International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

تجربة حقلية لتشغيل مضخة غاطسة تعتمد على انتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية (منطقة بودريسة – النواقية)

د. إسماعيل البركي
كلية التقنية الكهربائية والالكترونية – بنغازي
ismailalbarki1967@ceet.edu.ly

د. محسن الحراري
المعهد العالي للتقنية الصناعية النجيلة – طرابلس
mohsen.alhrari@gmail.com

1- الملخص

تعتمد عمليات ضخ المياه عن طريق الطاقة الشمسية على توفر ثلاث عناصر أساسية لنجاحها وتشمل هذه العناصر الاشعاع الشمسي الملائم وخزانات تجميع المياه وعدد الالواح خصوصا في فصل الشتاء. وهناك عوامل مساعدة تشمل حركة السحب بالسماء لأنها تسبب عدم استقرار عملية الضخ وبالتالي الإنتاجية وكذلك مدى توفر الشبكة العامة كعنصر مساعد بفصل الشتاء لان الأجهزة الحديثة الهجين تحتوي على مصدرين (شمس– شبكة عامة). في هذه الدراسة تم قياس الاشعاع الشمسي بموقعين واجراء تجربتين على المنظومة الهجين وتشمل تشغيل مضخة غاطسة 1500 وات على الشبكة وتشغيلها على (المصفوفة الشمسية فقط). استخدم جهاز تحكم هجين (Driver) لتشغيل المضخة الغاطسة بالبئر الجوفي (عمق 90 م) بقدرة 1500 وات وذلك عن طريق مصفوفة شمسية بقدرة 2700 وات وتم الحصول على جهد 350 فولت تيار مستمر وهو في نطاق جهد الخدمة لجهاز التحكم الهجين وتم ضبط جهد الخروج على 240 فولت تيار متغير حيث امكن تشغيل المضخة الغاطسة للبئر بعمق 90 متر بإنتاجية 20 لتر/دقيقة , ولوحظ ان الاشعاع الشمسي كان تحت تأثير حركة السحب مما سبب عدم استقرار عملية التشغيل لمضخة البئر 1500 وات وبينت تجربة التشغيل باستخدام وحدات التخزين للطاقة الكهربائية للمضخة ,انها يمكن ان تعتمد على مصدرين (شمس – شبكة) مع ثبات واستقرار عمليات ضخ المياه.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

الكلمات الافتتاحية: الطاقة الشمسية، المضخة الغاطسة، شبكة، وحدات تخزين الطاقة الكهربائية.

A field experiment to operate a submersible pump based on producing electricity from solar energy (Budrisa / Al-Nawaqia area)

Dr. Muhsen Al.Hrari
The Higher Institute of Industrial Technology Al-Najila –Libya
mohsen.alhrari@gmail.com

Dr.Ismail Albarki
College of Electrical and Electronics Technology Benghazi-Libya
ismailalbarki1967@ceet.edu.ly

Abstract

The pumping of water from solar energy depends on the availability of three basic elements for its success. These elements include adequate solar radiation, water collection tanks, the number of panels, and the orientation of the array, especially in the winter season. There are auxiliary factors that include the movement of clouds in the sky because it causes instability in the pumping process and thus productivity, as well as the availability of the public network as an auxiliary element in the winter because the modern hybrid devices contain two sources (sun - public network). In this study, the solar radiation was measured in two locations and two experiments were conducted on the hybrid system, including the operation of a 1500 watt submersible pump on the network and the operation of a 1500 watt pump on the (solar array only). Submersible pump in the underground well (90 m depth) with a capacity of 1500 watts. And that was done through a solar array with a capacity of 2700 watts, and a voltage of 350 volts DC was obtained, which is within the service voltage range of the hybrid control device, and the output voltage was set to 240 volts variable current, so that it was possible to operate the submersible pump for the well with a depth of 90 meters with a productivity of 20 liters /

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

minute. It was noted that the solar radiation was under the influence of the cloud movement, which caused the instability of the operation of the 1500-watt well pump. The operating experience of using storage units for electrical energy for small and medium pumps showed that it can depend on three sources (sun - network - electrical energy storage units) with stability and reliability. Water pumping operations (INVERTER).

Keywords: solar energy, submersible pump, network, electric energy storage units.

2. المقدمة

اتجاه جميع دول العالم الى استخدام الطاقة المتجددة باستثناء ليبيا التي لم تتمكن حتى الان من إنتاج محطة واحدة، بالرغم من كثرة الطلب على الطاقة الكهربائية والاخص في اوقات الذروة وبدأ المواطنين في الاتجاه الى الطاقات المتجددة. هدا الامر يلقي عبأ كبير على المؤسسات التعليمية وعلى التقنين في هدا المجال للتطور و نشر هده التقنية، لان عدم الاعتماد عليها ساهم بشكل كبير في زيادة نسبة التوقفات في الشبكة العامة التقليدية خصوصا" في فصل الصيف متزامنا مع زيادة الطلب على الطاقة في تشغيل اجهزة تبريد الهواء، مما ادى الى ازدياد أعطال الشبكة العامة بسبب نقص التوليد وارتفاع درجة الحرارة والرطوبة ، وهو ما يسعى اليه البحث في استغلال الطاقات المتجددة في تشغيل المضخات و الاعتماد على الطاقة المتجددة مثل الشمس والرياح فإن سيتوفر بديل يعتمد عليه في إنتاج الطاقة الكهربائية وضخ المياه، ما ينقلنا التساؤلات التالية:

– ما أثر استخدام الطاقات المتجددة على المضخات في تحسين جودة وفترة ونسبة تدفق المياه في ليبيا؟

– ما هي معوقات استخدام الطاقات المتجددة على المضخات؟

و من أجل الإحاطة والإلمام بمختلف الجوانب التي ترتبط بموضوع هذا البحث، سنعتمد في هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي، واسلوبه الارتباطي حيث

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

سنقوم بوصف مختلف النظريات المفسرة للطاقات المتجددة وعلاقتها بالعوامل البيئية وخصوصا في ضخ المياه وتحليل العلاقة الارتباطية بدلالة إحصائية بين الشعاع الشمسي والقدرة المنتجة وتحديد العلاقة بينهما، بالإضافة لوصف وإبراز أهم الحقائق التي تتعلق بموضوع البحث.

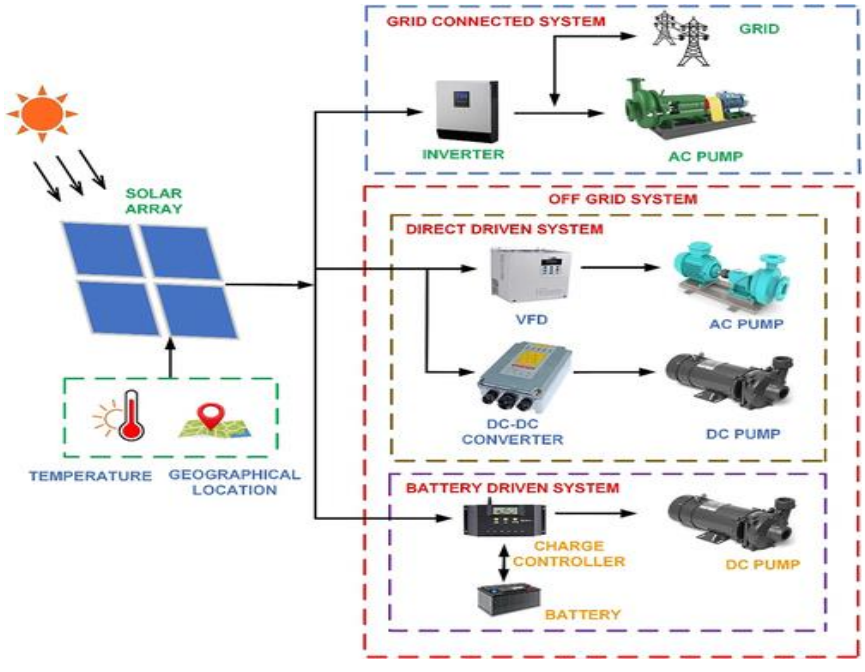
3- الدراسات السابقة

قام البناي [1]، باستخدام المَضَخات الغَاطسة العاملة بِالطَاقة الشمْسِية بِدولة الكويت لسنة (2020)يهدف البحث إلى دراسة مدى الاستفادة المحتملة من السقوط الشمسي المتساقط في دولة الكويت لتشغيل المضخات الغاطسة[1] .ثم جاءت دراسة (BülentEker, 2005) حيث صنفت أنظمة الري حسب التيار الكهربائي اما تيار مستمر او متغير, ومن ناحية التشغيل يوجد نظامين الأول مباشر(Direct coupling) والثاني غير مباشر [(Battery coupling) [2]. وفي دراسة (على ناجى 2009) والتي تم اجراؤها باستخدام لوحين 120 – 60 وات، وتم وضع المضخة الغاطسة قدرة 120 وات في خزان للوصول الى ضغط ارتفاع 70 متر ووجد من خلال النتائج ان هناك حد أدني للإشعاع الشمسي تعمل فيه المضخة، وان هناك حد اعلى للمضخة مهما زاد الاشعاع لا تعطى المضخة ضخا اعلى [3]. وبينت نتائج دراسة (Md Tanvir et al,2015) وضحت انه كلما زادت سرعة الدوران لمحرك المضخة كلما زاد الجهد والتيار والذبذبة وبالتالي الإنتاجية وعند انخفاض الاشعاع الشمسي تنخفض سرعة الدوران وبالتالي الإنتاجية[4].(ماجد كرم الدين 2019) بين ان تصنيف المنظومات الشمسية ينقسم الى نوعان: النوع الأول مستقل عن الشبكة العامة حيث الشمس هي المصدر الوحيد للطاقة وبالتالي يتغير تدفق المياه خلال اليوم تبعا للإشعاع الشمسي والنوع الثاني الهجين والتي تجمع بين الطاقة الشمسية ومصادر الطاقة الأخرى مثل المولدات وطاقة الرياح او الشبكة العامة حيث عند عدم توفر الطاقة الشمسية يتم توفير مصدر اخر لاستكمال عمليات الضخ[5]. (محمد وماجد 2020) بينت نتائج دراستهم لمنظومة ضخ مياه شمسية لتر في

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

بثلاث سيناريوات السيناريو الأول ان البيت بعيد عن الشبكة العامة والاشعاع الشمسي قد يغيب لفترة يومان في الشتاء والثاني ان البيت بعيد عن الشبكة العامة وحالات غياب الشمس نادرة والثالث ان البيت موصول بالشبكة العامة ووجد ان السيناريو الثالث هو الأقل تكلفة لان الطاقة الزائدة من الحقل الشمسي تباع للشبكة شتاء ويتم شراء الطاقة اللازمة شتاء من الشبكة للتغلب على حالات العجز [6]. دراسة أخرى لـ (Kris. Muralidhar, 2021) حددت إن هناك ثلاث أنظمة تستخدم في ضخ المياه بالطاقة الشمسية تشتمل على نظام متصل بالشبكة (Grid–connected) ونظام غير متصل بالشبكة (Of–grid system) والثالث متصل بالبطاريات (Battery driven) ويوضح الشكل (1) هذه الأنظمة ويتم استخدام هذه الأنظمة حسب المصدر المتاح مع إعطاء الأولوية للشمس أو الشبكة في برنامج التشغيل[7].



شكل (1) نظام ضخ مياه مباشر وغير مباشر ونظام شمس –شبكة عامة او مولد كهربائي.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

4- المواد والمعدات الطرق المستخدمة:

4-1 موقع الدراسة (Location)

تقع مدينة بنغازي في شمال ليبيا على ساحل البحر الأبيض المتوسط، خط عرض 32.11 وخط طول 20.07، وترتفع 3 أمتار عن مستوى سطح البحر كما في شكل (2).

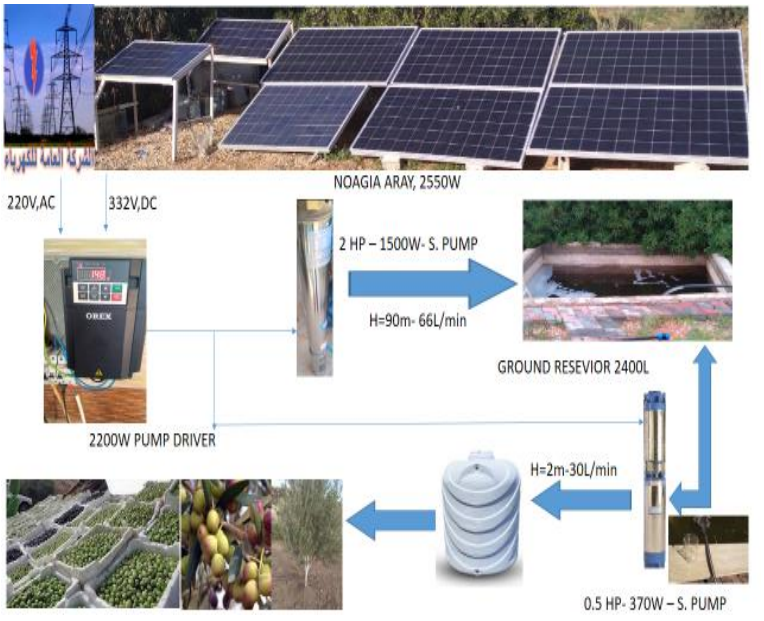
شكل (2) موقع الدراسة بمنطقة بودريسة / النواقية

4-2 نظرية العمل بالموقع

يتم حسب المخطط التفصيلي المرفق شكل (3) لوحدات الضخ بالموقع تغذية المضخة الغاطسة بالبئر قدرة 1500وات على عمق 90-100م بواسطة تشغيل جهاز التحكم الهجين (شمس – شبكة عامة) بقدرة 2200 وات فاذا كانت قيم الاشعاع الشمسي في الحدود المطلوبة اعلى من 800 وات / م^2 فان المصفوفة الشمسية تقوم بتشغيل المضخة وإذا كانت قيم الاشعاع الشمسي منخفضة يقوم جهاز التحكم بالتغيير على الشبكة العامة وذلك لتعبئة خزان أرضي 24 متر مكعب (2×4×3) .

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م



شكل(3) خطط لمنظومة ضخ المياه شمس – شبكة بالموقع (الماء والكهرباء= الغذاء)

وكانت مكونات وراس المال التأسيسي للمنظومة حسب الجدول التالي:

جدول (1) مواصفات المنظومة الشمسية بالموقع مع سعر التكلفة بالسوق المحلى

DESCRIP.	Power(W)	Voc (V)	Isc (A)	Q.T.Y	Total (W)	Cost LD
Mono	400	48	10	5	2000	4000(2022)
Poly	250	36	9	1	250	400(2021)
Poly	150	21.4	9	2	300	1500(2013)
Driver	2200	400	10	1	–	1000(2022)
S.Pump	1500	220VAC	10	1	–	750(2022)

المصدر: (مركز الإشعاع الشمسي – النواقية – بنغازي)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

3-4 خطوات التصميم:

في هدا البحث سنتطرق إلى النوعين الشائعين اللذان يستخدمان الالواح الشمسية لإنتاج الكهرباء وضخ المياه، حيث ان النوعان متوفران بالموقع مع امكانية التحكم عن بعد بالمضخات مع استخدام كاميرات المراقبة لمراقبة عملية الضخ، وهده العمليات قد تستخدم في المواقع الحساسة من اجل المراقبة وتأمين المواقع وكذلك ترشيد الاستهلاك مثلا عند استخدام مضخة مياه وعوامة كهربائية يمكن اكتشاف العطل عن طريق كاميرات المراقبة. وفيما يلي نبين خصائص ومكونات المنظومة الموجودة في الموقع وسيتم التركيز على احداهما في ها البحث.

أولا – منظومة الضخ المباشر.

في هده المنظومة يتم تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية أي أنها لا تستخدم بطاريات تخزين الطاقة الكهربائية وتتكون من الاجهزة الأتية [8]:

- **جهاز تحكم (DRIVER) :**

ويقوم هذا الجهاز بتحويل التيار المستمر في الطاقات الشمسية إلى تيار متردد. الشكل (4) يوضح جهاز التحكم الهجين شمس – شبكة.

شكل (4) جهاز التحكم الهجين شمس – شبكة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

قدرة هذا الجهاز 2200 وات عند بداية التشغيل و يبدأ في التحكم في سرعة دوران المضخة بحيث يقلل من تيار البدء اي أنه يصل إلى سرعة دوران الاسمية على ثلاث مراحل (مرحلة السرعة البطيئة – السرعة المتوسطة –السرعة العالية). وبالرجوع لكتيب التشغيل وضح انه يشتمل على ثلاث أنواع من برامج التشغيل حسب الجدول (2).

جدول (2) برامج التشغيل الثلاث لمنظومة التشغيل الهجين

الرمز	نوع المصدر	البيان
0	شمس – شبكة	عند ضبط الجهاز على الرقم 0 سيقوم الجهاز بتحديد مصدر التشغيل حسب الاتاحية – في الليل او في حالة وجود غيوم يقوم باختيار الشبكة العامة – ويتم التبديل بين المصادر ذاتيا.
1	منظومة شمسية	عند ضبط الجهاز على رقم 1 سيتم تشغيل المضخة بواسطة الشبكة العامة او مولد ديزل او توربينه رياح .
2	الشبكة العامة	عند ضبط الجهاز على رقم 2 سيتم تشغيل المضخة بواسطة الالواح الشمسية.

من الجدول يتبين انه يمكن اختيار المصدر المناسب في وقت ما لتشغيل مضخة المياه ويلاحظ أيضا ان المنظومة في حالة عدم وجود شبكة عامة ستكون قادرة على التشغيل خلال النهار فقط في فصل الصيف والخريف والربيع ولكن ستواجه مشاكل انخفاض الاشعاع الشمسي في الشتاء نظرا لعدم وجود وحدات تخزين الطاقة الكهربائية بهذا التصميم من المميزات ان المنظومة ستكون قادرة على التخزين بطريقة أخرى وهى تخزين المياه في الخزانات عند توفر الاشعاع الشمسي خلال فترة معينة من اليوم ويوضح الجدول التالي نتائج تجربة التشغيل عند اشعاع شمسي 50 وات للمتر المربع حيث ان الجهاز الهجين قام بالتبديل على الشبكة العامة[8].

- **الالواح الشمسية:**

توجد في المواقع ألواح شمسية ذات قدرات مختلفة من (400,250,150,75,50,25) هده الالواح من الجيل الاول احادي التبلور ومتعددة التبلور وهده الالواح مختلفة في الجهد

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

الكهربائي ويمكن الوصول الى اي جهد مطلوب حسب التوصيل توالي / توازي، الشكل (5)، وتختلف خصائص الألواح الشمسية حسب نوعها ومن أهم هذه الخصائص الكفاءة، وتشمل المصفوفة الشمسية من الجيل الأول على الأنواع التالية:

1- لوح شمسي أحادي البلورة (Mono Crystalline) ويعتبر الأفضل من ناحية الكفاءة.

2- لوح شمسي متعدد البلورة (Poly Crystalline) أقل كفاءة إلا أنه أقل ثمنا .

شكل (5) المصفوفة الشمسية بالموقع

- **المضخات الغاطسة:**

وظيفة المضخة الغاطسة شكل (6) هي ضخ المياه من البئر الجوفي لتعبئة خزان السطح ويتم اختبار قدرة المضخة حسب الإنتاجية اللتر ثانية اي تعتمد على سعة الخزان وزمن التعبئة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

شكل (6) المضخات الغاطسة المركبة بالموقع

ثانياً: – منظومة الضخ الغير مباشر:

تعتمد هده المنظومة، على مبدأ تخزين الطاقة الكهربائية من خلال وحدات تخزين الطاقة وتشمل هده المنظومة على الأجزاء التالي[9] :

- **جهاز التحكم**

ويشمل هدا الجهاز عدة وظائف (ضخ مباشر وغير مباشر) شكل (7) في جهاز واحد من خلال المراحل التالية بالعاكس المدمج معه منظم شحن تضمين عرض النبضة (الانفرتر):

- **العاكس (Inverter)**

في حالة الضخ الغير مباشر يقوم العاكس بتحويل التيار المستمر في البطاريات إلى تيار متردد 220 AC لتغديه الأحمال مثل المضخات والمصابيح

في حالة الضخ المباشر يقوم العاكس بتحويل الطاقة الكهربائية مباشرة من الالواح الشمسية الى المضخة الغاطسة (أي إعطاء الأولوية للأحمال والفائض يتم تخزينه)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

- **منظم الشحن (Battery charger)**

ويقوم بتنظيم الجهد والتيار الداخل الى البطاريات والقادم من الألواح الشمسية ويختص هذا الجهاز بحماية البطاريات من الجهد الزائد للمنظومة عند جهد (14V) ويقوم بفصل الأحمال على المنظومة عند (11V) اي أن نطاق الخدمة من (14V.11V) وهده المنظمات عاديا إما ان تكون (PMW(Pulse Width Modulation,وهوا الارخص والأقل كفاءة من النوع الثاني وهوا (متعقب القدرة القصوة) (Maximum Power Point Tracker,MPPT) وكلا النوعان موجودان بالموقع ويستخدمان بالأنظمة الشمسية على نطاق واسع.

شكل (7) جهاز تحكم هجين شبكة – شمس –بطاريات (1– 4 كيلووات)

- **مفتاح تغيير ذاتي (Automatic Transfer Switch)**

وهذا المفتاح وظيفته التبديل بين الألواح والبطاريات والشبكة دون انقطاع في الشبكة ووظيفة هدا الجهاز هوا منع انقطاع التيار في حالة توقف أحد المصادر والتبديل إلى مصدر أخر.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

- **الألواح الشمسية**

ويفضل تركيب الألواح الشمسية 60 خلية لان كل جهاز تحكم (عاكس) يوصي المصنع بتحديد جهد اللوحة وعدد الخلايا وطرق التوصيل حيث لوحظ ان الألواح الشمسية التي يوصي بها المصنع ستكون أفضل او متوافقة مع الجهاز وكما لوحظ أيضا ما تقوم به الشركات المصنعة حالياً بتوفير منظومة متكاملة بحيث تشمل جهاز التحكم (Inverter) والألواح والبطاريات من نفس المصنع مع مخطط كهربائي للمنظومة يبين طريقة التوصيل توالي أو توازي وعدد الألواح والبطاريات ومساحة مقطع السلك والكابلات المستخدمة حيث تكون أقطار الأسلاك والبطاريات مبينة ويتم توضيحها من قبل المصنع بحيث لا يزيد طول السلك عن 2 متر وبذلك تركب البطاريات بجوار جهاز التحكم.

- **وحدات تخزين الطاقة (البطاريات)**

بطاريات تخزين الطاقة المستخدمة في الطاقة الشمسية تصنف من حيث الأنواع المستخدمة إلى رصاص حمضي وليثيوم والأنواع الموجودة في الموقع هي الرصاص الحمضي وهي تنقسم الى ثلاثة أنواع (سائلة – وجافة – وهلامية) والمستخدمة في الموقع هيا الهلامية (الجل) من قدرات (25. 90. 100. 300) كما هو مبين بالشكل (8).

شكل (8) وحدات تخزين الطاقة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 32 العدد
Part 2 المجلد
July 2023 يوليو
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
ISTJ
تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

4-4 مراحل تصميم منظومة شمسية لضخ المياه:

- **المرحلة الأولى** :التعرف على التدفق وقدرة المضخة الغاطسة بالوات.
- **المرحلة الثانية** :تحديد العاكس المناسب لتشغيل المضخة الغاطسة.
- **المرحلة الثالثة** :تحديد عدد الألواح بناءً على نطاق جهد عمل الألواح وقدرة المضخة، مع إضافة نسبة معامل أمان 1.3.

يحسب معدل التدفق طبقاً للمعادلة التالية:

$$\text{معدل التدفق المطلوب (لتر/ ساعة)} = \frac{\text{معدل الاستخدام اليومي للمياه (لتر/اليوم)}}{\text{متوسط فترة سطوع الشمس (ساعة/اليوم)}} \quad (1)$$

تحسب القيمة المبدئية التقريبية لقدرة المضخة المطلوبة (بوحدة الكيلوواط) اعتماداً على وحدة معدل تدفق المياه كالآتي:

$$\textbf{قدرة المضخة} = \frac{\textbf{تدفق المياه معدل (لتر/دقيقة) الديناميكي الضخ ارتفاع(متر)0.0001635*}}{\textbf{العاكس كفاءة * المضخة كفاءة}} \quad (2)$$

لحساب قدرة المصفوفة الشمسية عند اشعاع شمسي المقاس بالموقع بوحدة الوات على المتر المربع بناء على مساحة اللوح المستخدم بالموقع وكفاءة اللوح الشمسي إذا ما علمنا ان معامل الأداء يتراوح ما بين (0.5 –0.9) حسب المعادلة التالية:

$$\textbf{القدرة} = \textbf{الإشعاع الشمسي *مساحة اللوح * الكفاءة * معامل الأداء * عدد الألواح} \quad (3)$$

كما يمكن تحديد البيانات الفنية لمصفوفة الألواح الشمسية المناسبة لتوفير الطاقة الكهربائية اللازمة لإدارة مضخة الطاقة الشمسية.

$$\text{قدرة المصفوفة الشمسية} = \text{قدرة المضخة (ك. وات)} * 1 \quad (4)$$

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

وقد تم إضافة عامل أمان من (1.3 –1.6) لتعويض المفقودات في العاكس، ومكونات الدائرة الكهربائية، وتقلبات الظروف الجوية.

يستخدم العاكس في حالة الاحتياج إلى تيار متناوب، حيث يعمل على تحويل التيار المستمر المتولد من الألواح الشمسية إلى تيار متردد، ويتم تحديد قدرة العاكس كالآتي:

قدرة العاكس = قدرة المضخة * 1 (5)

وحسب القانون العام المتبع من قبل المصنعين حول العالم فان تحديد عدد الالواح لجهاز التحكم (جهد مفتوح من 160 –400 فولت) يتبع العلاقة التالية حيث ان اللوح المستخدم أحادي التبلور بجهد 48 فولت و9 امبير:

توصيلة التوالي (لتحديد الجهد) = جهد جهاز التحكم / جهد اللوحة قدرة 400 وات (6)

$$\text{متوسط جهد المنظومة} = \frac{\text{أقصى جهد + أدنى جهد مسموح به}}{2} \quad (7)$$

ولحساب عدد الالواح على التوازي حسب التيار التصميمي وهو من 10–14 امبير لجهاز التحكم (استهلاك المضخة 8 امبير) والذي لا يجب ان يتجاوزه خرج الالواح بسعة 10 امبير:

$$\text{عدد الألواح على التوازي} = \frac{\text{أقصى تيار للمنظومة}}{\text{تيار اللوحة}} \quad (8)$$

4–4–1 حساب قدرة الالواح والمحطة حسب الظروف البيئية للموقع:

يمكن حساب القدرة الناتجة من اللوح الواحد كالتالي: [10].

"القدرة = الإشعاع الشمسي *مساحة اللوح * الكفاءة * معامل الأداء * عدد الألواح" (9)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

حيث ان متوسط الإشعاع الشمسي بمنطقة بنغازي خلال الفترة من 2016– 2019 م تقريبا 800 وات/متر مربع، ومساحة اللوح الواحد 2.162 متر مربع، ومعامل الأداء عادة يتراوح ما بين 0.5–0.9 حيث إذا كان اللوح جديدا 0.9 وإذا كان مستخدما لفترة طويلة 0.5 ويمكن حساب الكفاءة كالتالي: [مركز الاشعاع الشمس] :

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{القدرة العظمى}}{\text{القدرة الداخلة}} = \frac{\text{الجهد المفتوح} * \text{الاشعاع الشمسي} * \text{معامل الأداء}}{\text{القدرة الداخلة}} \quad (10)$$

حيث FF معامل الاداء ويتم حسابه كالتالي:

$$\text{معامل الأداء} = \text{الشعاع الشمسي} * \text{جهد الخروج} * \text{الاشعاع النموذجي} \quad (11)$$

4–4–2 تصميم نظام شمسي لتشغيل مضخة غاطسة 1500 وات

الخطوة الأولى: حساب قدرة المضخة لعمق 90–100 متر:

$$\text{معدل التدفق المطلوب (لتر/ ساعة)} = \frac{\text{معدل الاستخدام اليومي للمياه (لتر/اليوم)}}{\text{متوسط فترة سطوع الشمس (ساعة/اليوم)}} \quad (12)$$

معدل التدفق المطلوب = 24000 لتر / يوم ÷ 6 ساعة = 4000 لتر / يوم

معدل التدفق المطلوب للري باللتر/ دقيقة:

4000 لتر / يوم ÷ 60 دقيقة / يوم = 66 لتر/ دقيقة

تحسب القيمة المبدئية التقريبية لقدرة المضخة المطلوبة (بوحدة الكيلوواط) اعتماداً على وحدة معدل تدفق المياه كالآتي:

$$\text{قدرة المضخة} = \frac{\text{تدفق المياه معدل (لتر/دقيقة) الديناميكي الضخ ارتفاع(متر)}*0.0001635}{\text{العاكس كفاءة} * \text{المضخة كفاءة}} \quad (13)$$

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

66 لتر/ دقيقة x 90 x 0.0001635 ÷ (0.9 x 0.8) = 1.0791/ 0.72 = 1.34كيلوات والمركبة في البئر بالموقع 1.5 كيلووات.

الخطوة الثانية: حساب قدرة العاكس

قدرة العاكس المطلوب = قدرة المضخة *معامل أمان (30%) (14)

=1.5×1.3=1.95 كيلو وات وأقرب إنفرتر متوفر بالسوق بقدرة 2.2كيلووات.

الخطوة الثالثة: حساب عدد الألواح الشمسية

إذا كان عدد ساعات تشغيل المضخة الغاطسة وقت الذروة خلال وجود أشعة الشمس 6 ساعات في المتوسط:

"القدرة المستهلكة = قدرة المضخة *عدد ساعات التشغيل * معامل الأمان" (15)

= 1950 × 6 × 1.4 = 16380 وات ساعة في اليوم.

إذا كان متوسط معدل الإشعاع الشمسي خلال العام يساوي 6 ساعات يومياً فإن قدرة الالواح:

$$\text{طاقة الألواح الشمسية} = \frac{\text{القدرة المستهلكة}}{\text{معدل الإشعاع الشمسي}} \quad (16)$$

= 16380 ÷ 6 = 2730 وات ساعة وإذا كان اللوح الشمسي المراد تركيبه قدرة 400 وات فإن:

$$\text{عدد الألواح الشمسية} = \frac{\text{طاقة الألواح الشمسية}}{\text{قدرة اللوح الشمسي}} \quad (17)$$

= 2730 ÷ 400 = 6.8 = 7 لوح شمسي

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

ومن بيانات اللوح الشمسي فان جهد الدائرة المفتوحة 48 فولت وجهد العاكس 400 فولت فان جهد عدد 7 الواح = 336 فولت حسب المعادلة أعلاه اقل من 400 فولت حيث عند توصيل الألواح على التوالي يجب التأكد من أن إجمالي جهد الألواح الشمسية ضمن مجال جهد العاكس التصميمي.

الخطوة الرابعة: توصيل الالواح على التوالي لرفع الجهد الكهربائي:

حسب القانون العام المتبع من قبل المصنعين حول العالم فان تحديد عدد الالواح لجهاز التحكم (جهد مفتوح من 160 –400 فولت) والمطلوب 350 فولت (اقل من التصميمي) ويتبع العلاقة التالية حيث ان اللوح المستخدم أحادي التبلور بجهد 48 فولت و10 امبير:

$$\text{توصيلة التوالي} = \frac{\text{جهد جهاز التحكم التصميمي}}{\text{جهد اللوحة قدرة 400 وات}} \quad (18)$$

عدد الالواح على التوالي عند اقصى جهد للمنظومة = 350 فولت / 48 فولت = 7 الواح

ولحساب عدد الالواح على التوازي حسب التيار التصميمي وهو 10 امبير لجهاز التحكم والذي لا يجب ان يتجاوزه خرج الالواح بسعة 10 امبير:

$$\text{عدد الألواح على التوازي} = \frac{\text{أقصى تيار للمنظومة}}{\text{تيار اللوحة}} \quad (19)$$

امبير 10 / امبير 10 =

1 لوح =

أي ان توزيع الالواح ستكون (8×1) لألواح قدرة 400 وات وبمقارنتها بكتيب التشغيل لوحظ ان المصنع قد اختار الواح قدرة 300 وات جهد 45 فولت / 10 امبير بعدد (9×1) وكما يلاحظ ان التوصيلة على التوالي لرفع الجهد والمحافظة على ثبات التيار عند 10

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

امبير وما يدفع المصنعين لاختيار الواح بقدرات اقل من 400 وات هو سهولة المناولة والأكثر شعبية حول العالم الواح 300 وات بعدد 60 خلية لحجمها المتوسط وقدرتها العالية.

جدول (3) نتائج النموذج الرياضي لمنظومة الضخ لمضخة قدرة 1500 وات

قدرة المضخة	العمق m	الإنتاجية L/min	جهد المصفوفة v	تيار المصفوفة A	عدد الالواح (توالي)	عدد الالواح (توازى)	قدرة المصفوفة W	قدرة العاكس W
1500	90	66	350	10	7	1	2700	2200

من الجدول (3) يتبين القدرة المطلوبة للمضخة والمصفوفة وهي قدرات أمكن تأمينها في الموقع ومن كتيب التشغيل فان قدرة الالواح المطلوبة 2700 وات (9 الواح 300 وات) وسيتم تجربة المضخة على الشبكة لمعرفة التدفق ثم على المصفوفة الشمسية لأنها غير منتظمة مثل الشبكة.

4-5 تجربة (1): منظومة ضخ المياه باستخدام منظومة شمس –شبكة

هذه التجربة أجريت بتاريخ 23-11-2022 م شكل (9) وذلك لضخ المياه من البئر الجوفي القائم على عمق 90 متر والمضخة المستخدمة قدرة 1.5 كيلو وات / 220 فولت / 10 امبير تيار متردد والكابل المستخدم 4×3 مم^2. والتي تقوم بتعبئة خزان سطحي بسعة 2000 لتر يستخدم للري الأشجار وخزان علوي فوق سطح المبنى للاستخدامات اليومية كما تستخدم لتعبئة خزان أرضي بسعة 24000 لتر وتم توصيل المضخة الغاطسة بجهاز التحكم الهجين بقدرة 2.2 كيلو وات – 220 فولت، وتم الحصول على النتائج التالية:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

جدول(4) قياسات التيار والجهد وسرعة الدوران والقدرة اثناء التشغيل على الشبكة

الإنتاجية L/min	القدرة VA	التردد HZ	التيار A	جهد المصفوفة الشمسية (160 – 400VDC)	جهد الشبكة V	الجهد الخارج V
60	1776	49.9	8	190	220	222

يلاحظ من الجدول (4) أعلاه ان المنظومة الشمسية جهدها اقل من 350 فولت تيار مستمر وهو الجهد المسموح به لتشغيل المضخة وهذا الانخفاض راجع الى ان السماء كانت مغطاة بالسحب والغيوم والاشعاع الشمسي 60 وات للمتر المربع.

شكل (9) قدرة الالواح الشمسية بالموقع 2975 وات (400 –250 –150 50 – 25 وات)

ويبين الشكل 10 جهاز التحكم الهجين شمس – شبكة بقدرة 2200 وات المتصل بالشبكة العامة والالواح الشمسية حيث في فصل الشتاء عادة ما يتم استخدام الشبكة او المولد الكهربائي في تشغيل المنظومة عندما تكون السماء مغطاة بالسحب.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

شكل (10) جهاز التحكم الهجين (شبكة – شمس)

. ويبين الشكل (11) نجاح المنظومة في التشغيل للمضخة لأنها تعتمد على مصدرين (شمس –شبكة) وبهذه التجربة تم التبديل على الشبكة العامة.

شكل (11) نجاح عمليات ضخ المياه من البئر للخزان الأرضي باستخدام منظومة الهجين

وحسب توصيات المصنع يتم تركيب قواطع دائرة لأسلاك الالواح الشمسية قدرة 16 امبير والشبكة العامة 16 امبير مع وتركيب قاطع 10 امبير للأسلاك الخارجة من جهاز التحكم الى صندوق تشغيل المضخة والذي يشمل الوقائيات الخاصة بها (مرحل وقاية ضد زيادة التيار ومفتاح حراري ومكثف لتحسين معامل القدرة وزر تشغيل وإيقاف). تأريض جهاز

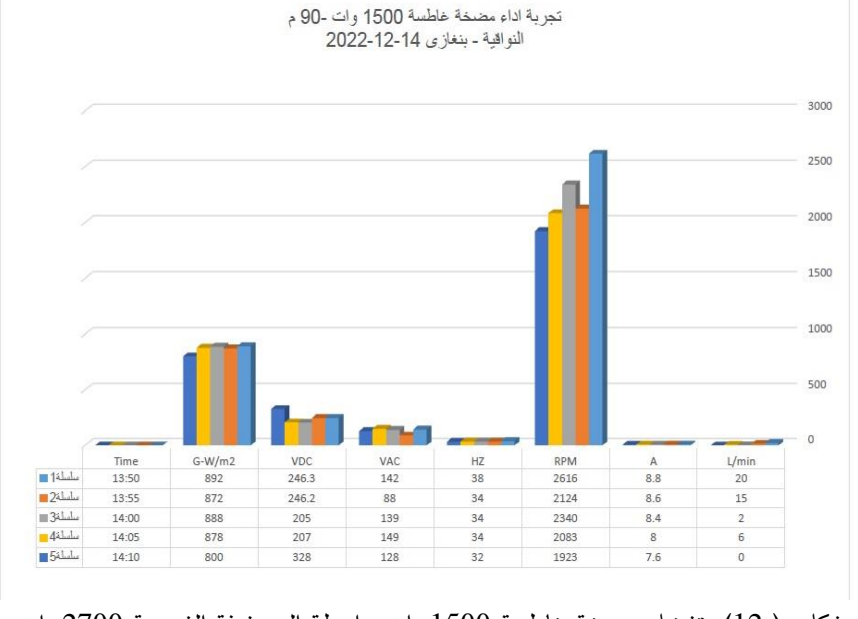
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

التحكم في نقاط التوصيل الخاصة حسب توصية المصنع تم بتثبيت وتد من النحاس في الأرض وتوصيله بسلك 4 مم^2 الى الانفرتر لحمايته من التيارات المتسربة نتيجة أي تلامس كهربائي اثناء التشغيل , والجهد والذبذبة وسرعة الدوران.

6-4 تجربة (2): تشغيل مضخة غاطسة 1500 وات بالمصفوفة الشمسية

أجريت هذه التجربة الموافق 14-12-2022م لتشغيل مضخة 1500 وات بواسطة المصفوفة الشمسية من الساعة 13:50 -14 بعد الظهر بعد إضافة الواح بقدرة 150 وات على التوالي وارتفع الجهد للمصفوفة من 302 الى 350 فولت وتم رفع الجهد الخارج من 220 الى 240 فولت تيار متغير حيث لوحظ ان الفقد في الجهد يصل الى 40 فولت نظرا لان عمق البئر 90 متر وكانت النتائج حسب الشكل (12) التالي:



	Time	G-W/m2	VDC	VAC	HZ	RPM	A	L/min
سلسلة1	13:50	892	246.3	142	38	2616	8.8	20
سلسلة2	13:55	872	246.2	88	34	2124	8.6	15
سلسلة3	14:00	888	205	139	34	2340	8.4	2
سلسلة4	14:05	878	207	149	34	2083	8	6
سلسلة5	14:10	800	328	128	32	1923	7.6	0

شكل (12) تشغيل مضخة غاطسة 1500 وات بواسطة المصفوفة الشمسية 2700 وات

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

من الشكل (12) أعلاه يتضح ان كلما اقترب الاشعاع الشمسي من القيمة القصوى (Full Sun) كلما زادت قدرة المصفوفة على تشغيل المضخة وكلما زاد عدد الالواح الى العدد المطلوب حسب التصميم وكتيبات التشغيل كلما زادت فترة التشغيل، ويتضح ان الشتاء يتميز بعدم استقراريه الأداء مما يفضل وجود مصدر اخر داعم او اختيار أيام مناسبة للضخ.

وتبين من التجربة توقف المضخة عن العمل لعدة دقائق تبعا لشدة الاشعاع ثم تستأنف العمل ذاتيا عند وصول الجهد الى 145 فولت تيار متغير أي ان المضخة لازالت لم تصل الى قدرتها الكاملة عند 220 فولت و2850 لفة / دقيقة. وأثبتت التجربة ان أفضل إنتاجية يمكن الحصول عليها عند اشعاع شمسي اعلى من 900 وات للمتر المربع. ويلاحظ انخفاض تيار السحب من المضخة وارتفاع الجهد الكهربائي كلما انخفض عزم الدوران للمحافظة على ملفات المحرك.

4-7 مقارنة بين المصادر المختلفة لضخ المياه

يبين الجدول (5) والشكل (13) نتائج التجارب التي أجريت بالموقع وبيان الإنتاجية باللتر لكل دقيقة:

جدول (5) مقارنة بين المنظومات المختلفة حسب التجارب

رقم التجربة	نوع التشغيل	قدرة المضخة بالوات	الارتفاع الديناميكي بالمتر	متوسط الإنتاجية باللتر/ دقيقة	وضعية التشغيل	زمن تعبئة خزان 2000 لتر (دقيقة)
1	شبكة	1500	90	60	منتظم	33
2	طاقة شمسية	1500	90	10.75	غير منتظم	187

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

شكل (13) قياس إنتاجية المضخة (5 عينات قياس كل 5 دقائق)

من الجدول (5) أعلاه بينت النتائج ان فصل الشتاء كان له تأثير سلبي على الإنتاجية من المصفوفة الشمسية حيث ان عمليات الضخ لم تكن منتظمة بينما المنظومات التي تعتمد على الشبكة العامة او البطاريات كانت منتظمة ويمكن تحديد القيمة خلال العام وهذا بالنظر لاستقرار الاشعاع الشمسي وبالتالي الإنتاجية بفصل الصيف والخريف والربيع. وكما يتضح ان المصفوفة الشمسية لم تصل لجهد 400 فولت وهذا يتطلب زيادة الألواح يعني زيادة التكلفة و ذلك لضمان استقرار عمليات الضخ ولكن مع تناقص الحاجة لعمليات الري فان الإنتاجية مناسبة للاستخدام اليومي العادي بالموقع.

5. الاستنتاج والتوصيات

5-1 الاستنتاج

1- تشغيل المنظومات الشمسية في الصيف أفضل من فصل الشتاء بحيث يمتاز هذا الفصل بالبرودة وتكون السحب والغيوم في السماء وهطول الامطار مما تنخفض قيم الاشعاع الشمسي وتنخفض أيضا الحاجة الى الماء في عمليات الري والزراعة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

2- كلما زادت قيمة الاشعاع الشمسي كلما زاد التيار والجهد والذبذبة وسرعة الدوران لمحرك المضخة.

3- تشغيل المضخات الغاطسة بنجاح في الشتاء بكميات تكفي الاستخدام المنزلي العادي.

4- اعلى معدل وصلت اليه المضخة الغاطسة لتر كل 2 ثانية واقل معدل كان لتر كل 6 ثواني.

5- إن المنظومات الشمسية التي تعمل بجهاز التحكم الهجين والذي ينظم الجهد وتيار السحب حسب عزم الدوران في محرك المضخة لكيلا تتوقف عن العمل في السرعات اقل من 2850 لفة في الدقيقة ويلاحظ ان ظروف التشغيل المثالية بين اشعاع شمسي من 900 -1000 وات لكل متر مربع.

6- قدرة المضخة على ضخ المياه تابعة لكمية الاشعاع الشمسي لان قيمة الاشعاع تحدد قيمة التيار فاذا كان التيار عند اشعاع شمسي شدته 1000 وات للمتر المربع 10 امبير فانه سينخفض الى 2.5 امبير عند اشعاع شمسي قيمته 250 وات لكل متر مربع وبذلك فان قدرة الالواح ستنخفض الى الربع.

7- وظيفة جهاز التحكم الأساسية هي خفض سرعة الدوران عند انخفاض الاشعاع الشمسي بالتالي تستمر المضخة في التشغيل في سرعات منخفضة وانتاجية منخفضة أيضا.

5-2 التوصيات

1- زيادة عدد الالواح شتاء وخفضها في الربيع والصيف حسب القيم المحددة.

2- موقع الألواح خلال اليوم والاتجاه عامل مهم في خفض عدد الالواح المستخدمة.

3- استخدام الواح 300 وات بجهد 45 أفضل للوصول الى جهد دائرة مفتوحة 400 فولت عدد 60 خلية.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

الشكر

نتقدم بالشكر لمركز الاشعاع الشمسي – النواقية – بنغازي لما قدمه من دعم في سبيل تنفيذ هذه الورقة.

قائمة المراجع

[1] البناي، عبد الرحمن مساعد عبد الرحمن جدوى استخدام المضخات الغاطسة العاملة بالطاقة الشمسية بدولة الكويت المصدر مجلة العلوم الهندسية و تكنولوجيا المعلومات: المجلد 4، العدد 3 (30 سبتمبر/أيلول 2020)، ص. 1–12، 12ص.

[2] Bülent Eker,2005: SOLAR POWERED WATER PUMPING SYSTEMSTrakia Journal of Sciences, Vol. 3, No. 7, pp 7-11, 2005,

[3] على ناجى 2009: تحسين وتنفيذ اداء محطة ضخ مياه تعمل بالطاقة الشمسية: رسالة ماجستير غير منشورة: جامعة تشرين – سوريا.

[4] MdTanvir Arafat Khan, MdRishad Ahmed, SinaIbne Ahmed, Shahidul Islam Khan 2015: Design and Performance Analysis of Water Pumping Using Solar PV, conference paper, https://www.researchgate.net/publication/261149432.

[5] ماجد كرم الدين 2019: منظومات ضخ المياه بالطاقة الشمسية للري الزراعي: الدورة التدريبية حول تكامل قطاعي المياه والزراعة المركز الإقليمي للطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة: القاهرة .

[6] محمد طلعت عجاج, ماجد مرتضي وعباس صندوق 2020: دراسة تصميم نظام تزويد بالطاقة الشمسية لمنشأة صغيرة. دراسة ماجستير غير منشورة – قسم هندسة الطاقة الكهربائية – شعبة الطاقات المتجددة – جامعة دمشق.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

تم استلام الورقة بتاريخ: 1/ 7 /2023م وتم نشرها على الموقع بتاريخ: 30/ 7/2023م

[7] Krishnappa Muralidhar2021: A review of various components of solar water pumping system: Configuration, characteristics, and performance, Willy online library ,2021 John Wiley & Sons Ltd. First published: 27 July 2021,

[8] يوسف ساسي, سالم العبيدي ومروة الفيتورى 2019: قياس اداء منظومة شمسية في بنغازي: المؤتمر الدولي الخامس للطاقات المتجددة والتنمية المستدامة– جامعة البريقة

[9] 1 يوسف ساسي, سلوى المشيطى . محمد الكوافي 2020: قياس اداء منظومة ضوء – رياح – حرارة في موقع النواقية – بنغازي: المؤتمر الدولي للهندسة الكهربائية وتقنية المعلومات – الجامعة الدولية – مارس 2020 بنغازي.

[10] يوسف ساسي, زكريا الفيتورى 2019: قياس أداء منظومة رياح بموقع النواقية –بنغازي– مؤتمر الطاقة المتجددة – سوسة – تونس 2019.

[11] –أبوبكر حسن عمر الحسن, محمد أحمد محمد أحمد, مصطفى عبدالغني محمد صالح "تصميم منظومة لرفع المياه الجوفية تعمل بالطاقة الشمسية" جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا كلية الهندسة, 2016

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية