

كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الفيزياء



مذكرة ماستر أكاديمي

مجال : علوم المادة

شعبة : فيزياء

تخصص : فيزياء طااقوية

من إعداد الطالبين : شبعوات حمزة و بوفنيك عباز

الضخ الشمسي لسقي محيطات فلاحية بمنطقة ورقلة

نوقشت علنا بتاريخ : 2017/ 05/23

:

رئيسا

بجامعة ورقلة

بـ

سليمان بوغالي

السنة الجامعية : 2017/2016

لله العالمين
للعالمين سيدنا
سبحانه
"بوغالي سليمان" بجزيل
توجيهاته ونصائحه
سأهت
هذا
الله أجمعين.
توفيقه
هذا
" "
الكبير
كبير
هذا

كلية

الفيزياء

الرياضيات

بعيد جزيل

قريب

يد

التقدير.

قائمة المحتويات

- 1 - مقدمة:
- 3 - الفصل الأول: الطاقة الشمسية.....
- 3 - 1-1 : بعض مزايا الطاقة الشمسية.....
- 3 - 2-1: أهمية الطاقة الشمسية:.....
- 4 - 1-2-1 : الاستخدامات الحرارية.....
- 4 - 1-2-1: الاستخدامات الكهربائية.....
- 5 - 3-1 : الإشعاع الشمسي.....
- 9 - 4-1: الزوايا الشمسية.....

- 12 - 5: شدة الإشعاع الشمسي على الأسطح الأفقية و المائلة
- 15 - الفصل الثاني: بمنطقة الدراسة.....
- 16 - 1-2: الوضعية الجغرافية
- 17 - 2-2: الوضعية الجيولوجية
- 18 - 3-2: الوضعية المرفولوجية.....
- 20 - الفصل الثالث: كيفية توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية.....
- 21 - مقدمة:.....
- 21 - 1-3: التحويل المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية.....
- 22 - 2-3: تعريف الخلايا الكهروضوئية.....
- 23 - 3-3 : مكونات الخلية الكهروضوئية.....
- 25 - 4-3 : طريقة عمل الخلية الكهروضوئية.....
- 27 - 5-3 : أنواع الخلايا الكهروضوئية.....
- 27 - 1-5-3: الخلايا السليكونية.....
- 29 - 2-5-3: خلايا الغاليوم ارسنايد.....
- 29 - 3-5-3: خلايا الكويرانديوم ديسلنايد.....
- 29 - 4-5-3: خلايا الكادميوم تليرايد.....
- 29 - 6-3: الخصائص الكهربائية للخلايا والألواح الكهروضوئية.....
- 32 - 7-3: ربط الألواح الكهروضوئية على التسلسل.....
- 32 - 8-3: ربط الألواح الكهروضوئية على التفرع.....
- 34 - 9-3: المولد الكهروضوئي.....
- 39 - الفصل الرابع: نظام الضخ الكهروضوئي.....
- 40 - مقدمة.....
- 40 - 1-4: تعريف المضخة.....
- 41 - 2-4: أقسام المضخات.....
- 41 - 3-4: أنواع أنظمة الضخ العاملة بالطاقة الشمسية.....
- 41 - 1-3-4: مضخة غاطسة طاردة مركزية متعددة المراحل.....
- 42 - 2-3-4: مضخة غاطسة محورية مع محرك سطحي.....
- 42 - 3-3-4: المضخات غاطسة ذات مكبس.....
- 43 - 4-3-4: مجموعة محرك ومضخة سطحية (عائمة).....
- 44 - 5-3-4: مضخة الامتصاص السطحية.....

- 44 -مكونات نظام الضخ الكهروشمسي
- 45 -خصائص المضخة
- 45 -خصائص القناة
- 49 -1-6-4:حساب الضياع الطاقوي داخل القناة
- 50 -7-4: اختيار الخزان
- 51 -الفصل الخامس:دراسة السقي الفلاحي بواسطة الطاقة الكهروشمسية لناحية ورقلة
- 52 -مقدمة
- 52 -1-5:الاشعاع الشمسي
- 52 -2-5:درجات الحرارة
- 53 -3-5:طريقة السقي
- 53 -4-5:كمية الاستهلاك لليوم والشهر لنبتة النخلة بطريقة التقطير
- 53 -5-5:الضياع الطاقوي للإكسسوارات أو ملحقات القنوات
- 54 -6-5:معلومات تقنية للبئر المستغل لكل منطقة
- 56 -7-5:طريقة الحساب
- 56 -8-5:الحساب العددي لخصائص النظام الكهروشمسي لكل منطقة
- 56 -1-8-5 منطقة عين البيضاء
- 56 -1-1-8-5 حساب قطر القناة
- 56 -2-1-8-5 حساب الضياع الطاقوي
- 57 -3-1-8-5 الطاقة المستهلكة من طرف المضخة
- 58 -4-1-8-5 اختيار المضخة
- 59 -5-1-8-5 اختيار العاكس
- 60 -6-1-8-5 المولد الكهروشمسي
- 61 -2-8-5 منطقة حاسي بن عبد الله وانقوسة
- 62 -3-8-5 منطقة الرويسات
- 62 -1-3-8-5 حساب قطر القناة
- 62 -2-3-8-5 حساب الضياع الطاقوي
- 63 -3-3-8-5 الطاقة المستهلكة من طرف المضخة
- 64 -4-3-8-5 اختيار المضخة

- 65 - 5-3-8-5 اختيار العاكس
- 65 - 6-3-8-5 المولد الكهروشمسي
- 67 - 9-5 ملخص النتائج في الجدول حسب المنطقة
- 70 - الفصل السادس:دراسة تقنو اقتصادية
- 71 - مقدمة:
- 71 - 1-6:مقارنة بين النظام الكهروشمسي والنظام الكهربائي في إنتاج الماء
- 71 - 1-1-6:تقدير سعر النظام الكهر وشمسي
- 72 - 2-1-6:حساب تكلفة ضخ 1 م 3 من الماء خلال سنة بنظام الكهروشمسي
- 73 - 3-1-6:حساب تكلفة ضخ 1 م 3 من الماء خلال سنة بالكهرباء الريفية متوسطة التوتر
- 74 - 4-1-6:نتائج المقارنة
- 74 - 2-6 : نتيجة
- 75 - 3-6: توصيات

الخاتمة

قائمة المراجع

قائمة الأشكال

- 7- الشكل (1-1) : الأجزاء الأساسية للإشعاع
- 8- الشكل (2- 1) : سماكة الغلاف الجوي تحدد شدة الإشعاع الشمسي المباشر
- 9- الشكل (3-1) تغير شدة الإشعاع الشمسي بين الصيف والشتاء
- 9 - الشكل (4-1) خط العرض Φ . الانحراف الساعي, ω الانحراف الشمسي δ
- 11 - الشكل (5-1) زاوية السميت الرأسية , Z زاوية الارتفاع , β زاوية السميت الأفقية Ψ_s
- 12 - الشكل (6-1) زاوية ميل السطح γ زاوية سميت السطح , Ψ_k زاوية سقوط الإشعاع θ_k
- 14- الشكل (7-1) الإشعاع المباشر الساقط على الأسطح الأفقية والمائلة

- 16- الشكل (1-2) وضعية ورقلة من الجزائر
- 18- الشكل (2-2) صورة جيولوجية لورقلة
- 18- الشكل (3-2) صورة مرفولوجية لورقلة
- 19- الشكل (4-2) مقطع هيدروجيولوجي المار عبر حوض ورقلة
- 20- الشكل (5-2) وضعيات طبقات المياه السطحية والجوفية
- 24- الشكل (1-3) البنية الذرية للسليكون
- 25 - الشكل (2-3) ناقل من النوع (p)
- 26 - الشكل (3-3) ناقل من النوع (n)
- 26- الشكل (4-3) يوضح التركيب الأساسي للخلية الكهروشمسية
- 27- الشكل (5-3) مبدأ عمل الخلية الكهروشمسية
- 28- الشكل (6-3) مكونات الخلية الكهروشمسية
- 28- الشكل (7-3) لوح كهروشمسي مصنوع من خلايا كهروشمسية أحادية التبلور
- 29- الشكل (8-3) لوح شمسي مصنوع من خلايا كهروشمسية متعددة البلورات
- 30 - الشكل (9-3) لوح شمسي مصنوع من خلايا كهروشمسية عشوائية .
- 32- الشكل (10-3) خلية كهروشمسية ولوح كهروشمسي وصف كهروشمسي
- 37- الشكل (11-3) مولد كهروشمسي مؤلف من 12 لوح شمسي
- 44- شكل (1-4) نظام ضخ كهروشمسي يستخدم مضخة غاطسة طاردة مركزية متعددة المراحل
- 45- شكل (2-4) نظام ضخ كهروشمسي يستخدم مضخة غاطسة محورية مع محرك سطحي
- 46- شكل (3-4) نظام ضخ كهروشمسي يستخدم مضخة غاطسة ذات مكبس
- 47- شكل (4-4) نظام ضخ كهروشمسي يستخدم مجموعة (محرك-مضخة) سطحية
- 47- شكل (5-4) نظام ضخ كهروشمسي يستخدم مضخة امتصاص سطحية

- 48 - الشكل (4-6) نظام ضخ كهروشمسي بتيار متناوب (AC)
- 49 - الشكل (4-7) نظام ضخ كهروشمسي بتيار مستمر (DC)
- 50- الشكل (4-8) المكونات الداخلية للمضخة الغاطسة الطاردة المركزية
- 51- الشكل (4-9) معطيات حول اختيار المضخة
- 52- الشكل (4-10) اختيار المضخة انطلاقاً من ارتفاع الضغط الكلي HMT و التدفق (Débit)

قائمة المنحنيات

- 6- منحنى (1-1) الثابت الشمسي بدلالة أيام السنة
- 33- منحنى (1-3) لخلية كهروشمسية مثالية
- 34- المنحنى (2-3) تغير قيم الجهد والتيار تبعاً للإشعاع الشمسي
- 35- المنحنى (3-3) الخاصية المثالية للألواح الكهروشمسية المربوطة على التسلسل
- 36- المنحنى (4-3) الخاصة المثالية للألواح الكهروشمسية المربوطة على النفرع
- 38 - منحنى (3-5) نقطة القدرة العظمى (MPP)
- 39- منحنى (3-6) خط تغير نقطة القدرة العظمى

- 40- منحنى (7-3) خط الحمل الكهربائي وخط القدرة الذي لم يصمم بشكل صحيح
- 41 - منحنى (8-3) تغير موقع نقطة الطاقة العظمى تبعاً للإشعاع الشمسي

قائمة الجداول

- 7- الجدول 01: المواد العاكسة و معاملات الانعكاس لكل مادة
- 55- جدول (1-5) الرصيد الشمسي لمنطقة ورقلة لسنة 2016
- 55- جدول (2-5) درجة الحرارة لمنطقة ورقلة لسنة 2016
- 56- جدول (3-5) طرق السقي الفلاحي
- 56- جدول (4-5) كمية الاستهلاك اليومي والشهري للنخلة
- 57- جدول (5-5) معامل الضياع لمختلف إكسسوارات أو ملحقات القنوات
- 57- جدول (6-5) معلومات تقنية للبيئر قبل الضخ

- 58- جدول (7-5) معلومات تقنية للبئر بعد الضخ
- 70- جدول (8-5) النتائج المتحصل عليها بمنطقة عين البيضاء
- 71- جدول (9-5) النتائج المتحصل عليها بمنطقة حاسي بن عبد الله
- 71- جدول (10-5) النتائج المتحصل عليها بمنطقة انقوسة
- 72- جدول (11-5) النتائج المتحصل عليها بمنطقة الرويسات
- 75- جدول (1-6) كمية وثمان النظام الكهروشمسي
- 75 - جدول (2-6) ثمن النظام الكهروشمسي ب (%)
- 76 - جدول (3-6) ثمن المتر المكعب الواحد المنتج من طرف النظام الكهروشمسي

مقدمة

مقدمة :

الشمس هي احد مصادر الحياة ومصدر الطاقات على الأرض، فالطاقة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض تتحول إلى شكلين رئيسيين :طاقة كيميائية وطاقة حرارية ، وكل منها يتجلى بعدة مظاهر تؤدي لنشوء عدد من الطاقات .فعند سقوط أشعة الشمس على أوراق النباتات تدخر في النبات على شكل طاقة كيميائية عضوية، وتشكل هيكل النباتات ومصدراً لغذائه ولغذاء الكائنات الحية بشكل عام. أما الطاقة الحرارية والتي هي مصدرها الطاقة الشمسية والتي تعد من أهم الطاقات فاستعمالاتها مازالت محصورة وقيد الدراسات ، لكن هناك العديد من الدول أولت اهتماما لها باعتبارها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة بعدما أصبحت مخلفات الطاقات الأخرى من النفط والغاز والفحم التي تنتج بعد احتراقها أو استهلاكها أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون الذي أدى إلى زيادة نسبهم العالية في الغلاف الجوي أكثر من المعدل المعروف وظهور بما يعرف ظاهرة الاحتباس الحراري أدت بدورها إلى زيادة درجة حرارة الأرض .

لذلك كان من الضروري اللجوء إلى مصدر جديد وصديق للبيئة وهو الطاقة الشمسية . إن اكبر اهتمامات العالم الآن البحث عن المصدرين الهامين للحياة الطاقة والماء لذلك انتشرت البحوث العلمية حول استعمال الطاقة الشمسية وظهور ما يعرف بالخلايا الشمسية حيث أن مجموعها يشكل لوح شمسي ، حيث استعملت هذه التقنية في استخراج المصدر الأول للحياة وهو الماء عن طريق ضخ المياه الجوفية إلى سطح الأرض لسقي النباتات . لذلك سيتم التطرق في هذه المذكرة إلى كيفية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية لضخ المياه الجوفية إلى سطح الأرض واستغلالها في السقي .

الفصل الأول

الطاقة الشمسية

الفصل الأول: الطاقة الشمسية

1-1: بعض مزايا الطاقة الشمسية

- الطاقة الشمسية طاقة هائلة من حيث مخزونها وكميتها، من حيث مخزونها : إن الشمس منبع لا ينتهي من الطاقة .ومن حيث كميتها :إن ما يصل إلى الأرض من الأشعة الشمسية يعادل عدة أضعاف احتياج البشرية من الطاقة.
- الطاقة الشمسية مجانية، لذلك يعتمد استخدامها على الكلفة التأسيسية فقط.
- تتوزع الطاقة الشمسية على سطح الكرة الأرضية ، وتصل إلى الجميع فلا حاجة لنقلها وتوزيعها
- على الرغم من الفرق في توزع الطاقة الشمسية بين خط الاستواء و القطبين إلا أن توزعها حسب خطوط العرض منتظم تقريبا، ويعتمد على المنطقة الجغرافية مما يسهل عملية دراستها واستخدامها وتبادل المعلومات والدراسات حولها.
- تعد الطاقة الشمسية عملية من ناحية استخدامها ، فهي قابلة للتحويل إلى أنواع أخرى من الطاقة كالطاقة الحرارية والميكانيكية والكهربائية.
- تعد هذه الطاقة مصدراً نظيفاً للطاقة من حيث تأثيرها على البيئة وغير خطرة الاستعمال .

2-1 : أهمية الطاقة الشمسية :

تأتي أهمية الطاقة الشمسية من اعتبارها أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن الحالي؛ لأن الطاقة التقليدية (الأحفورية) مهددة بالنضوب ، وكذلك بما خلفته من آثار كارثية على بيئة الأرض من تلوث وارتفاع في درجة حرارة الأرض ،والتي سببت تغيرات مناخية في جو الأرض.

لذلك فإن جهود كثير من الدول تتوجه نحو استثمار الطاقة الشمسية ، وترصد لها المبالغ اللازمة لتطوير المنتجات ، والبحوث الخاصة باستغلال الطاقة الشمسية كإحدى أهم مصادر الطاقة البديلة للنفط والغاز ، وقد أعطي النصيب الأوفر في البحوث والتطبيقات لمجال تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء وهو ما يعرف باسم Photovoltaïque.

وهذا المصدر من الطاقة هو أمل الدول النامية في التطور حيث أصبح توفر الطاقة الكهربائية من أهم العوامل الرئيسية لإيجاد البنى الأساسية فيه، ولا يتطلب إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية مركزية في التوليد بل تنتج الطاقة ، وتستخدم بالمنطقة نفسها أو المكان ، وهذا ما يوفر الكثير من التكلفة في النقل والمواصلات.

وتعتمد هذه الطريقة بصورة أساسية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية ، وتوجد في الطبيعة مواد كثيرة تستخدم في صناعة الخلايا الكهروضوئية، والتي تجمع بنظام كهربائي وهندسي محدد لتكوين ما يسمى باللوحة الشمسية الذي يعرض بدوره لأشعة الشمس بزوايا معينة لينتج أكبر قدر من الكهرباء. وتعد بحوث تخزين الطاقة الشمسية من أهم مجالات التطوير اللازمة في تطبيقات الطاقة الشمسية وانتشارها على مدى واسع ، حيث إن الطاقة الشمسية رغم أنها متوفرة إلا أنها ليست في متناول اليد وليست مجانية بالمعنى المفهوم .فسعرها الحقيقي عبارة عن المعدات المستخدمة لتحويلها من طاقة شمسية إلى طاقة كهربائية ، وكذلك تخزينها إذا دعت الضرورة . ورغم أن هذه التكاليف حالياً تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطي صورة كافية عن مستقبلها لأنها آخذة في الانخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية.

1-2-1 : الاستخدامات الحرارية

تشمل منظومات التدفئة وتسخين المياه للأغراض المنزلية والصناعية، حيث تعد من الاستخدامات الأساسية الأكثر عملية لأنظمة الطاقة الشمسية في الأبنية السكنية .ومنظومات تحلية المياه، و منظومات تجفيف المحاصيل الزراعية، و الطباخات الشمسية، ومنظومة التبريد حيث تعد الطاقة الشمسية أفضل وسيلة للتبريد فكلما زاد الإشعاع الشمسي حصلنا على تبريد أفضل، وكانت أجهزة التبريد الشمسي أكثر كفاءة، ولكن تكلفة التبريد الشمسي تكون أعلى من السعر الحالي للتبريد من ثلاثة إلى خمسة أضعاف تكلفته الاعتيادية، ويعود السبب لارتفاع كلفة مواد التبريد الشمسي، ومعدات تجميع الحرارة وتوليد الكهرباء.

1-2-2 : الاستخدامات الكهربائية :

يعد التحويل بالخلايا الشمسية من أهم وسائل تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، وتمتاز هذه المنظومات بسهولة النصب والتشغيل والموثوقية في الإنتاج وعدم الاحتياج إلى الصيانة المستمرة وعدم تلوث البيئة وعمرها التشغيلي أكثر من (25) سنة.

ويمكن تقسيم هذه المنظومات حسب القدرة الكهربائية إلى ثلاثة أقسام:

- تطبيقات ذات قدرة منخفضة تشمل الأجهزة و المنظومات التالية:

-الحاسبات والألعاب الإلكترونية والساعات.

-أجهزة الإذاعة المسموعة وشاحنات وسائط القدرة المنخفضة.

- تطبيقات ذات قدرة متوسطة وتشمل المنظومات التالية:

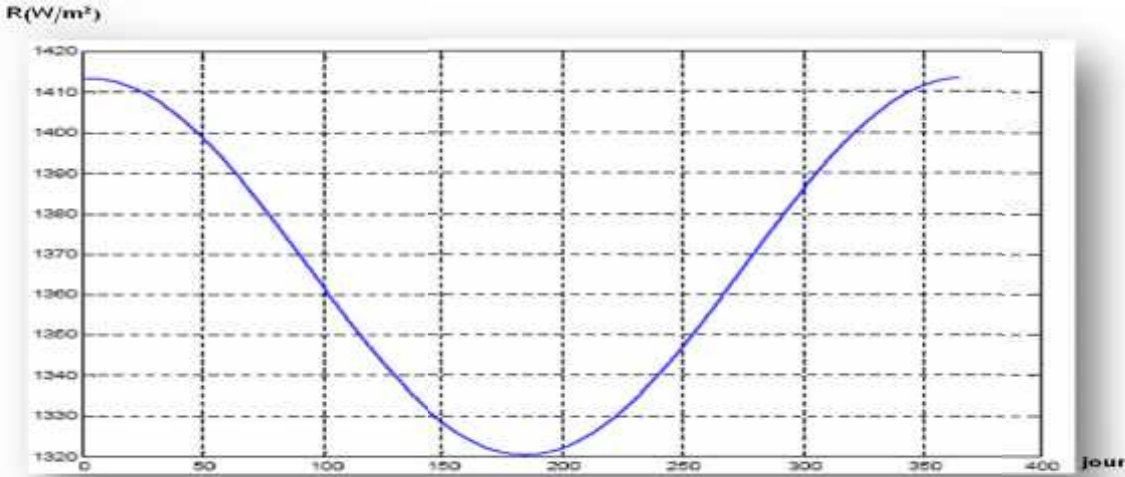
الإنارة - أجهزة الإذاعة المرئية - ثلاجات اللقاح والأمصال - إشارات المرور والإنذار - هواتف الطوارئ
-تطبيقات ذات قدرة متوسطة وعالية وتشمل المنظومات التالية : - ضخ المياه - محطات اتصالات
الموجات - محطات الأقمار الصناعية والأرضية والفضائية - حنفيات الغلق للغاز والنفط للآبار البترولية
-تغذية شبكة الكهرباء العامة.

1-3 : الإشعاع الشمسي

إن النظرية السائدة حول نشوء الشمس هي أنها تشكلت من سحابة غازية من الهيدروجين. المرحلة الأولى من تطور الشمس كانت التقلص ألتجاذبي لجزيئات الهيدروجين، وهذا التقلص سبب تصادمات عنيفة بين جزيئات الهيدروجين نتج عنها حرارة هائلة أدت إلى صهر نوى ذرات الهيدروجين، ونتج عن ذلك تولد الطاقة وتشكل الهليوم من اتحاد نوى ذرات الهيدروجين. الكتلة الذرية للهليوم الناتج أقل من الكتلة الذرية للهيدروجين الأصلي؛ وذلك بسبب تحول الكتلة إلى طاقة في عملية الانصهار. إن تفاعل الانصهار الأول في السحابة الهيدروجينية نتج عنه ولادة الشمس.

يشكل الضوء المرئي 46 % من الطاقة الكلية الصادرة عن الشمس و 49 % من هذه الطاقة هي أشعة تحت حمراء بمثابة الحرارة ، وهي أشعة بأطوال موجية أكبر من طول موجة الإشعاع الأحمر. أما النسبة المتبقية من الإشعاع الشمسي فتصدر بشكل أشعة فوق بنفسجية بأطوال موجية أقصر من طول موجة الإشعاع البنفسجي، وجميع هذه الإشعاعات الكهرومغناطيسية تنتقل عبر الفضاء بمعدل ثابت.

إن حوالي 40 % من الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض ينعكس إلى الفضاء بسبب الغيوم والغلاف الجوي وبعض السطوح كالماء والثلج والرمل، والجزء الآخر من الإشعاع الشمسي في أثناء مروره عبر الغلاف الجوي يتبعثر في كل الاتجاهات ، يسقط قسم من هذا الإشعاع المبعثر على سطح الأرض وتقوم الغيوم والغبار ببعثرة قسم منه ، و القسم المتبقي يقوم بامتصاصه بخار الماء وثنائي أكسيد الكربون والأوزون الموجود في الغلاف الجوي. وتبلغ قيمة معدل الإشعاع الشمسي الساقط على المحيط الخارجي للأرض ب 1357 W/m^2 وهو ما يعرف بالثابت الشمسي



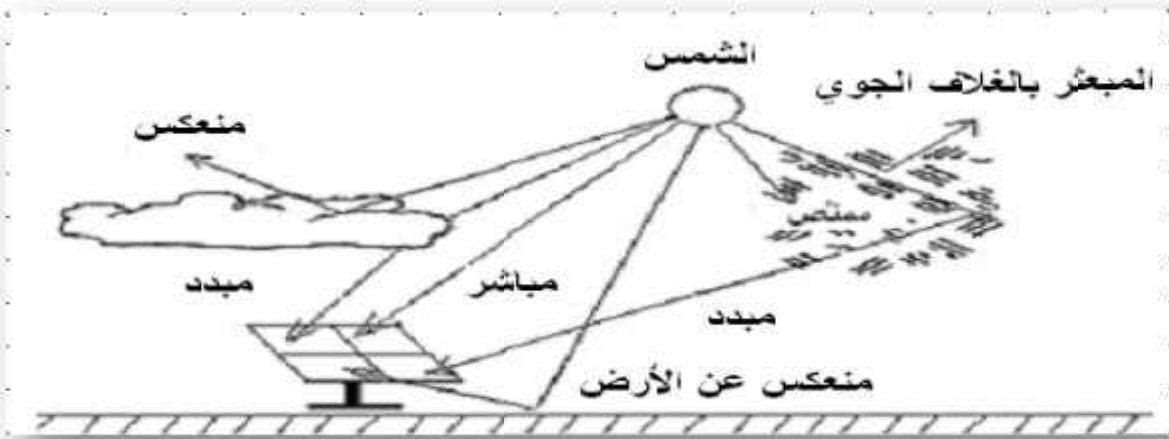
منحنى (1-1) الثابت الشمسي بدلالة أيام السنة

تتكون مجموعة الإشعاعات التي ترتطم بسطح الخلية الكهروضوئية أو بمساحة معينة على سطح الأرض كما هو موضح في الشكل الشكل (1-1) من ثلاثة أجزاء أساسية وهي:

1- (Direct Beam Radiation). حزمة الإشعاع المباشر

2- (Diffuse Radiation). حزمة الإشعاع المبعثر

3- (Albedo Radiation). حزمة الإشعاع المعكوس



الشكل (1-1): الأجزاء الأساسية للإشعاع

الجزء الأول يعرف نفسه وهو عبارة عن شعاع مباشر أي في خط مباشر من الشمس إلى الأرض ويشكل نسبة كبيرة من هذه الأجزاء في الأيام المشمسة. أما في الأيام الغائمة فإن الشمس مغطاة بالغيوم والشعاع المباشر يكون تقريبا معدوم، وبالتالي تشكل الحزمة الضوئية المبعثرة الأغلبية العظمى في ذلك اليوم.

وبما أن هذا الشعاع يأتي من أنحاء متفرقة من السماء فيطلق عليه اسم إشعاع السماء، وتكون كميته حوالي 10 % إلى 20 % للسماء الصافية وبحدود 100 % للسماء الغائمة. أما الجزء الثالث والأخير فهو مكمل للحزمة الضوئية الكاملة التي ترتطم بالخلية الكهروضوئية، وهو عبارة عن الإشعاعات الشمسية المنعكسة بواسطة الوسائط المختلفة المحيطة بالخلية.

إن كمية الإشعاع المنعكس على سطح الخلية يكون مختلف الكمية بسبب اختلاف السطوح العاكسة.

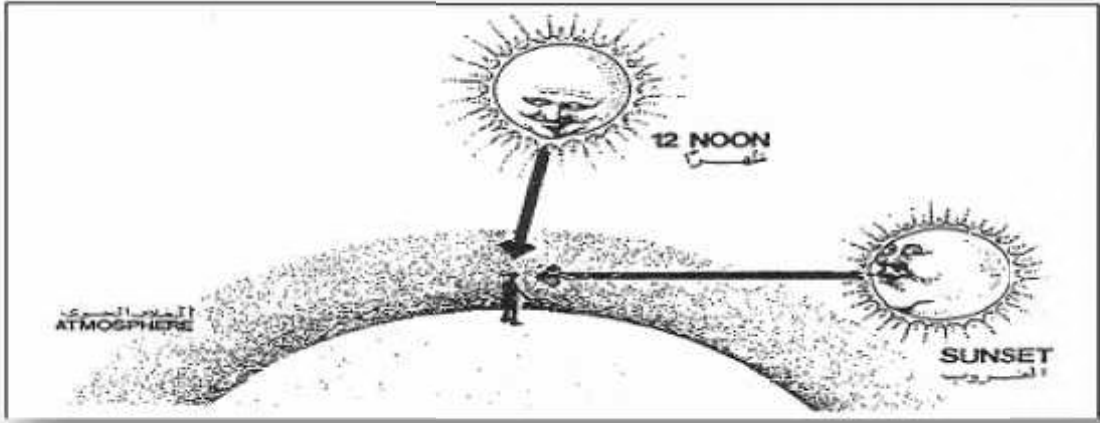
الجدول 1 يبين ذلك لأن ذلك يؤخذ في الحسبان عندما نريد إيجاد كمية الشعاع الساقط على نقطة معينة من الأرض.

الجدول 01: المواد العاكسة و معاملات الانعكاس لكل مادة

Materials	Reflection coefficient (r0)
Snow	0.7-0.87
Concrete	0.31-0.33
Tar and graved roofs	0.12-0.15
Asphalt paved roads	0.10-0.12

بالإضافة إلى مكونات طبقة الغلاف الجوي فإن العامل الأكثر أهمية في تحديد مقدار الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض هو سماكة الغلاف الجوي التي سيمر خلالها الإشعاع الشمسي.

عند منتصف النهار تكون الشمس عمودية، وبالتالي: تكون سماكة الغلاف الجوي التي سيمر خلالها الإشعاع الشمسي أصغرية والطاقة الواصلة للأرض تكون أعظمية، أما عند الشروق و الغروب فإن سماكة الغلاف الجوي التي سيمر خلالها الإشعاع الشمسي تكون أعظمية والطاقة الواصلة للأرض تكون أصغرية كما في الشكل (1-2) ولهذا السبب فإن حجم طاقة الإشعاع الشمسي يكون مرتفعا في المناطق ذات الارتفاع الكبير عن سطح البحر

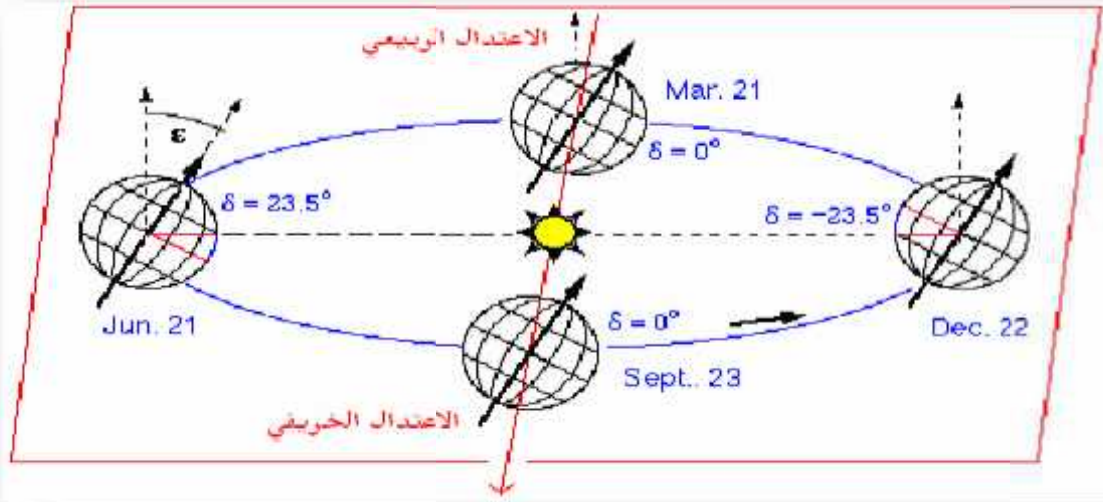


الشكل (1 - 2): سماكة الغلاف الجوي تحدد شدة الإشعاع الشمسي المباشر

تأثير سماكة الغلاف الجوي على الإشعاع الشمسي المباشر

أيضا نلاحظ تغير شدة الإشعاع الشمسي بين الصيف والشتاء بسبب ميل الأرض و دورانها حول الشمس. فيكون القطب الشمالي في شهر حزيران مواجه للشمس، ولهذا تنطلق الأشعة الشمسية إلى الجزء الشمالي من الكرة الأرضية بصورة عمودية تقريباً. أما في شهر كانون الأول فإن القطب الشمالي ينحرف بعيداً عن الشمس باعثة أقل كثافة من الطاقة كما في (الشكل 1-3)

تعرف كثافة الطاقة بأنها مقدار الطاقة الساقطة مقدرة ب الكيلوواط-ساعة على المتر المربع من سطح الأرض في زمن معين



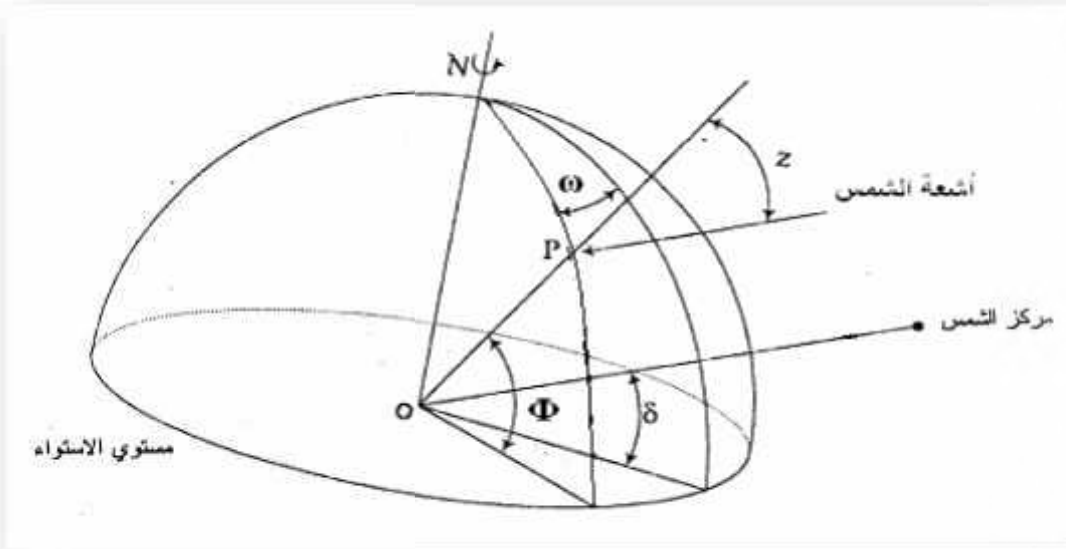
الشكل (1 - 3) تغير شدة الإشعاع الشمسي بين الصيف والشتاء

4-1 الزوايا الشمسية

بما أن شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض تابع لموقع سطح الأرض بالنسبة للشمس فإنه من الضروري تحديد بعض الزوايا الهندسية الموضحة للعلاقة بين سطح الأرض والشمس والشكل (4-1) يبين نقطة على سطح الأرض مواجهة لأشعة الشمس .

1-خط العرض (Φ):

خط العرض لنقطة ما :هو الموقع الزاوي للنقطة المدروسة بالنسبة إلى مستوي خط الاستواء، ويفرض خط العرض موجب شمال خط الاستواء، وحسب الشكل (4-1) هو الزاوية بين الخط (OP) ومسقطه على مستوي خط الاستواء.



الشكل (4-1) خط العرض , الانحراف الساعي , الانحراف الشمسي

2- زاوية الانحراف الشمسي () :

تعرف بأنها المسافة الزاوية لأشعة الشمس بالنسبة لمستوي خط الاستواء، شمالا تفرض موجبة.

وحسب الشكل (4-1) هي الزاوية بين الخط الواصل بين مركزي الأرض والشمس ومسقط هذا الخط على مستوي خط الاستواء.

نتيجة للطبيعة الإهليجية لمسار الأرض حول الشمس فإن قيم زاوية الانحراف تتغير بين $(+23.5^\circ)$ في الانقلاب الصيفي (-23.5°) في الانقلاب الشتوي . نتيجة لذلك فإن قيمة زاوية الانحراف (بالدرجات) لأي يوم بالسنة يمكن اعتبارها ثابتة وتحسب من العلاقة التجريبية التالية:

$$(1-1) \quad \delta = 23.45 * \sin \left[\left[\frac{360}{365} \right] * [284 + n] \right] \quad (5)$$

حيث : n هو رقم اليوم في السنة .

3- الزاوية الساعية () :

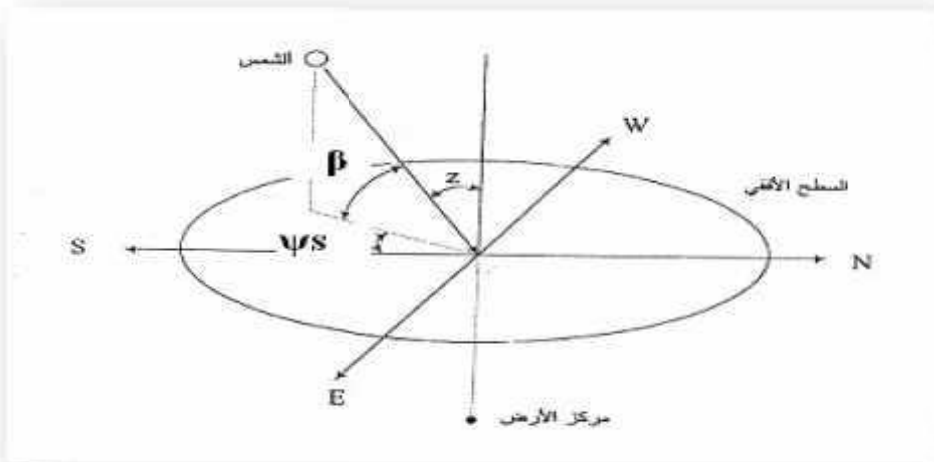
الزاوية الساعية لنقطة ما على سطح الأرض هي الزاوية الواجب أن تدورها الأرض لتضع خط طول هذه النقطة تحت الشمس مباشرة وحسب الشكل هي الزاوية المقاسة على مستوي خط الاستواء بين مسقط خط الطول ومسقط الخط الواصل بين مركزي الأرض والشمس.

الزاوية الساعية عند الظهيرة تساوي الصفر وتفرض موجبة بعد الظهر حيث إن تحرك الأرض على خط الطول يستغرق ساعة واحدة لذلك يمكن كتابة الزاوية الساعية بالدرجات كمايلي:

$$(1-2) \quad \omega = \pm \frac{1}{4} * \left[\text{الشمس شكل لإتمام الدقائق عدد} \right] \quad (5)$$

حيث : الإشارة الموجبة تدل على ساعات بعد الظهر والإشارة السالبة تدل على ساعات الصباح.

بالإضافة للزوايا الهندسية الثلاث الموضحة في الشكل (1-4) فمن الملائم لحساب الإشعاع الشمسي تحديد موقع الشمس بالنسبة للسماء من خلال الزوايا الموضحة في الشكل (1-5)



الشكل (1-5) زاوية السمات الرأسية Z , زاوية الارتفاع , زاوية السمات الأفقية ψ

4- زاوية سمت الشمسي الرأسية (Z) : هي الزاوية بين أشعة الشمس والشاقول.

5- زاوية الارتفاع الشمسي (β) : هي الزاوية بين أشعة الشمس والمستوي الأفقي .

$$(1-3) \quad Z + \beta = \frac{\pi}{2} = 90^\circ \quad (5)$$

وهكذا نجد أن العلاقة بين هذه الزوايا معطاة كما يلي :

$$(1-4) \quad \cos Z = \sin \beta = (\sin \Phi \cdot \sin \delta) + (\cos \Phi \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega) \quad (5)$$

6- زاوية سمت الشمسي الأفقية (S) : هي الزاوية المقاسة في المستوي الأفقي بين الجنوب ومسقط

أشعة الشمس، و الاتجاه نحو الغرب يعد موجباً، هذه الزاوية تحسب وفقاً للعلاقة التالية:

$$(1-5) \quad \cos \Psi_s = \frac{(\sin \beta \cdot \sin \Phi - \sin \delta)}{(\cos \beta \cdot \cos \Phi)} \quad (5)$$

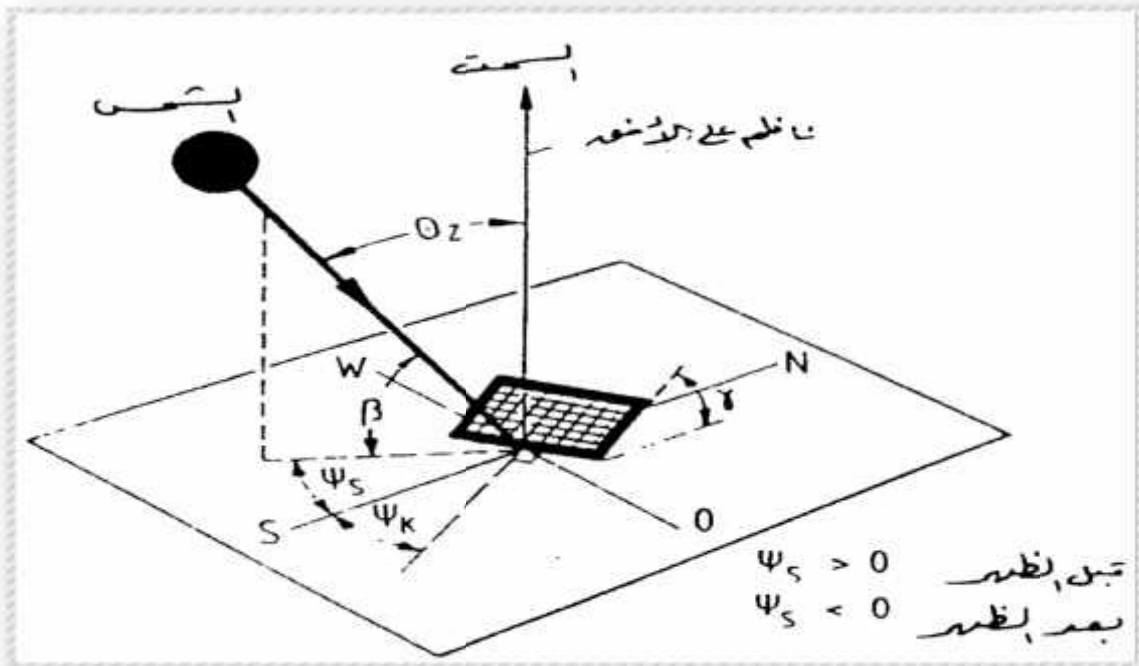
لحساب الإشعاع الشمسي الساقط على السطح المائل من الضروري حساب ثلاث زوايا أخرى تتعلق

باتجاه السطح كما يتضح من الشكل (6-1)

7- زاوية ميل السطح γ : هي الزاوية بين السطح والمستوي الأفقي.

8- زاوية سمت السطح (Ψ k) : هي الزاوية المقاسة في المستوي الأفقي بين مسقط المستقيم المتعامد

مع السطح والجنوب والاتجاه نحو الغرب يعد موجباً.



الشكل (6-1) زاوية ميل السطح γ , زاوية سمت السطح k , زاوية سقوط الإشعاع k
 9- زاوية السقوط الشمسي (k): هي الزاوية بين أشعة الشمس والخط العمودي على السطح . للسطح الأفقي يكون ($z = k$). والمعادلة التالية تبين العلاقة بين هذه الزوايا والزوايا السابقة لأي سطح معطى:

$$\cos \theta k = (\sin \beta . \cos \gamma) + (\cos \beta \sin \gamma . \cos(\psi_s - \psi_k)) \quad (5)$$

5-1 شدة الإشعاع الشمسي على الأسطح الأفقية و المائلة

تتوقف شدة الإشعاع الساقط على سطح الأرض لموقع محدد عند زمن ما على توجيه السطح و ميله. علماً أن السطح المتعامد مع أشعة الشمس سوف يستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسي، لكن عملية تتبع الشمس غالباً ما تكون مكلفة و غير عملية في كثير من الحالات. تبين أن الحل الأكثر ملائمة هو باستخدام المجمعات المائلة في الإنشاءات العملية وبالتالي: من الضروري حساب الإشعاع الشمسي الساقط على الأسطح المائلة.

يبين الشكل (7-1) الإشعاع المباشر الساقط على الأسطح الأفقية والمائلة وهكذا نستطيع كتابة العلاقات التالية :

شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض في يوم صحو يمكن التعبير عنه بالعلاقة التالية:

$$E_d = A . e^{-\frac{B}{\beta}} = A . e^{-B} \quad (5)$$

$E_{d \text{ dirs}}$ (W/m²): الإشعاع الشمسي المباشر عند سقوط حر .

A (W/m²): الإشعاع الشمسي النظري عند كثافة هواء تساوي الصفر .

B معامل توهين الغلاف الجوي.

β زاوية ارتفاع الشمس .

m كثافة الهواء

وبالتالي: فإن الإشعاع الشمسي الساقط على سطح أفقي يحسب من العلاقة التالية:

$$E_{dir h} = E_{dir s} . \sin \beta \quad (5)$$

تغير قيم A, B يتوقف على التغير السنوي للمسافة بين الأرض والشمس والتغير الفصلي في محتوى الغلاف الجوي من الرطوبة ومكونات أخرى .

يجب في الأماكن التي يغلب عليها الجو الصافي والجاف (الأماكن المرتفعة) أو الأماكن التي يسود فيها الجو الغائم والرطب ضرب القيم الناتجة من العلاقة (1-10) بمعامل الصفاء يعطي كتاب ASHREA. للتطبيقات (الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء) علاقة مبسطة لحساب الإشعاع المبدد من السماء و الساقط على سطح اختياري على الأرض كنسبة من الإشعاع الشمسي المباشر الساقط بشكل حر كما يلي :

$$E_{dfu} = C \cdot E_{dir s} \cdot F_{ss} \quad (5)$$

(1-9)

E_{dfu} (W/m²) : الإشعاع الشمسي المبدد من السماء

C معامل تشتيت الإشعاع الشمسي معطى في الجدول (1-2)

F_{ss} المعامل الزاوي بين السطح والسماء , حيث :

$$F_{ss} = 0.5(1 - \cos \gamma) \quad (5)$$

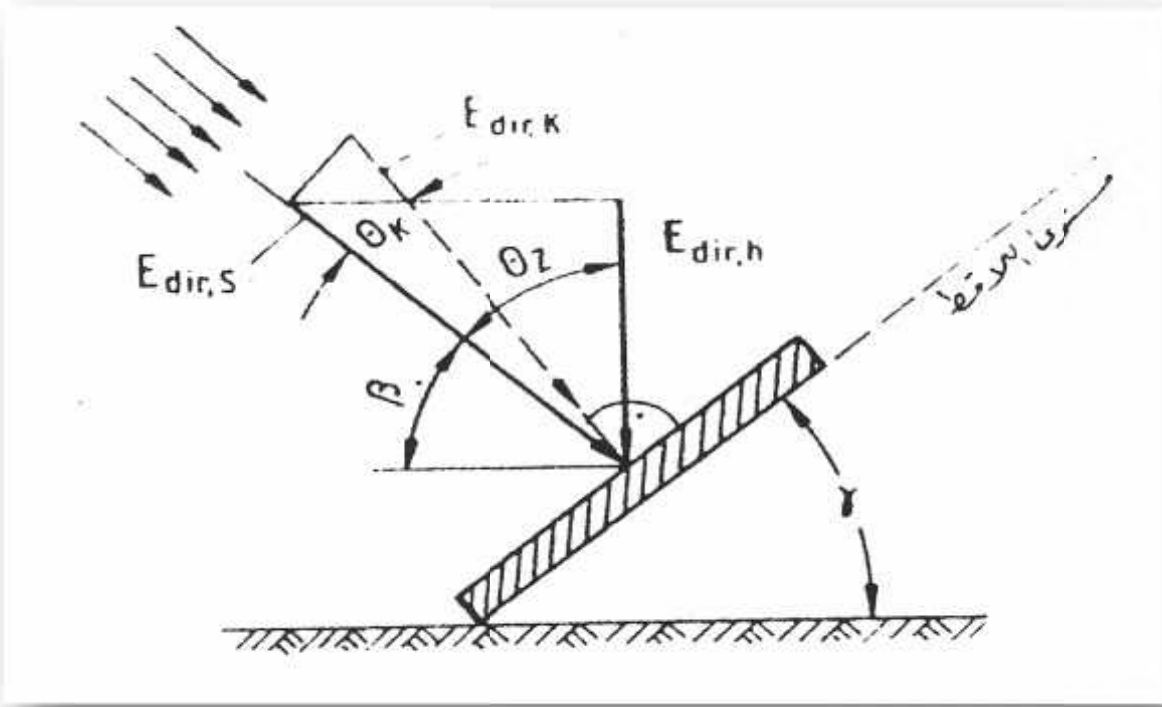
$F_{ss} = 0.5$ للسطح العمودي

$F_{ss} = 0.5$ للسطح الأفقي

أخيراً الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح أفقي هو مجموع الأشعة المباشرة والمبددة:

$$H = E_{dir h} + E_{dfu} \quad (5)$$

(1-10)



الشكل (7-1) الإشعاع المباشر الساقط على الأسطح الأفقية والمائلة (5)

$$(1-11) \quad \cos \theta_k = \frac{H_B}{H_B} \quad (5)$$

$$(1-12) \quad \cos z = \frac{H_B}{H_B} \quad (5)$$

حيث $H_B t$ الإشعاع المباشر على السطح المائل $[W/m^2]$

تعطى شدة الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على الأسطح المائلة بشكل اختياري بالعلاقة التالية:

$$(1-13) \quad H_t = E_{d,h} R_B + E_d \cdot \left[\frac{1+c}{2} \gamma \right] + H \rho_g \cdot \left[\frac{1-c}{2} \gamma \right] \quad (5)$$

حيث ρ_g : معامل انعكاس الأرض للأشعة المباشرة والمبددة وفي الحسابات الحالية تؤخذ ثابتة
 R_B معامل ميل الإشعاع المباشر.

الفصل الثاني

التعريف بمنطقة الدراسة

الفصل الثاني: التعريف بمنطقة الدراسة

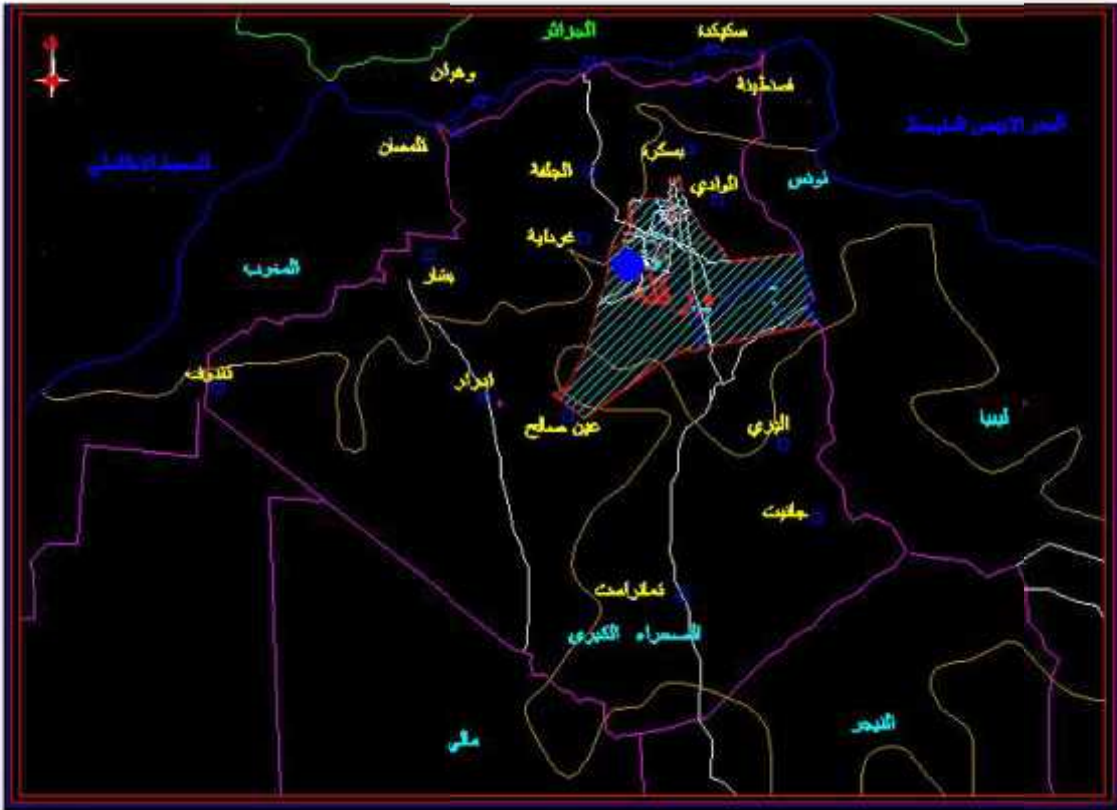
1-2 الوضعية الجغرافية

إن ولاية ورقلة أو ناحية ورقلة بصفة عامة تتميز بكبر المساحة الجغرافية حيث تتربع على مساحة 140000 هكتار منها مناطق سكانية واغلبها مناطق فلاحية و رعوية معزولة، تحيط بمدينة ورقلة بلديات تابعة لها وهي الرويسات، عين البيضاء، حاسي بن عبد الله، انقوسة .

حيث تقع وفق الإحداثيات الجغرافية التالية

$$X = 710'000 ; Y = 3'530'000$$

$$X = 730'000 ; Y = 3'600'000$$



الشكل (1-2) وضعية ورقلة من الجزائر (5)

يحدّها من الشمال حاسي الخفيف وواد ميزاب ومن الجنوب قارة كريمة ومن الشرق جبل الدرينة وخشم الريح ومن الغرب بمنديل وكاف ، المسافة من الشمال إلى الجنوب 80 كم ومن الشرق إلى الغرب 30كم

2-2 الوضعية الجيولوجية

تتميز ناحية ورقلة بأنها مختلفة جيولوجيا حيث أن كل منطقة لها خصائص جيولوجية وذلك راجع للطبيعة التكوينية للطبقات الأرضية ونوعية كل طبقة

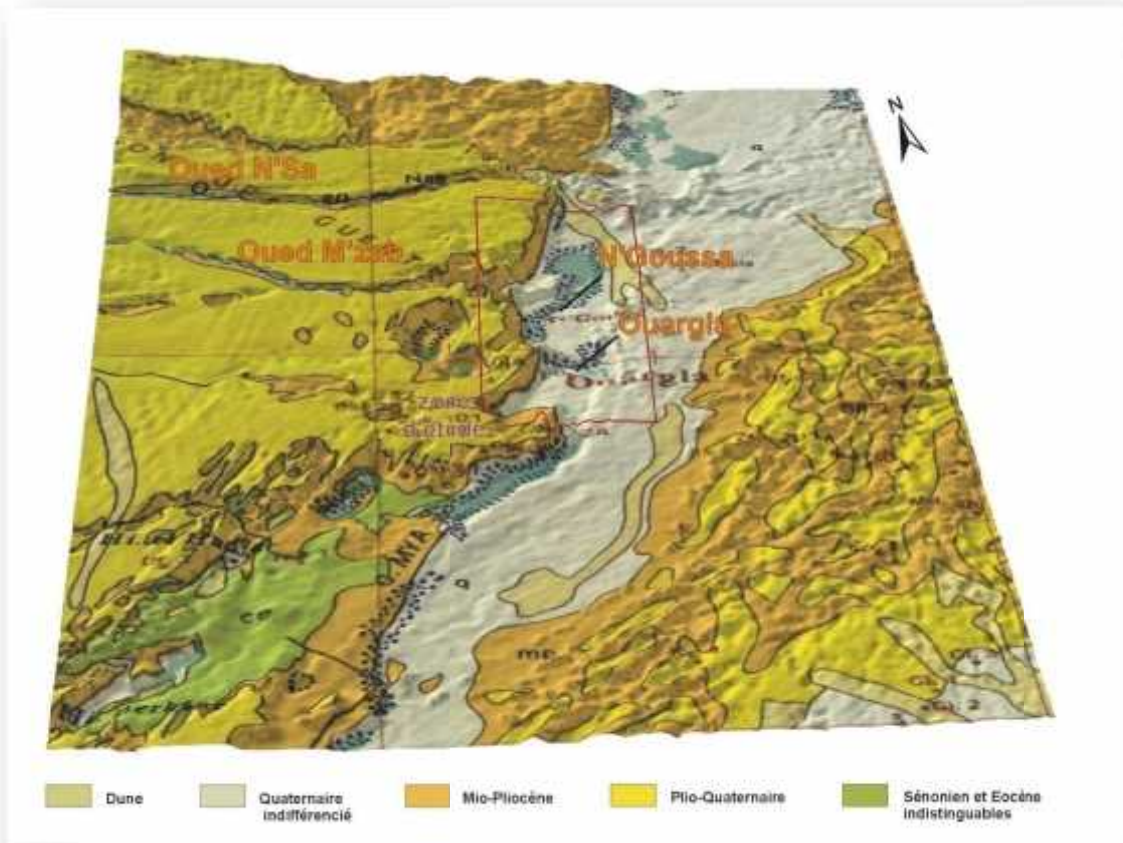
* طبقة سطحية : بعمق يصل الى 30 متر

* طبقة ميوبليوسان : بعمق يصل إلى 180متر

* طبقة سينونيان : بعمق يصل إلى 250 متر

* طبقة سينونيان ايوسان : بعمق يصل إلى 360 متر

* طبقة البيان : بعمق يصل إلى 1100متر



الشكل (2-2) صورة جيولوجية لورقلة

2-3 الوضعية المرفولوجية

رغم الطابع السائد لمدينة ورقلة بأن لها أرضية مستوية في الغالب إلا أنها تتميز بمرفولوجية متباينة خاصة جهة الشمال بمنطقة انقوسة (منطقة جنين) ومنطقة واد مزاب والصورة أسفله الملتقطة بالقمر الصناعي توضح ذلك



الشكل (2-3) صورة مرفولوجية لورقلة

2-4 الوضعية الهيدروجيولوجية

رغم أن حوض ورقلة يعتبر من اخفض الأحواض على مستوى الجزائر إلا انه مرتفع ب: 200 متر على سطح البحر حيث يتميز بوفرة المياه الجوفية منها ما هو محصور في خزان ارضي أي غير متجدد لعدم سريانه ومنه ما هو متجدد لوجود سريان ارضي للماء , كل ذلك تتحكم فيه الطبقات الأرضية وطريقة توضعها

حيث حسب ما ذكرنا سابقا من طبقات جيولوجية فهي تحتوي على مياه جوفية أو سطحية

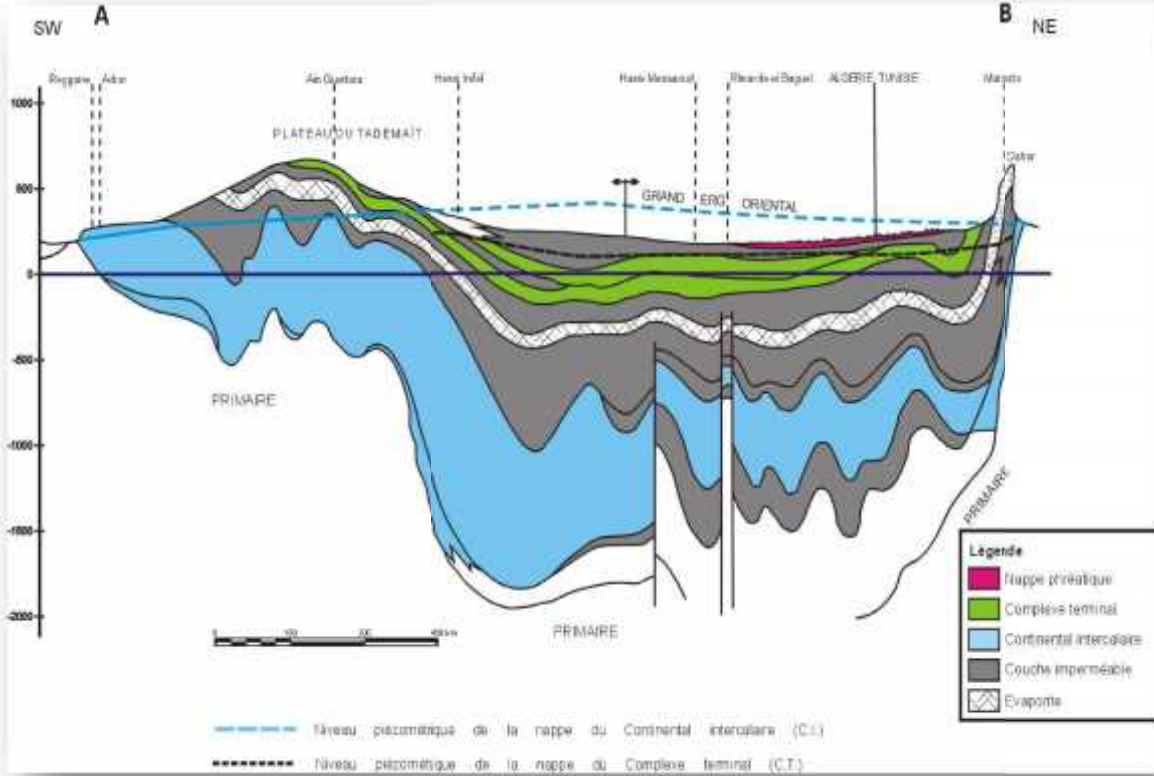
*مياه سطحية

*مياه جوفية في طبقة المركب النهائي

* مياه جوفية في طبقة القاري

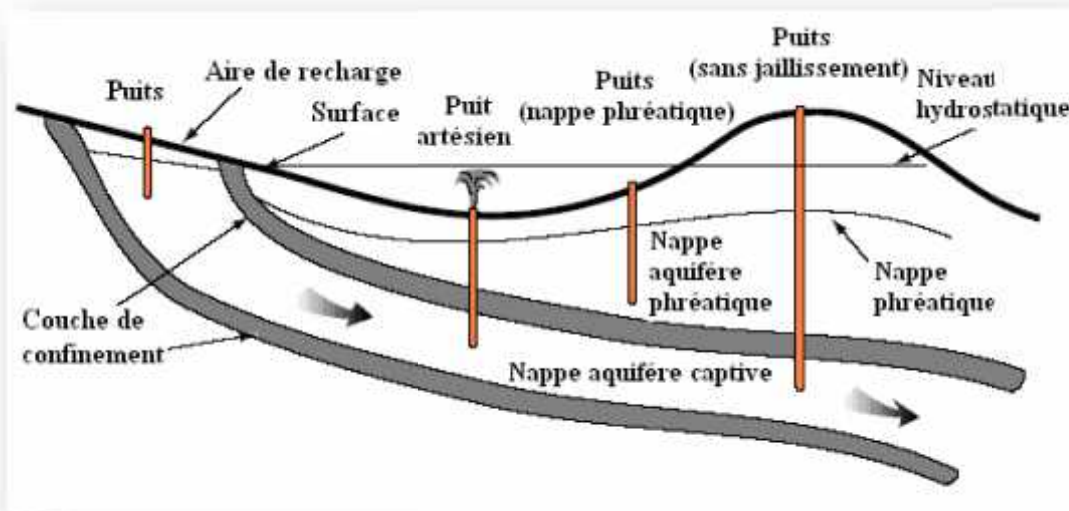
*مياه جوفية في طبقة ألبيان

والمقطع الهيدروجيولوجي الذي يمر عبر حوض ورقلة يبين بالتفصيل العمق وكيفية انحصار المياه الجوفية داخل مختلف الطبقات .



الشكل (2-4) مقطع هيدروجيولوجي المار عبر حوض ورقلة

والمقطع التخطيطي التالي يبين بصورة أوضح وضعية الطبقات المياه السطحية والجوفية .



الشكل (2-5) وضعيات طبقات المياه السطحية والجوفية

الفصل الثالث

كيفية توليد الطاقة الكهربائية
باستخدام الطاقة الشمسية

الفصل الثالث: كيفية توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية

مقدمة

يمكن للطاقة الشمسية أن تتحول إلى طاقة كهربائية بطريقتين أساسيتين هما: التحول الحراري، والتحول المباشر باستخدام الخلايا الكهروضوئية.

3-1 التحويل المباشر للطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية

تعد الخلايا الكهروضوئية أحد أهم الأساليب المعروفة والأكثر تفضيلاً لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية في المستقبل القريب ، ويتصف هذا الأسلوب بمزايا عديدة مقارنة مع الأسلوب الترموديناميكي أهمها :

- عدم الحاجة إلى تنظيم المراحل والعمليات الحرارية اللازمة.
- تعد بنية محطات القدرة العاملة بهذا الأسلوب أبسط بكثير، حيث إنها تحتوي أواحاً ثابتة مما يعطي إمكانية إنقاص وأحياناً الاستغناء كلياً عن صيانة مثل هذه المحطات ، وبالتالي سيكون استثمارها سهلاً في المناطق البعيدة والمعزولة حيث لا يتوفر الكادر الفني المختص ، وبالتالي فإن مصاريف التشغيل والصيانة قليلة.
- إمكانية تصميم خلايا كهروضوئية بحجوم مختلفة ومهام متنوعة و يمكن أن تتألف من أقسام مستقلة، وبمردود عمل يتطابق مع مردود الخلية بكاملها.
- وجود إمكانية كبيرة لتطوير وتصنيع الخلايا الكهروضوئية من حيث النوع والحجم (العنصر الرئيس في المحطات الكهروضوئية) وذلك بهدف إنقاص حجمها وكلفتها وزيادة استطاعتها.
- تعد الخلايا الكهروضوئية ذو موثوقية عمل عالية.
- بالإضافة لذلك فإن الخلايا الكهروضوئية قادرة على العمل بكفاءة وجودة عالية ولمدة طويلة وغير محدودة.
- إن السبب الرئيسي لعدم انتشار الخلايا الكهروضوئية المصنعة من أنصاف النواقل في الحياة العملية هو ارتفاع أسعارها ، حيث كانت الكلفة النوعية لإنتاج واحد واط من الاستطاعة المركبة تساوي (50\$) عام

1970م أما في عام 1988 وبفضل تقدم تكنولوجيا إنتاج الخلايا الكهر وشمسية وتحسين نوعية العمل فقد انخفضت هذه الكلفة حتى (5 \$) ، وينخفض في الوقت الحالي ثمن الخلايا الكهروشمسية باستمرار .
تعد مادة السليكون أحد أهم أنصاف النواقل المستخدمة في تصنيع الخلايا الكهروشمسية التي تعد بسيطة التركيب وأصبحت مدروسة بشكل جيد ، ففي عام 1954 تمت صناعة أول خلية كهروشمسية سليكونية في معهد بل لابس Bell labs في الولايات المتحدة الأمريكية بمردود (6%) .
ومن الجدير بالذكر أن السليكون كمادة نقية لا يوجد في الطبيعة على حالة منفردة بل في صورة متحدة، وهو من أكثر العناصر انتشاراً على سطح الأرض بعد الأوكسجين، وهو موجود في الطبقات الخارجية للأرض ويوجد في الطبيعة في صورة أكسيد سيليكات.

3-2 تعريف الخلايا الكهروشمسية

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

توجه ألواح الخلايا الكهروشمسية بزواوية ميل مناسبة في مواجهة الشمس كي تسقط أشعة الشمس عمودياً عليها . تحول الخلايا الشمسية الطاقة الشمسية مباشرة إلى قدرة كهربائية بدون عمليات وسيطية، فهي تمتص معظم الطيف الشمسي وتحول جزءاً من هذه الإشعاعات إلى طاقة كهربائية و يمكن استخدامها في الحال أو تخزينها.

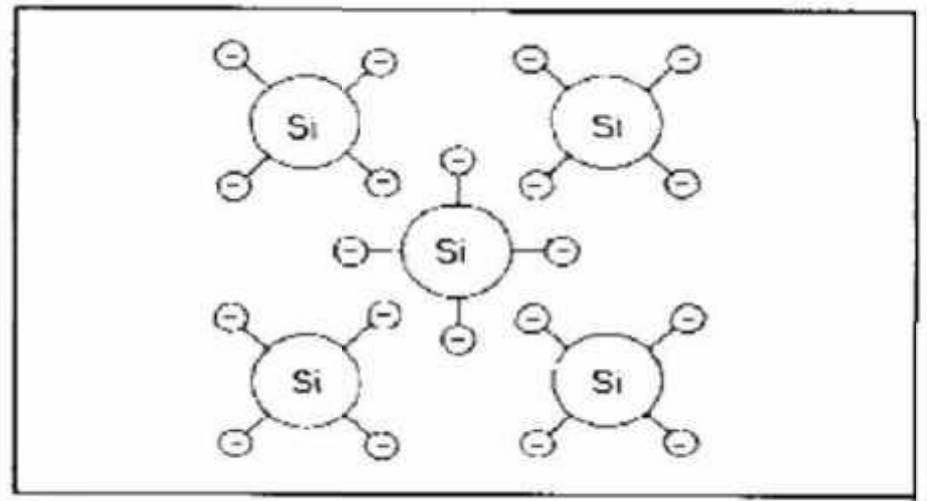
وتصمم المنظومات من هذا النوع أساساً لأجل المنشآت في المواقع البعيدة والمعزولة لفترات طويلة حيث تتصف مثل هذه المواقع عادة بقساوة عالية في طقسها، لذلك يجب أن تكون هذه المنظومات ذات مقاومة عالية للرياح والرطوبة والبرد والعواصف الرملية، وأن تحاط بتصميم ضد هجمات الطيور والحيوانات والتآكل ، لهذا فإن المواد الأساسية التي تثبت بها الخلايا يجب أن تقاوم هذه الأشياء المحيطة ومعدن هذه الخلايا لا يتعرض للتآكل، وهذه نقطة مهمة جداً حيث تصنع غالبية الخلايا الكهروشمسية من السيلكون وهو نصف معدن وقد يكون عازلاً وناقلاً في حالته كناقلاً لا تكون إلكترونات ذراته مرتبطة بإحكام مما يؤدي إلى جريانها بسهولة عندما يطبق عليها جهد كهربائي ، بينما تكون إلكترونات ذراته في حالة العازل

مرتبطة بشدة ولا يحدث جريان للإلكترونات عندما يطبق عليها جهدا كهربائيا ومن أسباب اختيار السليكون أنه:

- عالي التوصيل الحراري.
- الثبات الجيد مع الطقس المحيط.
- عازل للكهرباء.
- عالي القدرة.

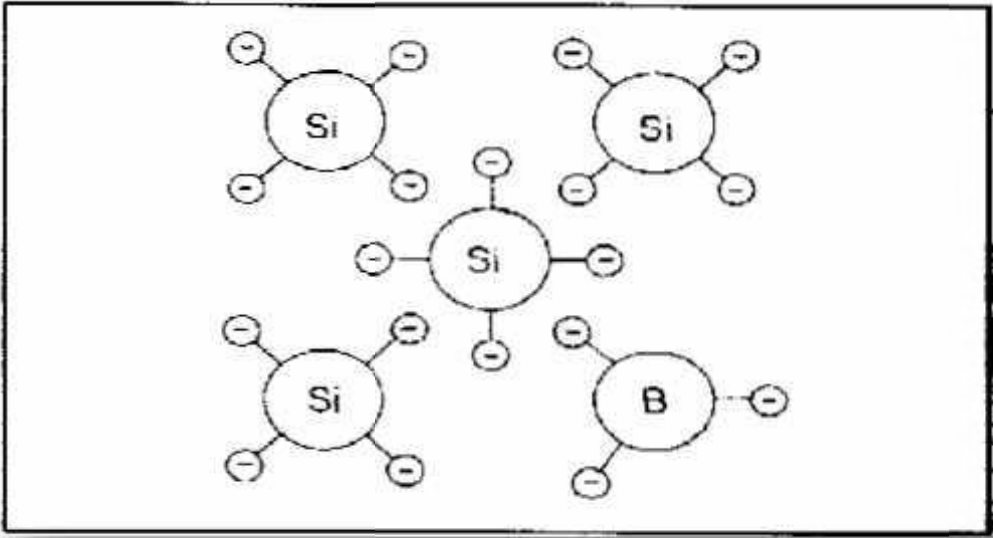
3-3 مكونات الخلية الكهروضوئية

تتكون الخلية الكهروضوئية من طبقة رقيقة من مادة السليكون، هذه المادة هي إحدى مواد أشباه النواقل المعروفة . تمتلك ذرة السليكون أربع إلكترونات تكافئية و تشترك مع ذرات السليكون المجاورة في رابطة تساهمية (تشاركية) كما في الشكل (3-1)



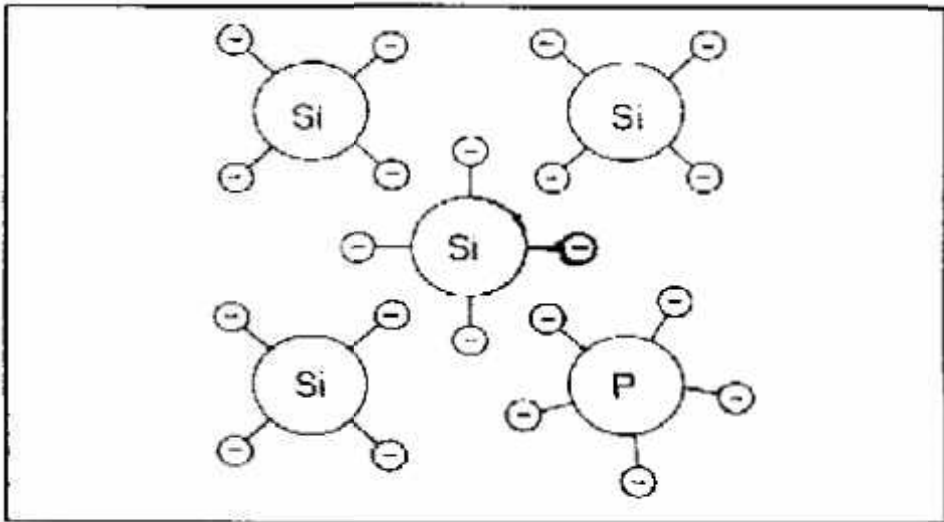
الشكل (3-1) البنية الذرية للسليكون

لتوليد الشحنة الموجبة في الخلية الكهروضوئية تدخل ذرات البرون التي تمتلك ثلاث إلكترونات تكافئية في تركيب السليكون الصافي . ترتبط هذه الذرات مع ذرات السليكون ويتشكل ثقب إيجابي الشحنة بدلا من الإلكترون الرابع المفقود . تسمى مادة السليكون مع شوائب البورون ناقلا إيجابيا أو من النوع (p) كما في الشكل (3-2) .



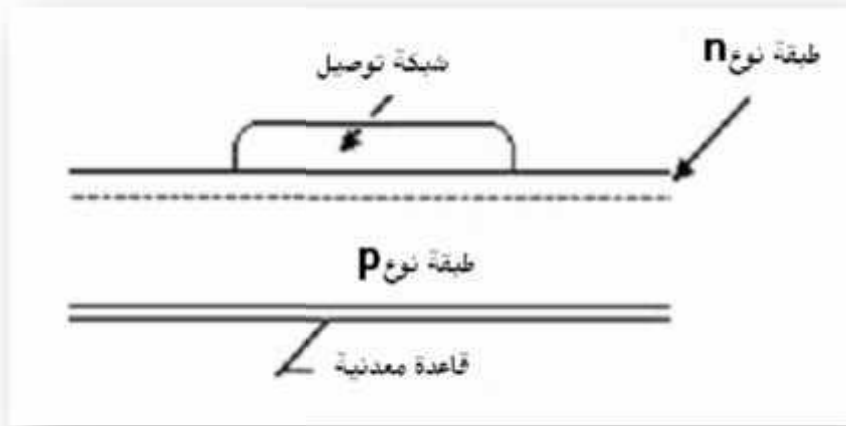
الشكل (2-3) ناقل من النوع (p)

لتوليد الشحنة السالبة في الخلية الكهروضوئية تدخل ذرات الفوسفور التي تمتلك خمس إلكترونات تكافئية في تركيب السليكون الصافي، ترتبط هذه الذرات مع ذرات السليكون ويتشكل إلكترون سلبى الشحنة . تسمى مادة السليكون مع شوائب الفوسفور ناقلاً سلبياً أو من النوع (n) كما في الشكل (3-3)



الشكل (3-3) ناقل من النوع (n)

تصنع الخلايا الكهروضوئية بوضع طبقة من النوع (n) و طبقة من النوع (p) معا، بهذا نكون قد حصلنا على المأخذ الموجب و المأخذ السالب للخلية الكهروضوئية .

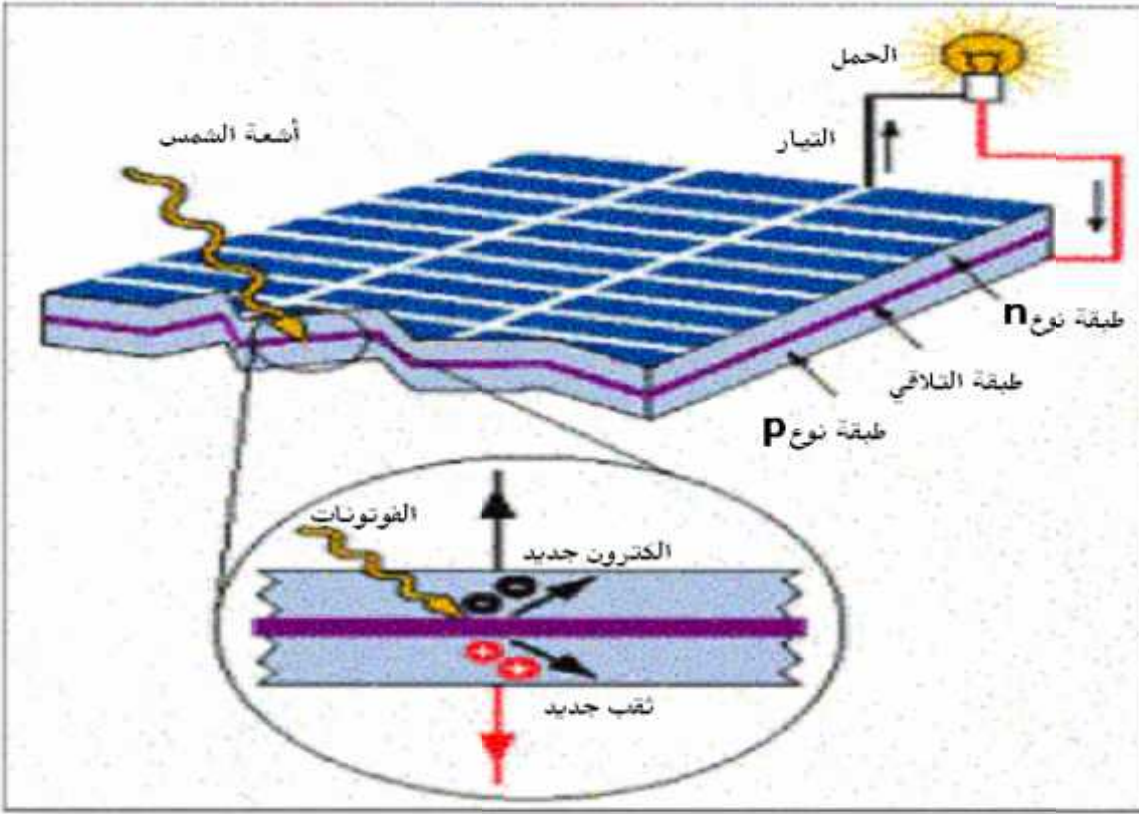


الشكل (3-4) يوضح التركيب الأساسي للخلية الكهروضوئية

3-4 طريقة عمل الخلية الكهروضوئية

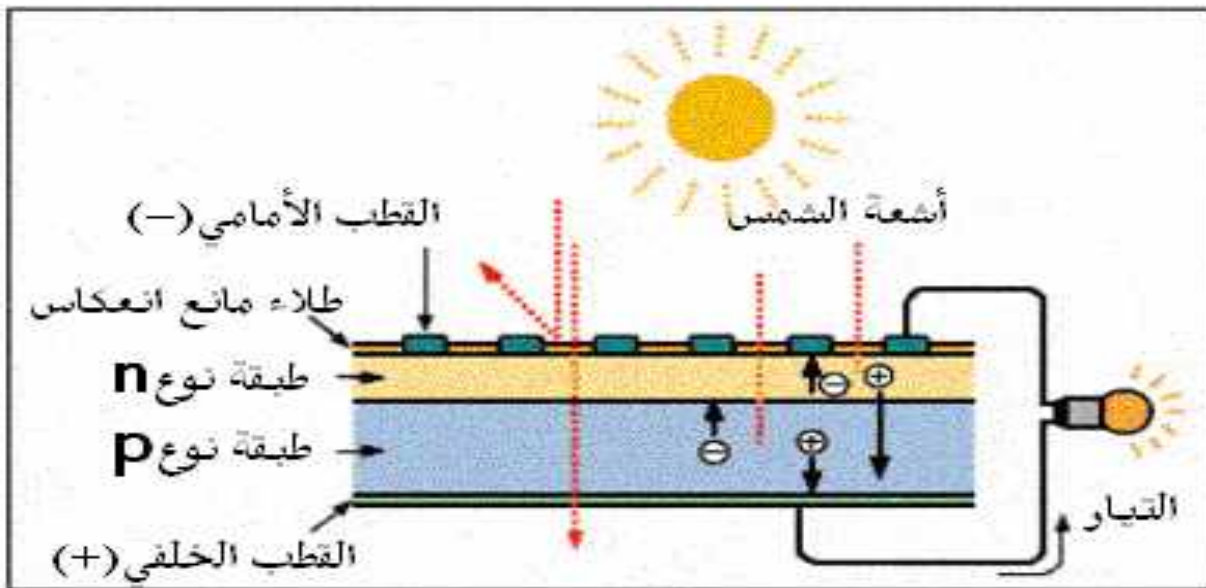
من الشكل (3-5) نلاحظ أنه عند سقوط ضوء الشمس على الخلية يمر هذا الضوء من خلال سطح الخلية و يمتص جزء منه بواسطة الطبقة الأولى للخلية وهي الطبقة التي تحتوي على الفسفور، أما أغلبية الضوء الساقط على هذه الخلية فيقوم بامتصاصه الجزء الخاص بذلك أي الطبقة التي تحتوي على خليط السيلكون بالبورون .

يتكون من خلال هذه العملية إلكترونات حرة الحركة يمكنها السريان خلال الموصل الكهربائي في أطراف الخلية، و تزداد هذه الحركة بزيادة كثافة الضوء الساقط على الخلية، وبالتالي يتشكل التيار الكهربائي المستمر. من هنا يمكننا توصيل حمل كهربائي على أطراف هذه الخلية والاستفادة من حركة الإلكترونات الناتجة من تسليط ضوء الشمس على الخلية .



الشكل (3-5) مبدأ عمل الخلية الكهروضوئية

يبين الشكل (3-6) مكونات خلية كهروضوئية، حيث تتألف الخلية الكهروضوئية المثالية من غطاء زجاجي لختم الخلية والكترودين أحدهما خلفي والآخر أمامي وطبقات من شبه المعدن.



الشكل (3-6) مكونات الخلية الكهروضوئية

3-5 أنواع الخلايا الكهروضوئية :

3-5-1 الخلايا السليكونية :

أ-الخلايا السليكونية أحادية البلورة (Monocrystalline silicon sells):

معظم الخلايا السليكونية الأحادية البلورية المتوفرة في الأسواق ذات كفاءة تقارب 15 % وتعرف الكفاءة بأنها النسبة المئوية من الطاقة الشمسية الساقطة على اللوح الكهروضوئية التي يتم تحويلها إلى كهرباء. وبالرغم من ميزة الكفاءة العالية التي تختص بها الخلية الكهروضوئية أحادية البلورة فإن سعرها مرتفع جداً لكونها مصنعة من سليكون أحادي البلورة وعالي النقاوة حيث طريقة التصنيع عالية التكاليف وتحتاج إلى عمال مهرة. الشكل (3-5) يبين لوحا كهروضوئيا مصنوعاً من خلايا كهروضوئية أحادية .



الشكل (3-7) لوح كهروضوئسي مصنوع من خلايا كهروضوئية أحادية التبلور

ويتم حالياً تصنيع بعض الخلايا من سليكون أقل نقاوة، وهذه الخلايا تكون أرخص سعراً وتنتج بكلفة أرخص باستخدام عمليات مختلفة قليلة الكلفة لكنها ذات كفاءة أقل وعمر زمني أقل.

ب-الخلايا السليكونية المتعددة البلورات (Polycrystalline silicon cells):

بالرغم من كون الخلايا الكهروضوئية المتعددة البلورات أرخص وأسهل تصنيعاً من الخلايا الأحادية البلورة بسبب النقاوة الأقل للمادة الأولية إلا أنها أقل كفاءة، وذلك كون حاملات الشحنة (الإلكترونات والثقوب) المولدة من قبل فوتونات الإشعاع الشمسي يمكن أن تتجمع على الحدود بين الحبيبات داخل السليكون المتعدد البلورات، وقد وجد أن كفاءة هذه الخلايا تتحسن عند عملية تصنيع المادة بطريقة تكون فيها الحبيبات كبيرة الحجم، ويتم ذلك بتبريد السليكون المذاب ببطء ثم توجه الخلايا من الأعلى إلى الأسفل،

وذلك للسماح للإشعاع الشمسي بالتغلغل بعمق خلال الحبيبات. الشكل (3-6) يبين لوحاً شمسياً مصنوعاً من خلايا كهروضمسية متعددة البلورات



الشكل (3-8) لوح شمسي مصنوع من خلايا كهروضمسية متعددة البلورات

تصل كفاءة الخلايا السليكونية المتعددة البلورات إلى 12 % أو أكثر بقليل.

ج- الخلايا السليكونية الغير بلورية (Amorphous silicon sells):

يمكن تصنيع الخلايا الكهروضمسية بطريقة أرخص من طرق تصنيع الخلايا السليكونية الأحادية والمتعددة البلورات، وهذه الخلايا تسمى بالخلايا السليكونية العشوائية (A-Si) حيث تكون ذرات السليكون فيها أقل ترتيباً من النوع البلوري. ففي السليكون العشوائي لا ترتبط كل ذرة ارتباطاً كاملاً مع الذرات المجاورة، إنما تترك ما يسمى بالرباط المتدلي، وتستطيع امتصاص إلكترونات إضافية عند إجراء عملية الطلاء. الشكل (3-6) يبين لوحاً شمسياً مصنوعاً من خلايا كهروضمسية غير بلورية



الشكل (3-9) لوح شمسي مصنوع من خلايا كهروضمسية غير بلورية .

ومن سلبيات هذه الخلايا قلة كفاءتها مقارنة بالخلايا السليكونية البلورية الأحادية والمتعددة البلورات، وأعلى كفاءة تم الحصول عليها مخبرياً من طرف العالم الياباني كانيكا (kaneka) سنة 2010 لا تتجاوز (11 %).

د- الخلايا السليكونية الشريطية :

يتم في هذه الطريقة إنتاج شريط من السليكون الأحادي البلورية باستخدام سليكون متعدد البلورية أو من سليكون أحادي مذاب.

3-5-2 خلايا الغاليوم أرسنايد :

ليس السليكون المادة الوحيدة الملائمة للاستخدام في تصنيع الخلايا الكهروضوئية، فهناك مواد أخرى يمكن استخدامها كـالغاليوم أرسنايد . وهي ملائمة جداً للاستخدام في تطبيقات الخلايا الشمسية لكونها ذات معامل امتصاص عالي للضوء . كما تتمتع بكفاءة جيدة، ويمكن أن تعمل تحت ظروف درجة حرارة عالية نوعاً ما بدون تناقص في أدائها كـالخلايا السليكونية وبعض أشباه النواقل التي تعاني من هذه المشكلة.

3-6-3 خلايا الكوبرانديوم ديسلنايد :

مواد من أشباه النواقل مركبة من النحاس والأنديم والسلينايد (CIS). وقد استخدمت في تصنيع خلايا وصلت كفاءتها مخبرياً إلى (12 %)

3-5-4 خلايا الكادميوم تليرايد (CdTe) :

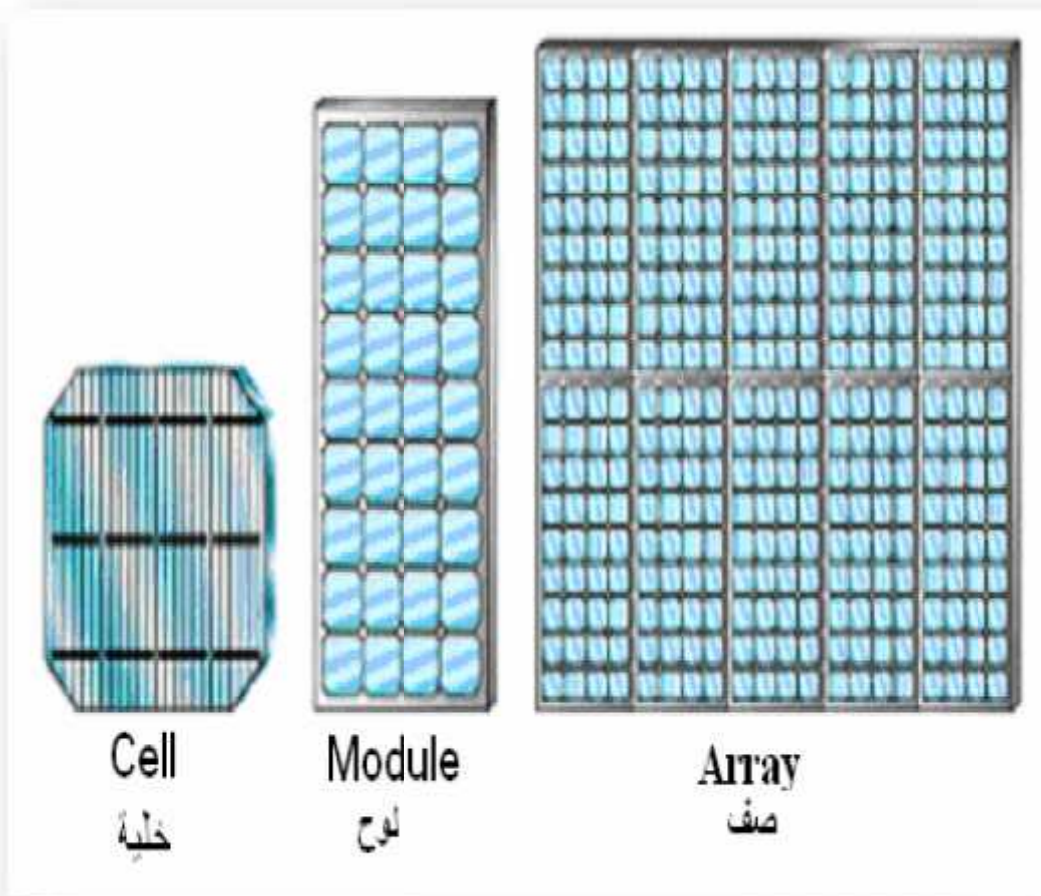
هي مواد من أشباه النواقل مناسبة لاستخدام الخلايا الكهروضوئية تتألف من الكادميوم و التليرايد . ومن محاسن هذه الخلايا إمكانية تصنيعها باستخدام عملية بسيطة ورخيصة من الطلاء الكهربائي . وقد وصلت كفاءة هذه الخلايا إلى (10 %) بدون تناقص في الكفاءة عند الاستخدام . لكن من مساوئها أن الكادميوم مادة سامة جداً.

3-6 الخصائص الكهربائية للخلايا والألواح الكهروضوئية :

يتألف اللوح الكهروضويسي (Module) من عدد من الخلايا التي تكون موصولة على التسلسل والتفرع مع بعضها البعض ضمن لوحة واحدة، ويجب أن تكون محمية من الماء والرطوبة والحرارة والسقوط حيث

توضع الخلايا الكهروضوئية في غلاف محكم مصنوع من الزجاج المسطح المفرد أو المضاعف، ويصل الإشعاع الشمسي إلى هذه الخلايا من خلال الزجاج ويمكن تجميع الألواح مع بعضها لتشكل الصف (Array) الذي يكون بحجم معين.

تركب الصفوف الكهروضوئية لزيادة مساحة التعرض المباشر للشمس، وتوضع عادة في منطقة خالية من ظل الأبنية والأشجار باتجاه الشمس وبزاوية مناسبة الشكل (3-7) يبين خلية كهروضوئية ولوحاً كهروضوئياً وصفاً كهروضوئياً .

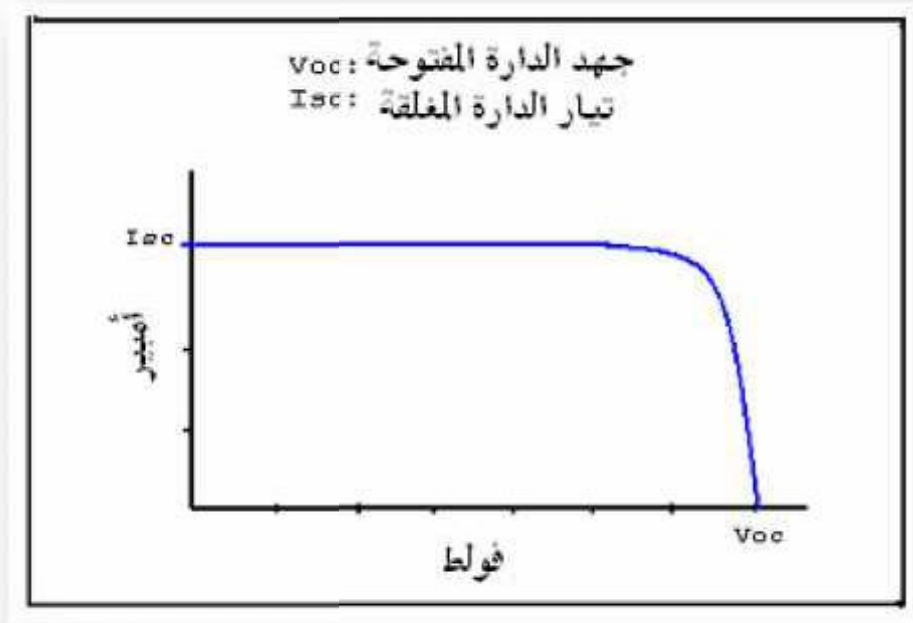


الشكل (3-7) خلية كهروضوئية ولوح كهروضوئي وصف كهروضوئي

تكون الطاقة الكهربائية المتولدة من الخلية الكهروضوئية بشكل تيار مستمر (DC) وتعتمد شدة هذا التيار على بارامترين: الأول هو الأشعة الشمسية الساقطة، والثاني هو التيار والفولط المطلوب للحمل. ويعتمد مردود اللوح الكهروضوئي على مردود هذه الخلايا.

وتعرف الخلية الشمسية ذات المساحة (100 cm^2) بأنها بطارية شمسية تقوم بإنتاج فولتية مقداره (0.5 v) والتيار يتناسب مع شدة الإشعاع الشمسي يصل مقداره ما بين ($2.5-3 \text{ A}$) في حالة شدة الإشعاع الشمسي القصوى.

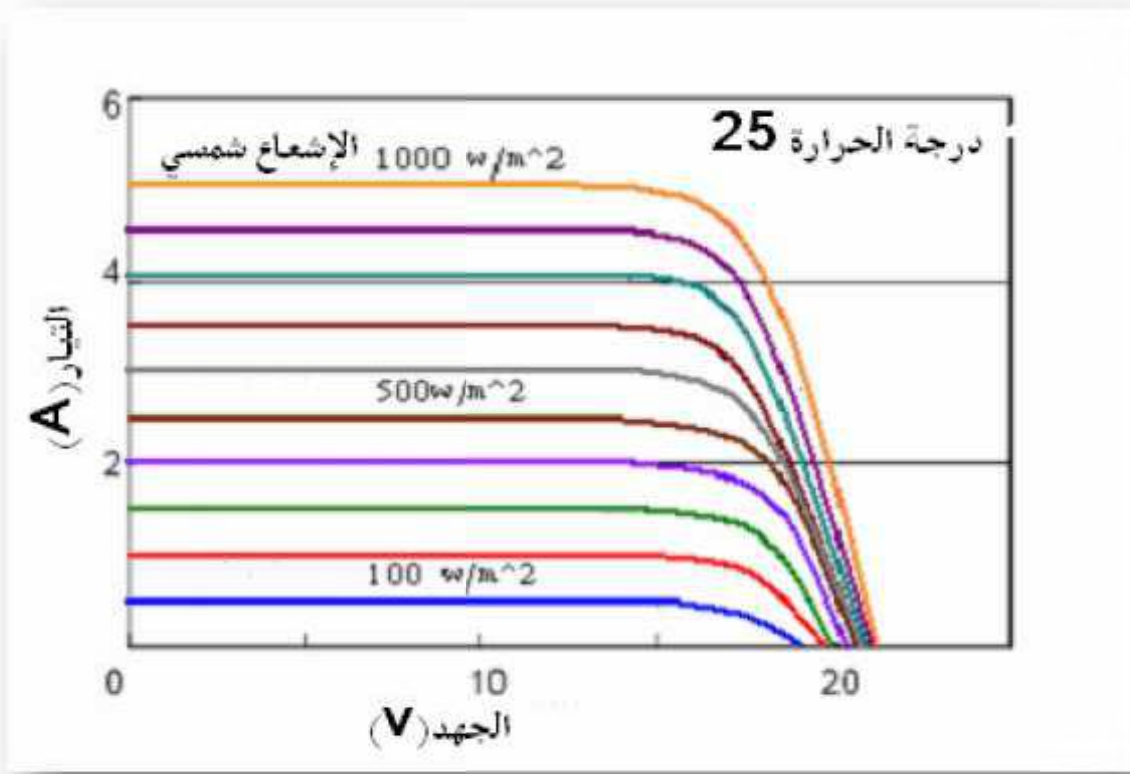
تتحدد الخلية الكهروضوئية بفرق جهد دارتها المفتوحة والتيار دارتها المغلقة والمنحنى (1-3) يوضح جهد الدارة المفتوحة بدلالة تيار الدارة المغلقة لخلية كهروضوئية مثالية



منحنى (1-3) لخلية كهروضوئية مثالية

فرق جهد الدارة المفتوحة هو الفولط الذي تعطيه الخلية الكهروضوئية عندما لا يمر في الدارة أي تيار، وهو الفولط الأعظمي الذي تعطيه الخلية الكهروضوئية من الإشعاع الشمسي.

أما تيار الدارة المغلقة فهو التيار المار في الخلية الكهروضوئية إلى دارة خارجية بدون حمل أو مقاومة، وهو التيار الأعظمي الذي تستطيع الخلية الكهروضوئية توليده من الإشعاع الشمسي (تيار القصر)، إن فرق الجهد المتولد من الخلية الكهروضوئية يبقى ثابتاً عند كل مستويات الإشعاع الشمسي الساقط لكن التيار المتولد يتغير بشكل مباشر تبعاً لقيم الإشعاع الشمسي الساقط عند كل لحظة زمنية كما في المنحنى (1-3).



المنحنى (2-3) تغير قيم الجهد والتيار تبعاً للإشعاع الشمسي

7-3 ربط الألواح الكهروضوئية على التسلسل : Modules in Series

في الحالة المثالية عند ربط مجموعة من الألواح الكهروضوئية المتماثلة عددها (n)

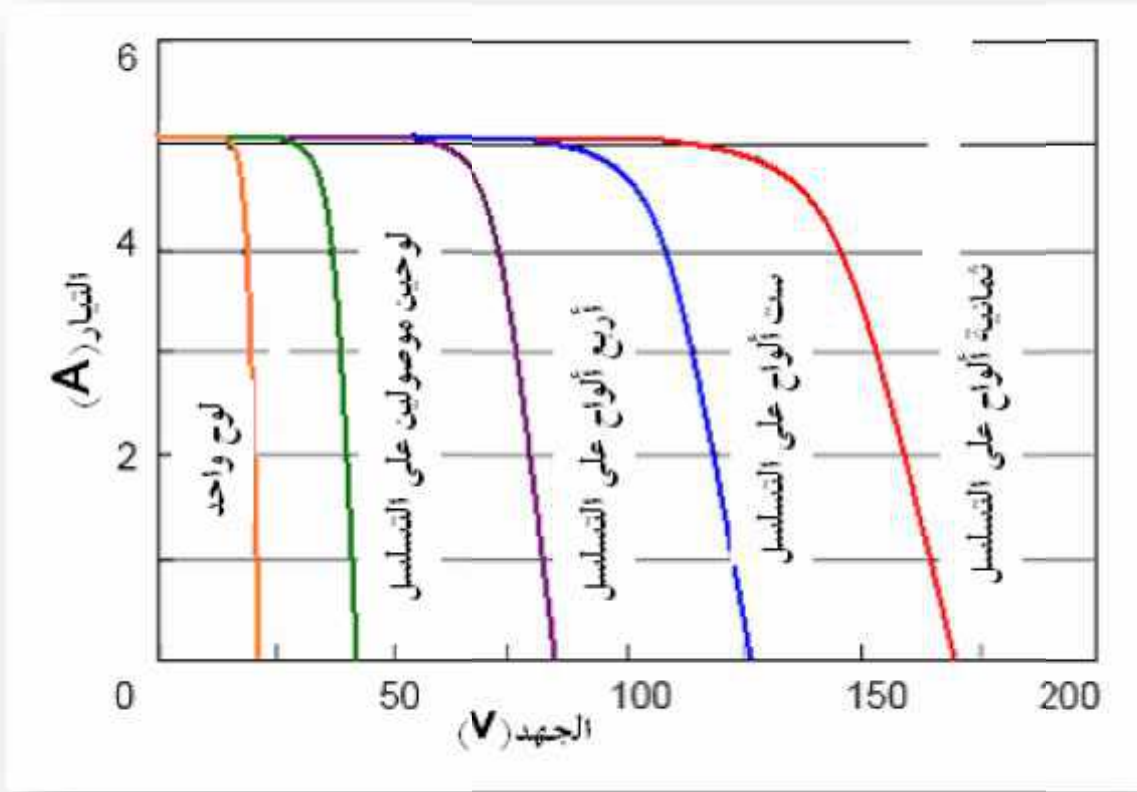
على التسلسل فإن فرق جهد الدارة المفتوحة يساوي عدد الألواح مضروباً بفولط لوح واحد (5) :

$$(3-1) \quad V_s = n \cdot V_{01} = n \cdot V_{02} = n \cdot V_{03} = \dots = n \cdot V_0 \quad \longrightarrow \quad (I=0)$$

أما عندما يكون التيار ($I > 0$) أي عند وجود حمل كهربائي فإن :

$$(3-2) \quad V_s = \sum_{1}^n V_{11} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad \longrightarrow \quad (I > 0)$$

المنحنى (3-3) يوضح الخاصية المثالية ل (n) لوح شمسي متماثل مربوط على التسلسل



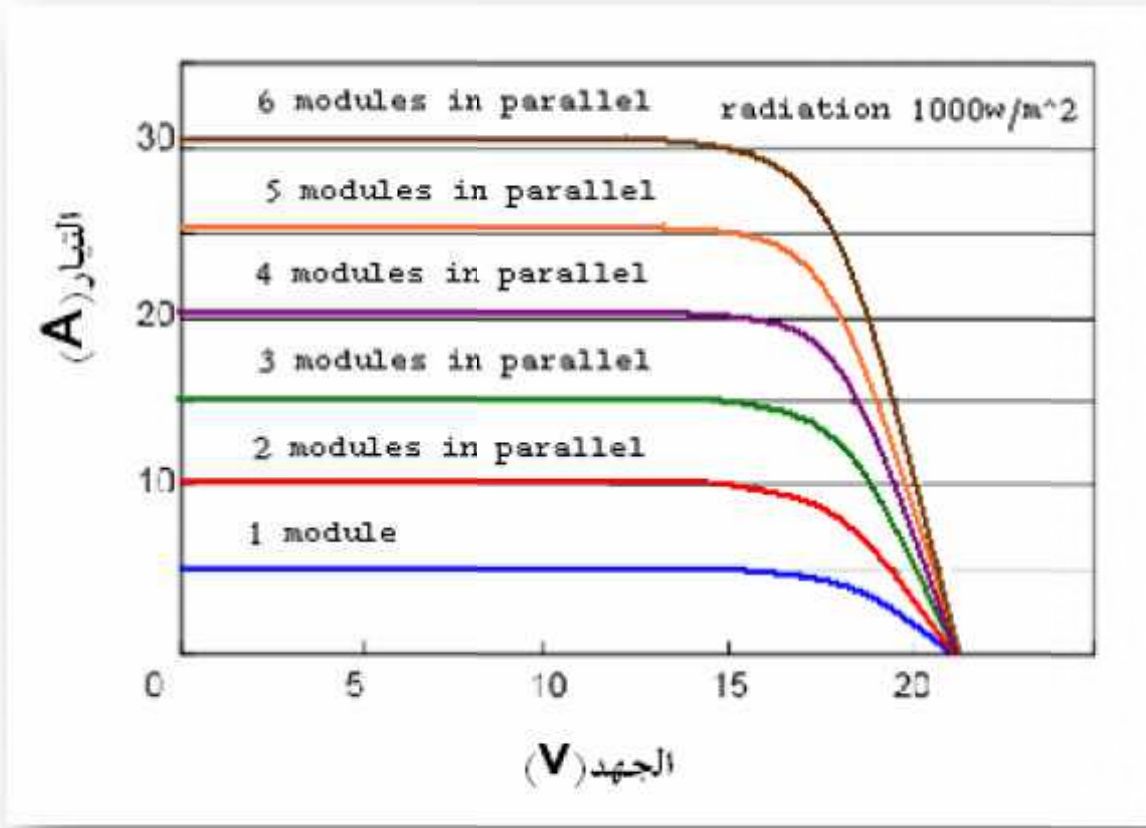
المنحنى (3-3) الخاصية المثالية للألواح الكهروضوئية المربوطة على التسلسل

8-3 ربط الألواح الشمسية على التفرع : Modules in Parallel

في حالة ربط عدد (n) من الألواح الشمسية المتماثلة على التفرع فإن الفولط الناتج يساوي فولط لوح واحد و التيار الناتج يساوي مجموع التيارات الخاصة لكل لوح (1----n) (5) :

$$(3-3) \quad I_s = \sum_{1}^n I_n = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$(3-4) \quad V_s = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$



المنحنى (3-4) الخاصة المثالية للألواح الكهروضوئية المربوطة على التفرع⁽⁵⁾

9-3 المولد الكهروضوئي : Solar Generator

بما أن مردود الخلايا الكهروضوئية منخفض نسبياً (لا يتجاوز 16%)، لذا يجب استخدام العديد من الألواح الكهروضوئية للحصول على قدرة كهربائية كبيرة، مجموعة هذه الألواح تسمى بالمولد الكهروضوئي.

يعتمد الفولط الناتج من المولد الكهروضوئي على مجموعة الألواح الشمسية الموصولة على التسلسل، وتكون طاقة المولد الكهروضوئي أكبر من طاقة اللوح الواحد عندما تكون الألواح موصولة على التفرع. إن المجموعة المتكاملة للألواح الكهروضوئية المربوطة مع بعضها البعض تتم بتركيب الملحقات من (تنشيت الألواح الكهروضوئية وأجهزة مراقبة وصندوق تجميع وأسلاك ومكونات أخرى).

إن تيار الخرج وجهده للمولد الكهروضوئي هو (5) :

$$(3-5) \quad V_o = \sum_{1}^n V_n = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

$$(3-6) \quad I_o = \sum_{1}^m I_m = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_m$$

حيث : (n) عدد الألواح المربوطة على التسلسل. (m) عدد الألواح المربوطة على التفرع.

والقدرة الناتجة من المولد الشمسي في هذه الحالة تعطى بالمعادلة التالية: (5)

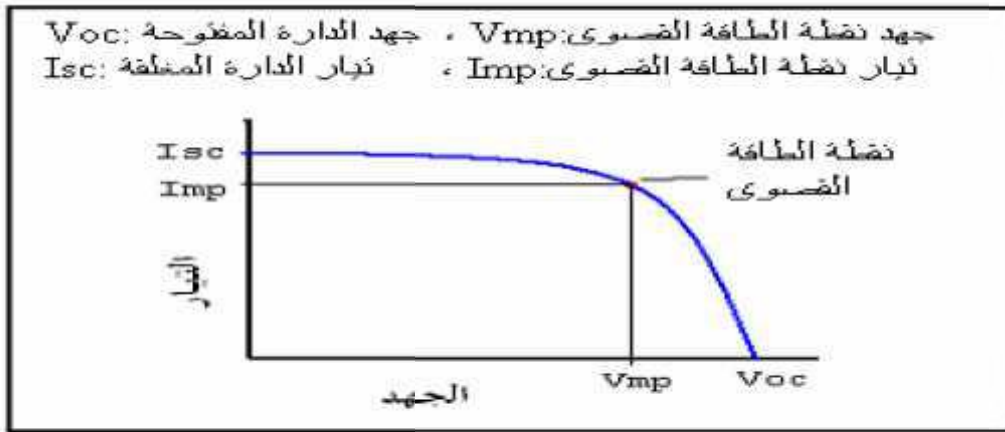
$$(3-7) \quad P_o = \sum_{1}^n V_n \sum_{1}^m I_m = (V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n) \cdot (I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_m)$$



الشكل (3-11) مولد كهروضوئي مؤلف من 12 لوح شمسي (3)

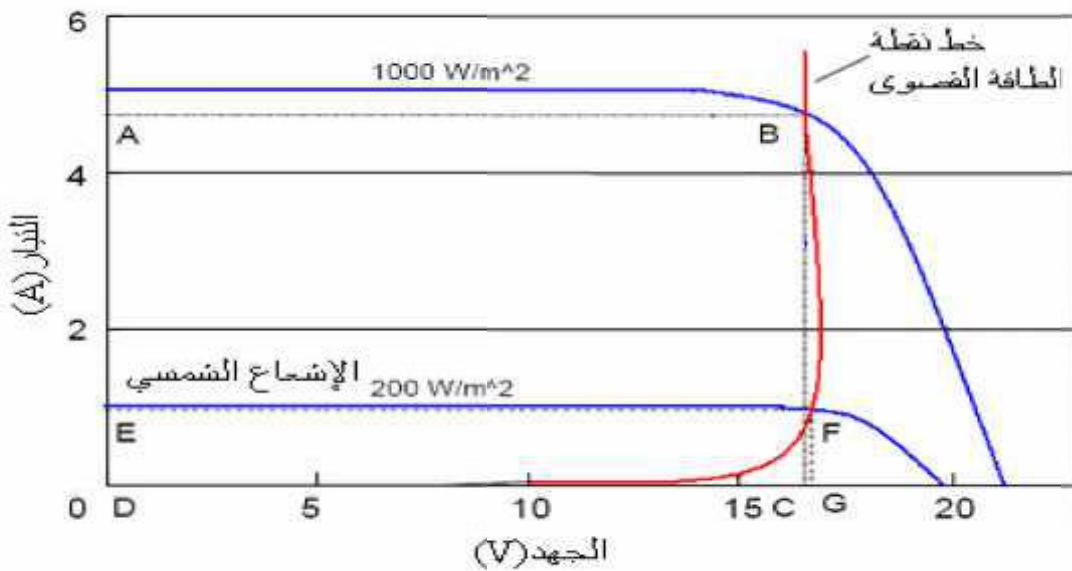
نقطة القدرة العظمى Maximum Power Point :

هي النقطة التي تكون عندها القدرة المتولدة من الخلية الكهروضوئية أكبر ما يمكن، أي أن نقطة القدرة العظمى (MPP) هي نقطة القمة بين خط التيار وخط الجهد على منحنى (3-1) التي تعطي أكبر مساحة على هذا المخطط , كما في المنحنى (3-5) .



منحنى (3-5) نقطة القدرة العظمى (MPP) (5)

إن التغير في شدة الإشعاع الشمسي الساقط ودرجة حرارة الخلية الكهروضوئية يؤدي إلى تغيير موقع نقطة القدرة العظمى (MPP) والمنحنى (3-6) يبين خط تغير نقطة القدرة العظمى ابتداءً من شدة إشعاع 100w/m حتى من شدة إشعاع 1000 w/m على منحنى (3-1).



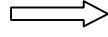
منحنى (3-6) خط تغير نقطة القدرة العظمى (5)

وتحسب نقطة القدرة العظمى (MPP) للوح الشمسي من العلاقة التالية (5) :

$$P_{m-m} = V_m \cdot I_m$$

$$V_c = n_c \cdot V_c$$

$$I_c = m_c \cdot I_c$$



$$P_{m-m} = m_c \cdot n_c \cdot V_c \cdot I_c \quad (3-8)$$

حيث أن : Pmd-max هي القدرة العظمى الخارجة من اللوح الكهروضوئي.

Vm : هو الفولط الخارج من اللوح الكهروضوئي عند نقطة (MPP).

Imd : هو التيار الخارج من اللوح الكهروضوئي عند نقطة (MPP).

Vcl : هو الفولط الخارج من خلية واحدة.

Icl : هو التيار الخارج من خلية واحدة.

Ncl : عدد الخلايا المربوطة على التسلسل في لوح واحد

Mcl : عدد الخلايا المربوطة على التفرع في لوح واحد.

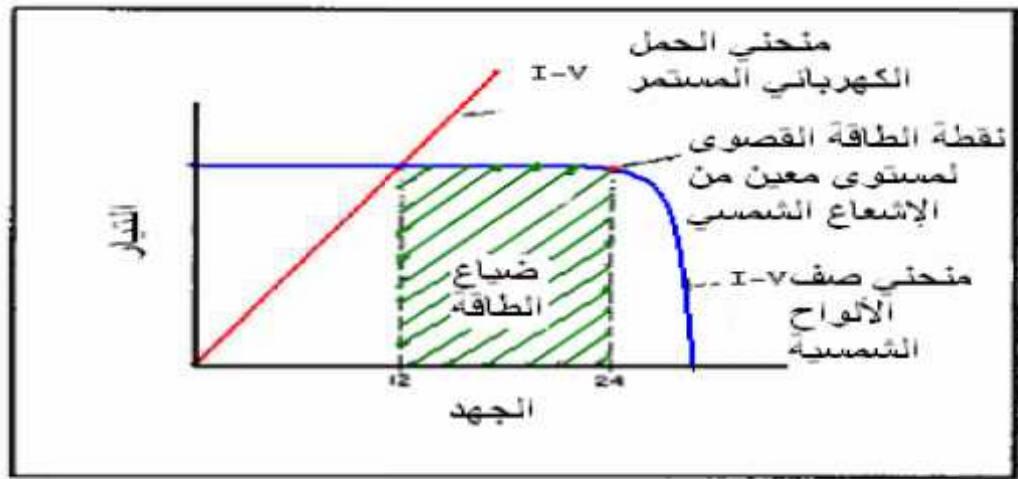
يكون تيار الحمل الكهربائي المستمر (DC) وفولطه على منحنى (3-1) بشكل خط مستقيم مائل، فعند

زيادة الطاقة الكهربائية الأولية يرتفع التيار بنسبة ثابتة بالنسبة للفولط. فإذا تم تصميم المولد الكهروضوئي

لتوليد (24) فولط والحمل يتطلب (12) فولط فقط فإن الحمل مهما زاد تبقى الطاقة ثابتة التي تقابل

12 فولط وبالتالي: سينتج عنه ضياع في الطاقة.

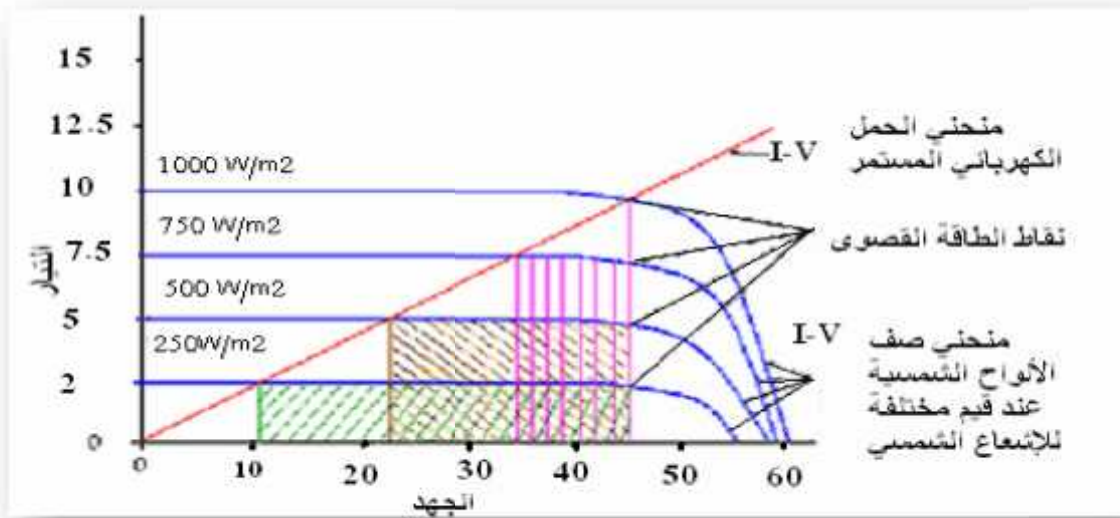
المنحنى (3-7) يبين خط الحمل الكهربائي وخط القدرة الذي لم يصمم بشكل صحيح.



منحنى (3-7) خط الحمل الكهربائي وخط القدرة الذي لم يصمم بشكل صحيح (5)

بالإضافة إلى الاختلاف في شكل منحنى (3-1) بين الحمل الكهربائي وخط القدرة للخلايا الكهروضوئية، هناك اختلاف مستمر في مستوى تيار الطاقة الكهروضوئية الذي يتغير بدوره حسب التغير في مستوى الإشعاع الشمسي الساقط المتوفر على مدار اليوم، وبالتالي : يتغير موقع نقطة الطاقة العظمى بشكل مستمر على المنحنى (3-1).

أدت هذه التقلبات في موقع نقطة الطاقة العظمى وعدم تساوي هذه النقاط مع بعضها البعض إلى وجود عدة نقاط على طول الخط المستقيم المائل للحمل الكهربائي المستمر على المنحنى (3-1) كما في منحنى (3-8).



منحنى (3-8) تغير موقع نقطة الطاقة العظمى تبعاً للإشعاع الشمسي

الفصل الرابع

نظام الضخ الكهروضوئي

الفصل الرابع: نظام الضخ الكهروشمسي

مقدمة

إن نظام الضخ الشمسي للمياه عامة يعمل حسب المعطيات المتوفرة أو العوامل التي تتحكم في نظام الضخ وهم ثلاث عوامل أساسية :

4-1 : العوامل المتحكممة في نظام الضخ :

4-1-1 عامل بعد المياه : وهو بدوره ينقسم إلى قسمين :

* بعد أفقي : ويتمثل في المياه على سطح الأرض مثل (بحيرة , نهر جدول ...) .

* بعد عمودي : وهو ما يعرف بالمياه الجوفية أو المياه الأرضية التي تكون مدخرة في طبقات الأرض .

4-1-2 عمل السقي : وهو مد شبكة السقي حيث أن طول الشبكة ونوعيتها وطريقة السقي (سقي عشوائي , سقي بالغمر , سقي بالتقطير) .

4-1-3 عامل تخزين المياه : يتمثل في وجود خزان أو حوض لتخزين المياه لان النظام يعتمد كليا على وجود الشمس , حيث يكون الخزان يكفي على الأقل ثلاثة أيام للسقي .

إن عامل بعد المياه بقسميه السطحي والعمودي أدى بدوره إلى اختلاف نوع الضخ الشمسي حيث اختلفت آلة الضخ وهي المضخة المستعملة حيث نتطرق بصفة عامة إلى أنواع المضخات

4-2 تعريف المضخة : هي آلة تقوم بامتصاص سائل منخفض الضغط لطرح سائل مرتفع الضغط . هذه الزيادة في الضغط هي تحويل طاقة ميكانيكية إلى طاقة هيدروليكية

4-2-1 أقسام المضخات : تنقسم المضخات إلى قسمين :

* مضخات حجمية (les pompes volumétriques) : وهي

أ- مضخات حجمية ذات حركات متناوبة (les pompes volumétriques à mouvement alternatives) وهي نوعان :

- مضخة ذات مكبس (la pompe à piston) .

- مضخة ذات غشاء (la pompe à membrane) .

ب- مضخات حجمية ذات حركات دوارة (les pompes volumétriques à mouvement rotatives) وهي ثلاث أنواع

- مضخة مسننة (la pompe à engrenage)

- مضخة لولبية (la pompe à vis)

- مضخة ذات ألواح (la pompe à palette)

* مضخات توربينية (la turbo pompe) وهي ثلاث أنواع :

- مضخات محورية ذات حركات محورية (la pompes axiales ou à hélice à écoulement axial)

- مضخات طاردة مركزية ذات حركات قطرية (les pompes helico-centrifuges à écoulement diagonal)

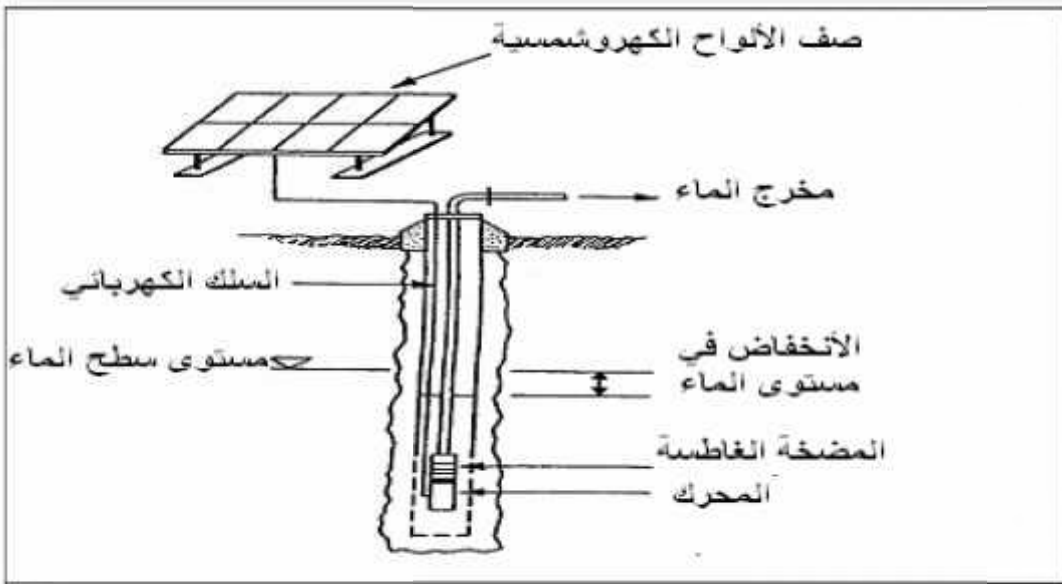
- مضخات طاردة مركزية ذات حركات شعاعية (les pompes centrifuges à écoulement radial)

3-4 أنواع أنظمة الضخ العاملة بالطاقة الشمسية :

تصنف أنظمة الضخ الكهروضمسية بشكل أساسي إلى خمس أنواع رئيسية:

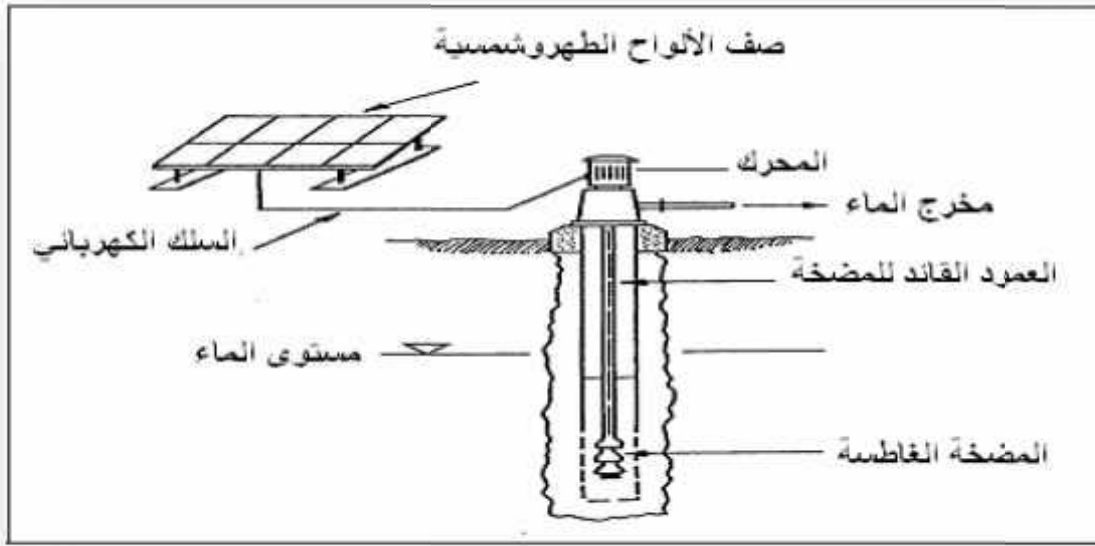
1-3-4 مضخة غاطسة طاردة مركزية متعددة المراحل: هذا النوع هو الأكثر شيوعاً من بين أنواع

المضخات الشمسية المستعملة لتزويد القرى بالماء. ويتميز هذا النوع بأنه سهل التركيب وتكون مجموعة (محرك-مضخة) مغمورة بالماء بعيداً عن الأخطار المحتملة. يمكن أن تتركب المضخة مع محرك تيار متناوب أو تيار مستمر مع وجود معرج عند استخدام نظام التيار المتناوب، وإذا تم استخدام محرك تيار مستمر مع مسفرات فمن الضروري أن تسحب الأجهزة من البئر كل سنتين تقريباً لاستبدال المسفرات. يستخدم هذا النوع في أنظمة الضخ الكهروضمسية ذات الاستطاعات الأقل من 1500W .



شكل (1-4) نظام ضخ كهروضمسي يستخدم مضخة غاطسة طاردة مركزية متعددة المراحل (5)

4-3-2 مضخة غاطسة محورية مع محرك سطحي: تم استخدام هذا النظام على نحو واسع بالمضخات التوربينية في سواحل غرب أفريقية في فترة السبعينيات .يتميز هذا النوع من المحركات بسهولة تبديل المسفرات، وإجراء الصيانات الأخرى بسبب كون المحرك مركبا على سطح البئر .كفاءة هذا النظام منخفضة بسبب ضياعات الطاقة الموجودة في محامل عمود نقل الحركة بين المحرك و المضخة، ومن عيوبه أيضاً كلفة التركيب العالية . وبشكل عام .يمكن استبدال هذا النظام بنظام محرك ومضخة غاطسين .

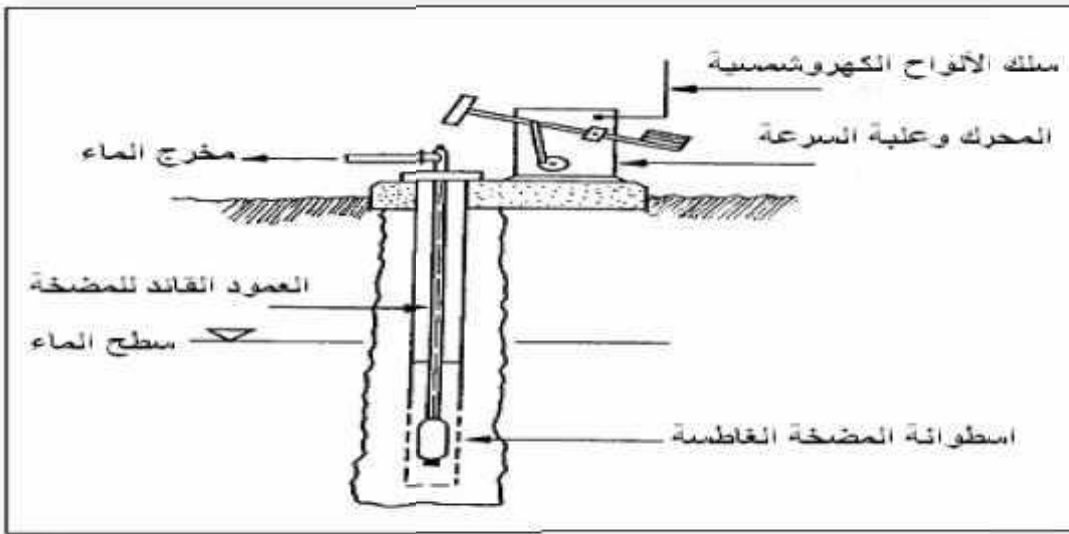


شكل (4-2) نظام ضخ كهروضوئى يستخدم مضخة غاطسة محورية مع محرك سطحي (5)

4-3-3 المضخات غاطسة ذات مكبس : يناسب هذا النوع من المضخات ارتفاعات الضخ العالية، والتدفقات المنخفضة، ويتناسب تدفق هذه المضخات مع سرعة دورانها.

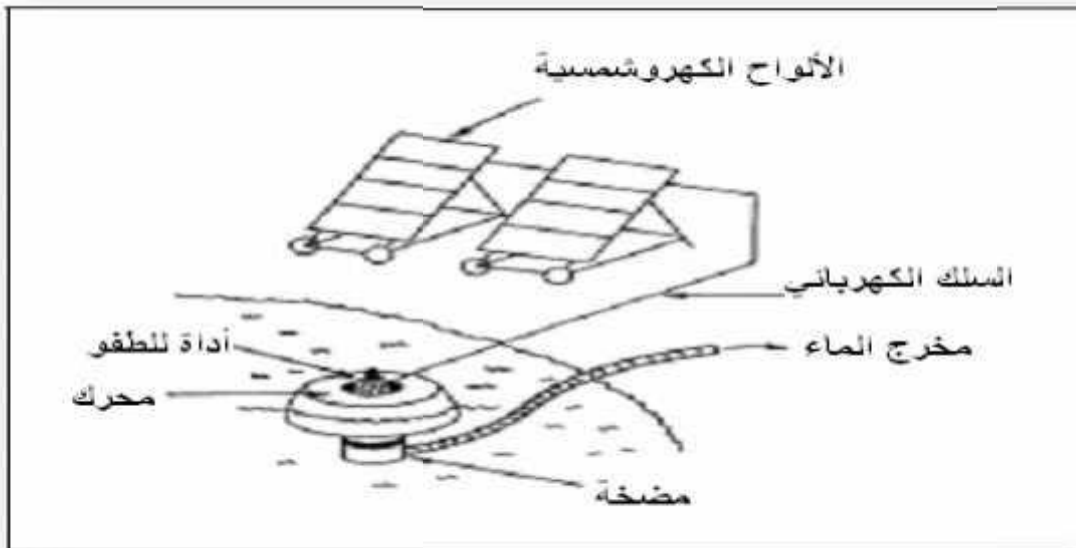
تكون قوى الاحتكاك في ارتفاعات الضخ العالية منخفضة بالمقارنة مع القوى الهيدروليكية، وهذا يجعل المضخات الترددية ذات الإزاحة الموجبة أكثر كفاءة من المضخات النابذة في هذه الحالة.

تخلق المضخات الغاطسة ذات مكبس حملا دوريا على المحرك الذي يحتاج من أجل كفاءة جيدة لأن يكون متوازناً، لذلك تكون مكونات المضخة الشمسية غالباً ثقيلة ومتينة و تكون أجهزة التحكم الكهربائية المستخدمة ذات ممانعة تيار متماثلة.



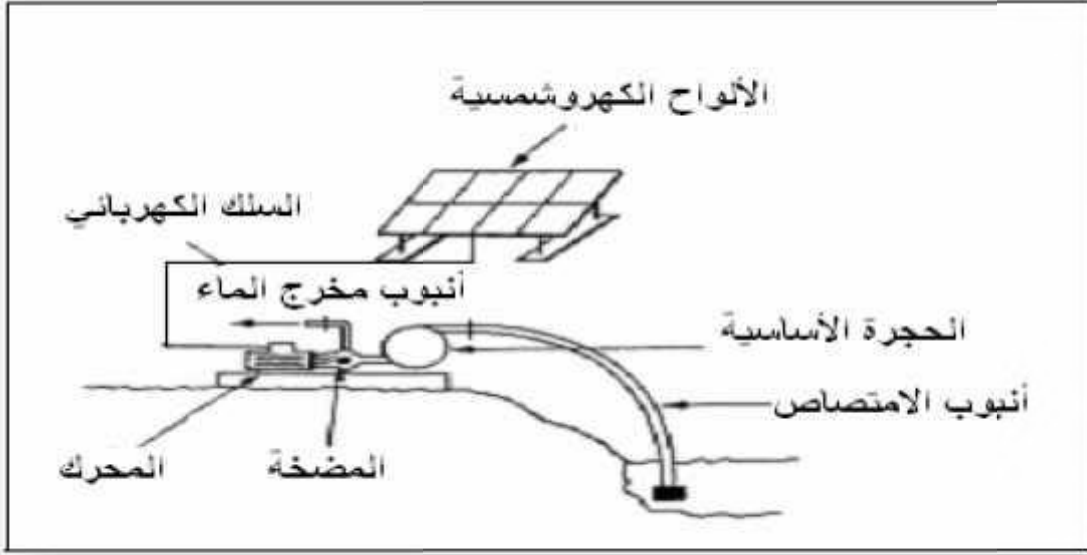
شكل (4-3) نظام ضخ كهروضمسي يستخدم مضخة غاطسة ذات مكبس (5)

4-3-4 مجموعة محرك ومضخة سطحية (عائمة) : إن تنوع مجموعات الضخ السطحية يجعلها مناسبة لعمليات الري ضمن الأفنية والآبار المفتوحة. تتميز هذه المضخات بسهولة الحمل و التنقل وعدم عمل المضخة بدون ماء تكون المضخات السطحية على الأغلب مضخات غاطسة بمرحلة واحدة وتعتمد بشكل واسع على محركات تيار مستمر بدون مسفرات. تتركب الألواح الكهروضمسية في هذا النوع من أنظمة الضخ غالباً على عجلات خاصة لتسهيل نقلها مع مجموعة الضخ.



شكل (4-4) نظام ضخ كهروضمسي يستخدم مجموعة (محرك-مضخة) سطحية (5)

4-3-5 مضخة الامتصاص السطحية: ينصح بعدم استخدام هذه المضخات إلا في الحالات التي يكون فيها مراقب فني موجودا بشكل مستمر قرب المضخة. على الرغم من أن كون حجرة المضخة مليئة بالماء وصمامات منع خروج الماء تعمل بشكل دائم إلا أن احتمالات فقدان الماء من الحجرة واردة. هذه المضخات غير عملية عندما يكون ارتفاع أنبوب الامتصاص أكثر من (8) أمتار.



شكل (4-5) نظام ضخ كهروضوئى يستخدم مضخة امتصاص سطحية (5)

4-4 مكونات نظام الضخ الكهروضوئى شمسي : يتألف نظام الضخ الكهروضوئى من الأجزاء

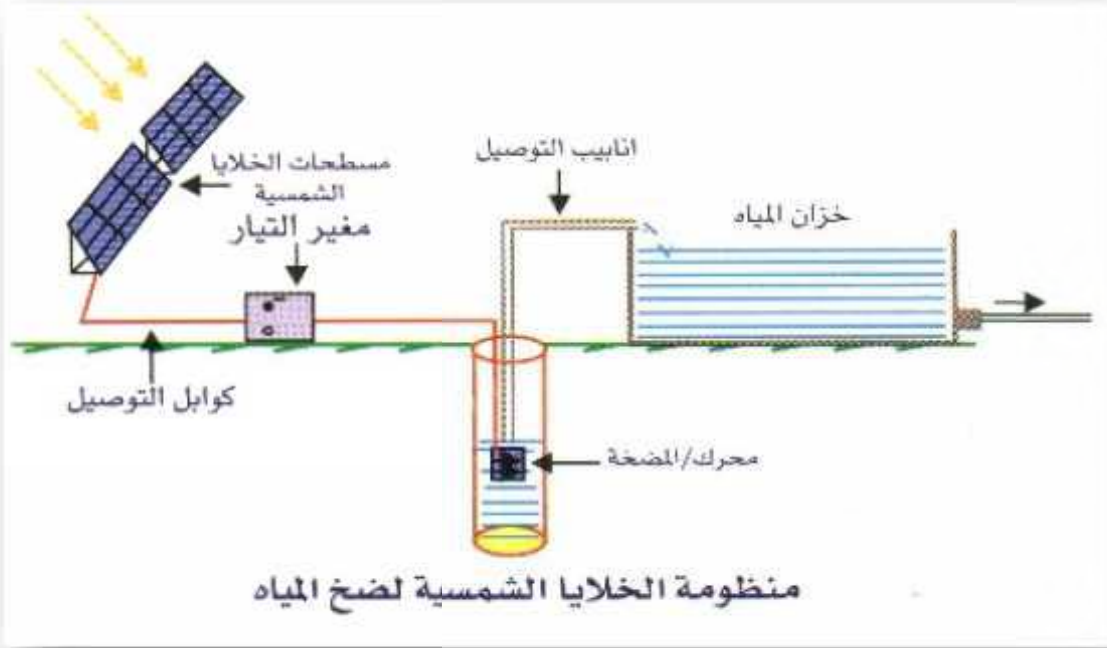
الرئيسية التالية:

1. الألواح الكهروضوئية وملحقاتها وتعتبر مصدر الطاقة .
2. مجموعة المحرك والمضخة، حيث يتم تحويل الطاقة الكهروضوئية إلى طاقة كهربائية ثم إلى طاقة هيدروليكية.
3. الخزان أو حوض التخزين و شبكة التوزيع التي توصل الماء إلى نقاط السقي المطلوبة .

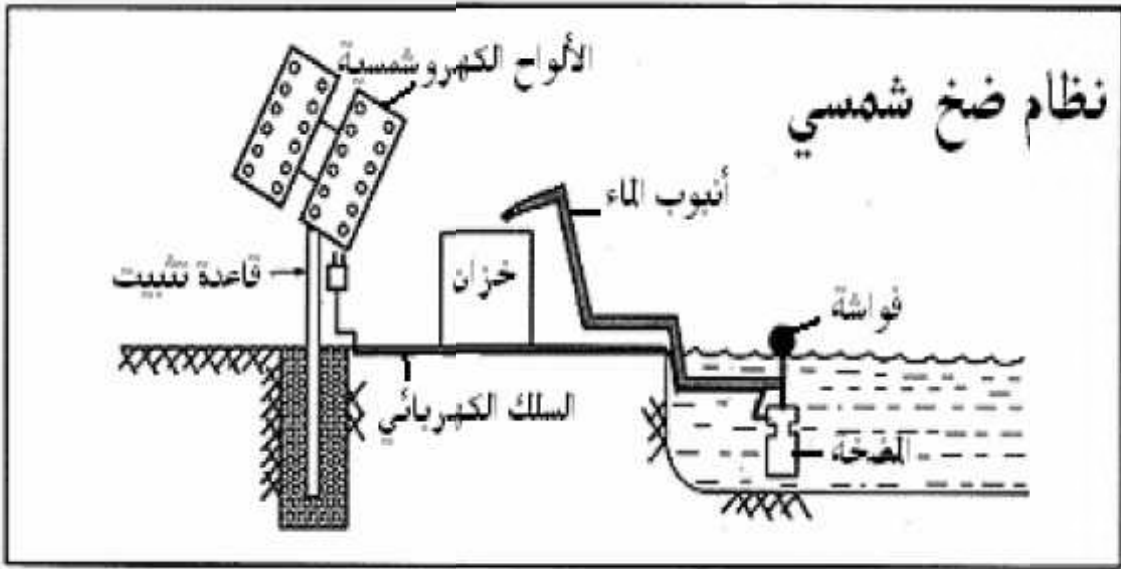
وعموماً هناك نوعان من أنظمة الضخ الكهروضوئية بحسب التيار الكهربائي المستخدم:

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

والفرق بين النظامين هو وجود مغير التيار في النظام المتناوب وهذا عائد لنوع المضخة المستخدمة :

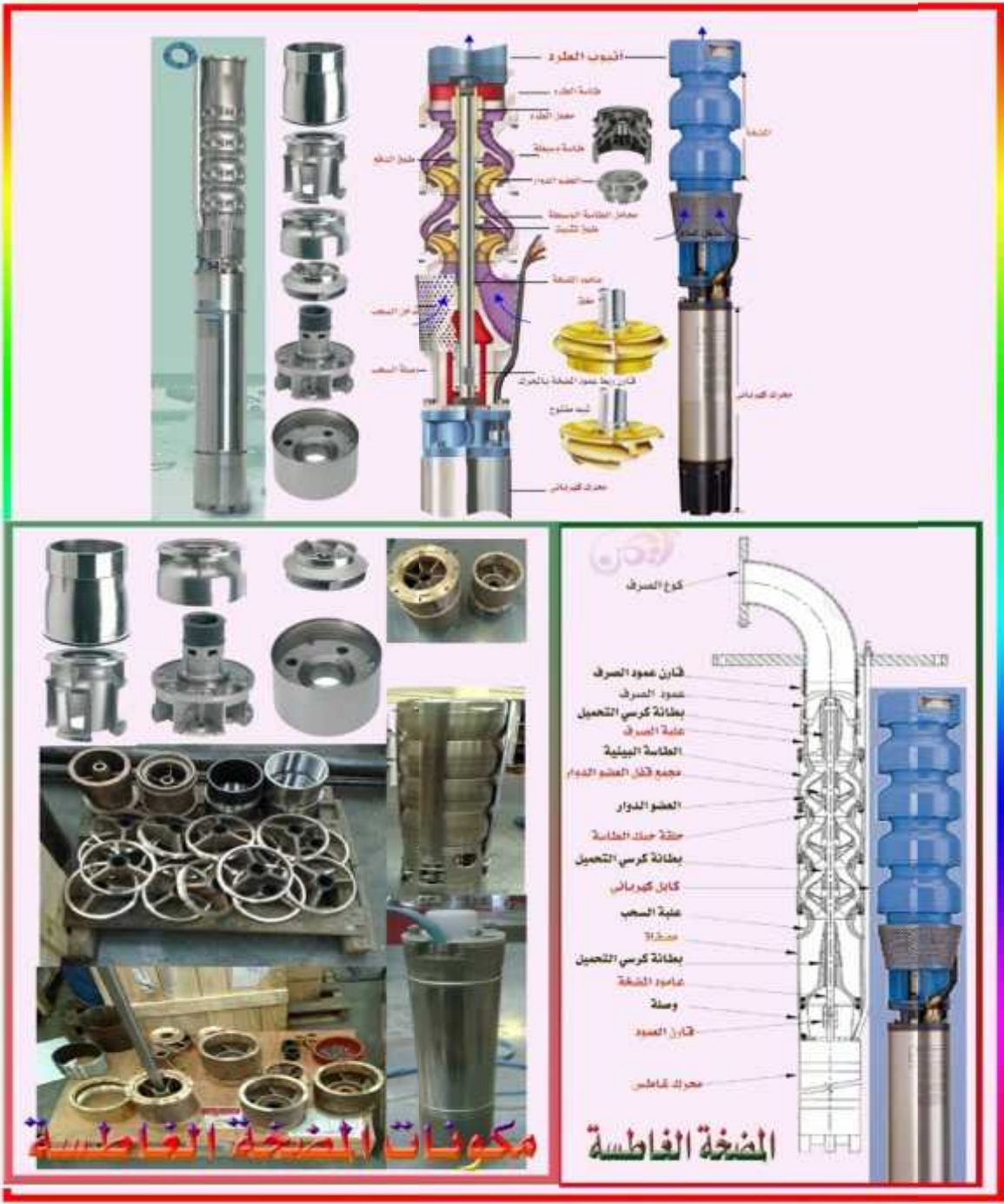


الشكل (4-6) نظام ضخ كهروضوئي بتيار متناوب (AC)



الشكل (4-7) نظام ضخ كهروضوئي بتيار مستمر (DC) (5)

4-5 خصائص المضخة : إن معيار اختيار نوع المضخة من مضخة غاطسة بكل أنواعها أو مضخة سطحية بكل أنواعها تتحكم فيه طبيعة المكان حيث في دراستنا هذه لمنطقة ورقلة نجد أن المياه جوفية متوفرة وغياب المياه السطحية يجعل الاختيار المناسب هي مضخة غاطسة والشكل التفصيلي للمكونات الداخلية للمضخة الغاطسة الطاردة المركزية :



الشكل (4-8) المكونات الداخلية للمضخة الغاطسة الطاردة المركزية(2)

أما المعايير التقنية لتحديد المضخة فهي كالتالي :

- التدفق (Débit) : وهي كمية المياه التي تضخ في وقت زمني معين وتقاس ب (م³/سا) أو (ل/سا)
أما في ضخ المياه باستعمال الطاقة الشمسية فتكون وحدة القياس (m³/j)
- ارتفاع الضغط الكلي HMT: وهو الاختلاف في الضغط بالمتري بين مستوى الامتصاص ومستوى الطرح أو الضخ. أو طول القناة من المستوى الديناميكي إلى مستوى إلى مستوى الطرح أو الضخ ويعطى وفق العلاقة :

$$(4-1) \quad HMT = Hgt + \Delta H$$

Hgt : هو الارتفاع بين المستوى الديناميكي ومستوى الطرح أو الضخ ويعطى وفق العلاقة التالية :

$$(4-2) \quad Hgt = Hr + Hd$$

Hs : وهو المسافة بين المستوى الساكن للماء في البئر و سطح الأرض .

Hd : وهو المسافة بين المستوى الديناميكي و سطح الأرض.

Hr : وهو المسافة من سطح الارض الى مستوى الطرح أو الخزان

Hd-Hs= Rm : الفرق بينهما يسمى مستوى التنزيل (ريتمو) وهو مساوي لتدفق المياه الجوفية نحو البئر

ΔH : وهو الضياع الطاقوي الناتج عن احتكاك الماء ب سطح القناة ويقدر ب 10% أو أكثر من مقدار

ارتفاع الضغط الكلي HMT ويعطى بالعلاقة :

$$\Delta H = 10\% * HMT$$

ويكون هذا الضياع ناتج عن الارتفاع Hd بدلالة الطول L للقناة وقطر القناة D وفق العلاقة ل Darcy-Weisbach

$$(4-3) \quad h_d = \lambda \frac{L V^2}{D 2g}$$

λ : معامل احتكاك جدار القناة

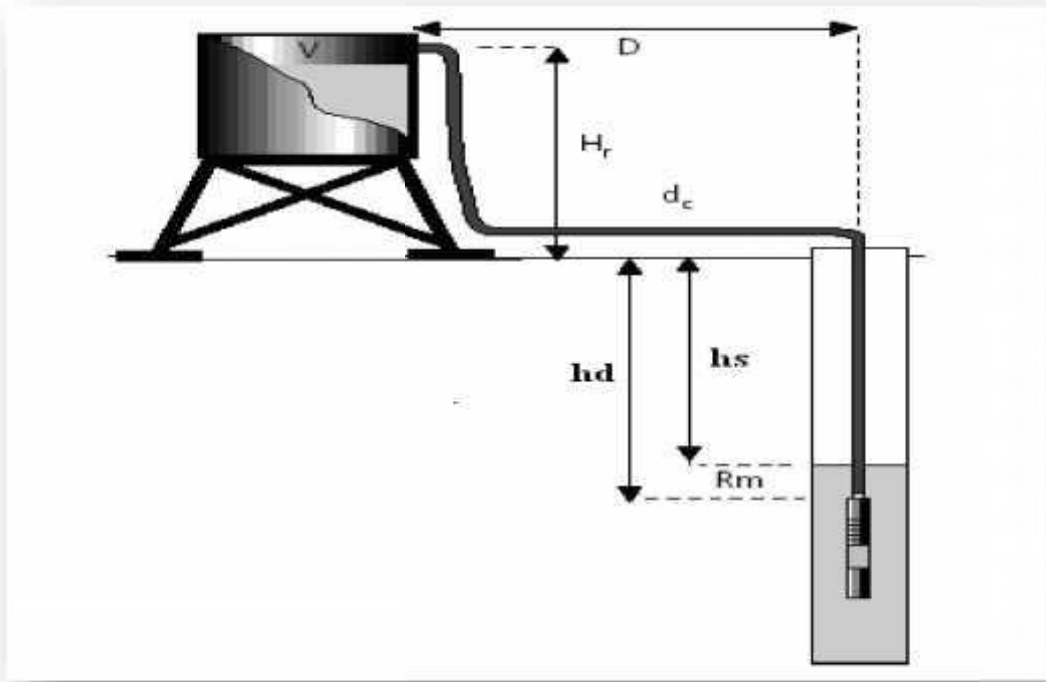
V: السرعة المتوسطة للسائل m/s

L: طول القناة m

D: قطر القناة m

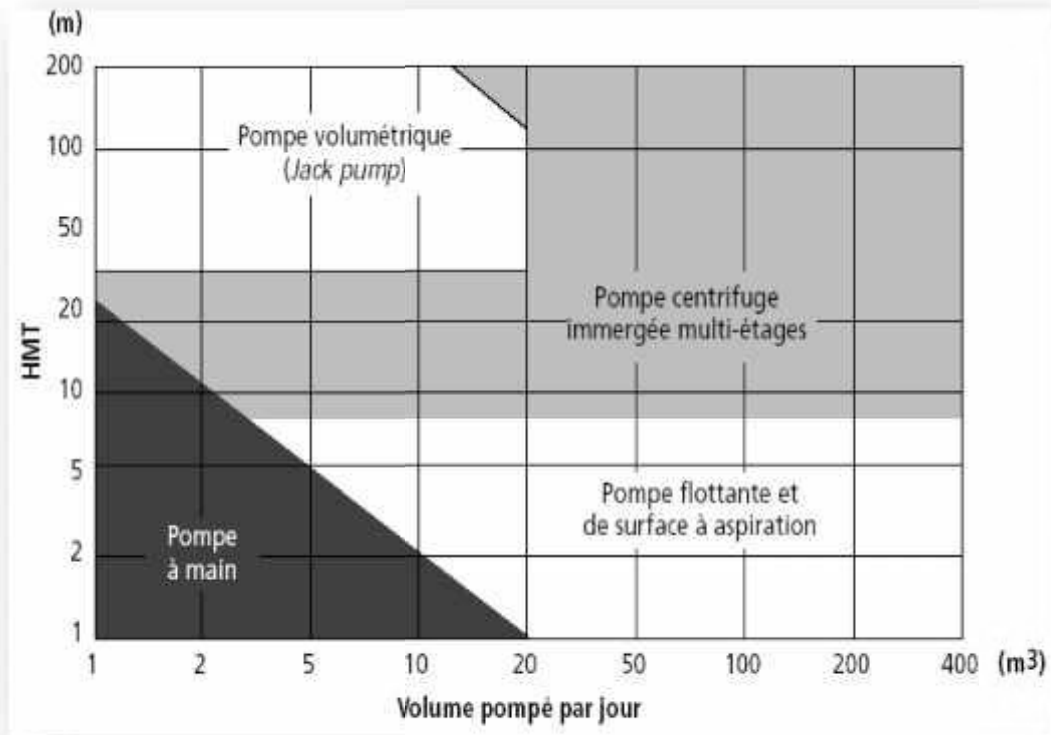
g : تسارع الجاذبية الأرضية m/s²

كذلك الضياع الطاقوي يكون في الإكسسوارات أو لواحق القناة من (كوع بكل زواياه , صمام الغلق...)



الشكل (4-9) معطيات حول اختيار المضخة (1)

وبالتالي يكون اختيار المضخة حسب المعلومات السابقة ملخصاً بالمنحنى أسفله



الشكل (4-10) اختيار المضخة انطلاقاً من ارتفاع الضغط الكلي HMT و التدفق (Débit) (1)

4-6 خصائص القناة : إن قطر القناة المستعملة يكون وفق جدول أو مخطط يشرح فيه عملية اختيار القناة المناسبة حيث تكون نسبة الضياع الطاقوي اقل على العكس تزيد نسبة الضخ والتدفق لذلك وجدت علاقة تقريبية (approximation) لاختيار قطر القناة

$$(4-4) \quad D = K \sqrt{Q}$$

D : قطر القناة m

K : معامل متغير بين 0.75 و 1.40

Q : التدفق الأعلى أو الذروة m³/s

وحسب معادلة الاستمرارية كالتالي :

نستخرج من هذه المعادلة السرعة المتوسطة⁽¹⁾

$$(4-5) \quad Q = \frac{f D^2}{4} V$$

$$(4-6) \quad V_m = \frac{4 \cdot Q}{f \cdot D_m^2}$$

إن قطر القناة التجاري الأكثر تقريب وملائمة مع الأجهزة المستعملة لأفضل نتيجة يعطى بالعلاقة :

$$(4-7) \quad D_m = \sqrt{Q}$$

4-6-1 حساب الضياع الطاقوي داخل القناة⁽¹⁾ :

أ - الضياع الطاقوي الخطي

$$(4-8) \quad \Delta H_L = \frac{\} \cdot V^2 \cdot L}{2 \cdot g \cdot D} = \frac{\} \cdot L}{2 \cdot g \cdot D \cdot A^2 \cdot (3600)^2} \cdot Q^2$$

- Q: تدفق السريان (m³ /h).
- L : طول القناة (m).
- A : مساحة القناة (m²).
- V : السرعة المتوسطة لسريان السائل (m/s).
- D : قطر القناة (m).
- g : تسارع الجاذبية الارضية 9.81 m/s².

- حساب معامل الضياع الطاقوي الخطي (}) ⁽¹⁾ : لحساب معامل الضياع يجب حساب أولاً عدد رينولد وهو وفق العلاقة التالية

$$(4-9) \quad R_e = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

€ : اللزوجة الحركية للماء $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

هناك احتمالين لحساب معامل (})

• حالة سريان رقائقي $Re < 2300$ تكون

$$(4-10) \quad \} = \frac{64}{Re}$$

• حالة سريان مضطرب $Re > 2300$ نطبق Nikuradse

(4-11)

C : معامل متعلق بارتفاع القناة 10^{-4}

إذا كانت القناة جديدة مصنوعة من مادة الفونت , الصلب , الاسمنت المسلح ذو سطح جد أملس

إذا كانت القناة مصنوعة من الفونت مضى عليها عدة سنوات $C = 2 \cdot 10^{-3}$

ب- الضياع الطاقوي الثانوي ⁽¹⁾

$$(4-12) \quad \Delta H_s = \sum \frac{K_i \cdot V^2}{2 \cdot g} = \sum \frac{K_i}{2 \cdot g \cdot A^2 \cdot 3600^2} \cdot Q^2$$

Ki : معامل الضياع للاكسورات أو ملحقات القناة الجدول (3-5)

ومنه يكون الناتج الكلي للضياع : ¹

$$(4-13) \quad \Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_s = \left(\frac{\} \cdot L}{2 \cdot g \cdot D \cdot A^2 \cdot 3600^2} + \frac{K_i}{2 \cdot g \cdot A^2 \cdot 3600^2} \right) Q^2$$

7-4 اختيار الخزان : من الأحسن أن يكون الخزان يكفي لثلاثة أيام أي بسعة 2000 م³ لان السقي

اليومي كما هو مذكور في الجدول (3-5) هو 59.76 م³/سا أي بالتقريب 60 م³/سا لشهر جويلية

كما سنأخذ مقاسات الخزان على هذا الأساس للدراسة .

لذلك ستكون أبعاد الخزان هي الطول = 5 م , العرض = 4 م , الارتفاع = 3 م .

الفصل الخامس

دراسة السقي الفلاحي بواسطة الطاقة
الشمسية لناحية ورقلة

الفصل الخامس: دراسة السقي الفلاحي بواسطة الطاقة الكهروشمسية لناحية ورقلة

مقدمة

إن الدراسة التقنية لكيفية السقي الفلاحي تتطلب معلومات أولية لكل منطقة نذكر منها :

- الرصيد الشمسي للمنطقة - درجة الحرارة - نوعية التربة - طريقة السقي - نوعية قنوات السقي
- الضياع الطاقوي للإكسسوارات أو الملحقات (كوع, صمام الغلق ...), كمية الاستهلاك لليوم والشهر
- لنبته النخلة , عمق البئر (المستوى السكوني للماء , المستوى المتحرك للماء , معدل تدفق المياه الجوفية)

1-5 الإشعاع الشمسي

جدول (1-5) الرصيد الشمسي لمنطقة ورقلة لسنة 2016⁽⁴⁾

الفصل	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف		
	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
R(W/m ²)	5157	6245	6431	5835	6531	6398	7037	7164	6717	5851	5969	5933

2-5 درجات الحرارة

جدول (2-5) درجة الحرارة لمنطقة ورقلة لسنة 2016

الشهر	T m min (°C)	Tm max (°C)	(Tm min + Tm max)/2 (°C)	(Tm max - Tm min) (°C)
جانفي	4.755	18.358	11,5565	13,603
فيفري	6.133	20.9	13,5165	14,767
مارس	9.85	24.317	17,0835	14,467
أفريل	14.325	28.783	21,554	14,458
ماي	19.092	34.325	26,7085	15,233
جوان	25.058	40.1	32,579	15,042
جويلية	26.765	42.85	34,8075	16,085
أوت	26.725	42.333	34,529	15,608
سبتمبر	23.258	37.733	30,4955	14,475
أكتوبر	16.883	30.958	23,9205	14,075
نوفمبر	9.6	23.191	16,3955	13,591
ديسمبر	5.717	18.875	12,296	13,158

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{m:\min} : \text{درجة الحرارة المتوسطة الدنيا } (^{\circ}\text{C}) \\ T_{m:\max} : \text{درجة الحرارة المتوسطة القصوى } (^{\circ}\text{C}) \\ (T_{m\min} - T_{m\max}) : \text{Amplitude thermique en } (^{\circ}\text{C}) \end{array} \right.$$

3-5 طريقة السقي

جدول (3-5) طرق السقي الفلاحي (3)

المردود (%)	تقنية السقي المستعملة
90	سقي مجهري (بالتقطير)
80	سقي بالتشهير
50	سقي بالتسلل

4-5 كمية الاستهلاك لليوم والشهر لنبته النخلة بطريقة التقطير

جدول (4-5) كمية الاستهلاك اليومي والشهري للنخلة

الشهر	V شهر (m ³ /h)	V يوم (m ³ /h)
جانفي	403.05	13.00
فيفري	417.1	14.89
مارس	763	24.61
افريل	1137.15	37.90
ماي	1492.8	48.15
جون	1839.4	58.6
جويلية	1976.6	59.76
أوت	1701.7	54.89
سبتمبر	1317.75	43.92
أكتوبر	761.25	24.55
نوفمبر	476.4	13.88
ديسمبر	407.35	13.14

5-5 الضياع الطاقي للإكسسوارات أو ملحقات القنوات

جدول (5-5) معامل الضياع لمختلف إكسسوارات أو ملحقات القنوات (3)

إكسسوارات	Ki	إكسسوارات	Ki
90° كوع	1.13	طوق التفكيك	1.1
مصفاة	0.13	صمام عدم الرجوع	1.7
22.5° كوع	0.07	ملحق منفرج	0.166
45° كوع	0.24	ملحق متقارب	0.166
صمام الغلق	0.24		

6-5 معلومات تقنية للبر المستغل لكل منطقة

جدول (6-5) معلومات تقنية للبر قبل الضخ

• قبل الضخ

المنطقة	الرويسات	عين البيضاء	حاسي بن عبد الله	انقوسة
عمق البر الكلي (م)	180	100	150	150
المستوى السكوني (م)	80	30	30	30
المستوى المتحرك (م)	105	55	45	50
مستوى النزول (رياتمو) (م)	25	25	15	20
تدفق البر (ل/ثا)	20	25	35	30

• بعد الضخ من اجل تدفق المطلوب 60 م³/سا أي 02 ل/ثا

نقوم بالحساب لمعرفة المستوى المتحرك الجديد ومستوى النزول (رياتمو) الجديد لكل منطقة :

- منطقة الرويسات : لدينا من اجل تدفق 20 ل/ثا يكون مستوى النزول (رياتمو) 105 - 80 = 25 م

لدينا من اجل تدفق 60 م³/سا ل 8 ساعات شمس نتحصل على تدفق 02 ل/ثا

يكون مستوى النزول (رياتمو) هو 10.5 م ويكون المستوى المتحرك الجديد هو 80 + 10.5 = 90.5 م

- منطقة عين البيضاء : لدينا من اجل تدفق 25 ل/ثا يكون مستوى النزول (رياتمو) $30-55 = 25$ م

لدينا من اجل تدفق 60 م³/سا ل 8 ساعات شمس نتحصل على تدفق 02 ل/ثا

يكون مستوى النزول (رياتمو) هو 4.4 م ويكون المستوى المتحرك الجديد هو $30 + 4.4 = 34.4$ م

- منطقة حاسي بن عبد الله: لدينا من اجل تدفق 35 ل/ثا يكون مستوى النزول

(رياتمو) $30-45 = 15$ م

لدينا من اجل تدفق 60 م³/سا ل 8 ساعات شمس نتحصل على تدفق 02 ل/ثا

يكون مستوى النزول (رياتمو) هو 2.5 م ويكون المستوى المتحرك الجديد $30 + 2.5 = 32.5$ م

- منطقة انقوسة : لدينا من اجل تدفق 30 ل/ثا يكون مستوى النزول (رياتمو) $30-50 = 20$ م

لدينا من اجل تدفق 60 م³/سا ل 8 ساعات شمس نتحصل على تدفق 02 ل/ثا

يكون مستوى النزول (رياتمو) هو 3.3 م ويكون المستوى المتحرك الجديد النزول $30 + 3.3 = 33.3$ م

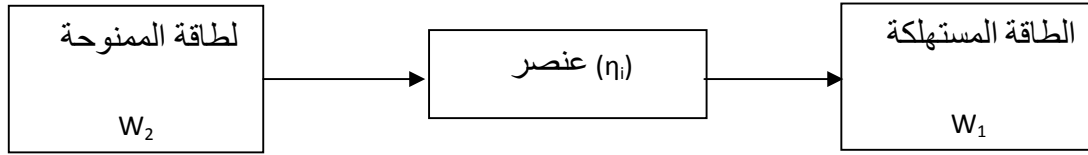
نتحصل على الجدول التالي :

جدول (5-7) معلومات تقنية للبر بعد الضخ

المنطقة	الرويسات	عين البيضاء	حاسي بن عبد الله	انقوسة
عمق البئر الكلي(م)	180	100	150	150
المستوى السكوني (م)	80	30	30	30
المستوى المتحرك الجديد (م)	90.5	34.4	32.5	33.3
مستوى النزول الجديد (رياتمو) (م)	10.5	4.4	2.5	3.3
تدفق البئر المطلوب (ل/ثا)	02	02	02	02

5-7 طريقة الحساب

إن المرحلة الأولى من الحساب هي تقدير الكمية اللازمة والمطلوبة من النظام وما قمنا بحسابه و ما تحصلنا عليه من معلومات مقاسة مثل درجة الحرارة وكمية السقي اليومي لنبته النخلة لهكتار واحد نستطيع الوصول إلى الطاقة اللازمة لهذا النظام .



مخطط الطاقة

نقوم بحساب الثابت الهيدروليكي

$$C_H = \frac{\dots \text{eau} \times g}{3600} \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{s} \cdot \text{h}}{\text{m}^2} \right]$$

5-8 الحساب العددي لخصائص النظام الكهروشمسي لكل منطقة

5-8-1 منطقة عين البيضاء :

5-8-1-1 حساب قطر القناة : وحسب العلاقة (7-4) نجد أن:

$$D = \sqrt{2.083 \cdot 10^{-3}} = 0.046m$$

لذلك القناة المتوفرة تجاريا ويتم صنعها اكبر من 0.05 م هي 0.06 م أي 60 مم

5-8-1-2 حساب الضياع الطاقوي

- الضياع الطاقوي الخطي : نحسب عدد رينولد

$$Vm = \frac{4Q}{f D_m^2} = \frac{4 \times 2,083 \cdot 10^{-3}}{f (60 \times 10^{-3})^2} = 0,74 m/s$$

$$Vm = 0,74 m/s$$

$$Re = \frac{Vm \cdot Dm}{\hat{\quad}} = \frac{0,74 \times 60 \times 10^{-3}}{10^{-6}} = 44400$$

Re > 2300 سريان مضطرب نطبق Nikuradse من اجل حساب (λ)

بعد الحساب نجد $\lambda = 0.0223$ $K = 10^{-4}$ من الحديد الصلب , طول القناة كاملا حتى الخزان
L = 42.5

نتحصل بعد الحساب على :

$$\Delta H_L = 0.43 \text{ m}$$

- الضياع الطاقوي الثانوي : لدينا 4 اكواع 90° وصمام غلق حيث $V_m = 0,74 \text{ m/s}$

$$\Delta H_s = \sum \frac{K_i \cdot V^2}{2 \cdot g} = \frac{(4 \cdot 1.13 + 0.24)(0,74)^2}{2 \times 9,81} = 0,132 \text{ m}$$

$$\Delta H_s = 0.132 \text{ m}$$

- الضياع الطاقوي الكلي

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_s$$

$$\Delta H_T = 0.562 \text{ m}$$

$$Hgt = H_r + H_d$$

$$Hgt = 34.4 + 3 = 37.4 \text{ m}$$

ارتفاع الضغط الكلي HMT

$$HMT = Hgt + \Delta H_T = 0.562 + 37.4 = 37.96 \text{ m}$$

في حساب الطاقة دائما ما نأخذ اقل قيمة لمعرفة المستوى الادنى من الطاقة

- نأخذ شهر ديسمبر حيث اقل مستوى للإشعاع الشمسي والمقدر 5157 W/m^2

- نأخذ التدفق اليومي $60 \text{ m}^3/\text{j}$

- نأخذ $HMT = 37.96 \text{ m}$

3-1-8-5 الطاقة المستهلكة من طرف المضخة : هي الطاقة الهيدروليكية اللازم توفيرها للمضخة من

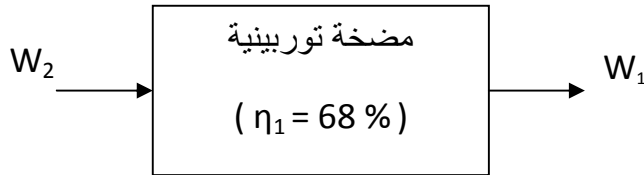
أجل ضخ المياه من البئر إلى الخزان وتعطى وفق العلاقة التالية

$$E_h = C_H \cdot Q_j \cdot HMT$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_h : \text{ الطاقة الهيدروليكية الممتصة من طرف المضخة وتؤخذ } Wh \\ C_H : \text{ ثابت هيدروليكي } (2.725 \text{ kg.s.h/m}^2) \\ Q_j : \text{ التدفق اليومي الازم } (m^3/j). \\ Hmt : \text{ ارتفاع الضغط الكلي } (m). \\ E_h = 2,725 \times 60 \times 37.96 = 6206.46 \text{ Wh} \end{array} \right.$$

معناه :

$$W_1 = E_h = 6206.46 \text{ Wh}$$



η_1 : مردود المضخة التوربينية 68 % حسب نوع المضخة

$$W_2 = \frac{W_1}{\eta_1} = 6206.46 / 0.68 = 8994.86 \text{ Wh}$$

$$W_2 = 9127.14 \text{ Wh} \dots\dots\dots \text{استطاعة المضخة}$$

5-8-1-4 اختيار المضخة : هناك عدة جداول أو قوائم للمضخات حيث يتم اختيار المضخة على حسب الخصائص والاستطاعة المتحصل عليها , فالمضخة المناسبة هي مضخة غاطسة طاردة مركزية مرتبطة بمحرك غاطس يتم تبريده بماء البئر المحيطة به .

*الخصائص الكهربائية :

- تردد 50 HZ

- فرق كمون 3 * 65 V

- تيار 9.6 A

- $\cos w = 0.87$

- الاستطاعة القصوى 1100 W

- تدفق من 06 إلى 08 m³/h

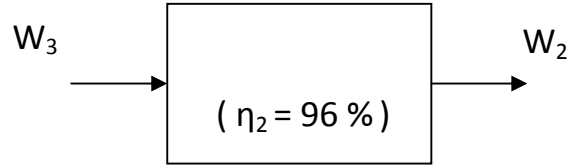
- مردود 68 %

- وزنها 12 kg

- ثلاثية الأطوار أو ثنائية الطور

عند تصفح قوائم المضخات حسب الصانع نجد أن نوع المضخة 95PR6N/09

5-1-8-5 اختيار العاكس : إن استطاعة العاكس يجب أن تكون أكبر من استطاعة المولد الكهروضويسي (الألواح الشمسية) , كذلك يجب التأكد من أن استطاعة العاكس أكبر من استطاعة المضخة .



مردود العاكس $\eta_2 = 96\%$

$$W_3 = \frac{W_2}{\eta_2} = 9127.14 / 0,96 = 95017.43 \text{ Wh}$$

استطاعة العاكس $W_3 = 9507.43 \text{ Wh}$

نفس الشيء هناك عدة جداول أو قوائم للعاكس يجب اختيارها حسب الخصائص لذلك نجد خصائص

تتوافق مع هذه الاستطاعة

*الخصائص الكهربائية :

- تردد من (7 إلى 63) HZ

- فرق كمون أعظمي 190 V

- فرق كمون عند الدخول من (110 الى 170) V

- تيار 17.5 A

- الاستطاعة العظمى 2200 W

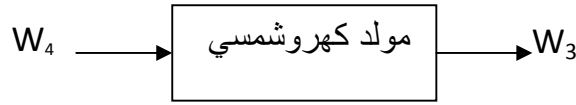
- مردود من 95 إلى 98 %

5-8-1-6 المولد الكهروشمسي : من أجل معرفة الحقل الكهروشمسي (الألواح الشمسية) يجب أن نتبع الخطوات التالية :

1- معرفة الاستطاعة المستهلكة اليومية انطلاقا من استطاعة العاكس وهي محسوبة

$$W_3 = 9507.43 \text{ Wh}$$

2- حساب استطاعة نقطة الذروة للنظام الكهروشمسي بواسطة العلاقة التالية :



$$P_c = \frac{W_3}{K_p \cdot I_r} = 9507.43 / (0,79 \times 5.157) = 2333.66 \text{ Wc}$$

W4 = Pc = 2333.66 Wالاستطاعة الكلية للألواح الشمسية أو النظام

$$\left\{ \begin{array}{l} P_c : \text{ استطاعة الذروة (Wc),} \\ I_r : \text{ الإشعاع الشمسي الأقل لليوم (kWh/m}^2\text{.j),} \\ K_p : \text{ معامل الإنتاج التلقائي حالة استعمال مدخرة حالة التخزين: (0,5 à 0,65),} \\ \text{وفي حالة عدم التخزين (0,67 à 0,8);} \end{array} \right.$$

3- حساب العدد الأقل للألواح الشمسية أو النظام بواسطة العلاقة التالية :

$$N_T = \frac{P_c}{P_u}$$

الاستطاعة الكلية للألواح الشمسية أو للنظام (Pu)

لدينا الواح شمسية متوفرة بصنع جزائري لها الخصائص التالية :

- استطاعة مثالية مقدرة ب 250 W

- فرق الكمون المثالي 21 V

- فرق الكمون في حالة دارة مفتوحة 24.5 V

- تيار 12 A

- أبعادها $m^2 1.6 = m 1 \times 1.6$ للوحة الواحدة

$$N_T = 2333.66 / 250 = 9.33$$

$N_T = 10$ ألواح شمسية

4- حساب عدد الألواح الشمسية للنظام على التسلسل نستعمل العبارة التالية :

$$N_s = \frac{V_{ec}}{V_{opt}}$$

V_{opt} : فرق الكمون المثالي

V_{ec} : V (110 الى 170) فرق كمون عند الدخول من

$$N_s = 140/21 = 6.66$$

$N_s = 7$ ألواح شمسية على التسلسل

5- حساب عدد التوصيلات على التفرع نستعمل العبارة التالية :

$$N_p = \frac{N_T}{N_s}$$

$$N_p = N_T / N_s = 10/7 = 1.42$$

عدد التفرعات $2N_p =$

* نتحصل في الأخير على نظام كهروشمسي مكون من 7 ألواح شمسية على التسلسل مقابل 3 على تفرعين .

* تكون مساحة النظام الكهروشمسي هو : $m^2 16 = 1.6 \times 10$

5-8-2 منطقة حاسي بن عبد الله و انقوسة : نفس الحساب السابق بكل مراحل و تبقى نفس النتائج لان المستوى الساكن لمنطقة عين البيضاء وحاسي بن عبد الله و انقوسة نفسه 30 م والمستوى المتحرك الجديد يتغير 1 متر الى 2 متر وهذا التغيير ضئيل جدا حيث أن مجال المضخة المستعملة يكون واسع لأكثر من 8 متر من HMT.

كما أن الصانع وحسب الجداول أو قوائم المضخات يقوم بصناعة المضخات بمجالات وليس كل ارتفاع له مضخة .

3-8-5 منطقة الرويسات :

1-3-8-5 حساب قطر القناة : وحسب العلاقة (4-7) نجد أن

$$D = \sqrt{2.083 \cdot 10^{-3}} = 0.046m$$

لذلك القناة المتوفرة تجاريا ويتم صنعها اكبر من 0.05 م هي 0.06 م أي 60 مم

2-3-8-5 حساب الضياع الطاقوي

- الضياع الطاقوي الخطي : نحسب عدد رينولد :

$$Vm = \frac{4Q}{f D_m^2} = \frac{4 \times 2,083 \cdot 10^{-3}}{f (60 \times 10^{-3})^2} = 0,74 m/s$$

$$Vm = 0,74 m/s$$

$$Re = \frac{Vm \cdot Dm}{\nu} = \frac{0,74 \times 60 \times 10^{-3}}{10^{-6}} = 44400$$

Re > 2300 سريان مضطرب نطبق Nikuradse من اجل حساب (λ)

بعد الحساب نجد λ = 0.0223 K = 10⁻⁴ من الحديد الصلب , طول القناة كاملا حتى الخزان

$$L = 98.5$$

نتحصل بعد الحساب على

$$\Delta H_L = 1.021 m$$

- الضياع الطاقوي الثانوي : لدينا 4 اكواع 90° وصمام غلق حيث Vm = 0,74 m/s

$$\Delta H_s = \sum \frac{K_i \cdot V^2}{2 \cdot g} = \frac{(4 \cdot 1.13 + 0.24)(0,74)^2}{2 \times 9,81} = 0,132m$$

$$\Delta H_s = 0.132 m$$

- الضياع الطاقوي الكلي

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_{s_L}$$

$$\Delta H_T = 1.153 \text{ m}$$

$$H_{gt} = H_r + H_d$$

$$H_{gt} = 90.5 + 3 = 93.5 \text{ m}$$

ارتفاع الضغط الكلي HMT :

$$HMT = H_{gt} + \Delta H_T = 93.5 + 1.153 = 94.65 \text{ m}$$

في حساب الطاقة دائما ما نأخذ اقل قيمة لمعرفة المستوى الأدنى من الطاقة

- نأخذ شهر ديسمبر حيث اقل مستوى للإشعاع الشمسي والمقدر 5157 W/m^2

- نأخذ التدفق اليومي $60 \text{ m}^3/\text{j}$

- نأخذ $HMT = 94.65 \text{ m}$

3-3-8-5 الطاقة المستهلكة من طرف المضخة: هي الطاقة الهيدروليكية اللازمة توفيرها للمضخة

من أجل ضخ المياه من البئر الى الخزان وتعطى وفق العلاقة التالية

$$E_h = C_H \cdot Q_j \cdot HMT$$

Eh : الطاقة الهيدروليكية الممتصة من طرف المضخة وتؤخذ Wh

C_H : ثابت هيدروليكي (2.725 kg.s.h/m^2)

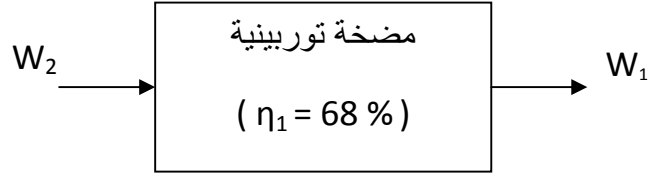
Q_j : التدفق اليومي الازم (m^3/j).

Hmt: ارتفاع الضغط الكلي (m).

$$E_h = 2,725 \times 60 \times 94.65 = 15475.27 \text{ Wh}$$

معناه

$$W_1 = E_h = 15475.27 \text{ Wh}$$



η_1 حسب نوع المضخة 68 % : مردود المضخة التوربينية

$$W_2 = \frac{W_1}{\eta_1} = 15475.27 / 0.68 = 22757.75 \text{ Wh}$$

$$W_2 = 22757.75 \text{ Wh} \dots \dots \dots \text{استطاعة المضخة}$$

5-8-3-4 اختيار المضخة : هناك عدة جداول أو قوائم للمضخات حيث يتم اختيار المضخة على حسب الخصائص والاستطاعة المتحصل عليها , فالمضخة المناسبة هي مضخة غاطسة طاردة مركزية مرتبطة بمحرك غاطس يتم تبريده بماء البئر المحيطة به .

*الخصائص الكهربائية :

- تردد 50 HZ

- فرق كمون 3 * 76 V

- تيار 15.2 A

- $\cos w = 0.87$

- الاستطاعة القصوى 3000 W

- تدفق من 04.8 إلى 05.8 m³/h

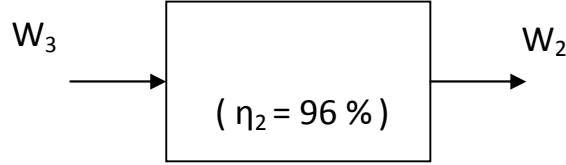
- مردود 68 %

- وزنها 15 kg

- ثلاثية الأطوار أو ثنائية الطور

عند تصفح قوائم المضخات حسب الصانع نجد أن نوع المضخة 95PR6N/17

5-3-8-5 اختيار العاكس : إن استطاعة العاكس يجب أن تكون أكبر من استطاعة المولد الكهروضويسي (الألواح الشمسية) , كذلك يجب التأكد من أن استطاعة العاكس أكبر من استطاعة المضخة .



مردود العاكس $\eta_2 = 96\%$

$$W_3 = \frac{W_2}{\eta_2} = 22757.75 / 0,96 = 23705.98 \text{ Wh}$$

استطاعة العاكس $W_3 = 23705.98 \text{ Wh}$

نفس الشيء هناك عدة جداول أو قوائم للعاكس يجب اختيارها حسب الخصائص لذلك نجد خصائص تتوافق مع هذه الاستطاعة

*الخصائص الكهربائية :

- تردد من (15 إلى 70) HZ

- فرق كمون أعظمي 240 V

- فرق كمون عند الدخول من (160 إلى 200) V

- تيار 19 A

- الاستطاعة العظمى 3200 W

- مردود من 95 إلى 98 %

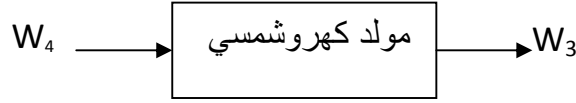
5-3-8-6 المولد الكهروضويسي : من أجل معرفة الحقل الكهروضويسي (الألواح الشمسية) يجب أن

نتبع الخطوات التالية :

1- معرفة الاستطاعة المستهلكة اليومية انطلاقا من استطاعة العاكس وهي محسوبة

$$W_3 = 23705.98 \text{ Wh}$$

2- حساب استطاعة نقطة الذروة للنظام الكهروشمسي بواسطة العلاقة التالية :



$$P_c = \frac{W_3}{K_p \cdot I_r} = 23705.98 / (0,79 \times 5.157) = 5818.8 \text{ Wc}$$

W4 = Pc = 5818.8 Wالاستطاعة الكلية للألواح الشمسية أو النظام

- Pc : استطاعة الذروة (Wc),
- I_r : الإشعاع الشمسي الأقل لليوم (kWh/m².j),
- Kp (0,5 à 0,65), معامل الإنتاج التلقائي حالة استعمال مدخرة حالة التخزين;
- (0,67 à 0,8); وفي حالة عدم التخزين

3- حساب العدد الأقل للألواح الشمسية أو النظام بواسطة العلاقة التالية :

$$N_T = \frac{P_c}{P_u}$$

الاستطاعة الكلية للألواح الشمسية أو للنظام (Pu)

لدينا ألواح شمسية متوفرة بصنع جزائري لها الخصائص التالية:

- استطاعة مثالية مقدرة ب 250 W

- فرق الكمون المثالي 21 V

- فرق الكمون في حالة دارة مفتوحة 24.5 V

- تيار 12 A

- أبعادها 1.6x1.6 m² للوحة الواحدة

$$N_T = 5818.8 / 250 = 23.27$$

عدد الألواح الشمسية الكلي N_T = 24

4- حساب عدد الألواح الشمسية للنظام على التسلسل نستعمل العبارة التالية :

$$N_s = \frac{V_{ec}}{V_{opt}}$$

فرق الكمون المثالي : V_{opt}

فرق كمون عند الدخول من (110 إلى 170) V_{ec} :

$$N_s = 170/21 = 8.09$$

ألواح شمسية على التسلسل $N_s = 8$

5- حساب عدد التفرعات للنظام نستعمل العبارة التالية :

$$N_p = \frac{N_T}{N_s}$$

$$N_p = N_T / N_s = 24/8 = 3$$

عدد التفرعات $N_p = 3$

* نتحصل في الأخير على نظام كهروشمسي مكون من 8 ألواح شمسية على التسلسل على 3 تفرعات

* تكون مساحة النظام الكهروشمسي هو : $38.4 \text{ m}^2 = 1.6 \times 24$

5-9 ملخص النتائج في الجدول أسفله حسب المنطقة :

جدول (5-8) النتائج المتحصل عليها بمنطقة عين البيضاء

معطيات منطقة عين البيضاء		النتائج متحصل عليها	
التدفق اليومي	$60 \text{ m}^3/\text{j}$	قطر القناة	0,06 m
المستوى السكوني	30 m	مستوى النزول	4.4 m
المستوى المتحرك	34.4 m	HMT	37.96 m
ارتفاع الخزان	3 m	الطاقة الهيدروليكية	6206.46 Wh
طول القناة	42.5 m	استطاعة المضخة	9127.14 Wh
حنفية الغلق	1	استطاعة العاكس	9507.43 Wh
كوع	4	عدد الألواح الشمسية	10
الإشعاع الشمسي	$5.157 \text{ kWh/m}^2.\text{j}$	استطاعة الذروة العظمى	2333.66 Wc
Kp	0.79	عدد الألواح على التسلسل	7
مردود المضخة	$\eta_1 = 68 \%$	عدد التفرع	2
مردود العاكس	$\eta_2 = 96 \%$	مساحة المولد الكهروشمسي	16 m^2

جدول (5-9) النتائج المتحصل عليها بمنطقة حاسي بن عبد الله

معطيات منطقة حاسي بن عبد الله		النتائج متحصل عليها	
التدفق اليومي	60 m ³ /j	قطر القناة	0,06 m
المستوى السكوني	30 m	مستوى النزول	2.5 m
المستوى المتحرك	32.5 m	HMT	36 m
ارتفاع الخزان	3 m	الطاقة الهيدروليكية	6206.46 Wh
طول القناة	42.5 m	استطاعة المضخة	9127.14 Wh
حنفية الغلق	1	استطاعة العاكس	9507.43 Wh
كوع	4	عدد الألواح الشمسية	10
الإشعاع الشمسي	5.157 kWh/m ² .j	استطاعة الذروة العظمى	2333.66 Wc
Kp	0.79	عدد الألواح على التسلسل	7
مردود المضخة	$\eta_1 = 68 \%$	عدد التفرع	2
مردود العاكس	$\eta_2 = 96 \%$	مساحة المولد الكهروشمسي	16 m ²

جدول (5-10) النتائج المتحصل عليها بمنطقة انقوسة

معطيات منطقة انقوسة		النتائج متحصل عليها	
التدفق اليومي	60 m ³ /j	قطر القناة	0,06 m
المستوى السكوني	30 m	مستوى النزول	3.3 m
المستوى المتحرك	33.3 m	HMT	37.16m
ارتفاع الخزان	3 m	الطاقة الهيدروليكية	6206.46 Wh
طول القناة	42.5 m	استطاعة المضخة	9127.14 Wh
حنفية الغلق	1	استطاعة العاكس	9507.43 Wh
كوع	4	عدد الألواح الشمسية	10
الإشعاع الشمسي	5.157 kWh/m ² .j	استطاعة الذروة العظمى	2333.66 Wc
Kp	0.79	عدد الألواح على التسلسل	7
مردود المضخة	$\eta_1 = 68 \%$	عدد التفرع	2
مردود العاكس	$\eta_2 = 96 \%$	مساحة المولد الكهروشمسي	16 m ²

جدول (5-11) النتائج المتحصل عليها بمنطقة الرويسات

معطيات منطقة الرويسات		النتائج متحصل عليها	
التدفق اليومي	60 m ³ /j	قطر القناة	0,06 m
المستوى السكوني	80 m	مستوى النزول	10.5 m
المستوى المتحرك	90.5 m	HMT	94.65 m
ارتفاع الخزان	3 m	الطاقة الهيدروليكية	15475.27 Wh
طول القناة	98.5 m	استطاعة المضخة	22757.75 Wh
حنفية الغلق	1	استطاعة العاكس	23705.98 Wh
كوع	4	عدد الألواح الشمسية	24
الإشعاع الشمسي	5.157 kWh/m ² .j	استطاعة الذروة العظمى	5818.8 Wc
Kp	0.79	عدد الألواح على التسلسل	8
مردود المضخة	$\eta_1 = 68 \%$	عدد التفرع	3
مردود العاكس	$\eta_2 = 96 \%$	مساحة المولد الكهروشمسي	38.4 m ²

الفصل السادس

دراسة تقني اقتصادية

الفصل السادس: دراسة تقنو اقتصادية

مقدمة

إن الهدف من الدراسة الاقتصادية هي معرفة ثمن الأجهزة المستعملة والتكاليف الإجمالية لطريقة السقي الفلاحي , لذلك فإن الدراسة التقنو اقتصادية تعطي المستثمر المعرفة الأولوية للمشروع وطريقة الاستغلال ومعرفة استيرراتيجية الاستثمار سواء كان قصير المدى أو متوسط المدى أو طويل المدى .

1-6 مقارنة بين النظام الكهروضوئى والنظام الكهربائى فى إنتاج الماء

1-1-6 تقدير سعر النظام الكهروضوئى :إن ثمن النظام الكهروضوئى هو معرفة ثمن الأجهزة المكونة للنظام و معرفة عددها ومدة صلاحيتها والأشغال التى تترتب عن تركيبها وتشغيلها.

جدول (1-6) كمية و ثمن النظام الكهروضوئى

مكونات النظام	الكمية	الكمية بالوحدة دج	المجموع دج
المولد الكهروضوئى	10	26900,00	269000,00
المضخة	01	110000,00	110000,00
العاكس	01	70000,00	70000,00
الملحقات	/	85000,00	85000,00
مجموع كامل المكونات			534000,00
اشغال الهندسة المدنية			150000,00
المجموع الكلى			684000,00

كما يمكن أن نحول ثمن مكونات النظام الكهروضوئى إلى وحدات مئوية (%)

جدول (2-6) ثمن النظام الكهروضوئى ب (%)

مكونات النظام	ثمن المكون ب (%)
المولد الكهروضوئى	39.32
المضخة	16.08
العاكس	10.23
الملحقات	12.42
اشغال الهندسة المدنية	21.92
المجموع	100

2-1-6 حساب تكلفة ضخ 1م³ من الماء خلال سنة بنظام الكهروشمسي

إن النظام الكهروشمسي بعد معرفة خصائصه ومكوناته يأتي الدور الأكبر في طريقة تركيبه انطلاقاً من التوصيات المذكورة في الفصل الأول حول وضعية الألواح وزاوية الميلان وطريقة التركيب المذكورة في الفصل الخامس على التسلسل والتفرع , كما لا ننسى تثبيت النظام الكهروشمسي بشكل محكم والصيانة الدورية بتنظيف الألواح من الأتربة كل ذلك يعطي النظام الكهروشمسي مثالية وموثوقية عالية , لذلك نصل إلى الإنتاج الفعلي المتوقع .

والجدول الذي أسفله يعطي قيما عددية لإنتاج الماء في السنة

ثمن المتر المكعب الواحد المنتج من طرف النظام الكهروشمسي

جدول (3-6) ثمن المتر المكعب الواحد المنتج من طرف النظام الكهروشمسي

مكونات النظام	الثمن دج	%	الزمن (سنة)	القسط السنوي دج
المولد الكهروشمسي	269000,00	39.32	20	13450,00
المضخة	110000,00	16.08	8	13750,00
العاكس	70000,00	10.23	8	8750,00
الملحقات	85000,00	12.42	20	4250,00
اشغال الهندسة المدنية	150000,00	21.92	15	10000,00
صيانة	20000,00	/	1	20000,00
المجموع الكلي	684000,00	100	/	70200,00
المجموع خلال سنة				70200,00
الماء المنتج 1 م ³ / سنة				23719.2
1 م ³ /سنة / دج . من الماء				2.95

3-1-6 حساب تكلفة ضخ 1م³ من الماء خلال سنة بالكهرباء الريفية متوسطة التوتر

إن الكهرباء الريفية متوسطة التوتر نستطيع الحصول عليها بواسطة مد أعمدة الكهرباء وغالبا لا توجد لان المناطق الريفية أو الفلاحية تكون معزولة , وان وجدت يتم توصيل الكهرباء عن طريق محول هوائي يحول الكهرباء من كهرباء متوسطة التوتر إلى كهرباء اقل توتر وهي التي تستعمل مباشرة للسقي .
وهذه الفاترة المتحصل عليها من مؤسسة سونلغاز توضح مكونات وثمان النظام الكهربائي .

MISE EN ŒUVRE					
1	MTA A POSE	ML	80	1100,00	88000,00
2	BTS A POSE	ML	15	900,00	13500,00
FOURNITURE DE MATERIEL					
N°	Désignation	U	Qté	P.U/H.T	Montant
1	Support BS 106/66	UN	1	60000,00	60000,00
2	Support BS 106/88	UN	1	60000,00	60000,00
3	Support BS 96/99	UN	1	60000,00	60000,00
4	Nappe voute (NVN)	UN	1	8000,00	8000,00
5	Nappe voute (NAH)	UN	1	12000,00	12000,00
6	Bras de dérivation	UN	2	6000,00	12000,00
7	Chaîne à 4 Eléments	UN	12	5000,00	60000,00
8	Chaîne à 3 Eléments	UN	3	45000,00	135000,00
9	Peine d'ancrage 34,4	UN	12	700,00	8400,00
10	Peine d'alignement 34,4	UN	3	800,00	2400,00
11	Machoire Almec 34,4	UN	15	400,00	6000,00
12	Conducteur Almec 34,4	KG	14	900,00	12600,00
13	Chaîne Eclateur	UN	3	9000,00	27000,00
14	Cosse Eclateur	UN	3	400,00	1200,00
15	ICAM	UN	1	180000,00	180000,00
16	Câble BTS 4×50	ML	30	1400,00	42000,00
17	Transfo	UN	1	450000,00	450000,00
18	Contage	UN	1	20000,00	20000,00
19	Génie Civile de poste		/	5000,00	5000,00
TOTAL EN H.T FOURNITURE EN HT					1161600,00
TOTAL EN H.T					1263100,00
TVA					214727,00
TOTALE EN TTC					1477827,00

ثمن المتر المكعب الواحد المنتج من طرف النظام الكهربائي

مكونات	الثمن دج	الزمن (سنة)	القسط السنوي دج
كامل أشغال الكهرباء متوسطة التوتر	1477827,00	30	49260,9
مضخة (SP8A5, 0.75kw, 3*380v)	75000,00	8	9375,00
صيانة	2000,00	1	2000,00
فاتورة	60000,00	1	60000,00
المجموع الكلي	1578827,00	/	
المجموع خلال سنة	/	/	120635,90
الماء المنتج 1 م ³ / سنة			23719.2
1 م ³ /سنة / دج . من الماء			5.08

4-1-6 نتائج المقارنة

إن الملاحظة الأولى هي ثمن المتر مكعب الواحد في السنة في النظام الشمسي بلغت 2.95 د ج فقط رغم التكلفة المنخفضة للنظام حيث بلغ إجمالي التكاليف 70200 د ج فقط على العكس في النظام الكهربائي ثمن المتر مكعب الواحد في السنة 5.08 د ج كما أن التكلفة مرتفعة , حيث بلغ إجمالي التكاليف 1477827 د ج , فتكلفة النظام الكهربائي ضعف تكلفة النظام الكهروشمسي في المقابل سعر المتر مكعب الواحد في السنة للنظام الكهروشمسي اقل بالنصف مقارنة مع النظام الكهربائي .

2-6 نتيجة

إن التطور العلمي الحاصل في مجال الطاقة الشمسية باعتبارها طاقة بديلة أدى بدوره إلى خفض تكاليف استعمال أو استهلاك الطاقة الشمسية وذلك ناتج عن البحث العلمي المتواصل حيث أصبحت معظم الدول تسعى إلى اكتساب هذه الطاقة ومن خلال دراستنا هذه استنتجنا أن كلفة أو ثمن ضخ المياه باستعمال الطاقة الشمسية خاصة في المناطق المعزولة والرعوية ذو موثوقية عالية وفي انخفاض مستمر وذلك راجع إلى انخفاض ثمن الألواح الشمسية نتيجة التطور العلمي الحاصل.

3-6 توصيات

- الاختيار الجيد لنوعية المضخة التي تعمل بالطاقة الشمسية بمراعاة كمية الإشعاع الساقط على المنطقة وعمق البئر والمستوى السكوني للماء والمستوى المتحرك للماء والظروف البيئية المحيطة بالنظام تجعل منه يعمل بكفاءة عالية .

- بما أن عملية الضخ تتم في النهار وفي وجود الإشعاع الشمسي لذلك يجب دراسة كمية تدفق البئر بشكل دقيق , ينتج عنه مستوى ديناميكي حيث يتم وضع المضخة أسفل هذا المستوى لأكثر من مترين لتفادي تلف المضخة الناتج عن غياب التبريد.

خاتمة

الخاتمة

إن الضخ الشمسي للمياه الجوفية يعتمد على طريقتين أساسيتين وهما :

طريقة تخزين الطاقة عن طريق المدخرات , لكن هذه الأخيرة مكلفة نتيجة التخزين والتفريخ المتكرر للمدخرة مما ينتج عنه تلف المدخرة .

طريقة تخزين المياه في الخزان أو الأحواض الكبيرة وهي أهم الطرق حيث تعتمد على تجميع المياه ثم السقي في اليوم الموالي وذلك نتيجة توفر الإشعاع الشمسي اليومي لأكثر من سبع ساعات كما أن المنطقة المدروسة توفر ذلك .

النظام الكهروضمسي مقارنة بالأنظمة الأخرى غير مكلف وسهل النقل وسهل الصيانة ويعتبر ذو موثوقية عالية

طريقة تركيب النظام الكهروضمسي سهلة ولا تحتاج إلى يد عاملة خبيرة مقارنة مع الأنظمة الأخرى ولا تحتاج إلى قاعدة أساسية لإدارتها

كما أن النظام الكهروضمسي في تطور دائم ومحل بحث في المخابر العالمية وذلك لتحسين الأداء من جهة ونقص الثمن من الجهة الاقتصادية

يكفي انه أصبح اهتمام كبرى الشركات العالمية المسيطرة على مجال الطاقة.

المراجع

المراجع

المراجع العربية

1. توفيق سفيان ,فهر حياتي , عبد العزيز الذبحاني .المضخات الشمسية في اليمن
2. مجلة العلوم .والتكنولوجيا ,العام 2002 المجلد 7 العدد2
3. ميرية الموارد المائية بورقلة
4. الوكالة الوطنية للموارد المائية بورقلة
5. مذكرة التخرج للمهندس علي ناجي حمودي حول دراسة وتنفيذ وتحسين أداء محطة ضخ مياه تعمل بالطاقة الشمسية لنيل الماجستيرجامعة تشرين سوريا

المراجع الاجنبية

6. ASHRAE, 1995-1996. (America Society of Heating , Refrigeration and Air Conditioning Engineers). ASHRAE Handbook of HVAC Applications.
7. Brown, L., 2006. using solar energy to pump livestock water , British Columbia, Order No. 590.305-6 .
8. Garg, H.P., 1987. Advances in solar energy technology, Volume 3. Reidel Publishing, Boston, MA.
9. Groundwater, 2001. Waterlines, Vol.20, No.2, ITDG Publishing
10. Hadj Arab, A., F. Chenlo, K. Mukadam, and J. L. Balenzategui, 1999. Performance of PV water pumping systems, Renewable Energy, v. 18, no. 2, p.191
11. Harsono, H., S. Tokuda, and S. Rahardjo, 2003. Evaluation of performance of photovoltaic system with maximum power point (MPP), Solar energy materials & solar cells, Elsevier, pp 673-678.
12. Helikson, H.J , Haman, D.Z and C.D. Baird, 1991. Pumping Water for Irrigation Using Solar Energy, Florida cooperative Extension Service Fact Sheet EES-97.

13. Marsh, L., 2001. Pumping water from remote locations for livestock watering, Virginia Cooperative Extension, Publication 442-755, 8 pp.
14. Fraenkel, P., 1997. Water Pumping Devices, A handbook for users and choosers. ITDG Publishing.
15. Florida Solar Energy Center, 1988. Photovoltaic design, course manual. Cape Canaveral, FL.
16. Salameh, Z., and D. Taylor, 1990. Step-up maximum power point tracker for photovoltaic arrays, Solar energy volume 41, No. 1, pp 57-61.
17. Stokes, K., Saito, P., and C. Hjelle, 1993. Photovoltaic Power as a Utility Service: Guidelines for Livestock Water Pumping, Sandia National Laboratories report SAND 93-7043.

الخلاصة :

- الاختيار الجيد لنوعية المضخة التي تعمل بالطاقة الشمسية حيث إن بمراعاة كمية الإشعاع الساقط على المنطقة وعمق الماء والظروف البيئية المحيطة بالنظام نجعل المضخة تعمل بكفاءة جيدة.
- قد تصمم المضخة الشمسية على حد أعلى للإشعاع الشمسي يكون أقل من القيمة العليا للإشعاع الشمسي للمنطقة مراعاة للفترات التي ينخفض فيها الإشعاع الشمسي نتيجة الظروف المناخية؛ لذا نوصي بعمل دراسة إمكانية استغلال الطاقة الزائدة في تطبيق آخر، وبخاصة في الأيام التي يكون فيها الإشعاع الشمسي مرتفعاً، كاستخدام مدخرات من أجل تخزين الطاقة وضخ الماء ليلاً أو للإضاءة حيث يكون موقع مجموعة الضخ غالباً في مناطق نائية بعيدة عن الشبكة العامة للكهرباء.
- بما أن عملية الضخ تتم في النهار لذلك يجب دراسة غزارة البئر بشكل جيد واختيار العمق المناسب للماء الذي توضع فيه المضخة.

Conclusion :

- A good choice of the quality of the solar pump, taking into account the amount of radiation falling on the area and the depth of water and environmental conditions surrounding the system make the pump works well.
- The solar pump may be designed at a higher limit for solar radiation, which is lower than the upper value of the solar radiation of the region to take into account the periods in which solar radiation is low due to climatic conditions. We recommend studying the possibility of exploiting excess energy in another application, especially on days when solar radiation is high , Such as the use of savings for the storage of energy and the pumping of water at night or for lighting where the location of the pumping group is often in remote areas away from the general grid of electricity.
- As the pumping process takes place in the daytime, the wellness of the well must be studied well and the appropriate depth of water should be considered in which the pump is placed.

Conclusion :

- Un bon choix pour la qualité du solaire pompe alimentée en tenant compte de la quantité de conditions rayonnement incident sur la zone et la profondeur de l'eau entourant le système et l'environnement font bien efficacement le travail de la pompe.
- La pompe solaire peut être conçue sur la limite supérieure du rayonnement solaire est inférieure à la valeur supérieure du rayonnement solaire pour la région en tenant compte des périodes où le rayonnement solaire est réduite en raison des conditions climatiques, nous vous recommandons d'étudier la possibilité d'exploiter l'énergie excédentaire dans une autre application, en particulier dans les jours où le rayonnement solaire est élevé , comme l'utilisation des économies pour le stockage d'énergie et de pompage de l'eau la nuit ou l'éclairage où la collection de sites de pompage est souvent dans des régions éloignées, loin du réseau public d'électricité.
- Le processus de pompage a lieu dans la journée afin que vous devez étudier l'abondance de bien choisir et bien la bonne profondeur de l'eau dans laquelle il a placé la pompe.