

عنوان البحث

## تصميم مضخة مياه ري تعمل بالطاقة الشمسية

عثمان زكي مبارك علي<sup>1</sup> د. معاوية أبراهيم حمد النيل<sup>2</sup>

<sup>1</sup> اختصاصي مختبر علمي وزارة التربية والتعليم الامارات - مكتب العين

بريد الكتروني: alizaki2010zaki@gmail.com

<sup>2</sup> جامعة ام درمان الاسلامية - كلية التربية - السودان

بريد الكتروني: Moawiaibrahim73@gmail.com

تاريخ القبول: 2021/03/15م

تاريخ النشر: 2021/04/01م

### المستخلص

يهدف هذا البحث إلى دراسة كيفية تصميم مضخة مياه تصلح لري ارض زراعية بالتقسيط مساحتها 30 فدان تعمل بالطاقة الشمسية وحسابات كميات المياه للتربة وتحديد حجمها للتربة بما يتناسب مع عمق البئر ونوع النبات. اتبعت الدراسة المنهج التجريبي والمنهج الوصفي وكذلك المنهج التحليلي. توصلت الدراسة الى تصميم مضخة بقدرة 50 حصان (37.5% كيلو واط)، قدرة الألواح الشمسية 45 كيلو واط، قدرة الانفرتر 45 كيلو واط وعدد الألواح 180 لوح.

## RESEARCH ARTICLE

# SOLAR WATER PUMP DESIGNING

**Osman Zaki Mobark Ali<sup>1</sup>****Dr. Moawia Ibrahim Hamedelnil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Scientific laboratory specialist, UAE Ministry of Education - Al Ain Office

Email: alizaki2010zaki@gmail.com

<sup>2</sup> Omdurman Islamic University - College of Education - Sudan

Email: Moawiaibrahim73@gmail.com

**Published at 01/04/2021****Accepted at 15/03/2021**

## Abstract

This research aims to study how to design a water pump suitable for drip irrigation of 30 acres of agricultural land, powered by solar energy, calculations of water quantities for the soil and determine its size for the soil in proportion to the depth of the well and the type of plant. The study followed the trial and the descriptive method, as well as the analytical method. The study found a design for a pump with a capacity of 50 hp (37.5% kW), the power of solar panels is 45 kW, the power of the inverter is 45 kW and the number of solar panels is 180 panels.

## المقدمة

## 1.1 تمهيد:

مع التزايد السكاني والتطور الحاصل في العالم زاد الطلب على المياه لأغراض كثيرة أهمها توفير مياه الشرب وري الأراضي الزراعية. ومع تزايد الطلب على المياه العذبة سواء كانت من الآبار الجوفية أو الأنهار تم الاستعانة بمضخات المياه التي تعمل بالوقود للحصول على كميات كافية، ولكن مضخات المياه بالوقود أصبحت تشكل عبئا بيئيا وماديا بسبب ارتفاع أسعار المشتقات البترولية. تمثل مضخات المياه بالطاقة الشمسية أحد أنجح البدائل عن أنظمة الضخ بالوقود لعدة أسباب أهمها أنها نظيفة بيئيا ولا تتطلب تكاليف تشغيلية ولا صيانة فنية دورية.

## 1.2 مشكلة البحث:

لاحظ الباحث أن هناك بعض المشكلات التي يعاني منها المزارع البسيط في السودان، ومنها الكهرباء التي تُعتبر روح الحياة للإنسان وعليه توجه الباحث الى اعداد دراسة تناول الطاقة النظيفة التي يمكن ان تعتبر بديل للكهرباء. تصميم محطة ري بالتنقيط تعمل بالطاقة الشمسية لمزارع يملك 30 فدان لارض خلوية مزروعة مانجو كانت تعمل بالديزل، ارتفاع الخزان 7 متر وعمق البئر 40 متر. ان المشروع البحثي يهدف الى ايجاد اجوبة للأسئلة التالية:

## 1.3 اسئلة البحث:

- 1- ما هي استخدامات مضخات المياه الشمسية؟
- 2- ما هي مكونات النظام الشمسي ؟
- 3- ما هي انواع مضخات الطاقة الشمسية؟
- 4- كيف نصمم نظام ري يعمل على الطاقة الشمسية للمزارع؟

## 1.4 اهمية البحث:

السودان بلد مترامي الاطراف يذخر بشمس ساطعة طوال العام تقريبا، ومن الدول القريبة من خط الاستواء مما يجعل الشمس اقرب للعمودية علي الارض بالاضافة للمساحات الزراعية الشاسعة والحاجة الدائمة للطاقة النظيفة، كل ذلك جعل من الاهمية بمكان تطوير البحث العلمي في مجالات الطاقة النظيفة علي العموم والطاقة الشمسية علي وجه الخصوص.

## 1.5 أهداف البحث:

- 1- دراسة المضخات وانواعها واستخدامات مضخات المياه الشمسية.
- 2- تحديد مكونات النظام الشمسي.

- 3- تصميم نظام ري يعمل على الخلايا الشمسية.
- 4- استنتاج مميزات وعيوب مضخات المياه بالطاقة الشمسية مقارنة بمضخات الديزل

### 1.6 فروض البحث :

يقدم البحث الحالي للوصول الي إعداد معادلات رياضية تتضمن حسابات احتياجات معدلات استهلاك المياه ومعدل تدفقها، وارتفاع الضخ الديناميكي TDH، وقطر ماسورة الطرد Discharge Pipe، وقدرة طلمبات الطاقة الشمسية، وحجم مصفوفة الألواح The size of the solar panel array.

### 1.7 منهجية البحث:

المنهج التطبيقي باستخدام برنامج PV SYST SOLAR، يتناسب مع مفردات البحث العلمي وكذلك ينتمي هذا البحث الي فئة البحوث التي تستهدف استخدام معادلات رياضية لاستنتاج وحساب القيم.

### 1.8 أدوات البحث:

أدوات البحث :

1. مقابلات شخصية مع الخبراء والاساتذة المهتمين بالطاقة النظيفة.
2. برنامج PV SYST SOLAR .
3. مصادر المعلومات المتاحة في المكتبات وشبكة الانترنت للحصول علي معلومات كافية عن أنظمة مضخات الري التي تعمل على الطاقة الشمسية.

### 1.9 حدود البحث:

الحدود الزمانية : 2020-2021م

الحدود المكانية : ولاية الخرطوم- كلية التربية - جامعة ام درمان الاسلامية.

### 1.10 متغيرات البحث:

المتغير المستقل:

برنامج PV SYST SOLAR الذي يستخدمه الباحث وينفذه لحساب الاشعاع ومواصفات النظام الشمسي.

المتغير التابع:

تنمية مهارات استخدام الادوات والاجهزة المعملية واجراء الحساب الرياضي لحساب كمية ما.

### 1.11 اجراءات البحث:

1. مراجعة البحوث المرتبطة بدراسة أنظمة مضخات الري التي تعمل على الخلايا الشمسية.
2. تحديد الاطار النظري الذي سيبني عليه البحث من خلال البحوث والمراجع اللازمة.

3. تحديد تخطيط نموذجي وطريقة إعداد معادلات من خلال الاستعانة ببرنامج PV SYST SOLAR ورأي الخبراء في ذلك.

### الاطار النظري: 2.1

لتصميم محطة ري تعمل بالطاقة الشمسية لمزارع يملك 30 فدان لارض خلوية مزروعة مانجو كانت تعمل بالسولار، ارتفاع الخزان 7 متر وعمق البئر 40 متر، لابد من دراسة:  
اولا: استخدامات مضخات المياه الشمسية

- للاستخدامات الخدمية : لضخ المياه اللازمة في مياه الشرب .
- للاستخدامات الزراعية: لري الزراعي وسقاية المواشي.

### 2.2 مكونات النظام:

1. مضخة المياه: بالنسبة للتشغيل الكهربائي تنقسم إلى فئتين فئة تدار بالتيار الكهربائي المتردد والأخرى بالتيار المستمر، وتشمل المضخات أسلاك التوصيل وأنابيب ضخ المياه. وتوجد منها عدة أنواع:  
أ. مضخات المياه العائمة (سطحية): وتعتبر مثالية في عمليات الري وسهلة التركيب والاستخدام وقابلة للنقل.

ب. مضخات المياه الغاطسة: تعتبر النوع الشائع والأكثر انتشارا في ضخ المياه لسهولة التركيب ومرونة أنابيبها ومغمورة معزولة عن أية أضرار قد تسبب تحطمها وتتوفر بعدة منصات وتتميز بقدرة كهربائية قليلة في تشغيلها.

ج. مضخات المياه الغاطسة ذات المحرك السطحي: تعتبر الأقدم في الاستخدام نظرا لسهولة صيانة شفرات المضخة ولكن قدرتها التشغيلية عالية وكلفة التركيب مرتفعة لذلك يفضل النوع السابق في الاستخدام.

د. مضخات المياه الارتوازية: تتناسب مع الارتفاعات العالية للضخ والتدفقات المنخفضة لها. ويشترط أن تكون ثقيلة ومتينة لتحقيق توازنها وضمان كفاءتها أثناء عملية الضخ بالإضافة إلى أجهزة تحكم كهربائية عالية الدقة وذات مواصفات فنية محددة.

هـ. مضخات المياه ذات الامتصاص السطحي: تحتاج إلى مراقبة فنية دائمة ولا تصلح إلا لارتفاع أقل من 8 أمتار فقط لذلك تعتبر من النوع الغير محبذ في الاستخدام.

2. العاكس (الإنفرتر): في حالة مضخات التيار المتردد يكون مزودا بمنتج القدرة القصوى للألواح الشمسية (MPPT)، بينما في حالة مضخات التيار المستمر يوجد المنتج مستقلا.

3. مصفوفة الألواح الشمسية اللازمة لتشغيل مضخة المياه.

4. خزان تخزين المياه.

5. عناصر توازن النظام: وتشمل العناصر والقطع الكهربائية التي تحافظ على كفاءة النظام والمحافظة على

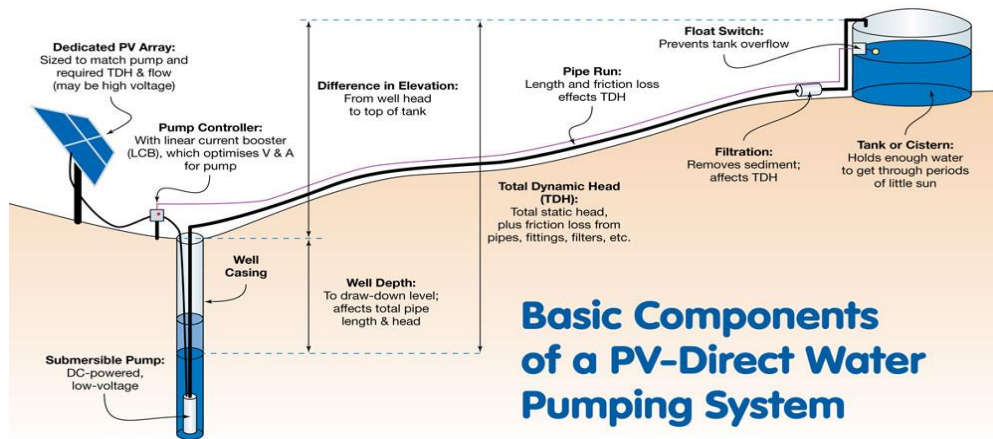
مكوناته من أي خلل كهربائي، وتكون معظمها مرتبطة بالعاكس أو المتبوع ومن أهمها:

أ. الحساسات الكهربائية مثل حساس مستوى المياه بالبئر وحساس مستوى المياه بالخزان.

ب. القواطع والمفاتيح الكهربائية.

ج. صندوق تجميع الألواح في حالة المنظومات الكبيرة.

شكل (1): المكونات الأساسية لمضخة مياه تعمل بالطاقة الشمسية



شكل (1)

### 2.3 مميزات وعيوب مضخات المياه بالطاقة الشمسية مقارنة بمضخات الديزل

جدول (1): مميزات وعيوب مضخات المياه بالطاقة الشمسية مقارنة بمضخات الديزل

مضخات الطاقة الشمسية	مضخات الديزل	الصفة المميزة
تتطلب مساحة كبيرة ومفتوحة	تتطلب مساحة صغيرة	مساحة التركيب
كلفة مرتفعة	كلفة منخفضة	الكلفة التأسيسية
لا تتطلب كلفة تشغيلية	كلفة مرتفعة	الكلفة التشغيلية
تشغيل محدود بساعات سطوع الشمس	تشغيل متاح في جميع الأوقات	وقت التشغيل
تحتاج خبرات فنية خاصة	تركيبها بسيط نوعا ما	خبرة التركيب
لا تحتاج مراقبة دائمة	تحتاج متابعة طوال الوقت	خبرة التشغيل
نظيفة بيئيا	ضارة على البيئة والصحة	التأثير البيئي
كفاءة مستدامة وعمرها طويل	تقل كفاءتها مع الزمن وعمرها قصير	العمر الحياتي
نادرا ما تتطلب صيانة	تحتاج صيانة وتغيير قطع دوريا	الصيانة
الكلفة على المتوسط الزمني البعيد قليلة	مكلفة على المدى الزمني الطويل	الكلفة التراكمية

## 2.4 أنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية

قبل تركيب المضخة الشمسية يتطلب القيام بخطوات عملية تعرف بما يسمى "تحجيم النظام الشمسي لمضخة المياه" ويشمل الخطوات الفنية التالية:

## 1. حساب قدرة المضخة: ويتم حساب قدرة المضخة بثلاث معاملات رئيسية

أ. كمية المياه في الساعة: ويجب الأخذ في الاعتبار عند حساب كمية الماء المتدفقة من الآبار الجوفية وكذلك عند الحفر على العوامل التالية:

- كمية المياه المطلوبة في اليوم: بالنسبة للمناطق الريفية فاحتياجاتها من المياه تفوق احتياجات المناطق الحضرية (بسبب الاحتياج لري الزراعي وسقاية المواشي)
- عمق الماء الساكن.
- اختلافات العمق الموسمية.
- معدل تدفق تعويض نسبة المياه من سيول الأمطار الموسمية أو من مصادر أخرى.
- نوعية المياه (مالح أو عذب، مختلط بمواد طينية أو رملية).

ب. الارتفاع الديناميكي الكلي (TDH): ويشمل ارتفاع البئر مع المسافة العمودية حتى سطح الخزان، والعمق الإضافي الناتج من فواقد الاحتكاك، بالإضافة إلى نصف قطر الأنابيب المثالي.

$$P = \frac{Q \times g \times \rho \times H_T}{\text{Pump Eff.}} \quad (1) \quad \text{ج. كفاءة المضخة: بحسب المعادلة:}$$

حيث: (Q) كمية المياه ( $m^3/sec$ )، كفاءة المضخة (Pump Eff.)، ثوابت ( $g\rho$ ) كثافة الماء و عجلة الجاذبية الأرضية.

$$H_T = H_S + H_D \quad (2) \quad \text{ارتفاع النظام الرئيسي: ويحسب من المعادلة:}$$

حيث:

$L = H_S$  (ارتفاع الماء الساكن) + D (المسافة الرأسية من سطح البئر حتى الخزان).

$H_D$  ارتفاع النظام الديناميكي: يتطلب حساب (d) قطر الأنابيب الملائم لضخ المياه وتقاس بوحدة

البوصة (inch)، ويعطى قطر الأنابيب الملائم بتطبيق المعادلة:

$$d = \sqrt{\frac{0.408 \cdot Q}{1.524}} \quad (3)$$

ويمكن حساب ارتفاع النظام الديناميكي من خلال المعادلة:

$H_D =$  معامل فقد أنبوب الضخ لكل 100 قدم + معامل فقد أنبوب التوزيع من البئر إلى الخزان لكل

100 قدم.

عوامل الفقد للأنابيب تعرف علميا بعوامل فقد الاحتكاك وتعطى بجدول توفرها الشركات المصنعة

وكمثال لهذه الجداول الشكل (2) يوضح جدول معامل الفقد لأنابيب البلاستيكية وبأقطار داخلية معينة مقابل معدل ضخ الماء بوحدة الجالون/دقيقة (gpm).

شكل (2): معامل الفقد (Psi loss) لأنابيب البلاستيك مقابل كمية ضخ الماء (Flow gpm)

PVC CLASS 40 IPS PLASTIC PIPE										
Sizes ½ in through 6 in. Flow 1 through 600 gpm.										
SIZE	½ in	¾ in	1 in	1¼ in	1½					
OD	0.840	1.050	1.315	1.660	1.90					
ID	0.622	0.824	1.049	1.380	1.61					
Wall Thk	0.109	0.113	0.133	0.140	0.14					
flow gpm	velocity fps	psi loss	velocity fps	psi loss	velocity fps	psi loss	velocity fps	psi loss	velocity fps	psi loss
1	1.05	0.43	0.60	0.11	0.37	0.03	0.21	0.01	0.15	
2	2.11	1.55	1.20	0.39	0.74	0.12	0.42	0.03	0.31	
3	3.16	3.28	1.80	0.84	1.11	0.26	0.64	0.07	0.47	
4	4.22	5.60	2.40	1.42	1.48	0.44	0.85	0.12	0.62	
5	5.27	8.46	3.00	2.15	1.85	0.66	1.07	0.18	0.78	
6	6.33	11.86	3.60	3.02	2.22	0.93	1.28	0.25	0.94	
7	7.38	15.77	4.20	4.01	2.59	1.24	1.49	0.33	1.10	
8	8.44	20.20	4.80	5.14	2.96	1.59	1.71	0.42	1.25	
9	9.49	25.12	5.40	6.39	3.33	1.97	1.92	0.52	1.41	
10	10.55	30.54	6.00	7.77	3.70	2.40	2.14	0.63	1.57	
11	11.60	36.43	6.60	9.27	4.07	2.86	2.35	0.75	1.73	
12	12.65	42.80	7.21	10.89	4.44	3.36	2.57	0.89	1.88	
14	14.76	56.94	8.41	14.48	5.19	4.47	2.99	1.18	2.20	
16	16.87	72.92	9.61	18.55	5.93	5.73	3.42	1.51	2.51	
18	18.98	90.69	10.81	23.07	6.67	7.13	3.85	1.88	2.83	
20	21.09	110.23	12.01	28.04	7.41	8.66	4.28	2.28	3.14	
22			13.21	33.45	8.15	10.33	4.71	2.72	3.46	
24			14.42	39.30	8.89	12.14	5.14	3.20	3.77	
26			15.62	45.58	9.64	14.08	5.57	3.17	4.09	

شكل (2)

2. قدرة العاكس (الإنفرتر): لحالة مضخات التيار المتردد، والمتتبع لمضخات التيار المستمر، وغالبا تساوي قدرة المضخة أو أعلى منها.
3. القدرة الكلية لمصفوفة الألواح الشمسية: يتم حساب القدرة الكلية للألواح الشمسية اللازمة لتشغيل المضخة بناء على قدرة المضخة بعد الأخذ في الاعتبار ما يلي:
  - أ. أقل متوسط ساعي للإشعاع الشمسي.
  - ب. معامل الأداء القياسي للمنظومة (Performance Test Conditions) وتشتمل الشروط المعيارية لأداء الألواح الشمسية ومعاملات الفقد في الأسلاك وكفاءة التحويل للعاكس.
  - ج. حالات الطقس في جميع فصول السنة (ممطر، غائم).
  - د. مساحة خزان المياه ويتعلق بالكمية المطلوبة في اليوم مع سعة إضافية في حالة الأيام الغائمة أو الممطرة.



## 3.1 منهجية العمل الميداني

تمهيد :

لتصميم محطة ري تعمل بالطاقة الشمسية لمزارع يملك 30 فدان لارض خلوية مزروعة مانجو كانت تعمل بالسولار، ارتفاع الخزان 7 متر وعمق البئر 40 متر، هناك خطوات عدة لتصميمها مستخدمين برنامج PV SYST SOLAR المعادلات الرياضية والحسابية

## 3.2 المناقشة:

خطوات التصميم:

اولا: حساب الاحتياج لمعدلات استهلاك المياه

تختلف باختلاف نوع النبات وفق الجدول ادناه

النبات	استهلاك المياه للفدان $m^3/day$
موز	65
ارز	45
الموالح والمانجو	40
بطاطس	32
طماطم	30
قصب سكر	27
بصل	26
قطن	22
خضار مثل الجرجير والفلفل	22
ذرة	20
قمح	18
شعير	17
فول	16
عباد شمس	16
رمان	12

عليه من الجدول نجد ان اشجار المانجو تحتاج الى  $40m^3/day$ ، ولذلك 30 فدان تحتاج  $1200m^3/day$ .

ثانياً: حساب معدل تدفق المياه  $m^3/h$ ، بحسب من خلال المعادلة التالية

$$\text{معدل تدفق المياه} = \frac{\text{كمية المياه المطلوبة في اليوم}}{\text{عدد ساعات الذروة للشمس}}$$

حيث عدد ساعات الذروة للشمس في اليوم = 6 ساعات

ثالثاً: حساب قطر ماسورة الطرد – Discharge Pipe

يتم ضخ كمية المياه بالمتر المكعب على حسب قطر الماسورة في الساعة الواحدة

قطر الماسورة بالبوصة	اقصى معدل تدفق $m^3/h$
12	508
10	353
8	226
6	127
5	88
4	56.5
3	32
2.5	22
2	14
1.5	8
1	3.5
0.75	2,25

$$\text{ومن المعادلة اعلاه نجد ان معدل تدفق المياه} = \frac{1200}{6} = 200 \text{ } m^3/day$$

وعليه من الجدول نجد ان قطر الماسورة 8

رابعاً: حساب ارتفاع الضخ الديناميكي TDH ومن المعادلات ادناه وجدنا الاتي: سرعة التدفق  $V=0.67m^3/s$ ، طول الماسورة  $L=50m$ ، قطر الماسورة  $D=0.2032m$ ، وعليه فاقد الاحتكاك  $FLOSS=0.0272m$ .

$$TDH=40+7+0.02032=47.0272m$$

نحسب الارتفاع من خلال المعادلة التالية

$$\text{Total Dynamic Head} = \text{Pumping Level} + \text{Vertical Rise} + \text{Friction Loss}$$

• ارتفاع البئر و يقاس اعتباراً من سطح الأرض بجانب البئر إلى أدنى مستوى يمكن أن يصل إليه سطح الماء في البئر (Pumping Level).

- ارتفاع الخزان و يقاس من سطح الأرض بجانب البئر إلى أعلى نقطة في الخزان (Vertical Rise)
- فاقد الاحتكاك في الأنابيب و هي مقاومة السطح الداخلي لماسورة البئر (Friction Loss)

$$FLOSS = \frac{(L * 10.67 * V^{1.852})}{(140^{1.852}) * D^{4.8704}}$$

خامساً: حساب قدرة مضخات الطاقة الشمسية، تحسب بالعلاقة التالية

$$\frac{0.002725 \times \text{ارتفاع الضخ الديناميكي } m \times \text{معدل تدفق المياه } m^3}{\text{كفاءة المضخة}} = \text{القدرة } kw$$

سادساً: حساب حجم مصفوفة الألواح الشمسية، لحسابه نتبع الخطوات التالية

$$\frac{\text{قدرة المضخة } w}{1 - \text{نسبة فقد العاكس } \%} = \text{حساب قدرة العاكس}$$

$$\text{القدرة} = \frac{0.002725 \times 47.0272 \times 200}{0.85} = 30.1527w$$

ونختار المضخة بناء على المتوفر في السوق ( $1hp=0.75kw$ )، وبناء على معطيات برنامج pv syst.

سادساً حساب قدرة العاكس: تحسب بناء على المعادلة التالية

$$\frac{\text{قدرة المضخة}}{1 - \text{فقد الانفرتر او العاكس } \%} = \text{قدرة العاكس او الانفرتر}$$

ونختارها حسب المتوفر في السوق، من خلال استخدام برنامج pv syst من خلال معطياته.

سابعاً:حساب قدرة الألواح، قدرة الألواح تكون مقارنة لقدرة الانفرتر او العاكس، وتم اختياره من برنامج pv syst، من خلال معطياته.

يجب ان تربط مجموعات الألواح في المحطة 20 توالي مع 9 مجموعات توازي، لان الانفرتر يقبل ربط ما بين 400الى 800. لنحصل على جهد مجموعة600 فولت وتيار 74.97 امبير.

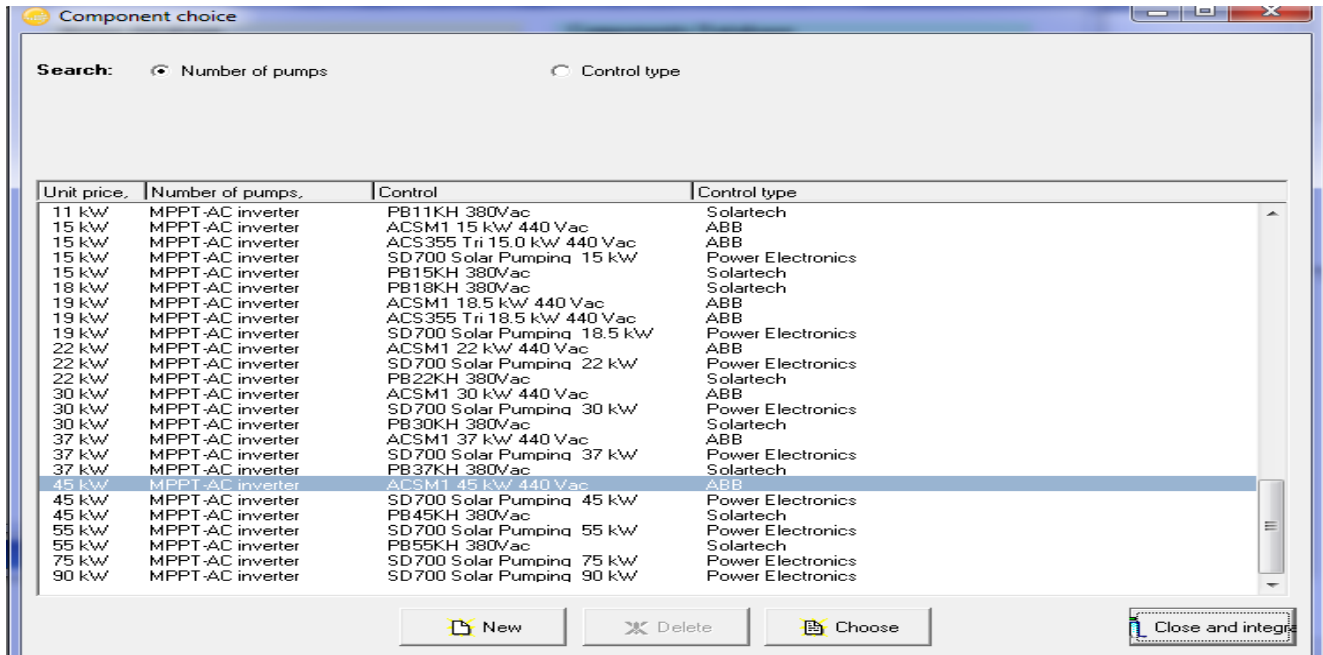
### 3.3 النتائج:

من خلال النتائج السابقة الموضحة ,وبناء على معطيات برنامج pv syst نجد ان المواصفات الفنية للمحطة هي:

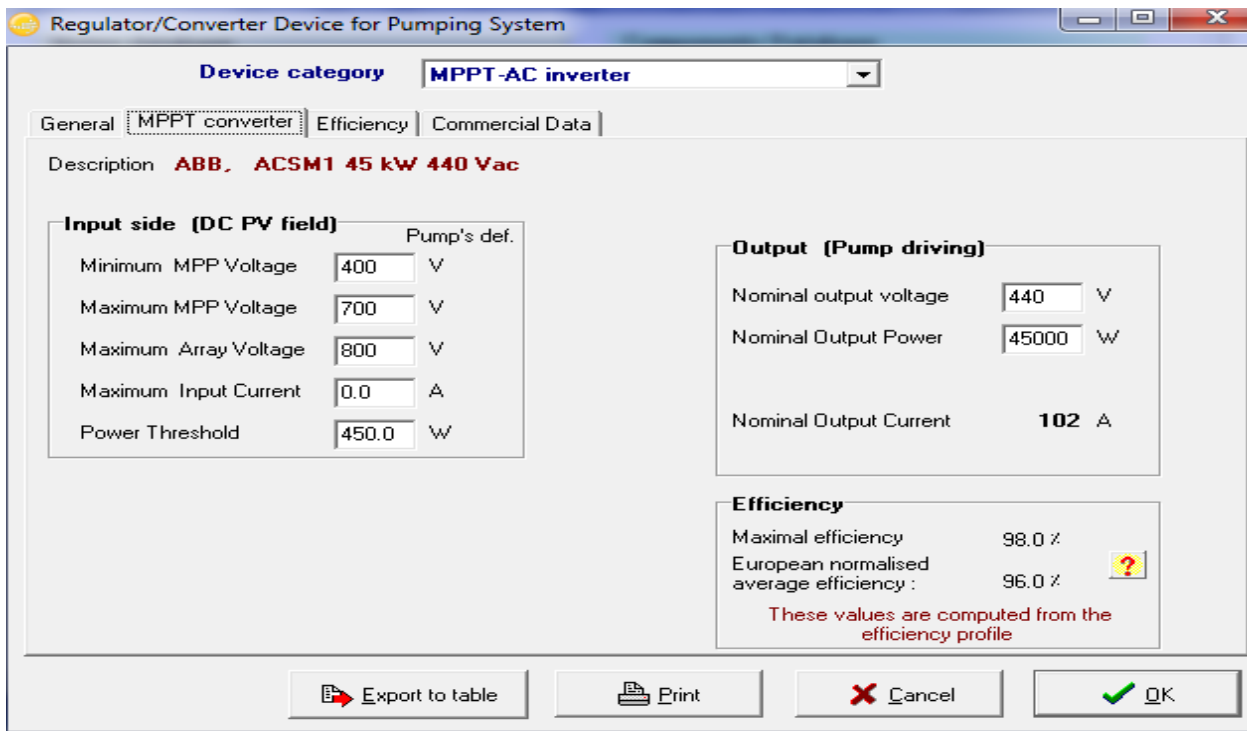
قدرة المضخة	50 حصان، 37.5 كيلوواط
قدرة الألواح الشمسية	45 كيلوواط
قدرة الانفرتر	Abb acsm 45 Kw
قدرة اللوح الواحد	250W/30v/8.3A
عدد ألواح المحطة	180 لوح
عدد المجموعات	9
عدد ألواح المجموعة	20
جهد المجموعة	600V
تيار المجموعة	8.33A
تيار المحطة	74.97A

يجب ان تربط مجموعات الألواح في المحطة 20 توالي مع 9 مجموعات توازي، لان الانفرتر يقبل ربط ما بين 400الى 800.

## ACSM1 Solar Pump Drive 45 kw



بيانات الانفرتر من البرنامج



**3.4 التوصيات:**

- في ضوء نتائج هذه الدراسة يوصي الباحث بما يلي :
- تعتبر الخلايا الشمسية من أكثر التقنيات الواعدة في مجال الطاقة المتجددة لذا يجب الاهتمام ببحوث تسهم في تطوير الخلايا الشمسية وكيفية عملها ويجب ان تتناول البحوث احدث انواع الخلايا الشمسية والتي يمكن ان تكون البديل للطاقة.
  - نوصي باستخدام الخلايا الشمسية نسبة لانتاجها طاقة نظيفة غير ضارة بالبيئة وهذا هو الالم للانسان في بيئته.
  - كذلك نوصي باستخدام هذا الكم الهائل من الاشعاع الشمسي في مدن السودان المختلفة من خلال بحوث تعدل في معالجة كفاءة الخلايا الشمسية.

**3.5 المقترحات:**

- التسهيلات من قبل المسؤولين للباحثين المتخصصين في المجال وتشجيع الدارسين على البحث في الطاقة النظيفة. الاهتمام بدراسة كفاءة الخلايا الشمسية.

**3.6 المراجع والمصادر:**

\* القرآن الكريم .

أولاً : الكتب العربية:

- 1- الطاقة الشمسية وإمكانية استغلالها - إعداد: البروفيسور/أحمد خوجلي - رقم الإيداع 75 صدرت/2007م.
- 2- الطاقة الكهروضوئية - مصر - وزارة الطاقة المتجددة - د.مهندس كاميليا يوسف محمد أكتوبر 2016م.
- 3- يوسف خليل مظهر ،ترشيد الطاقة ،ضمن سلسلة العلوم التي تصدرها الهيئة المصرية العامة للكتاب 1996م.
- 4- ابحاث الطاقة المتجددة ،مجموعة ابحاث مختارة - رينة فراسوا بيزك ترجمة ميشيل خوري - دمشق 1993م.
- 5- سعد يوسف عياش تكنولوجيا الطاقة البديلة ،المجلس الوطني للثقافة والفنون والادب-الكويت -1981م.

ثانياً الكتب الاجنبية :

- 1- T. Maruyana,R.Kitamura, A.Enomoto,andK.Shirasawa ,” Solar Cell Module Colored with Fluorescent Plate” ,Solar Energy Materials and Solar Cells, 69,61,2000.

- 2- T.A.Yates,” Solar Cell in Concentrating Systems and their High Limitations  
“,Senior Thesis, University of California (Santa Cruz), Sept. 3 ,2003.
- 3- Solar Electric System Design, Operation and Installation An overview for  
builders in the U.S.A. Pacific Northwest October 2009

الانترنت:

- 1- <https://scholar.google.com/schhp?hl=ar>
- 2- <https://pvsyst.software.informer.com/download/>