أنظمة الضخ الكهرو شمسية

إن ضخ المياه له تاريخ طويل عبر التاريخ، وقد تم تطوير العديد من الطرق لضخ الماء بهدف تقليل الجهد والطاقة المبذولة والحصول على مردود أفضل. واستخدمت هذه الطرق مصادر متنوعة من الطاقة مثل الطاقة البشرية وطاقة الحيوانات و الطاقة الهيدروليكية (النواعير) و الوقود الأحفوري وطاقة الرياح وأخيراً الطاقة الشمسية.

إن الموارد المائية السطحية آخذة بالنضوب لأسباب عديدة منها التغيرات المناخية وزيادة الطلب للأعمال الزراعية والصناعية، كما أوجب التقدم الحضاري زيادة مضطردة في الحاجة للمياه. من هذه المعطيات تلعب النظم الكهروشمسية دوراً متزايد الأهمية في مجالات ضخ المياه لمختلف الاستخدامات (الاستخدامات المنزلية – الري ...الخ) نظراً لإمكانية استخدام تقنية الطاقة الكهروشمسية كبديل عن مولدات الديزل في المواقع التي لا تتوفر فيها الشبكة الكهربائية.

1- **<u>تطبيقات الطاقة الكهروشمسية في ضخ المياه:</u>**

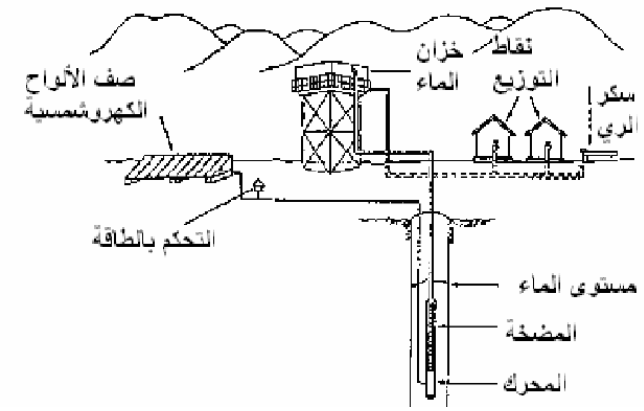
تستعمل المضخات الكهروشمسية في ثلاث تطبيقات أساسية:

1- إمداد القرى بالمياه.

2- سقاية المواشي.

3- ري الأراضي الزراعية.

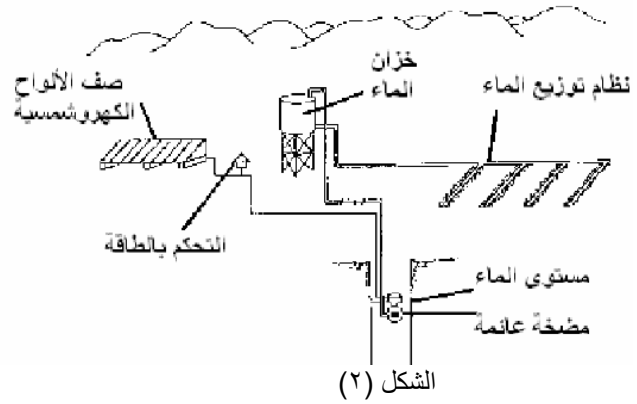
يبين الشكل (I) مضخة شمسية لتزويد القرية بالماء



الشكل (١)

في هذه الحالة يكون الطلب على الماء ثابتا على مدار السنة، وفي الأيام الغائمة التي يكون فيها الإشعاع الشمسي منخفضاً تكون هناك حاجة لتخزين الماء. وفي المناطق التي تتميز بفصول ممطرة سيعوض ماء المطر الانخفاض الناتج في عمل المضخة الشمسية في أثناء هذه الفترة.

نظام الري الشمسي كما في الشكل (2) يحتاج لحساب قيمة الاحتياج الاعظمي لماء الري الذي سيتغير خلال السنة



الشكل (٢)

يجب أن نأخذ بعين الاعتبار عند تصميم نظام الضخ أن الطلب الأعظمي على الماء في أثناء فصول الري يكون في أغلب الأحيان أكثر بمرتين من متوسط الحاجة للماء، هذا يعني أن المضخات الشمسية المستخدمة للري ستكون غير كافية؛ لذلك يجب تركيز الانتباه إلى نظام التوزيع وإيصال الماء إلى المحاصيل. إذ يجب أن يقلل نظام التوزيع من الضياعات في الماء بدون زيادة العبء على نظام الضخ، ويمكن ذلك بكلفة منخفضة.

وبشكل عام هناك توافق بين ازدياد الإشعاع الشمسي في الصيف و ازدياد الطلب على الماء.

2- مكونات نظام الضخ الكهرو شمسي:

يتألف نظام الضخ الكهروشمسي من الأجزاء الرئيسة التالية:

1- مصفوفة الألواح الكهروشمسية وملحقاتها.

2- مجموعة المحرك والمضخة، ويشملان الأجزاء التي تحول الخرج الكهربائي لمصفوفة الألواح الكهروشمسية إلى طاقة هيدروليكية.

3- الخزان ونظام التوزيع الذي يسوق الماء إلى نقاط الاستخدام المطلوبة.

وعموماً هناك نوعان من أنظمة الضخ الكهروشمسية بحسب التيار الكهربائي المستخدم:

- نظام الضخ الكهروشمسي المتناوب (AC).
- نظام الضخ الكهروشمسي المستمر (DC): في هذا النوع يمكن أن توصل المضخة بشكل مباشر إلى الألواح الكهروشمسية أو عن طريق مدخرة.

3- حجم نظام الضخ الكهرو شمسي:

1- تحديد الحاجة للمياه:

الخطوة الأولى في تحديد حجم نظام الضخ الكهروشمسي هي تحديد كمية الماء التي نحتاجها. فإذا تفاوتت الحاجة للماء في أثناء الفصل يجب أن نعتمد الكمية الأكبر التي نتوقع أن نستهلكها.

ويبين الجدول(1) بعض المعطيات بشكل تقريبي لاستعمال الماء :

بعض المعطيات بشكل تقريبي لاستعمال الماء

التطبيق	الاستهلاك التقريبي
العائلة	(190) لتر باليوم للشخص بشكل وسطي
الماشية والخيول	(38-57) لتر باليوم لكل رأس
الأبقار الحلوبة	(76-114) لتر باليوم لكل رأس
الخراف والماعز	(7.6) لتر باليوم لكل رأس
الحيوانات الصغيرة	(0.96) لتر باليوم لكل (11) كغ من وزن الجسم
الدواجن	(23-45.6) لتر باليوم لكل (100) طير
الأشجار الصغيرة	(57) لتر باليوم في الطقس الجاف

الجدول(1)

2- تحديد مصدر الماء:

إن تحديد نظام الري يتعلق بشكل كبير بنوع مصدر الماء وموقعه بالنسبة إلى المكان الذي نريد أن نزوده بالماء، فمصدر الماء سيكون إما عميقاً (بئر) أو سطحياً (بركة، جدول، سيل)، وتكون الآبار مفضلة بسبب نوعية الماء الجيدة والوثوقية بها.

على أية حال، إن الآبار مكلفة بسبب الحفر خصوصاً عندما تكون المياه عميقة كما أن مصادر المياه السطحية يمكن أن تتفاوت بشكل موسمي حيث إن كمية الماء ونوعيته تكون منخفضة في أثناء الصيف عندما يكون الطلب عليه أكثر.

بالنسبة للآبار يجب أن تكون الاحتياجات التالية معروفة ومحددة:

- مستوى الماء الساكن.
- اختلافات العمق الموسمية.
- تدفق (نسبة) تعويض الماء.
- نوعية الماء.

إذا كان البئر جديد الحفر فإن هذه المعلومات تؤخذ من حفّار البئر، كما أن نوعية الماء ليست مهمة إذا لم تستخدم للاستهلاك البشري.

أما بالنسبة للمياه السطحية فيجب أن تكون الاحتياجات التالية معروفة ومحددة أيضاً:

- التغيرات الموسمية.
- نوعية الماء، المتضمنة وجود الطين والبقايا العضوية....الخ.

3- ملائمة موقع مصدر الماء للطاقة الشمسية:

يجب أن يكون موقع مصدر الماء ملائماً لتركيب نظام ضخ الماء الشمسي المستخدم.

عند تركيب نظام ضخ الماء الشمسي يجب أن تكون الأمور التالية معروفة:

- يجب أن تكون الألواح الكهروشمسية موجهة باتجاه الجنوب في النصف الشمالي من الكرة الأرضية بدون وجود الظل خلال كامل النهار.
- يجب أن تكون المواقع محضرة لوضع مضخة الماء والخزان وأجهزة النظام الأخرى.
- يجب أن يكون صف الألواح الكهروشمسية قريبا من موقع المضخة لتقليل طول السلك وكلفة التركيب.
- إذا استعملت المدخرات يجب أن تكون جافة وأن توضع في المكان الصحيح.
- إذا كان الماء مطلوباً على مدار العام فإن موضوع تجمد المياه يجب أن يكون مدروساً وبخاصة في المناطق التي تنخفض فيها درجة الحرارة إلى ما دون درجة التجمد، وهذا يستدعي استخدام مقاومات حرارية في الشتاء؛ لذلك فإن المناطق الحارة هي المفضلة من أجل تخزين الماء .

بالإضافة لذلك يجب معرفة البيانات عن الاستعمالات الشمسية الإقليمية المتوقعة. تزودنا هذه المصادر بعدد ساعات اليوم التي يكون فيها الإشعاع الشمسي كاملاً في الصيف والشتاء.

4- خزان الماء:

جميع أنظمة ضخ الماء الشمسية تستخدم خزاناً، للمياه والسبب في ذلك هو من أجل خزن الماء بدلاً من خزن الكهرباء في المدخرات، بذلك يتم تخفيض كلفة النظام وتعقيداته.

الطريقة العامة التجريبية لتحديد حجم الخزان أن يكون على الأقل يكفي لمدة من ثلاثة إلى خمسة أيام من الماء .

حساب منظومة الري بالطاقة الشمسية

هناك عدة طرق لتحديد المضخة وصف الألواح الكهروشمسية:

1- الطريقة الأولى:

لحساب المضخة التي نحتاجها وكمية الطاقة المطلوبة من صف الألواح الكهروشمسية يجب معرفة كمية الماء المطلوبة باليوم، وخصائص مصدر الماء وقيمة المسافات (العمودية والأفقية) التي سيتم ضخ الماء إليها.

من أجل ذلك يجب حساب قيمة ارتفاع الضخ الديناميكي (H_d) الذي هو مجموع :

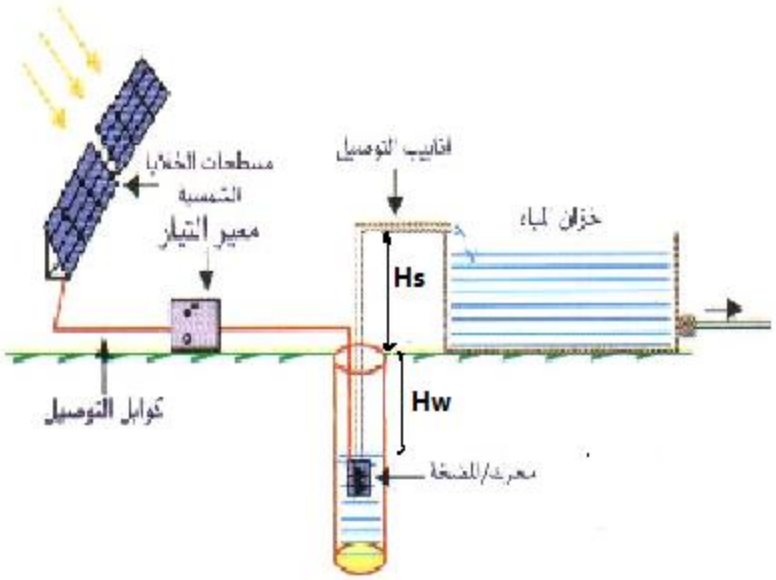
- ارتفاع الضخ الستاتيكي (الساكن) للماء (H_w).
- ارتفاع الضخ الستاتيكي (الساكن) للخزان (H_s).
- ضياعات الاحتكاك في الأنابيب H_f.

$$H_d = H_w + H_s + H_f$$

يقاس ارتفاع الضخ الستاتيكي للماء(H_w) اعتباراً من سطح الأرض بجانب البئر إلى أدنى مستوى يمكن أن يصل إليه سطح الماء في البئر، ويقاس الارتفاع الستاتيكي للخزان(H_s) اعتباراً من سطح الأرض بجانب البئر إلى أعلى نقطة في الخزان، ويمكن تحديد هذه القيم باستخدام خريطة طبوغرافية أو مقياس ارتفاع.

ضياعات الاحتكاك في الأنابيب هي مقاومة السطح الداخلي للأنبوب لتدفق الماء، وبشكل عام فإن الأنبوب ذو القطر الأصغر وقيمة الضخ الأعلى يعطي مقاومة أعلى. وتقدر ضياعات الاحتكاك بهبوط الضغط الذي يُكافأ بارتفاع، وتحدد قيمته بمعرفة التدفق وقطر الأنبوب الداخلي.

وضياعات الاحتكاك لها قيم جدولية



لحساب تدفق المضخة مقدراً بـ(لتر بالدقيقة) يمكن استخدام المعادلة التالية :

$$Q = \frac{L}{\sum h} \times \frac{1h}{60\min}$$

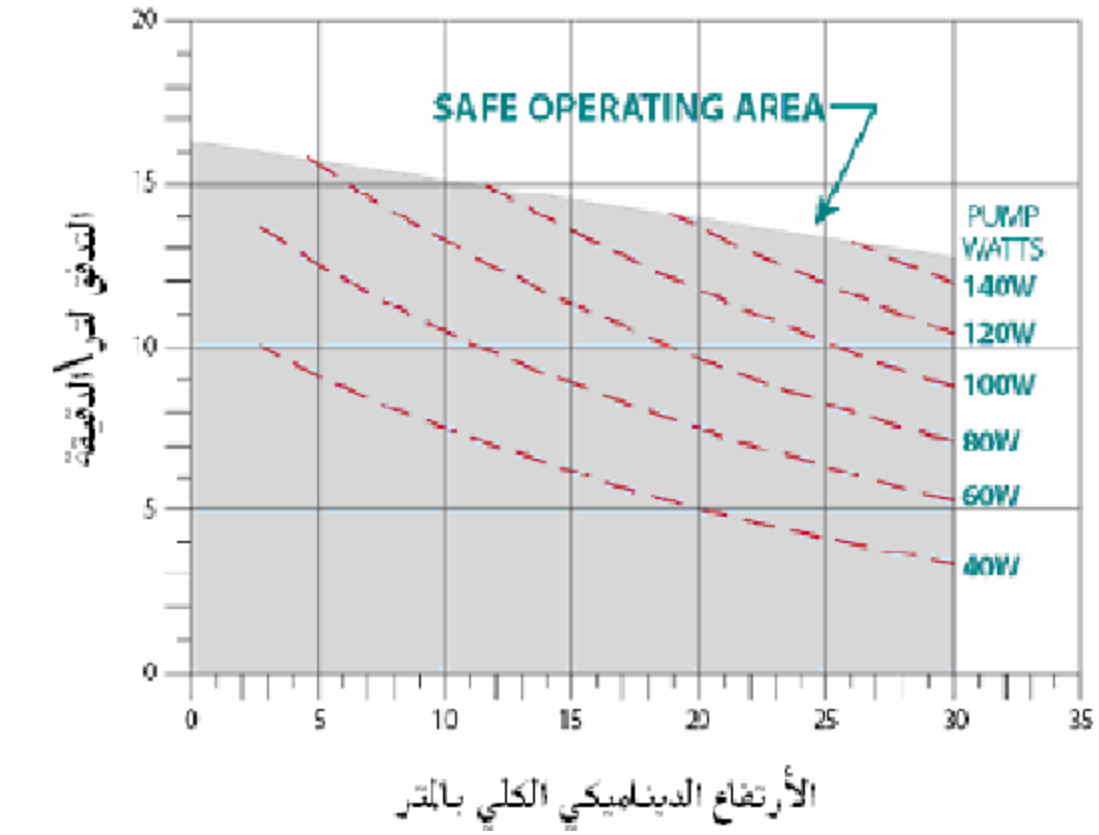
حيث:

Q(l/min): تدفق المضخة.

L: عدد اللترات المطلوبة من الماء في اليوم.

$\sum h$: عدد ساعات الذروة للشمس في اليوم.

نعود إلى المخططات (الكتالوكات) المزوّدة من قبل المنتجين لتحديد المضخة الملائمة وحجم صف الألواح الشمسية كما في الشكل التالي:



2- الطريقة الثانية:

تحسب استطاعة المضخة الشمسية من المعادلة التالية:

$$E_h = \frac{Q \cdot H_d \cdot \rho \cdot g}{3.6 \times 10^6}$$

$$= 0.002725 (Q \cdot H_d)$$

سيكون صف الألواح الكهروشمسية محدداً بالاستطاعة والجهد، وهذا الأمر هو إجراء قياسي (مثالي) لذلك يتم زيادة الاستطاعة المحددة بحدود (25%) لتعويض ضياعات الطاقة بسبب الحرارة العالية والغبار وعمر الاستخدام....الخ.

حيث $E_h(kWh/day)$: الاستطاعة الهيدروليكية اللازمة في اليوم لضخ حجم معين من الماء مقــداره $q\ (m^3/day)$ لارتفاع $H_d(m)$.

$\rho\ (kg/m^3)$:الكتلة النوعية للماء.

$g(m/s^2)$: تسارع الجاذبية.

وبالتالي: الاستطاعة الكهربائية اللازمة للمضخة في اليوم هي:

$$E_{el}=\frac{E_h}{\eta_{MP}}$$

حيث:

$E_{el}(kWh/day)$:الاستطاعة الكهربائية اللازمة للمضخة في اليوم.

η_{MP}: مردود المضخة.

ويكون سطح الألواح الكهروشمسية اللازمة :

$$A_{PV}=\frac{E_{el}}{G_d.\eta_{PV}.\eta}=\frac{E_h}{G_d.\eta_{pv}.\eta.\eta_{MP}}$$

حيث

A_{pv}: سطح الألواح الكهروشمسية.

G_d: كمية الإشعاع الشمسي الساقط في اليوم$(Kwh/m^2.day)$.

η_{pv}: مردود الألواح الكهروشمسية.

η: عامل عدم تماثل الألواح الكهروشمسية.

مثال ١: مزرعة مساحتها فدان واحد تحتاج $79\ m^3$ ماء في اليوم والمطلوب حساب المنظومة الشمسية DC علماً عدد ساعات الاشعاع 5.4 h في اليوم, وطول الانبوب الواصل من سطح الماء في البئر الى الخزان 108 m

الحل :

١- حساب معدل التدفق للمياه:

معدل تدفق المياه (m3/h) = كمية الماء المطلوبة (m3/d) / عدد ساعات الاشعاع في اليوم

psH= 5.4 h لآسوء شهر حار في السنة

معدل التدفق = 5.4 /79= 14.6 m^3/h

٢- حساب قطر أنبوب الدفع للمضخة :

يجب أن تكون سرعة تدفق الماء في الانبوب تتراوح ما بين 1.1- 2 m/s ويمكن فرض قيمة متوسطة ولتكن 1.5 m/s ويتم حساب القطر من العلاقة :

كمية التدفق (m^3/sec) = سرعة التدفق (m/s)* مساحة مقطع الانبوب (m^2)

كما يمكن حساب القطر اعتمادا على قيمة التدفق من جداول خاصة ويساوي 0.0508m

٣- فاقد الاحتكاك : يحسب من علاقة هاز ويليام

$$S(m_{ماء}) = \frac{10.67 * Q^{1.852}}{C^{1.852}\ d^{4.8704}}$$

Q: m3/s , d (m) قطر الانبوب , C معامل الاحتكاك (جدولية حسب التدفق ونوع مادة الانبوب)

وهناك بعض المراجع تحسب فاقد الاحتكاك من :

الارتفاع الكلي = 108 *0.05 =5.4 m *0.05

فيصبح ارتفاع الضخ الهيدروليكي H= 108+ 5.4 = 113.4 m

٤- حساب قدرة المضخة الشمسية :

*حساب القدرة الهيدروليكية للمضخة :

(Kw.h/ d) E_h = 0.002725* H*Q

E_h= 0.002725*113.4* 79 = 24.41 KW.h/d

الاستطاعة الكهربائية اللازمة للمضخة:

$$L_{e=}\frac{E_h}{\mu_P}$$

μ_P : *مردود المضخة و تتراوح ما بين 0.8—0.4 وفي هذه المسألة تم أخذها 0.7*

$$L_{e=}\frac{E_h}{\mu_P}=\frac{24.41}{0.7}=34.87\ \frac{kw.h}{d}$$

وتكون استطاعة المضخة P:

$$P=\frac{L_e}{psh}=\frac{34.41}{5.4}=6.4\ KW$$

$$p=\frac{6.4}{0.746}=9.6\ HP$$

** استطاعة الالواح الشمسية المطلوبة وهي نفسها استطاعة المضخة P*

$$\text{عدد الالواح}=\frac{L_e}{\text{استطاعة االلوح}}=\frac{6400}{400}=16\ \text{لوح}$$

على فرض تم انتقاء الواح استطاعة اللوح يساوي 400 w

مثال ٢: مزرعة تحتاج ماء لمعدل 150 m^3/d والمطلوب حساب منظومة الري بالطاقة الشمسية حيث ارتفاع الخزان عن الأرض 5 m و مسافة أفقية 5 m و ارتفاع سطح الماء عن الأرض= 40 m بفرض عدد ساعات الاشعاع لمنطقة المزرعة 5.1 h

الحل :

١- كمية الماء المطلوبة (L / d) = 15* 1000= 15000 لتر/يوم

*** تم حساب كمية الماء ب ليتر بسب جداول المنتقى منها المضخة بواحدات الليتر

٢- حساب ارتفاع الضخ الهيدروليكي

$H=$ *50*+(0.05 * 50) = 52.5 m

كمية المياه المطلوبة ضخها= 5.1 /15000 = 2941 L/ h

Q = 2941/ 60 = 49 L/ min

٣- اختيار مضخة الماء من المنحنيات و الجداول المخصصة :

اعتماداً على معدل الضخ 49 L/min , و ارتفاع الضخ الهيدروليكي H= 52.5 m تم اختيار المضخة Sr-16 centrifugal Solar- DC ذات المواصفات 1560 w و فولتية المضخة 96 v و الارتفاع الديناميكي 53.34 m و التدفق 49.2 L/min

٤- حسابات مضخة المياه :

P= 1560 w و فولتية 45.5 v

القدرة المطلوبة للمضخة في اليوم = طاقة المضخة * عدد ساعات التشغيل

= 1560 * 5.1 = 7956 w.h/d

٥- حسابات عدد الالواح الشمسية :

تم اختيار لوح ذي استطاعة 195 w

عدد الالواح الشمسية = الطاقة الكلية القصوى للحمل \ الطاقة الاسمية للوح

1560/ 195= 8

- عدد الالواح على التسلسل في الصف = فولتية المحرك \ فولتية اللوح الاسمي

= 96/45.5= 2 لوح

- عدد الالواح على التوازي = القدرة القصوى للمضخة / (عدد الالواح على التوالي *القدرة الاسمية للوح)

عدد الالواح على التوازي = (195 *2) /1560 = 4 لوح

- حساب منظم الشحن :

تيار منظم الشحن = عدد صفوف التوازي * Isc* معامل الأمان للحمل الزائد

= 4 *5.52 *1.25 = 26.25 A فنأخذه 30 A