئر	40	m		40	m	عمق البئر
ارتفاع الخزان + الضغط	4,50	bar		4,50	bar	ارتفاع الخزان + الضغط
العمق الكلي	85	m		85	m	العمق الكلي
المضخه	45	kW		45	kW	المضخه
العاكس	45	kW		160	kW	مولد الديزل
الخلايا الشمسيه	73,50	kW		175,00	L/d	استهلاك الوقود
وقت التشغيل (متوسط)	6,5	hrs/d		7,0	hrs/d	وقت التشغيل (متوسط)

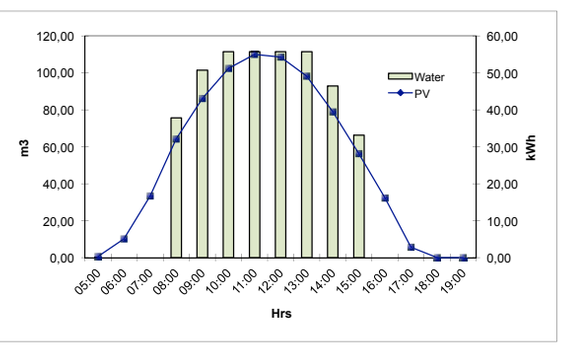
Solar Fraction 86%

Performance Analysis **Seasonal**

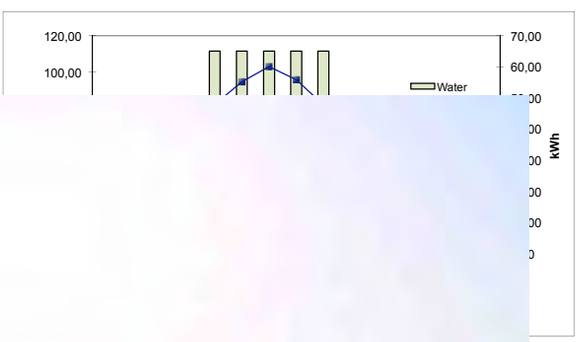
21. March 753m3/d



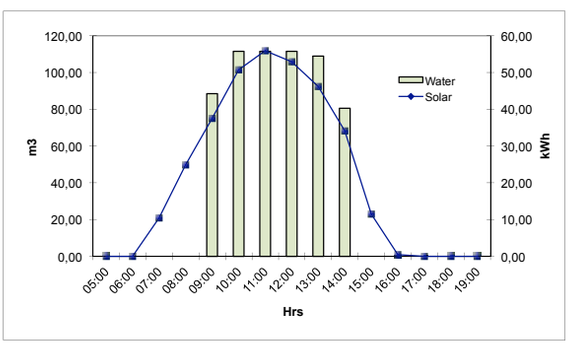
21. June 783m3/d



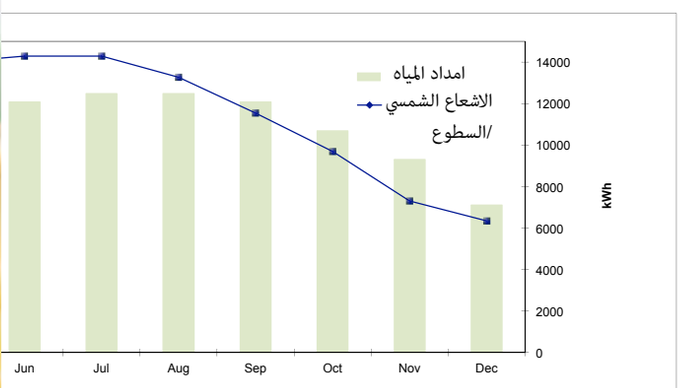
21. September 724m3/d



21. December 613m3/d



(86%)



شكل ٢٩: مثال لل

أفضل الممارسات

تبدو أنظمة الري المستقلة للري المباشر هي الخيار للأفضل للوضع في مصر ٢٠١٤. والمكونات القياسية التي تشتمل على عواكس الطاقة الشمسية متاحة في السوق. وتقدم مثل هذه الأنظمة إمكانية للتوفير في الوقود، والحصاد اليسير المرن، وتتيح حل مستقل تمامًا. وأفضل تطبيق للمضخات الشمسية يكون في المزارع القائمة ذات المعدل الثابت بين المنطقة المروية وعدد الآبار. ومع ذلك فإن زيادة معدل التدفق خلال ساعات السطوع الشمسي من أجل تخزين فائض المياه من النادر أن يحدث مع هذا النظام المباشر، ولذلك من غير المجدي زيادة مشاركة الضخ عن طريق الطاقة الشمسية لأكثر من ساعات السطوع الشمسي. وبالنسبة للساعات التي لا تسطع فيها الشمس تظهر الحاجة لمولد ديزل احتياطي. والطريقة الفعالة لزيادة أوقات الري والمشاركة الشمسية هي إدراج البطاريات في حلول الضخ الشمسي بالرغم من أنها تؤدي إلى زيادة تكلفة النظام. وهناك حل آخر يتعلق بالآبار المتعددة، وهو حل موفر للوقود، هناك وحدة تحكم خاصة تسمى «موفر الوقود» يمكن أن تستخدم لزيادة حدود الضخ الشمسي. وترتبط الآبار بشبكة صغيرة ومولد ديزل، وعندما ترتبط مجموعة الآبار بالشبكة الصغيرة ويتم تشغيل المولد بشكل مستمر، فيمكن استخدام نظام الخلايا الكهروضوئية من خلال تقنية بسيطة بالشبكة. ونظم إدارة الآبار المتعددة أو الشبكات الصغيرة مع البطاريات ستزداد أهمية مع تطوير المزارع الجديدة أو تحول المزارع القائمة إلى أنظمة الري التي تعمل بنظام الخلايا الشمسية. ولتحقيق اكثر الحلول كفاءة من حيث التكلفة، يجب أن يتم إجراء تحليل فني لأداء الآبار وكفاءة المضخة وجدول الري والإشعاع الشمسي قبل تحديد نظام ضخ شمسي بعينه.

وهذا من شأنه أن يتيح الكشف عن العوامل التي تفتقر إلى الكفاءة (مثل المضخة التي تفتقر إلى الكفاءة). وهكذا يمكن الوفاء بمتطلبات تحديد التكلفة والحلول التي تتسم بالكفاءة من حيث الطاقة. وهناك جزء هام في تصميم الأنظمة ألا وهو العاكس. حيث أن عواكس الشبكة القياسية وبخاصة حينما يتم استيرادها من الدول الغربية مصممة من أجل ربط مستقر بالشبكة. وبدلًا من الطاقة المباشرة إلى المضخة أو إلى أيّ آلة أخرى، يتم تصميم العواكس لتغذية شبكة الكهرباء. وهكذا فإن محولات الشبكة هي الأكثر ملائمة للأنظمة الهجينة حيث أنها تغذي طاقة الخلايا الشمسية إلى شبكة مولد الديزل بتردد وجهد ثابت. ويعد هيكل الدعم عامل هام فيما يتعلق بدورة حياة النظام. فالمواد المناسبة، والحسابات الثابتة المعتمدة تمثل أهمية كبيرة، وهي لا تعتمد على ما إذا كان النظام المستخدم قياسي وتم استيراده أو يتكوّن من أجزاء منفصلة مصنعة محليًا. وبالنسبة لأنظمة الضخ الشمسية في مصر، فإن المساحة ليست عامل محدد. لكن بدلا من ذلك، يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند تصميم النظام الأحوال البيئية والطقس ويجب أن يتم تعديل الأنظمة لتواكب الظروف القاسية مثل الحرارة والعواصف الرعدية وذلك لكي تعمل على نحو موثوق به. وعلى المدى البعيد وبناء على تطور التكلفة الحالية لأنظمة الطاقة الشمسية في الأسواق العالمية فمن المتوقع أن تكون الأنظمة التي تدعمها البطاريات هي الخيار الأمثل. فمن المتوقع أن تنخفض أسعار البطاريات خلال العقد القادم، ومن ثم سوف تنخفض تكلفة هذه الأنظمة وستكون بمثابة حلول مستقلة طويلة الأمد.

مسرد المصطلحات الفنية

السمت

يصف الزاوية ما بين توجيه الخلايا الكهروضوئية المباشر نحو الجنوب والتركيب الفعلي.
-٩٠ درجة شرق، ٠ درجة جنوب، ٩٠ غرب و ١٨٠ شمال

التهالك (Degradation)

وحيث أنه لا يوجد مكوّن لا يتغير، فإن دورة حياة الألواح والنظم الشمسية تصل لعشرين عامًا أو أكثر مع صيانة وتكاليف تشغيل أقل. ومع ذلك، فإن ناتج الطاقة يتناقص بمرور السنوات. ويطلق على عامل نقص الكفاءة خلال فترة من الوقت بعامل التهالك وهو تأثير طبيعي لا يمكن تجنبه، ويتحدد التهالك فيما بين ٠,٢٥٪ إلى ٠,٦٪ سنويًا. لذا فبعد انقضاء عشرين عامًا يكون ناتج الطاقة ٨٨٪ من ناتج الطاقة وقت بدء تشغيل النظام. ويغطي كل المصنعون هذا التأثير بما يسمى ضمان أداء الطاقة الناتجة. ويدعم ذلك الضمان شركات التأمين العالمية لتأمين استثمارات المستهلكين.

الميل:

يصف مصطلح ميل الزاوية ما بين ألواح النظام الشمسي والأرض على المستوى الأفقي ب ٠

كيلوواط القصوى (kWp)

وهي الوحدة المستخدمة لتحديد قدرة النظام الشمسي، فهي تصف مخرجات النظام في إطار شروط الاختبار القياسية. وكلما اختلفت ظروف التشغيل الفعلية بطبيعة الحال عن شروط الاختبار القياسية، تنخفض القدرة الناتجة من نظام الخلايا الشمسية عن قيمة كيلوواط الكيلوواط القصوى. والحد الأقصى للإشعاع الشمسي ١٠٠٠ وات/م٢ مستقل تمامًا عن الموقع ويصل حتى وقت الظهيرة. ومع ذلك، فإن النمط اليومي لضوء الشمس وناتج الطاقة الشمسية المحققة تعتمد بشكل كبير على الموقع وأسلوب التركيب (الميل، زاوية السمت، عوامل التظليل). وكلما تم تركيب الألواح بالقرب من أفضل زاوية ميل وزاوية سمت، زاد الناتج من الطاقة الشمسية. وكلما زاد معدل الإشعاع الشمسي خلال اليوم والعام، زاد الناتج من الطاقة الشمسية. وتعتمد القدرة الناتجة من النظام الشمسي ايضًا على درجة حرارة اللوح الشمسي أثناء التشغيل. فكلما ارتفعت درجة الحرارة، كانت القدرة الناتجة أقل. وبالنسبة للتركيبات الموازية للسقف، فمن المهم أن يكون هناك مسافة للتهوية في خلفية الألواح وأن يتم تركيبهم على مسافة مناسبة من السقف.

يمكن مقارنة أنظمة الخلايا الكهروضوئية من خلال القدرة القصوى كيلوواط ولكن يجب أن يتم تحليلها بناء على كيلوواط القدرة القصوى (kWp) وناتج الطاقة الشمسية كيلوواط بالكيلوواط ساعة/ كيلوواط كيلوواط في ساعة الذروة (kWh/kWp) أو ناتج الطاقة الكلي للنظام سنويًا بالكيلوواط ساعة. ولا تتحدد تلك الحسابات إلا من خلال البرامج المناسبة فقط.

تتبع نقطة القدرة القصوى (MPP):

دائمًا ما يتغير الجهد الناتج والتيار للخلايا الكهروضوئية وذلك بناء على الإشعاع الشمسي، وتأثيرات درجة الحرارة والتظليل. حيث أن العاكس يتفاعل باستمرار مع تلك المتغيرات عن طريق ما يسمى بتتبع نقطة القدرة القصوى لضمان التشغيل على نطاق واسع من أجل أفضل اداء للطاقة الناتجة.

شروط الاختبار القياسية (STC)

يجب أن تخضع كافة الألواح الشمسية للاختبار فيما يتعلق بالسلامة وأداء الطاقة الناتجة قبل اعتمادها وشروط الاختبار القياسية هي شروط نموذجية لتوليد الطاقة الشمسية. وتستخدم الشروط الثابتة التالية في كل الاختبارات لكي يكون من المتاح مقارنة التقنيات والمنتجات المختلفة.

الإشعاع الشمسي:١٠٠٠ وات /م٢ درجة حرارة اللوح: ٢٥ درجة.

كتلة الهواء: ١,٥ (طول النقل لضوء الشمس من خلال الغلاف الجوي مقارنة بالانتقال المباشر).

التظليل

حينما يتم تركيب الألواح الشمسية، فيجب تجنب التأثير السلبي للتظليل على ناتج الطاقة. وينطبق ذلك بصورة خاصة على نظام الري المباشر للمضخات الشمسية، والتي يحتاج النظام الشمسي أن يضمن من خلالها تواجد الحد الأقصى والمستمر من القدرة الناتجة من أجل استمرار تشغيل المضخة. ولتحديد التظليل، يجب أخذ ظروف البيئة أولا في الاعتبار (المباني، والأشجار). فاختيار الموقع المناسب، الخالي من أي تظليل يمثل عامل أساسي. كما أن النظام الشمسي نفسه وهيكل الدعم الخاص به يمكن أن يسبب تأثيرات سلبية من خلال التظليل. فيجب الاحتفاظ بالحد الأدنى من المسافة بين الألواح، والتي يتم حسابها وفقًا للموقع، والحد الأدنى لزاوية ميل شمس الشتاء لتجنب التظليل الذاتي.

ناتج الطاقة الشمسية

إن ناتج طاقة النظام الشمسي يمثل قيمة أساسية تصف كفاءة ومخرجات النظام وتستخدم لمقارنة الأنظمة المختلفة. فهي توضح الطاقة المولدة ذات الفائدة من النظام سواء كانت قيمة معينة كيلوواط ساعة / كيلوواط في ساعة الذروة أو كقيمة كلية سنويًا كيلوواط بالكيلوواط ساعة. ويمكن تحديدها ببرامج ملائمة ولكن للحصول على قيم الأنظمة المحققة، من الضروري وجود رصد فني لعام واحد على الأقل. حيث ان ناتج الطاقة هو الأساس لأي حسابات اقتصادية.

كفاءة النظام

تتحدد كفاءة النظام الشمسي كما يلي:

ناتج طاقة النظام/ إجمالي الإشعاع الشمسي الساقط على منطقة الألواح الشمسية.

ويمكن أن تصل كفاءة النظام لنظام قياسي مرتبط بالشبكة إلى نحو١٠٪. والنظام ذو الاتصال الشمسي المباشر بالمضخة تقل كفاءته ب نحو٥٪ حيث أن الطاقة التي لم تعد كافية لتشغيل المضخة قد أهدرت ولا يمكن استخدامها.

التشغيل السلس لعاكس السرعة المتغيرة

إن محرك السرعة المتغيرة VSD (والذي يطلق عليه أيضًا محول التردد قابل للتعديل، ومحول التردد المتغير) هو نوع من محرك السرعة القابلة للتعديل والمستخدم في أنظمة المحركات الميكانيكية الكهربية للتحكم في سرعة محرك التيار المتناوب (المتردد) والعزم من خلال تغيير التردد والجهد الداخل للمحرك. وتستخدم محركات السرعة المتغيرة في التطبيقات بدءًا من التطبيقات الصغيرة وحتى أكبر الضواغط ومحركات استخراج المعادن. ويقوم عاكس السرعة المتغيرة بتعديل مدخلات القدرة وفقًا لاحتياجات المستهلك (مثل المحرك أو المضخة) ويستخدم بطبيعة الحال في توفير الطاقة أثناء التشغيل. وفي نظام الضخ الشمسي، يقوم بتعديل الجهد والتردد الداخل للمضخة وفقًا للقدرة الشمسية المتاحة. ويتضمن عاكس السرعة المتغيرة بطبيعة الحال على وظيفة التشغيل السلس، حيث أنها تتحدد في بعض الأحيان كجزء مستقل حينما لا يكون مكمل للعاكس. والتشغيل السلس للمضخات يمثل شيء ضروري لتجنب إقفال العاكس، وبالتالي النظام بأكمله نتيجة التيار العالي الذي تحتاجه المضخة عند بدء تشغيلها. لم تعد كافية لتشغيل المضخة قد أهدرت ولا يمكن استخدامها.

ملحق ا: مثال نظام الضخ الشمسي لشركة جيوي juwi بوادي النطرون

وصف النظام

البيانات الفنية:

النظام الشمسي: ٥٠ كيلوواط القصوى (kWp)
عنفات الرياح: ٥٠ كيلوواط (٤ عنفات ١٣ كيلوواط).
البطارية: ١١٢٠٠ AH/ V ٤٨ OPZS ٤ سعة البطارية.
فكرة العاكس: SMA اقتران التيار المتناوب (المتردد) مع صني ايلاند (sunny island).
نظام ثلاثي الطور مع أربع مجموعات. القدرة القصوى لمحولات البطارية هي ٧٨ كيلوواط.

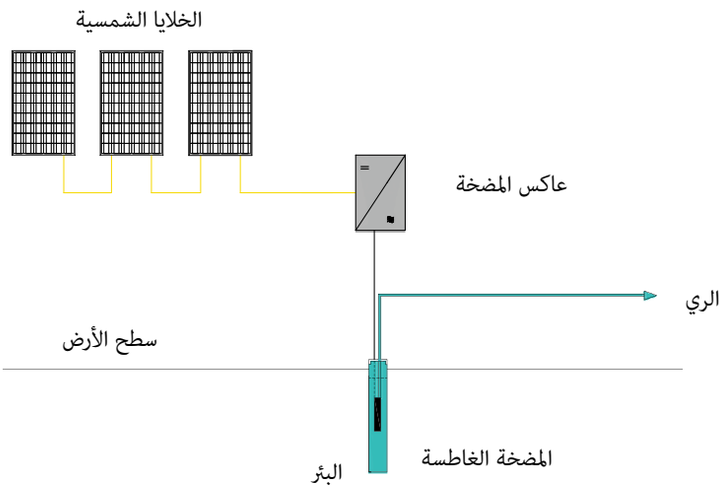
لأهداف:

النظام الشمسي: ٥٠ كيلوواط القصوى (kWp)
عنفات الرياح: ٥٠ كيلوواط (٤ عنفات ١٣ كيلوواط).
البطارية: ١١٢٠٠ AH/ V ٤٨ OPZS ٤ سعة البطارية.
فكرة العاكس: SMA اقتران التيار المتناوب (المتردد) مع صني ايلاند (sunny island).
نظام ثلاثي الطور مع أربع مجموعات. القدرة القصوى لمحولات البطارية هي ٧٨ كيلوواط.

ما تم إنجازه:

تم بناء النظام في أكتوبر ٢٠١٢ مع شركائنا المحليين.

ملحق ا١: طلب عروض لنظام الضخ الشمسي
قائمة تدقيق لأنظمة الضخ الشمسية.
نظام مستقل للري المباشر.



الموقع _____

أ- نظام الري وقت الري المطلوب:

الصيف _____ الى _____ = _____ ساعة

الشتاء _____ الى _____ = _____ ساعة

معدل التدفق المطلوب: _____ م٣/ساعة

إجمالي حجم المياه:

الصيف _____ م٣/اليوم

الشتاء _____ م٣/اليوم

الضغط المطلوب لنظام الري _____ بار

ب- المضخة

-المضخة القائمة نوع المضخة _____

قدرة المضخة _____ كيلوواط (kW)

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

-المضخة الجديدة الجدول الديناميكي للبئر _____ م

أداء البئر _____ م٣/ساعة

ضغط المضخة _____ م

معدل التدفق _____ م٣/ساعة

نوع المضخة _____

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

اتصال الأنبوبة بالمضخة _____ مم

اتصال الاسلاك بالمضخة _____

أ- النظام الشمسي

حجم الخلايا الشمسية _____ كيلوواط اقصى (kWp)

نوع الألواح الشمسية _____

معامل درجة الحرارة Pmax ٪K

Voc ٪K

Isc ٪K

عدد السلاسل _____

عدد الالواح لكل سلسلة _____

نسبة قدرة الخلايا/ قدرة المضخة _____

- عامل التقادم يشمل _____سنوات ( )
- معاملات درجة الحرارة مدرجة في التصميم ( )
- الألواح ملائمة لأحوال المناخ ( )
- الالواح معتمدة وفقًا للمعايير ( )
- فحص جهد وقدرة السلاسل في إطار أحوال المناخ المختلفة ( )
- إمكانية فصل السلاسل بأمان وكل على حدة ( )
- صندوق تجميع السلاسل يحتوي على حماية ملائمة ضد زيادة الجهد ( )
- اسلاك التيار المستمر ملائمة للأنظمة الشمسية ( )
- وضع الأسلاك في انابيب الكابلات وأنابيب حماية ( )

ب- العاكس الشمسي

نوع العاكس _____

اقصى قدرة للخلايا الشمسية _____ كيلوواط (kW)

نطاق القدرة المحولة _____ الى _____٪

- تتبع نقطة القدرة القصوى مدمجة ( )
- محول التردد مدمج ( )
- عاكس ملائم للظروف المناخية ( )
- الحماية ضد فرط الجهد. مدرجة ( )
- حماية المحرك. مدرجة ( )
- مبيت للعاكس ملائم للمناخ وظروف التشغيل ( )

و-هيكل دعم

- مادة مقاومة للتآكل
- الحسابات الثابتة المتاحة
-

ز-بيانات نظام الضخ الشمسي

قدرة الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

قدرة العاكس _____ كيلوواط

قدرة المضخة _____ كيلوواط

الصيف الشتاء

وقت التشغيل المطلوب _____ساعة _____ساعة

وقت التشغيل أوقات السطوع الشمسي. _____ساعة _____ساعة

المشاركة الشمسية ٪ _____٪ _____٪

معدل المشاركة الشمسية خلال العام _____٪

قائمة تدقيق لأنظمة الضخ الشمسية
الأنظمة المستقلة للري المباشر مع البطاريات

الموقع _____

ا-نظام الري وقت الري المطلوب:

الصيف _____ الى _____ = _____ ساعة

الشتاء _____ الى _____ = _____ ساعة

معدل التدفق المطلوب: _____ م٣/ساعة

إجمالي حجم المياه:

الصيف _____ م٣/اليوم

الشتاء _____ م٣/اليوم

الضغط المطلوب لنظام الري _____ بار

ب-المضخة

-المضخة القائمة نوع المضخة _____

قدرة المضخة _____ كيلوواط (kW)

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

-المضخة الجديدة الجدول الديناميكي للبئر _____ م

أداء البئر _____ م٣/ساعة

ضغط المضخة _____ م

معدل التدفق _____ م٣/ساعة

نوع المضخة _____

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

اتصال الأنبوبة بالمضخة _____ مم

اتصال الاسلاك بالمضخة _____

ج-البطاريات

وقت التشغيل المتوقع للبطارية _____ ساعة

سعة البطارية اللازمة _____ كيلوواط ساعة

عمق التفريغ الذي تم تصميمه _____ ٪

سعة البطارية الأسمية

_____ كيلوواط ساعة

نوع البطارية _____

دورات الحياة التي تم حسابها

_____

- البطارية الملائمة لدرجات حرارة التشغيل ( )
- إدراج منظم شحن ملائم ( )

د-نظام الطاقة الشمسية:

و-عاكس الطاقة الشمسية

نوع العاكس _____

أقصى حد لمدخلات القدرة _____ كيلوواط

نطاق مخرجات القدرة _____الي _____ ٪

- تتبع نقطة القدرة القصوى مدمجة ( )
- عاكس التردد مدمج ( )
- عاكس ملائم للظروف المناخية ( )
- الحماية ضد فرط الجهد. مدرج ( )
- حماية المحرك. مدرجة ( )
- مبيت للعاكس ملائم للمناخ وظروف التشغيل ( )

ز-هيكل دعم

- مادة مضادة للتآكل ( )
- حسابات ثابتة متاحة ( )

ح-بيانات نظام الضخ الشمسي

قدرة الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

قدرة العاكس _____ كيلوواط

قدرة المضخة _____ كيلوواط

سعة البطاريات _____ كيلوواط ساعة

الصيف الشتاء

وقت التشغيل المطلوب _____ساعة _____ساعة

وقت التشغيل أوقات السطوع الشمسي _____ساعة _____ساعة

المشاركة الشمسية ٪ _____٪ _____٪

معدل المشاركة الشمسية خلال العام

_____٪

قائمة تدقيق لأنظمة الضخ الشمسية
النظام المستقل مع التخزين على مستوى عالي.

الموقع _____

ا-نظام الري وقت الري المطلوب:

الصيف _____ الى _____ = _____ ساعة

الشتاء _____ الى _____ = _____ ساعة

معدل التدفق المطلوب: _____ م٣/ساعة

إجمالي حجم المياه:

الصيف _____ م٣/اليوم

الشتاء _____ م٣/اليوم

الضغط المطلوب لنظام الري _____ بار

ب-المضخة

-المضخة القائمة نوع المضخة_____

قدرة المضخة _____ كيلوواط (kW)

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

-المضخة الجديدة الجدول الديناميكي للبئر _____ م

أداء البئر _____ م٣/ساعة

ضغط المضخة _____ م

معدل التدفق _____ م٣/ساعة

نوع المضخة _____

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

اتصال الأنبوبة بالمضخة _____ مم

اتصال الاسلاك بالمضخة _____

ج-نظام الطاقة الشمسية:

حجم نظام الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

نوع الألواح _____

معامل درجة الحرارة الحد الأقصى من القدرة pmax _____ كلفن٪

جهد الدائرة المفتوحة voc _____ كلفن٪

تيار القصر.(Isc _____ كلفن٪

عدد السلاسل _____

كم الألواح لكل سلسلة _____

نسبة قدرة الخلايا/ قدرة المضخة _____

- عامل التقادم يشمل_____ سنوات ( )
- معاملات درجة الحرارة مدرجة في التصميم _____ ( )
- الألواح ملائمة لأحوال المناخ ( )
- الألواح معتمدة وفقًا للمعايير ( )
- فحص جهد وطاقة مجموعة الأسلاك في إطار أحوال المناخ المختلفة ( )
- إمكانية فصل مجموعة الأسلاك بأمان وعلى حدة ( )
- صندوق أسلاك جامع مع حماية ملائمة ضد فرط الجهد ( )
- أسلاك التيار المستمر مع أسلاك الطاقة الشمسية الملائمة ( )
- وضع الأسلاك في مسالك الكابلات وأنابيب حماية ( )

د-عاكس الطاقة الشمسية

نوع العاكس _____

د-عاكس الطاقة الشمسية

نوع العاكس _____

أقصى حد لمدخلات القدرة _____ كيلوواط

نطاق مخرجات القدرة _____ الي _____ ٪

- تتبع نقطة القدرة القصوى مدمجة ( )
- عاكس التردد مدمج ( )
- عاكس ملائم للظروف المناخية
- الحماية ضد فرط الجهد. مدرج ( )
- حماية المحرك. مدرجة ( )
- مبيت للعاكس ملائم للمناخ وظروف التشغيل ( )

و-هيكل دعم

- مادة مقاومة للتآكل ( )
- حسابات ثابتة متاحة ( )

ز-التخزين على مستوى عالي

حجم الخزان بناء على حجم المياه المتاح _____ متر مكعب

ارتفاع الخزان بناء على الضغط المطلوب للري _____ متر

مادة الخزان

_____

- هيكل أرضي للموقع يسمح بتخزين على مستوى عالي ( )
- حماية الخزان من التآكل ( )
- حسابات ثابتة لهيكل الدعم والأساسات ( )

ح-بيانات نظام الضخ الشمسي

قدرة الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

قدرة العاكس _____ كيلوواط

قدرة المضخة _____ كيلوواط

خزان ذو مستوى عالي _____ كيلوواط

الصيف الشتاء

وقت التشغيل المطلوب _____ساعة _____ساعة

وقت التشغيل أوقات السطوع الشمسي. _____ساعة _____ساعة

المشاركة الشمسية ٪ _____٪ _____٪

معدل المشاركة الشمسية خلال العام

_____٪

قائمة تدقيق لأنظمة الضخ الشمسي:
الأنظمة المستقلة مع التخزين الأرضي والبطاريات ومضخة التعزيز.

الموقع _____

ا- نظام الري وقت الري المطلوب:

الصيف _____ الى _____ = _____ ساعة

الشتاء _____ الى _____ = _____ ساعة

معدل التدفق المطلوب: _____ م٣/ساعة

إجمالي حجم المياه:

الصيف _____ م٣/اليوم

الشتاء _____ م٣/اليوم

الضغط المطلوب لنظام الري _____ بار

ب-المضخة

-المضخة القائمة نوع المضخة_____

قدرة المضخة _____ كيلوواط (kW)

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

-المضخة الجديدة الجدول الديناميكي للبئر _____ م

أداء البئر _____ م٣/ساعة

ضغط المضخة _____ م

معدل التدفق _____ م٣/ساعة

نوع المضخة _____

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

اتصال الأنبوبة بالمضخة _____ مم

اتصال الاسلاك بالمضخة _____

ج-نظام الطاقة الشمسية:

حجم نظام الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة.

نوع الألواح _____

معامل درجة الحرارة الحد الأقصى من القدرة pmax _____ كلفن٪

جهد الدائرة المفتوحة voc _____ كلفن٪

تيار القصر(Isc). _____ كلفن٪

عدد السلاسل _____

كم الألواح لكل سلسلة _____

نسبة قدرة الخلايا/ قدرة المضخ _____

- عامل التقادم يشمل_____ سنوات ( )
- معاملات درجة الحرارة مدرجة في التصميم _____ ( )
- الألواح ملائمة لأحوال المناخ ( )
- الألواح معتمدة وفقًا للمعايير ( )
- فحص جهد وقدرة مجموعة الأسلاك في إطار أحوال المناخ المختلفة ( )
- إمكانية فصل مجموعة الأسلاك بأمان وعلى حدة ( )
- صندوق أسلاك جامع مع حماية ملائمة ضد فرط الجهد ( )
- أسلاك التيار المستمر مع أسلاك الطاقة الشمسية الملائم ( )
- وضع الأسلاك في مسالك الكابلات وأنابيب حماية ( )

د-عاكس الطاقة الشمسية

نوع العاكس _____

أقصى حد لمدخلات القدرة _____ كيلوواط

نطاق مخرجات القدر _____الي _____ ٪

- تتبع نقطة القدرة القصوى مدمجة ( )
- عاكس التردد مدمج ( )
- عاكس ملائم للظروف المناخية ( )
- الحماية ضد فرط الجهد. مدرج ( )
- حماية المحرك. مدرجة ( )
- مبيت للعاكس ملائم للمناخ وظروف التشغيل ( )

و-هيكل دعم

- مادة مضادة للتآكل ( )
- حسابات ثابتة متاحة ( )

ز-التخزين الأرضي:

حجم الخزان بناء على حجم المياه المتاح _____ متر مكعب

مادة الخزان _____

- حماية الخزان من التآكل ( )
- حسابات ثابتة لهيكل الدعم والأساسات ( )

ح-البطارية ومضخة التعزيز

معدل تدفق مضخة التعزيز _____ متر مكعب/الساعة

ضاغط لمضخة التعزيز _____ متر

قدرة المضخة _____ كيلوواط

نوع المضخة _____

وقت تشغيل مضخة التعزيز _____ ساعة

سعة البطارية المطلوبة (السعة الأسمية في ظل عمق التفريغ ودرجات الحرارة التشغيلية) _____

ط-بيانات نظام الضخ الشمسي

قدرة الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

قدرة العاكس _____ كيلوواط

قدرة المضخة _____ كيلوواط

التخزين الارضي _____ متر مكعب

مضخة معززة _____ كيلوواط

البطاريات _____ كيلوواط في الساعة

الصيف الشتاء

وقت التشغيل المطلوب _____ساعة _____ساعة

وقت التشغيل أوقات السطوع الشمسي _____ساعة _____ساعة

المشاركة الشمسية ٪ _____٪ _____٪

معدل المشاركة الشمسية خلال العام

_____٪

قائمة تدقيق لأنظمة الضخ الشمسية
النظام الهجين من الطاقة الشمسية والديزل وعملية التحويل بينهما

الموقع _____

ا-نظام الري وقت الري المطلوب:

الصيف _____ الى _____ = _____ ساعة

الشتاء _____ الى _____ = _____ ساعة

معدل التدفق المطلوب: _____ م٣/ساعة

إجمالي حجم المياه:

الصيف _____ م٣/اليوم

الشتاء _____ م٣/اليوم

الضغط المطلوب لنظام الري _____ بار

ب-المضخة

-المضخة القائمة نوع المضخة _____

قدرة المضخة _____ كيلوواط (kW)

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

-المضخة الجديدة الجدول الديناميكي للبئر _____ م

أداء البئر _____ م٣/ساعة

ضغط المضخة _____ م

معدل التدفق _____ م٣/ساعة

نوع المضخة _____

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

اتصال الأنبوبة بالمضخة _____ مم

اتصال الاسلاك بالمضخة _____

ج-نظام الطاقة الشمسية:

حجم نظام الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة.

نوع الألواح _____

معامل درجة الحرارة الحد الأقصى من القدرة pmax _____ كلفن٪

جهد الدائرة المفتوحة voc _____ كلفن٪

تيار القصر.(Isc) _____ كلفن٪

عدد السلاسل _____

كمّ الألواح لكل سلسلة _____

نسبة قدرة الخلايا/ قدرة المضخة _____

- عامل التقادم يشمل _____ سنوات ( )
- معاملات درجة الحرارة مدرجة في التصميم _____ ( )
- الألواح ملائمة لأحوال المناخ ( )
- الألواح معتمدة وفقًا للمعايير ( )
- فحص جهد قدرة مجموعة الأسلاك في إطار أحوال المناخ المختلفة ( )
- إمكانية فصل مجموعة الأسلاك بأمان وكل على حدة ( )
- صندوق أسلاك جامع مع حماية ملائمة ضد فرط الجهد ( )
- أسلاك التيار المستمر مع أسلاك الطاقة الشمسية الملائمة ( )
- وضع الأسلاك في مسالك الكابلات وأنابيب حماية ( )

د-عاكس الطاقة الشمسية

نوع العاكس _____

أقصى حد لمدخلات القدرة _____ كيلوواط

نطاق مخرجات القدرة _____الي _____ ٪

- تتبع نقطة القدرة القصوى مدمجة ( )
- عاكس التردد مدمج ( )
- عاكس ملائم للظروف المناخية ( )
- الحماية ضد فرط الجهد. مدرج ( )
- حماية المحرك. مدرجة ( )
- مبيت للعاكس ملائم للمناخ وظروف التشغيل ( )

و-هيكل دعم

- مادة مضادة للتآكل ( )
- حسابات ثابتة متاحة ( )

ز-بيانات نظام الضخ الشمسي

قدرة الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

قدرة العاكس _____ كيلوواط

قدرة المضخة _____ كيلوواط

الصيف الشتاء

وقت التشغيل المطلوب _____ساعة _____ساعة

وقت التشغيل أوقات السطوع الشمسي _____ساعة _____ساعة

المشاركة الشمسية ٪ _____٪ _____٪

معدل المشاركة الشمسية خلال العام

_____٪

ح-نظام المولد:

نوع المولد _____

قدرة المواد الاحتياطي _____ كيلوواط

استهلاك الوقود الاحتياطي _____ لتر/ساعة

تشغيل الاحتياطي المطلوب _____ ساعة

إجمالي الطلب على الوقود الاحتياطي _____ لتر

- مفتاح التحكم متاح

قائمة تدقيق لأنظمة الضخ الشمسية
أنظمة هجينة من الطاقة الشمسية والديزل مع البطاريات

الموقع _____

ا-نظام الري وقت الري المطلوب:

الصيف _____ الى _____ = _____ ساعة

الشتاء _____ الى _____ = _____ ساعة

معدل التدفق المطلوب: _____ م٣/ساعة

إجمالي حجم المياه:

الصيف _____ م٣/اليوم

الشتاء _____ م٣/اليوم

الضغط المطلوب لنظام الري _____ بار

ب-المضخة

-المضخة القائمة نوع المضخة_____

قدرة المضخة _____ كيلوواط (kW)

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

-المضخة الجديدة الجدول الديناميكي للبئر _____ م

أداء البئر _____ م٣/ساعة

ضغط المضخة _____ م

معدل التدفق _____ م٣/ساعة

نوع المضخة _____

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

اتصال الأنبوبة بالمضخة _____ مم

اتصال الاسلاك بالمضخة _____

ج-نظام الطاقة الشمسية:

حجم نظام الخلايا الكهروضوئية (للتشغيل والشحن المباشر) _____ كيلوواط في ساعة الذروة

نوع الألواح _____

معامل درجة الحرارة الحد الأقصى من القدرة pmax _____ كلفن٪

جهد الدائرة المفتوحة voc _____ كلفن٪

تيار القصر.(Isc) _____ كلفن٪

عدد السلاسل _____

كم الألواح لكل سلسلة _____

نسبة قدرة الخلايا/ قدرة المضخة _____

- عامل التقادم يشمل_____ سنوات ( )
- معاملات درجة الحرارة مدرجة في التصميم ( )
- الألواح ملائمة لأحوال المناخ ( )
- الألواح معتمدة وفقًا للمعايير ( )
- فحص جهد وقدرة مجموعة الأسلاك في إطار أحوال المناخ المختلفة ( )
- إمكانية فصل مجموعة الأسلاك بأمان وعلى حدة ( )
- صندوق أسلاك جامع مع حماية ملائمة ضد فرط الجهد ( )
- أسلاك التيار المستمر مع أسلاك الطاقة الشمسية الملائمة
- وضع الأسلاك في مسالك الكابلات وأنابيب حماية ( )

( )

د-البطاريات

وقت التشغيل المتوقع للبطارية _____ ساعة.

سعة البطارية اللازمة _____ كيلوواط ساعة

عمق التفريغ الذي تم تصميمه _____ ٪

سعة البطارية الأسمية

_____ كيلوواط ساعة

نوع البطارية _____

دورات فترة الحياة التي تم حسابها

_____

- البطارية الملائمة لدرجات حرارة التشغيل ( )
- إدراج منظم شحن ملائم ( )

و-عاكس الطاقة الشمسية

نوع العاكس _____

أقصى حد لمدخلات القدرة _____ كيلوواط

مدى مخرجات القدرة من _____ إلى _____٪

- تتبع نقطة القدرة القصوى مدمجة ( )
- عاكس التردد مدمج ( )
- عاكس ملائم للظروف المناخية ( )
- الحماية ضد فرط الجهد. مدرج ( )
- حماية المحرك. مدرجة ( )
- مبيت للعاكس ملائم للمناخ وظروف التشغيل ( )

ز-هيكل دعم

- مادة مقاومة للتآكل ( )
- حسابات ثابتة متاحة ( )

ح-بيانات نظام الضخ الشمسي

قدرة الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

قدرة العاكس _____ كيلوواط

قدرة المضخة _____ كيلوواط

سعة البطارية _____ كيلوواط في الساعة

الصيف الشتاء

وقت التشغيل المطلوب _____ساعة _____ساعة

وقت التشغيل أوقات السطوع الشمسي _____ساعة _____ساعة

المشاركة الشمسية ٪ _____٪ _____٪

معدل المشاركة الشمسية خلال العام

_____٪

ط-نظام المولد:

نوع المولد _____

قدرة المواد الاحتياطي _____ كيلوواط

استهلاك الوقود للاحتياطي _____ لتر/ساعة

تشغيل الاحتياطي المطلوب _____ ساعة

إجمالي الطلب على الوقود الاحتياطي _____ لتر

- مفتاح التحكم متاح
- المولد مدرج في منظم الشحن

قائمة تدقيق لأنظمة الضخ الشمسية
الأنظمة الهجينة من الطاقة الشمسية والديزل مع خزان على مستوى عالي.

الموقع _____

ا-نظام الري وقت الري المطلوب:

الصيف _____ الى _____ = _____ ساعة

الشتاء _____ الى _____ = _____ ساعة

معدل التدفق المطلوب: _____ م٣/ساعة

إجمالي حجم المياه:

الصيف _____ م٣/اليوم

الشتاء _____ م٣/اليوم

الضغط المطلوب لنظام الري _____ بار

ب-المضخة

-المضخة القائمة نوع المضخة _____

قدرة المضخة _____ كيلوواط (kW)

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

-المضخة الجديدة الجدول الديناميكي للبئر _____ م

أداء البئر _____ م٣/ساعة

ضغط المضخة _____ م

معدل التدفق _____ م٣/ساعة

نوع المضخة _____

مدى التحكم بالقدرة _____ الى _____٪

اتصال الأنبوبة بالمضخة _____ مم

اتصال الاسلاك بالمضخة _____

ج-نظام الطاقة الشمسية:

حجم نظام الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

نوع الألواح _____

معامل درجة الحرارة الحد الأقصى من القدرة pmax _____ كلفن٪

جهد الدائرة المفتوحة voc _____ كلفن٪

تيار القصر.(Isc) _____ كلفن٪

عدد السلاسل _____

كم الألواح لكل سلسلة _____

نسبة قدرة الخلايا/ قدرة المضخة _____

- عامل التقادم يشمل _____ سنوات ( )
- معاملات درجة الحرارة مدرجة في التصميم ( )
- الألواح ملائمة لأحوال المناخ ( )
- الألواح معتمدة وفقًا للمعايير ( )
- فحص جهد وقدرة مجموعة الأسلاك في إطار أحوال المناخ المختلفة ( )
- إمكانية فصل مجموعة الأسلاك بأمان وعلى حدة ( )
- صندوق أسلاك جامع مع حماية ملائمة ضد فرط الجهد ( )
- أسلاك التيار المستمر مع أسلاك الطاقة الشمسية الملائمة ( )
- وضع الأسلاك في مسالك الكابلات وأنابيب حماية ( )

د-عاكس الطاقة الشمسية

نوع العاكس _____

أقصى حد لمدخلات القدرة _____ كيلوواط

نطاق مخرجات القدرة _____الي _____ ٪

- تتبع نقطة القدرة القصوى مدمجة ( )
- عاكس التردد مدمج ( )
- عاكس ملائم للظروف المناخية ( )
- الحماية ضد فرط الجهد. مدرج ( )
- حماية المحرك. مدرجة ( )
- مبيت للعاكس ملائم للمناخ وظروف التشغيل ( )

و-هيكل دعم

- مادة مقاومة للتآكل ( )
- حسابات ثابتة متاحة ( )

ز-التخزين على مستوى عالي

حجم الخزان بناء على حجم المياه المتاح _____ متر مكعب

ارتفاع الخزان بناء على الضغط المطلوب للري _____ متر

مادة الخزان

_____

- هيكل أرضي للموقع يسمح بتخزين على مستوى عالي ( )
- حماية الخزان من التآكل ( )
- حسابات ثابتة لهيكل الدعم والأساسات ( )

ح-بيانات نظام الضخ الشمسي

قدرة الخلايا الكهروضوئية _____ كيلوواط في ساعة الذروة

قدرة العاكس _____ كيلوواط

قدرة المضخة _____ كيلوواط

الصيف الشتاء

وقت التشغيل المطلوب _____ساعة _____ساعة

وقت التشغيل أوقات السطوع الشمسي. _____ساعة _____ساعة

المشاركة الشمسية ٪ _____٪ _____٪

معدل المشاركة الشمسية خلال العام

_____٪

ط-نظام المولد:

نوع المولد _____

قدرة المواد الاحتياطي _____ كيلوواط

استهلاك الوقود للاحتياطي _____ لتر/ساعة

تشغيل الاحتياطي المطلوب- _____ ساعة

إجمالي الطلب على الوقود الاحتياطي _____ لتر

- مفتاح التحكم متاح

مبنى المحطات المائية (الدور ٧)
بلوك ١١ - قطعة ١٥، عمارات ملسا
أرض الجولف، مدينة نصر، القاهرة، مصر
الهاتف: ٤٧٥٥ ٢٤١٥ ٢ ٢٠+
الفاكس: ٤٦٦١ ٢٤١٥ ٢ ٢٠+

Hydro Power Building (7th Floor)
Block 11 - Piece 15, Melsa District
Ard El Golf, Nasr City, Cairo, Egypt
Telephone: +20 2 2415 4755
Fax: +20 2 2415 4661

www.rcreee.org