



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة قاصدي مرباح ورقلة  
كلية الرياضيات وعلوم المادة  
قسم فيزياء



مذكرة التخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي تخصص فيزياء طاوقية وطاقات متجددة  
موضوع

دراسة منظومة طاقة شمسية كهروضوئية PV تلبى حاجيات  
مزرعة في منطقة ورقلة

من إعداد الطالبين:

العبادي عبد السلام

عازب أحمد صفوان

نوقشت يوم: 2022/06/09

أمام اللجنة المكونة من السادة:

رئيسا	جامعة ورقلة	أستاذ مساعد أ	بوعنان رابح
مناقشا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر أ	بالحاج محمد مصطفى
مشرفا	جامعة ورقلة	أستاذ محاضر أ	د/ سوداني محمد البار

السنة الجامعية: 2022/2021م

# الإهداء



إلى أغلى ما أملك على وجه الأرض ومصباح مسيرتي وقوتي في الصبر

إلى قدوتي ومثلي الأعلى في تحمل مصائب الحياة إلى الوالدين الكرمي

إلى من تشاركني هذه الحياة وسند في الحاضر والمستقل زوجتي العزيزة

إلى من صنعوا الابتسامة دوما في قلبي ابنتي وابني العزيزين.

إلى إخوتي الاعزاء وإخواني بارك الله فيهم وحفظهم الله ورعاهم

إلى كل الاحباب والزملاء الأستاذة وكل طلبة سنة ثانية ماستر تخصص فيزياء طاقوية

وطاقات متجددة دفعة 2022

إلى كل هؤلاء أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع

الطالب والأستاذ عازب احمد صفوان



# الإهداء

إلى أغلى ما أملك على وجه الأرض ومصباح مسيرتي وقوتي في الصبر

إلى قدوتي ومثلي الأعلى في تحمل مصائب الحياة إلى الوالدين الكرمي

إلى إخوتي الاعزاء و اختي العزيزة بارك الله فيهم وحفظهم الله ورعاهم

إلى كل الاحباب وزملائي في الدراسة والى اساتذتي الكرام الذين لهم كل الفضل علينا

وكل طلبة سنة ثانية ماستر تخصص فيزياء طاقوية وطاقات متجددة دفعة 2022

ولكل من ساهم في هذا العمل من قريب أو من بعيد ولو بكلمة او تحفيز

إلى كل هؤلاء أهدي ثمره هذا العمل المتواضع

الطالب العبادي عبد السلام



# شكر و عرفان

الحمد لله رب العالمين، نشكره ونحمده على نعمة العلم التي أنار بها طريقنا إلى سبيل نور المعرفة.

أما بعد فتقدم بخالص الشكر والعرفان والتقدير للأستاذ المشرف المحترم

**د. سوداني محمد البار** الذي أشرف علينا في هذا العمل، على

مجهوداته وتعليماته الدقيقة ونصائحه القيمة لنا.

وكذلك نتقدم بأحر وخالص الشكر الجزيل لأعضاء اللجنة المناقشة

التي قبلت الإشراف على هذا العمل.

وإلى كل أساتذة قسم الفيزياء الأفاضل وبالأخص الذين قاموا بتدريسنا

طيلة التعليم الجامعي وأيضا إلى كل من دعمنا وساندنا ومد يد العون لنا

وإلى جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

**وجزاكم الله عنا كل الخير**

	اهداء
	اهداء
	شكر وعرهان
I	فهرس الاشكال
III	فهرس المنحنيات
IV	فهرس الجداول
V	جدول الرموز
1	مقدمة عامة

### الفصل الأول: الاشعاع الشمسي

4	المقدمة	-1.1
4	مصادر الطاقة	-2.1
4	مصادر الطاقة الغير متجددة	-1.2.1
4	مصادر الطاقة المتجددة	-2.2.1
4	طاقة الرياح	-1.2.2.1
5	الطاقة المائية	-2.2.2.1
5	طاقة المد والجزر	-3.2.2.1
5	الطاقة الحيوية	-4.2.2.1
5	الطاقة الشمسية	-3.1
5	مصدر الطاقة الشمسية	-4.1
6	الثابت الشمسي	-5.1
8	حركة الأرض حول الشمس	-6.1
9	تأثير الاشعاع الشمسي	-7.1
9	التوهين الجوي	-1.7.1
10	الكتلة الهوائية	-2.7.1

11	مكونات الاشعاع الشمسي	-8.1
11	الإشعاع المباشر	-1.8.1
11	الإشعاع المنتشر	-2.8.1
11	الإشعاع المنعكس	-3.8.1
12	الإشعاع الكلي	-4.8.1
13	التوقيت الشمسي	-9.1
13	زوايا الشمس	-10.1
13	زاوية الارتفاع الشمسي ( $h$ )	-1.10.1
13	زاوية ميل السطح ( $\gamma$ )	-2.10.1
13	خط العرض ( $\varphi$ )	-3.10.1
13	زاوية الانحراف الشمسي ( $\delta$ )	-4.10.1
14	الزاوية الساعية ( $\omega$ )	-5.10.1
14	زاوية السميت ( $\theta_z$ )	-6.10.1
15	شدة الإشعاع الشمسي على الأسطح الافقية والمائلة	-11.1
17	الخاتمة	-12.1

### الفصل الثاني: الخلايا الكهروضوئية

19	المقدمة	-1.2
19	الطبيعة الذرات بشكل عام	-2.2
19	تركيب ذرة السيليكون	-3.2
20	الموصل وشبه الموصل والعازل	-4.2
20	المواد الموصلة	-1.4.2
20	المواد العازلة	-2.4.2
20	مواد شبه موصلة	-3.4.2
21	عمل الخلايا الكهروضوئية	-5.2

22	مبدأ التشغيل لوحدة PV	-6.2
22	أنواع الخلايا الشمسية	-7.2
22	الخلايا الشمسية المتبلورة	-1.7.2
22	أحادية التبلور	-1.1.7.2
23	متعددة التبلور	-2.1.7.2
23	الخلايا الرقيقة	-2.7.2
24	خلايا متعددة الطبقات	-1.2.7.2
24	خلايا الكاديوم	-2.2.7.2
24	خلايا النحاس	-3.2.7.2
24	خلايا الغاليوم	-4.2.7.2
25	الخلايا الشمسية العضوية	-3.7.2
25	الخلايا الشمسية الصبغية	-4.7.2
26	الخلايا الشمسية المركزة	-5.7.2
27	ربط الألواح الشمسية على التسلسل	-8.2
27	ربط الألواح الشمسية على التفرع	-9.2
28	الشرح المبسط لمخطط مكافئ لخلية شمسية	-10.2
29	أهم القيم الأساسية المميزة للخلية الشمسية	-11.2
29	تيار الدارة القصيرة: $I_{CC}$	-1.11.2
29	جهد الدارة المفتوحة: $V_{CO}$	-2.11.2
29	معامل الشكل: <b>FF</b>	-3.11.2
29	مردود التحويل: $\eta$	-4.11.2
30	الاستجابة الطيفية للخلية الكهروضوئية	-5.11.2
31	العوامل المؤثرة على مردود الخلية الشمسية	-12.2
31	تأثير الإشعاع الشمسي	-1.12.2

32	تأثير درجة الحرارة	-2.12.2
32	تأثير الرياح	-3.12.2
32	تأثير الظل	-4.12.2
33	تأثير الغبار والاوزاخ والاتربة	-5.12.2
33	بعض تطبيقات الطاقة الشمسية	-13.2
33	الفرن الشمسي	-1.13.2
34	تسخين المياه بالطاقة الشمسية	-2.13.2
34	برج الطاقة الشمسية	-3.13.2
35	أنظمة تركيز (الألواح الشمسية ذات القطع المكافئ )	-4.13.2
35	حوض القطع المكافئ	-5.13.2
36	إيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية	-14.2
35	الخاتمة	-15.2

### الفصل الثالث: دراسة منظومة الطاقة الشمسية في بيت ومضخة في المزرعة

38	المقدمة	-1.3
38	تحديد الموقع	-2.3
38	تحديد الطاقة المستهلكة في المزرعة والبيت	-3.3
39	تحديد جهد نظام الطاقة الشمسية	-4.3
39	نظام 12v	-1.4.3
40	نظام 24v	-2.4.3
40	نظام 48v	-3.4.3
41	حساب عدد البطاريات اللازمة	-5.3
43	حساب عدد الألواح الشمسية اللازمة $N_{PV}$	-6.3
44	حساب الطاقة المخصصة لشحن البطاريات	-7.3



## الفهرس

---

44	حساب قدرة العاكس المدمج مع منظم التيار	-8.3
45	اختيار كيفية ربط الالواح الشمسية	-9.3
46	تحديد زاوية ميل تثبيت الالواح الشمسية	-10.3
46	حساب مقطع اسلاك التوصيل	-11.3
47	المخطط العام للنظام	-12.3
48	دراسة اداء نظام السقي في المزرعة صيفا وشتاءً	-13.3
49	دراسة وتحليل نتائج لإشعاع الشمس في المنطقة	-14.3
50	حساب مردود التحويل	-15.3
51	الخاتمة	-16.3
53	خاتمة عامة	
55	المراجع	

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
6	عناصر الشمس	الشكل (1-1):
7	بعض نطاقات الأطوال الموجية في طيف الاشعاع الكهرومغناطيسي.	الشكل (2-1):
8	حركة الأرض حول الشمس	الشكل (3-1):
10	طول المسار في الغلاف الجوي للإشعاع الشمسي	الشكل (4-1):
12	أنواع الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض.	الشكل (5-1):
14	زاوية ميل السطح ( $\gamma$ )، زاوية السمات ( $\theta_z$ )، زاوية الارتفاع الشمسي ( $h$ )	الشكل (6-1):
15	زاوية الانحراف الشمسي ( $\delta$ )، الزاوية الساعية ( $\omega$ ) ، خط العرض ( $\Phi$ )	الشكل (7-1):
15	الإشعاع المباشر الساقط على الأسطح الأفقية والمائلة.	الشكل (8-1):
19	نموذج لأحد الذرات	الشكل (1-2):
20	أ- نموذج لذرة السليكون <b>Si</b> ب- النموذج البلوري لذرات السليكون	الشكل (2-2):
21	المواد الموصلة والعازلة وشبه الموصلة	الشكل (3-2):
21	عمل الخلايا الكهروضوئية	الشكل (4-2):
23	خلايا شمسية أحادية التبلور ومتعددة التبلور	الشكل (5-2):
24	الخلايا الشمسية الرقيقة	الشكل (6-2):
25	خلايا شمسية عضوية.	الشكل (7-2):
25	خلايا شمسية صبغية.	الشكل (8-2):
26	صورة لتقنية المرآة المستخدمة في الخلايا الشمسية المركزة	الشكل (9-2):
26	الخلايا الشمسية المركزة	الشكل (10-2):
28	دائرة مكافئة للنموذج الحقيقي للوحة الكهروضوئية.	الشكل (11-2):
33	فرن شمسي.	الشكل (12-2):

## فهرس الاشكال

34	الشكل (2-13): سخان المياه الشمسي.
34	الشكل (2-14): البرج الشمسي.
35	الشكل (2-15): مركز شمسي على شكل قطع مكافئ.
35	الشكل (2-16): احواض القطع المكافئ.
39	الشكل (3-1): رسم تخطيطي لنظام <b>V12</b>
40	الشكل (3-2): رسم تخطيطي لنظام <b>V24</b>
40	الشكل (3-3): رسم تخطيطي لنظام <b>V48</b>
43	الشكل (3-4): خريطة العالم للإشعاع الشمسي الافقي مع توضيح لمتوسط ساعات الشمس في السنة واليوم
48	الشكل (3-5): رسم تخطيطي لمنظومة الطاقة الشمسية الخاص بالمشروع.

## فهرس المنحنيات

الصفحة	عنوان المنحنى	رقم المنحنى
7	الإشعاع الطيفي الشمسي بدلالة الطول الموجي.	المنحنى (1-1):
9	طيف الكهرومغناطيسي للشمس مع وجود تأثير التشتت والامتصاص.	المنحنى (2-1):
27	يوضح الخصائص المثالية للألواح الشمسية مربوط على التسلسل.	المنحنى (1-2):
28	يوضح الخصائص المثالية للألواح الشمسية مربوط على التفرع.	المنحنى (2-2):
30	خصائص $I(V)$ و $P(V)$ للخلية الشمسية.	المنحنى (3-2):
31	تأثير زيادة الإشعاع على اللوح الشمسي في ثبات درجة الحرارة عند $25^{\circ}\text{C}$	المنحنى (4-2):
32	تأثير درجة الحرارة على اللوح الشمسي في ثبات الإشعاع الشمسي عند $1000 \text{ W/m}^2$	المنحنى (5-2):
48	يوضح عمق البئر بدلالة التدفق الحجمي للمضخة.	المنحنى (1-3):
49	1 و 2 يمثلان تغيرات الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن.	المنحنى (2-3):
50	خصائص اللوح الشمسي بتغير الإشعاع الشمسي وثبات درجة الحرارة.	المنحنى (3-3):

## فهرس الجداول

الصفحة	عنوان الجداول	رقم الجدول
36	يوضح إيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية.	الجدول (1-2):
38	يقوم بحساب الاستهلاك الساعي في اليوم من الطاقة الكهربائية	الجدول (1-3):
41	يمثل معامل تصحيح درجة الحرارة للبطارية.	الجدول (2-3):
44	موصفات اللوح الشمسي المستخدم.	الجدول (3-3):
45	مواصفات العاكس المدمج المختار.	الجدول (4-3):

جدول الرموز

الرمز	المقدار الفيزيائي	الوحدة
$I_0$	الثابت الشمسي الواصل إلى طبقة الجو المحيط بالأرض	$W/m^2$
$I$	الثابت الشمسي	$W/m^2$
$\sigma$	ثابت سيفان - بولتزمان	$W/m^2 \cdot K^4$
$\kappa$	ثابت بولتزمان	$j/K$
$h$	ثابت بلانك	$j \cdot s$
$N_i$	رقم اليوم في السنة	/
$AM$	الكتلة الهوائية	/
$I_b$	الإشعاع المباشر	$W/m^2$
$I_d$	الإشعاع المشتت	$W/m^2$
$I_{bT}$	الإشعاع المباشر على المستوى المائل.	$W/m^2$
$G$	الإشعاع الكلي	$W/m^2$
$T_s$	التوقيت الشمسي	$h$
$T_{st}$	التوقيت القياسي بالساعة بعد منتصف الليل	$h$
$E(d)$	معادلة الوقت	$h$
$\varphi$	زاوية خط العرض	$0$
$\delta$	زاوية الانحراف الشمسي	$0$
$\gamma$	زاوية ميل السطح	$0$
$\omega$	الزاوية الساعية	$0$
$h$	زاوية ارتفاع الشمسي	$0$
$\theta_z$	زاوية السميت	$0$
$E_{dirs}$	شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض في يوم صحو	$W/m^2$
$E_{dir h}$	الإشعاع الشمسي الساقط على سطح أفقي	$W/m^2$
$E_{dfu}$	الإشعاع الشمسي المشتت من السماء	$W/m^2$

## جدول الرموز

$W/m^2$	شدة الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على الأسطح المائلة	$H_t$
$V$	فرق الجهد في الربط على التسلسل او على التفرع.	$V_{sg}$
$A$	شدة التيار في الربط على التسلسل او على التفرع.	$I_{sg}$
$A$	التيار الكهروضوئي الناتج من الخلية الشمسية.	$I_{ph}$
$A$	تيار الصمام.	$I_d$
$A$	تيار الإشباع لصمام	$I_s$
$A$	تيار الدارة القصيرة	$I_{cc}$
$V$	جهد الدارة المفتوحة	$V_{co}$
/	مردود التحويل الطاقوي	$\eta$
/	معامل الشكل	$FF$
/	المردود الكمي الخارجي للخلية	$EQE(\lambda)$
/	المردود الكمي الداخلي للخلية	$IQE(\lambda)$
$Wh$	الطاقة المستهلكة من الجهاز	$E$
$Ah/day$	الامبير الساعي الكلي	$Ah_a$
$Ah/day$	الامبير الساعي اليومي	$Ah_d$
/	عدد سلاسل البطاريات	$N_{sb}$
$Ah/day$	الامبير الساعي للبطارية	$Ah_b$
/	عدد البطاريات	$N_B$
$wh$	كمية الطاقة الشمسية المطلوبة	$E_{PS}$
$w$	استطاعة اللوح	$P_{mT}$
/	عدد الالواح الشمسية	$N_{PS}$
$m^3/h$	التدفق الحجمي	$Q$
%	المردود	$T_{elec}$

# مقدمة عامة



إن من أكبر آيات الله ونعمه التي أنعم بها علينا وهي الشمس قال تعالى ﴿وَسَخَّرَ لَكُمُ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ دَائِبَيْنِ وَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ \* وَأَتَاكُمْ مِنْ كُلِّ مَا سَأَلْتُمُوهُ وَإِنْ تَعَدُّوا نِعْمَةَ اللَّهِ لَا تُحْصُوهَا إِنَّ الْإِنْسَانَ لَظَلُومٌ كَفَّارٌ﴾ [إبراهيم: 33 - 34].

وهذا التسخير من الله تعالى جعل فيها من الفوائد والمنافع ما لا يعد ولا يحصى لذا قام الإنسان باستغلاله منذ العصور القديمة باستخدام طاقته التي هي على شكل ضوء وحرارة منبعثان منه في التدفئة وتجفيف الملابس والمحاصيل الزراعية بالإضافة إلى إنارة البيوت أثناء النهار وفي الاستخدامات العسكرية مثلما فعل أرخميدس الذي استخدم مرايا على شكل قطع مكافئ لإشعال النار في سفن العدو الروماني.

أمّا عندنا اليوم فله استخدامات عديد منها التطبيقات الحرارية والكهروضوئية لذا العلم يعوّل عليه لحل أزمة نقص الموارد الطاقوية فالعلم اليوم يعتمد بشكل كبير على مصادر الطاقة الأحفورية وهي مصادر طاقة تتواجد بكميات محدودة، وغير متوفرة في جميع مناطق الأرض وأهمها الفحم و النفط و الغاز والطاقة النووية حيث تمتاز بالندرة النسبية وغير متجددة بالإضافة إلى أنها ملوثة للبيئة على عكس الطاقات المتجددة و نسميها كذلك الطاقات المستدامة فهي مستمدة من مصادر طبيعية غير قابلة لنفاذ وغير ملوثة للبيئة ونذكر منها الرياح والشمس ومياه السدود و معظم مصادر الطاقة المتجددة متوفرة على سطح الأرض إلا الإشعاعات الشمسية ومن الجدير بالذكر أنه لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوفرة في حياتنا.

يتم توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية بواسطة محركات حرارية أو محولات كهروضوئية. وبمجرد أن يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية فإن براعة الإنسان هي فقط التي تقوم بالتحكم في استخداماتها ومن التطبيقات التي تستخدم الطاقة الشمسية نظم التسخين والتبريد في التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية وبالإضافة إلى تحلية مياه البحر واستغلال ضوء النهار لتسخين المياه، والتطهير والعقيم بالطاقة الشمسية، ويتم استغلال تطبيقات درجات الحرارة المرتفعة في أغراض صناعية أخرى.

ونحن بصدد التركيز على استخدام الخلايا الشمسية لكونها تشغل العديد من الأشياء بدءاً من الآلات الحاسبة إلى الأعمال التجارية بأكملها، على الرغم من استخدام الخلايا الشمسية كان مقتصرًا على الاستخدامات الصغيرة تشغيل مثل الآلات الحاسبة والاستخدامات المعقدة مثل تشغيل الأقمار الصناعية إلا أن في السنوات القليلة الماضية شهدت العلم نقلة نوعية في هذا المجال لإنتاج خلايا كبيرة تتمتع بالقدرة على تشغيل منازل بأكملها إنها مصادر طاقة رائعة بسبب كونها طويلة الأمد وتتطلب الحد الأدنى من الصيانة وفعالة من حيث التكلفة على المدى الطويل.

وفي هذا البحث سندرس استخدام نظام الواح الطاقة الشمسية **PV** في المناطق المعزول والنائية بالإضافة الى كيفية اجراء جميع الحسابات الازمة لإنشاء منظوم متكاملة وتحت عنوان دراسة منظومة طاقة شمسية كهروضوئية **PV** تلبي حاجيات مزرعة في منطقة ورقلة ومن هنا سوف نقوم بدراستنا والتي قسمت إلى ثلاث فصول بحيث:

\* **الفصل الأول للإشعاع الشمسي** الذي أخذنا فيه تعريف للشمس وثابت الإشعاع الشمسي ومكونات الإشعاع الشمسي وخصائصه وأخيرا الزوايا الشمسية.

\* **الفصل الثاني التحول الكهروضوئية** وتطرقنا فيه الى تعريف ذرة السيلكون والى كيفية عمل الأنظمة الكهروضوئية واستخداماتها ومكوناتها وبنيتها والمواد الأولية التي صنعت منها وأنواعها وكيفية صنعها وطريقة عملها وتأثيراتها والمعلومات الأساسية عنها والصيغة الرياضية لوحدة الطاقة كما تناولنا طرق ربط الالواح وتجميع جهد والتطبيقات المختلفة له

\* **الفصل الثالث دراسة منظومة الطاقة الشمسية لبيت مزرعة ومضخة** وسنتطرق في هذا الفصل الى معرفة المخطط العام للنظام اللازم لتشغيل بيت ومضخة ومعرفة مردود التحويل  $\tau$ .

الإشعاع الشمسي

**1.1- المقدمة:**

في ظل أزمة الطاقة التي يشهدها العالم اليوم وفي سعيهم لإيجاد حلول بديل تتجه انظار العالم نحو الطاقة الشمسية التي تعد أحد أنواع الطاقة المتجددة والتي لها مستقبل واعد فهي غير ملوثة للبيئة فالبشرية تعول عليها لحل مشكل الطاقة والاحتباس الحراري كما تتميز بالوفرة فكل موضع من الكرة الأرضية يستقبل الإشعاع الشمسي بشكل دوري على مدار السنة، إذ تقدر هذه الطاقة المستقبلية بألاف اضعاف استهلاك الأرض من الطاقة والمتمثلة في الإشعاع الشمسي الذي يتم الاستفادة منه في التطبيقات الكهروضوئية والحرارية وفي مجالات أخرى.

**2.1- مصادر الطاقة:**

تنقسم مصادرها إلى قسمين هما:

**1.2.1- مصادر الطاقة الغير متجددة:**

هي مصادر الطاقة التي توجد بكميات محدودة، وغير متوفرة في جميع مناطق الارض وأهمها: [9]

الفحم

النفط

الغاز

الطاقة النووية

**2.2.1- مصادر الطاقة المتجددة:**

تسمى كذلك الطاقة المستدامة أي المستمدة من المصادر الطبيعية التي تتجدد أي التي لا تنفذ ونذكر منها الرياح والشمس ومياه السدود والمد والجزر أو من الطاقة الحرارية لباطن الأرض وطاقة غاز الهيدروجين والوقود الحيوي ينتج من المحاصيل الزراعية، ونشرح البعض منها: [9]

**1.2.2.1- طاقة الرياح:**

استخدمت طاقة الرياح منذ القدم في طحن الحبوب والري وغيرها، وهي الطاقة المتولدة بتأثير الرياح القوية التي تؤدي الى توليد عزم مدور يقوم بتدوير شفرات المروحة مولدا حركة دورانية لأجزائها الداخلية. وتنتقل هذه الحركة الى عفات دارة موصولة بمولدات الطاقة الكهربائية، وتوفر طاقة الرياح امكانية واسعة لتوليد قدرات كبيرة من الطاقة الكهربائية. [9]

**2.2.2.1- الطاقة المائية:**

عن طريق تحويل الطاقة الحركية للمياه الجارية او الساقطة الى طاقة ميكانيكية كبيرة قادرة على تدوير توربينات، غير أنها تتوفر في أماكن محددة حيث تتواجد الشلالات والسدود والأنهار وتتعلق الطاقة المولدة على الارتفاع الموجودة عليه هذه الشلالات والسدود. [9]

**3.2.2.1- طاقة المد والجزر:**

تحدث ظاهرتي المد والجزر تحت تأثير الجاذبية بين القمر والشمس، فعندما يتدفق المد فإن الماء يتحرك خلال بوابات متحركة في الحاجز المدي، وعندما يقف تدفق الماء فإن البوابات تغلق حاجز الماء في الحوض، وفي موجة الجزر تفتح بوابات الحاجز سامحة للماء بتدوير التوربينات عند تدفقه راجعا إلى البحر. [9]

**4.2.2.1- الطاقة الحيوية:**

متوفرة من موارد مشتقة من المصادر الحيوية كالمواد النباتية من خشب وقش او الفضلات كسماد وبقايا الحيوانات، وتسمى هذه المصادر بالكتلة الحيوية وهناك محاصيل زراعتها لإنتاج طاقة حيوية مثل قصب السكر وفول الصويا والذرة مثل انتاج الايثانول من الذرة وغاز الميثان من فضلات البقايا الحيوانات وغيرها من الأمثلة. [9]

**3.1- الطاقة الشمسية:**

مصدر هذه الطاقة هو الشمس، وتعطي نوعين من الطاقة، أولا طاقة كهربائية وتتحصل عليها من خلال آلية تحويل الإشعاع الشمسي (الضوء) مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية)، أما ثانيا فهي طاقة حرارية وهي اقل تعقيدا من سابقتها ويمكننا الحصول عليها من خلال آلية تحويل الإشعاع الشمسي (الحرارة) إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية (اللوافظ الشمسية). [1]

**4.1- مصدر الطاقة الشمسية:**

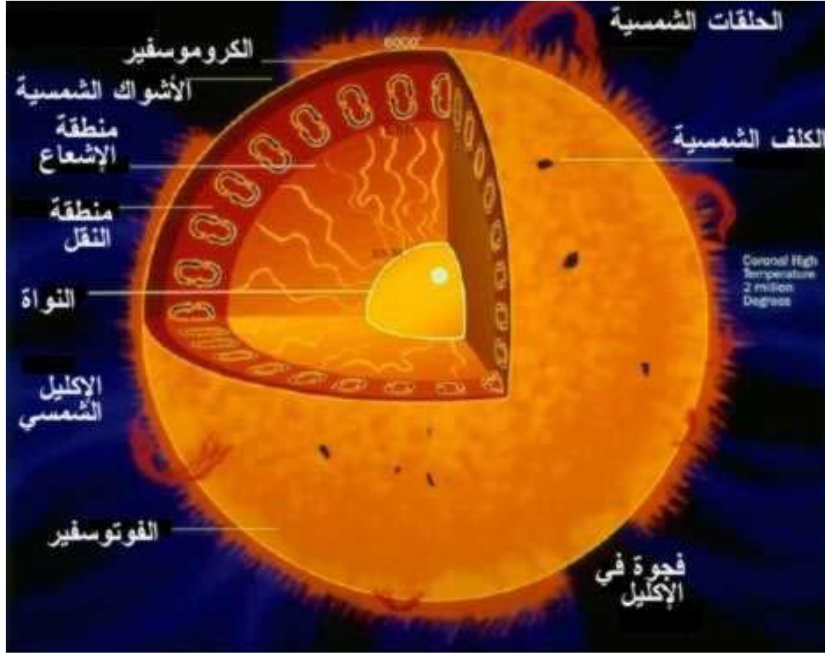
الشمس أقرب نجم لنا وتقع في مركز النظام الشمسي وهي جسم كروي يبلغ قطرها  $(6.957 \times 10^8 m)$  وكتلتها  $(2 \times 10^{23}$  طن)، تتكون بشكل أساسي من الهيدروجين حيث تخلق قوة الجاذبية ضغطاً يولد اندماجا نوويا يحول الهيدروجين إلى هيليوم، في هذه العملية يتم تحويل جزء من الكتلة إلى كمية وفيرة من الإشعاع الكهرومغناطيسي (ضوء وحرارة)، وبذلك تكون الشمس مصدر الطاقة الإشعاعية الدائم في النظام الشمسي. [1] وتتكون الشمس من عدة مناطق هي:

✓ **النواة الشمسية:** وفيه تتم العمليات النووية الاندماجية التي تنتج الطاقة.

✓ **منطقة الإشعاع:** وهو الغلاف الذي يحيط بالنواة.

✓ **منطقة النقل:** يتميز بان الطاقة تنتقل خلاله بواسطة حركه عنيفة للغازات الحرة.

- ✓ **الفوتوسفير:** وهي الطبقة الخارجية للشمس وتعلو منطقة النقل التي تبلغ درجة حرارتها 6000 درجة مئوية، وتعتبر أبرد بكثير من داخلها، وهو الجزء المرئي لنا من الشمس.
- ✓ **الهالة:** وهي تغلف بيئة الشمس وتمتد هذه الهالة إلى ما يزيد عن 100000 كم لكن هذه الهالة تخفى عن الأنظار بسبب الضوء الساطع الصادر عن الكرة المضئية ولا يمكن رؤيتها إلا خلال حدوث كسوف كلي، كما في الشكل (1-1):[4]

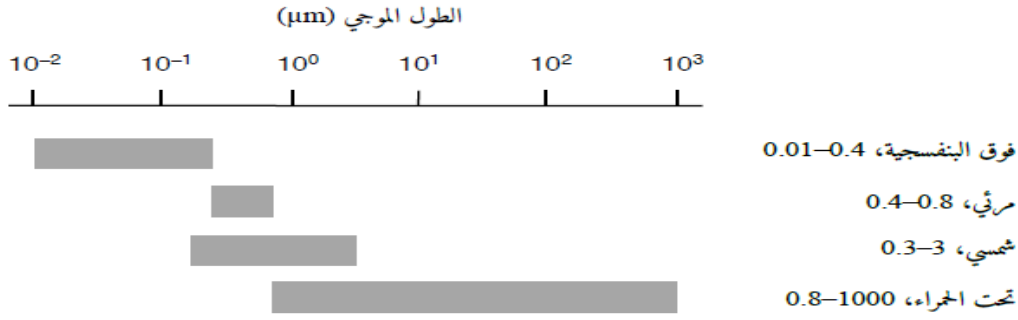


الشكل (1-1): عناصر الشمس

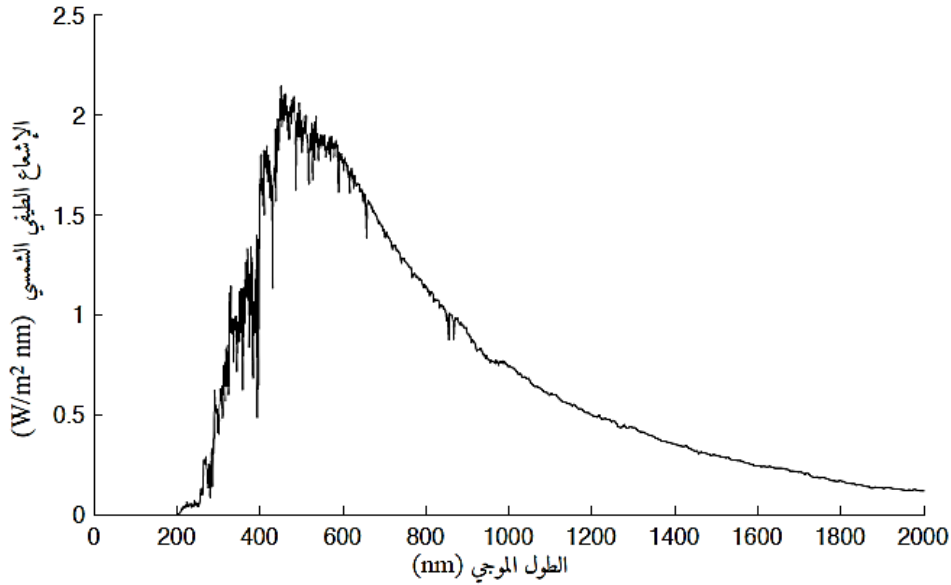
تنتقل الاشعة بمعدل انبعاث  $(3.8 \times 10^{23} kw)$  ولا يصل الى الأرض الا المقدار الضئيل، وترسل الشمس هذه الاشعة على شكل تيار من الجسيمات تسمى الفوتونات وتتطلق في حزمة موجية متوازية ومختلفة الاطوال.

### 5.1- الثابت الشمسي:

إن الاشعة المرسله من الشمس فيها المرئي وغير المرئي، فالإشعاع المرئي اطواله الموجية في المجال  $(0.4 - 0.8um)$  والأشعة تحت الحمراء في المجال  $(0.8-100um)$  أما أشعة الراديو فهي أكثر من  $100um$  ، وهناك أشعة يقل طولها عن طول أمواج الضوء المرئي وهي الأشعة البنفسجية والسينية وغاما، وإن أعلى شدة للإشعاع الشمسي تقع في مدى الضوء المرئي، لاحظ الشكل (1-2) والمنحنى (1-1).



الشكل (1-2): بعض نطاقات الأطوال الموجية في طيف الإشعاع الكهرومغناطيسي.



المنحنى (1-1): الإشعاع الطيفي الشمسي بدلالة الطول الموجي.

نعتبر نصف قطر الشمس ( $r = 6.957 \times 10^8 m$ ) ودرجة حرارة سطحها ( $T = 5777k$ ) وبالتالي تكون مساحة سطح الشمس هي  $4\pi r^2$  ويكون التدفق الإشعاعي الكلي من الشمس، باستخدام معادلة ستيفان-بولتزمان:

$$\sigma T^4 \times 4\pi r^2 \quad (1-1)$$

وإذا كانت المسافة بين الأرض والشمس ( $l = 1.495 \times 10^{11} m$ ) فإن كمية الإشعاع الواصلة إلى الغلاف الجوي للأرض تسمى بالثابت الشمسي ويحسب بالعلاقة التالية:

$$I_0 = \frac{\sigma T^4 \times 4\pi r^2}{4\pi l^2} = \sigma T^4 \left(\frac{r}{l}\right)^2 \quad (2-1)$$

وتبلغ القيمة المتوسطة لثابت الشمسي الساقط على المحيط الخارجي للأرض  $I_0 = 1367 \text{ w/m}^2$  وإن المسافة بين الشمس والأرض تتغير على مدار العام وبذلك يتغير الثابت الشمسي ومنه يحسب الثابت الشمسي بدلالة أيام السنة بالعلاقة التالية: [1]

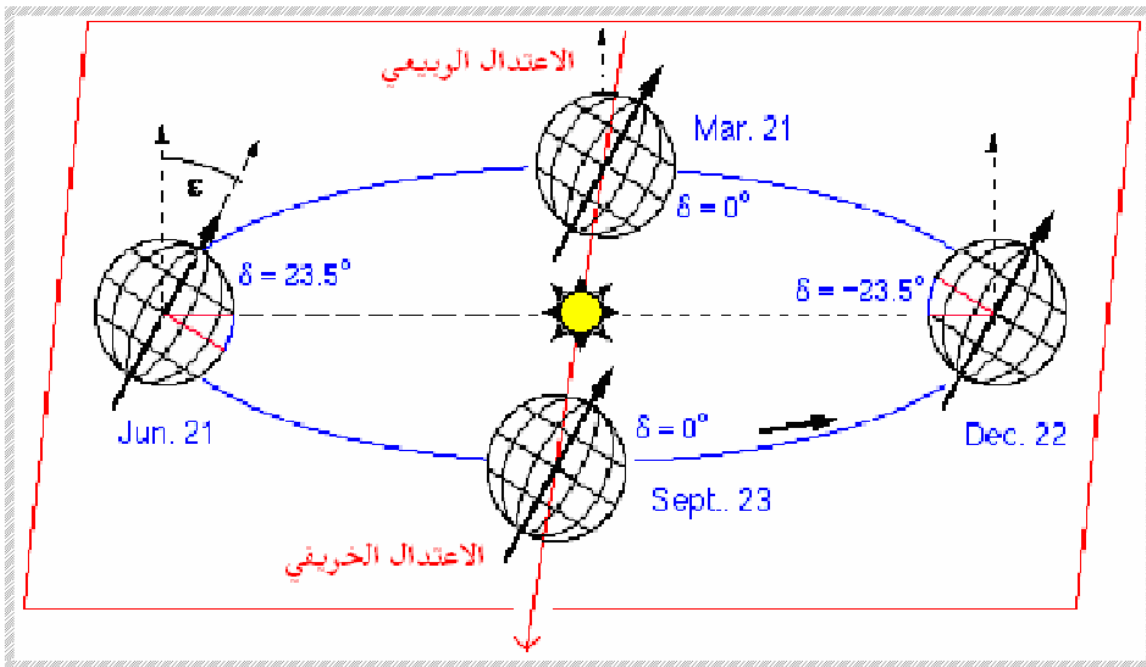
$$I = I_0 \left[ 1 + 0.033 \cos \left( \frac{360 \times N_i}{365} \right) \right] \quad (3-1)$$

$I_0$ : الثابت الشمسي الواصل الى طبقة الجو المحيط بالأرض، متوسط قيمتها حوالي  $1367 \text{ w/m}^2$ .

$N_i$ : رقم اليوم في السنة من 1 الى 365.

### 6.1- حركة الأرض حول الشمس:

إن الأرض تكمل دورة كاملة حول الشمس في 365 يوم، وينتج عن ذلك الفصول الأربعة (الشتاء، والربيع، والصيف، والخريف) وخلال دورانها حول الشمس فإنها تدور حول محورها الذي يميل على محور مدارها حول الشمس بزاوية مقدارها 23.5 درجة، ولتكمل الدورة في 24 ساعة تقريبا، وينتج عنها تعاقب الليل والنهار. والصورة المقابلة توضح متى يكون الإشعاع الشمسي عمودي على سطح الأرض مع تغير موقع الأرض. [7]



الشكل (3-1): حركة الأرض حول الشمس [8]



## 7.1- تأثير الإشعاع الشمسي:

### 1.7.1- التوهين الجوي:

يعاني الإشعاع الشمسي الساقط عموديا عند عبوره الغلاف الجوي نوعين من التوهين التشتت والامتصاص. يحدث التشتت عندما يتفاعل الإشعاع مع جزيئات الهواء والماء والمعلقات في الغلاف الجوي. تتوقف درجة التشتت على علاقة الطول الموجي للإشعاع بحجم الجزيئات وتركيز الجزيئات في الغلاف الجوي والكتلة الكلية للهواء التي يجب على الإشعاع عبورها وفيها يشتت الضوء.

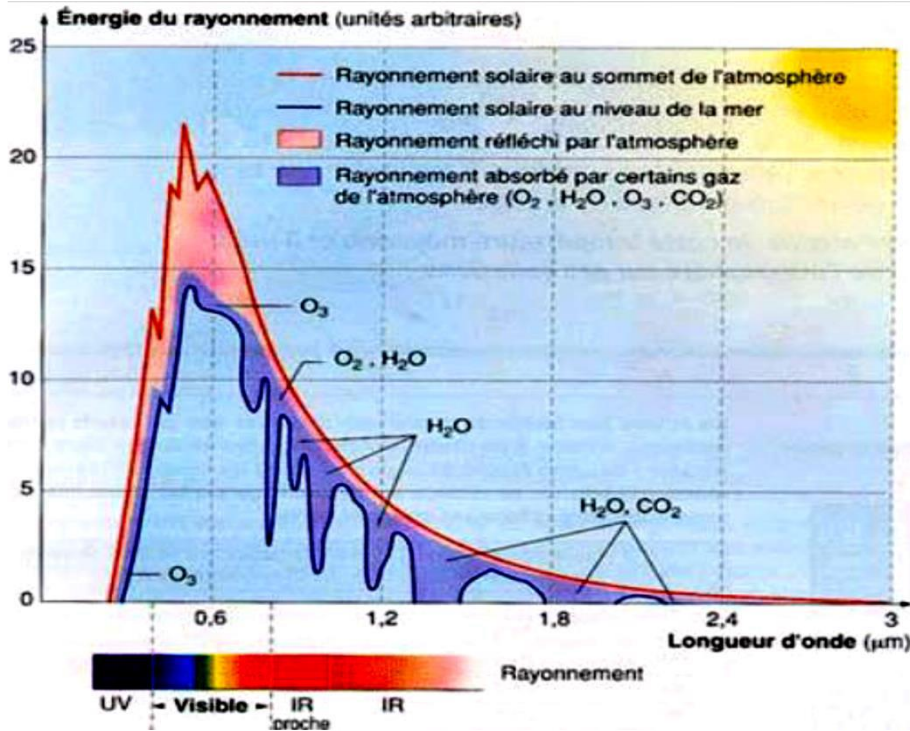
العملية الأهم هي تشتت رايلي بواسطة جزيئات الهواء. يكون هذا النوع من التشتت أكثر فعالية في الأطوال الموجية الأقصر في تفسر عملية التشتت هذه اللون النهائية الزرقاء للطفيف، وبصورة أساسية تلك التي أقصر من الأزرق للسماء خلال النهار واللون الأصفر للشمس واحمرار السماء ليلا. يحدث هذا بسبب تشتت معظم الأشعة التي تصل إلى الأرض من اتجاهات أخرى غير المباشرة من الشمس بواسطة تشتت رايلي.

يلاحظ أن كمية معتبرة من الضوء المشتت يتم توجيهها للخلف إلى الفضاء. يحدث امتصاص أشعة الشمس

في مدى الأشعة فوق البنفسجية بسبب الأوزون وفي مدى الأشعة تحت الحمراء بسبب الماء وثنائي أكسيد

الكربون. ففي عملية الامتصاص، يتحول الإشعاع الشمسي إلى حرارة، يتم انبعاثها بواسطة الجزيئات في صورة

أشعة طويلة الموجة، تأثير تشتت رايلي كبير فعلا ويتوقف على الطول الموجي، لاحظ المنحنى (1-2). [1]



المنحنى (1-2): طيف الكهرومغناطيسي للشمس مع وجود تأثير التشتت والامتصاص [3]

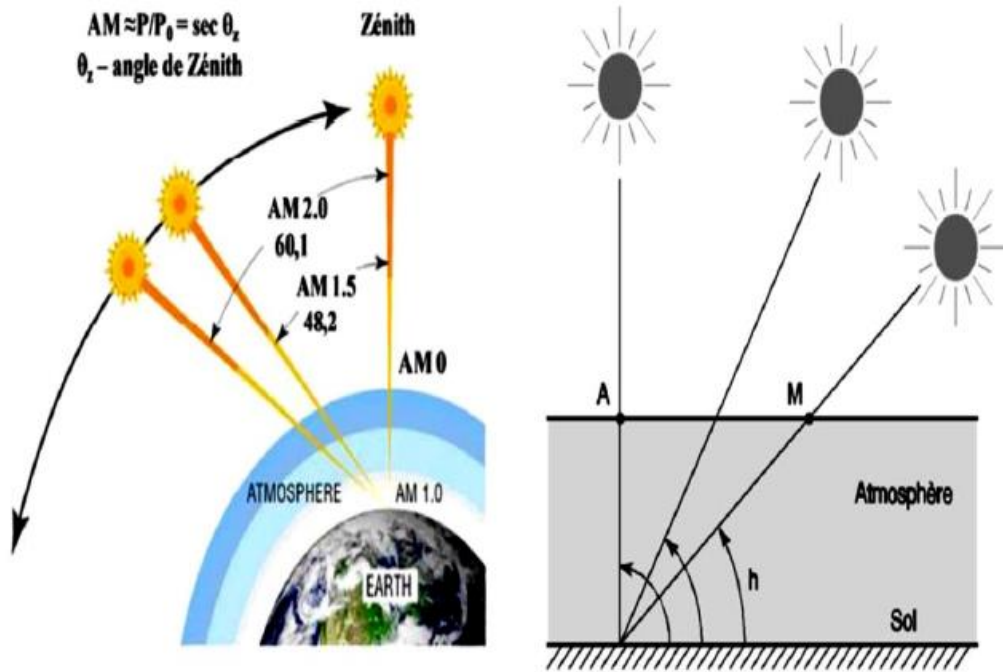
### 2.7.1- الكتلة الهوائية:

يعتمد توهين الإشعاع الشمسي على المدى الذي يقطعه الشعاع في الغلاف الجوي. كلما زاد طول المسار، زاد عدد الجزيئات التي يتفاعل معها الشعاع. يتغير ذلك على مدار العام وعلى مدار اليوم. يحدث المسار الأطول في أواخر النهار، حيث تكون الشمس قريبة من الأفق. يوصف طول المسار بالكتلة الهوائية.

تعرف الكتلة الهوائية بأنها النسبة بين كتلة الهواء الجوي الذي يعبر خلاله الشعاع من الموضع الحالي للشمس في السماء، إلى الكتلة التي يعبر خلالها إذا كانت الشمس في أوجها (مباشرة فوق الرأس). على سبيل المثال، يكون طول المسار عبر الغلاف الجوي ضعف طوله لو أن الشمس مباشرة فوق الرأس، لاحظ الشكل (1-4).

إذا كانت زاوية الذروة  $\theta_z$  فإنه يمكن حساب الكتلة الهوائية بالعلاقة التالية: [1]

$$AM = \frac{1}{\cos \theta_z} \quad (4-1)$$



الشكل (1-4): طول المسار في الغلاف الجوي للإشعاع الشمسي [3]

بسبب تغير العوامل الجوية مع الوقت، من المفيد وجود طيف قياسي للإشعاع الشمسي على سطح الأرض لتطوير واختبار الأجهزة الشمسية، الطيف القياسي المقبول هو AM1.5 عند زاوية الذروة  $48.2^\circ$  نجد

$$m = 1.5$$

### 8.1- مكونات الإشعاع الشمسي:

1.8.1- الإشعاع المباشر: هو الإشعاع الساقط على سطح ما مباشرة من الشمس.

تعطى عبارة الإشعاع الشمسي المباشر الوارد من الشمس إلى سطح الأرض ناظميا بعد اختراقه للغلاف الجوي:

$$I_b = I_0(a_0 + a_1 e^{-k.AM}) \quad (5-1)$$

حيث ثوابت  $a_0$  و  $a_1$  و  $K$  تجريبية تعطى بالعلاقات التالية:

$$a_0 = 0.94[0.4237 - 0.00821(6 - Z)^2]$$

$$a_1 = 0.98[0.5055 - 0.00595(6.5 - Z)^2]$$

$$K = 1.02[0.2711 - 0.01858(2.5 - Z)^2]$$

حيث:

$Z$ : ارتفاع المنطقة فوق سطح البحر معبرا عنها بالكيلومتر

$AM$ : الكتلة الهوائية

$I_0$ : الثابت الشمسي الواصل الى طبقة الجو المحيط بالأرض

وتعطى عبارة الإشعاع الشمسي المباشر الذي يرد بزاوية  $i$  على سطح مائل: [5]

$$I_{bt} = I_b \cos i \quad (6-1)$$

### 2.8.1- الإشعاع المنتشر

ينتج عن انعكاس الشعاع المباشر من الشمس في الفضاء بسبب السحب وقطرات المياه والغازات في الغلاف

الجوي للأرض، وترتفع نسبته في فصل الشتاء عندما تكثر السحب حيث يشكل النسبة الكبرى من الإشعاع

الإجمالي، وتكون عبارة الإشعاع المنتشر في حالة السطح الافقي: [5]

$$I_d = I_0 \sin h [0.2710 - 0.2939(a_0 + a_1 e^{-k.AM})] \quad (7-1)$$

### 3.8.1- الإشعاع المنعكس:

ينتج عن انعكاس الإشعاع المباشر أو المشتت على سطح الأرض والبحار، وتختل نسبته حسب السطح وقدرته

على عكس الأشعة وزاوية السقوط، حيث إنه من الصعب جدا حسابه فإنه يؤخذ في الحسابات ويرتفع خاصة

قريبا من البحار أو الأرضيات العاكسة (الماء والثلوج). [5]

### 4.8.1- الإشعاع الكلي:

وهو مجموع الإشعاع الشمسي المباشر والإشعاع المشتت إذا فرضنا أن المنعكس جزء من المنتشر ويحسب في حالة الإشعاع ناظمي  $i=0$  بالعلاقة التالية: [5]

$$G = (1270 - 56T_L)(\sin h)^{\frac{T_L+36}{33}} \quad (8-1)$$

حيث:

$T_L$ : معامل الاضطراب للغلاف الجوي ويحسب بالعلاقة التالية:

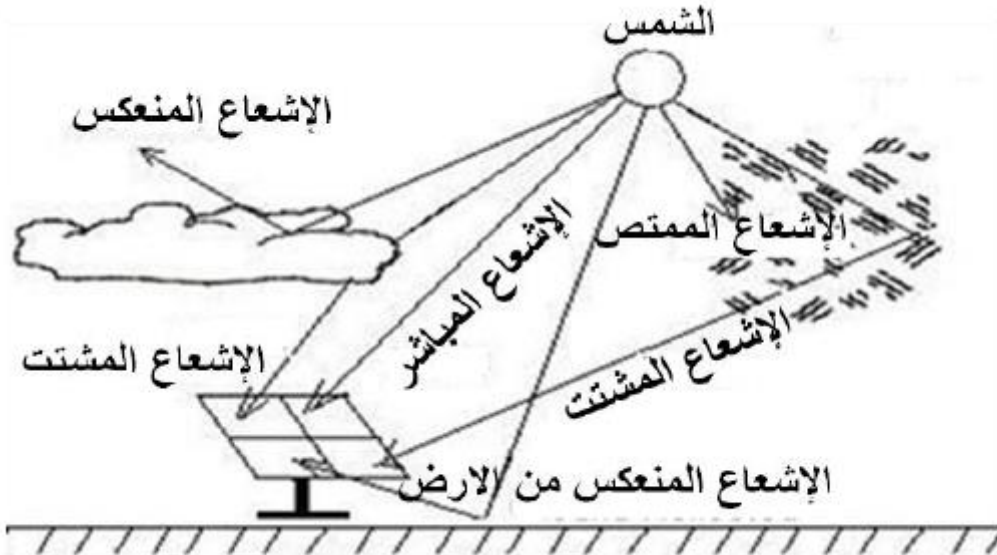
$$T_L = 2.5 + 16\beta_A + 0.5 \ln \omega \quad (9-1)$$

المعامل  $\beta_A$ : يعرف بعدد العوالق الصلبة الموجودة في وحدة الكتلة الهوائية المثبتة عموديا في المنطقة وتتعلق قيمته على صفاء السماء

$\omega$ : تمثل سمك بخار الماء في الغلاف الجوي المكثف والمتواجد في أسطوانة موازية للإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض، تتراوح قيمتها بين  $(0.5 - 6cm)$  وتحسب كما يلي:

$$\omega = 0.17 \times e \quad (10-1)$$

حيث:  $e$ : تمثل كثافة بخار الماء على السطح الأرض وفي درجة حرارة الجو.



الشكل (1-5): أنواع الإشعاع الشمسي الساقط على الأرض. [2]

### 9.1- التوقيت الشمسي:

وهو الوقت الذي يعتمد على الحركة الظاهرية للشمس عبر السماء ويعرف وقت الظهيرة بأنه الوقت الذي تكون الشمس فيه تعبر دائرة نصف النهار، ونظراً لأن مدار الأرض بيضاوي الشكل وتميل الأرض على المدار، يبدو أن الشمس تسرع وتبطئ على مدار العام مما يعطي اختلافات بين التوقيت القياسي والشمسي ونصح ذلك بعامل يسمى معادلة الوقت  $E(d)$  ثم نحسب التوقيت الشمسي بالساعة  $T_S$  كما يلي: [1]

$$T_S = T_{St} - 4(L_{St} - L_{loc}) + E(d) \quad (11-1)$$

$$E(d) = 229.18[0.000075 + 0.001868 \cos(B) - 0.032077 \sin(B) - 0.014615 \cos(2B) - 0.01089 \sin(2B)]$$

$$B = (d - 1) \frac{360}{365}$$

$T_{St}$  : التوقيت القياسي بالساعة بعد منتصف الليل.

$L_{St}$  : خط الطول القياسي.

$L_{loc}$  : خط الطول للموقع.

$d$  : اليوم من السنة.

### 10.1- زوايا الشمس:

بما أن شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض تابع للموقع على سطح الأرض بالنسبة للشمس فإنه من الضروري تحديد الزوايا التي تربط الإشعاع بسطح الأرض. [2]

#### 1.10.1- زاوية الارتفاع الشمسي ( $h$ ):

هي الزاوية بين أشعة الشمس والمستوي الأفقي  $-90^\circ \leq h \leq 90^\circ$

#### 2.10.1- زاوية ميل السطح ( $\gamma$ ):

هي الزاوية بين السطح والمستوي الأفقي  $0^\circ \leq \gamma \leq 180^\circ$

#### 3.10.1- خط العرض ( $\varphi$ ):

خط العرض لنقطة ما هو الموقع الزاوي للنقطة المدروسة بالنسبة إلى مستوي خط الاستواء، ويفرض خط

العرض موجب شمال خط الاستواء  $-90^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$

#### 4.10.1- زاوية الانحراف الشمسي ( $\delta$ ):

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 متغيرة كما يلي:  
الانقلاب الشتوي  $-23.5^{\circ} \leq \delta \leq 23.5^{\circ}$  الانقلاب الصيفي.

وتكون معدوم في الاعتدال الربيعي والخريفي  $\delta = 0^{\circ}$

وتحسب من العلاقة التالية:

$$\delta = 23.45 \sin \left[ \frac{360}{365} (284 + n) \right] \quad (12-1)$$

حيث:  $n$  هو رقم اليوم في السنة.

### 5.10.1- الزاوية الساعية ( $\omega$ ):

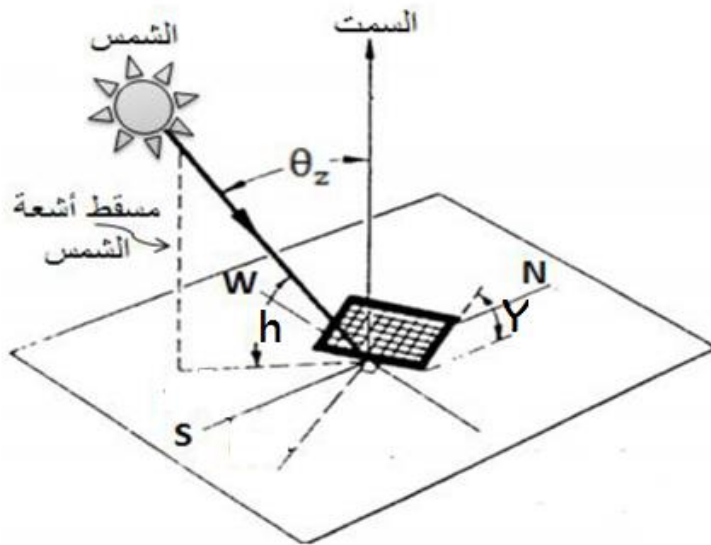
الزاوية الساعية لنقطة ما على سطح الأرض هي الزاوية الواجب أن تدورها الأرض لتضع خط طول هذه النقطة تحت الشمس مباشرة وحسب الشكل هي الزاوية المقامة على مستوي خط الاستواء بين مسقط خط الطول ومسقط الخط الواصل بين مركزي الأرض والشمس، وتحسب كما يلي:

$$\omega = 15(T_S - 12) \quad (13-1)$$

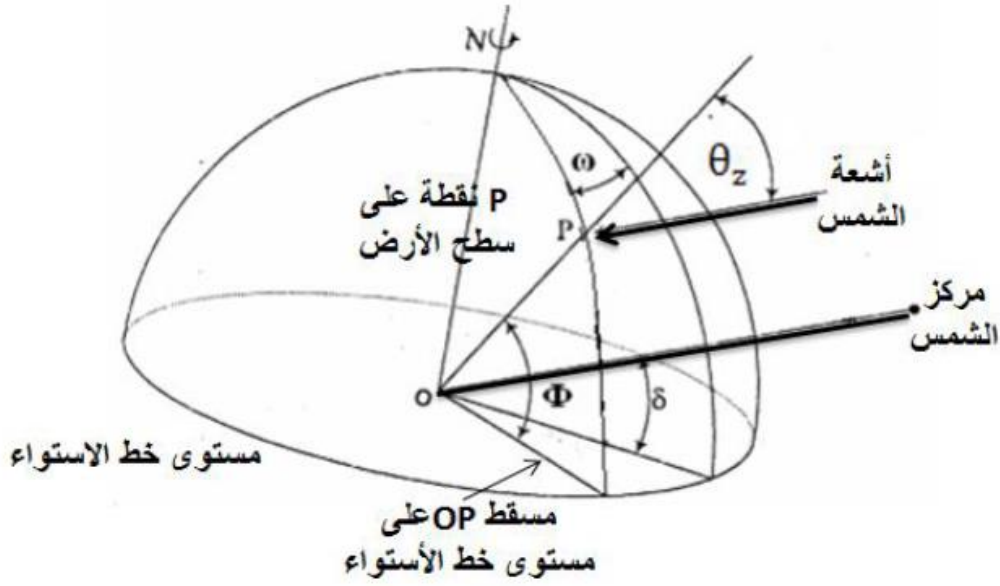
### 6.10.1- زاوية السم ( $\theta_z$ ):

هي الزاوية بين خط السم (الذروة) وأشعة الشمس، هذا يعني زاوية سقوط أشعة الحزمة على السطح الأفقي.  
حيث:  $0 \leq \theta_z \leq 90^{\circ}$

وتحسب بالعلاقة التالية: (14-1)  $\theta_z = 90 - h$



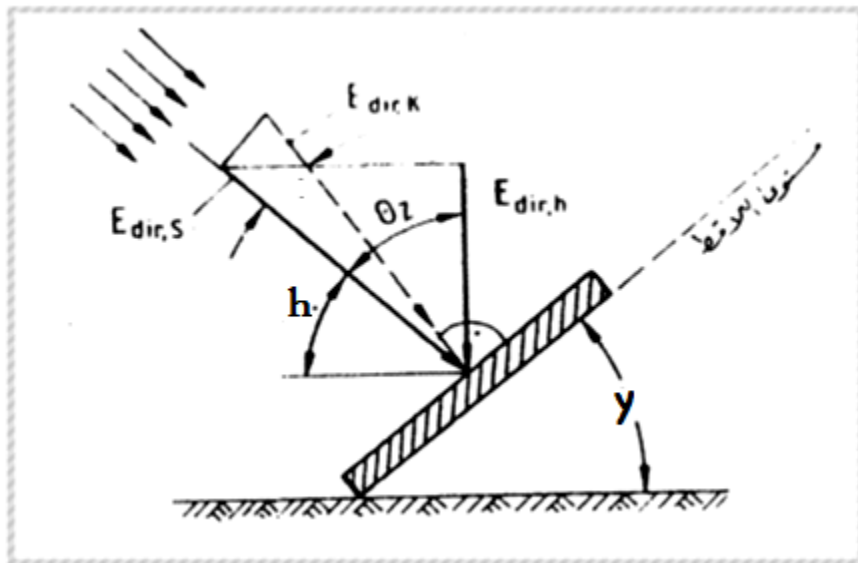
الشكل (6-1): زاوية ميل السطح ( $\gamma$ )، زاوية السم ( $\theta_z$ )، زاوية الارتفاع الشمسي ( $h$ )



الشكل (1-7): زاوية الانحراف الشمسي ( $\delta$ )، الزاوية الساعية ( $\omega$ )، خط العرض ( $\Phi$ )

### 11.1- شدة الإشعاع الشمسي على الأسطح الأفقية والمائلة:

تتوقف شدة الإشعاع الساقط على سطح الأرض لموقع محدد عند زمن ما على توجيه السطح وميله علماً أن السطح المتعامد مع أشعة الشمس سوف يستقبل أكبر كمية من الإشعاع الشمسي وبالتالي: من الضروري حساب الإشعاع الشمسي الساقط على الأسطح المائلة. [8]



الشكل (1-8): الإشعاع المباشر الساقط على الأسطح الأفقية والمائلة.

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

$$E_{\text{dirs}} = A \cdot e^{\frac{B}{\sin h}} = A \cdot e^{-B \cdot AM} \quad (15-1)$$

$E_{\text{dirs}}$  (W/m<sup>2</sup>): الإشعاع الشمسي الساقط المباشر عند سقوط حر .

$A$  (W/m<sup>2</sup>): الإشعاع الشمسي النظري عند كثافة هواء تساوي الصفر .

$AM$ : الكتلة الهوائية.

$B$ : معامل توهين الغلاف الجوي.

$h$ : زاوية الارتفاع الشمسي.

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

$$E_{\text{dir h}} = E_{\text{dirs}} \cdot \sin h \quad (16-1)$$

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

نحسب الإشعاع المشتت من السماء والساقط على سطح اختياري على الأرض كنسبة من الإشعاع الشمسي المباشر الساقط بشكل حر كما يلي:

$$E_{\text{dfu}} = C \cdot E_{\text{dfu.s}} \cdot F_{\text{SS}} \quad (17-1)$$

$E_{\text{dfu}}$  (W/m<sup>2</sup>): الإشعاع الشمسي المشتت من السماء.

$C$ : معامل تشتيت الإشعاع الشمسي.

$F_{\text{SS}}$ : المعامل الزاوي بين السطح والسماء بحيث السطح كلفي يميل بزاوية  $\gamma$  يحسب بالعلاقة:

$$F_{\text{SS}} = 0.5(1 - \cos \gamma) \quad (18-1)$$

$F_{\text{SS}} = 0.5$ : للسطح العمودي.

$F_{\text{SS}} = 1.0$ : للسطح الأفقي.

ومنه الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح أفقي هو مجموع الأشعة المباشرة والمشتت:

$$H = E_{\text{dir.h}} + E_{\text{dfu}} \quad (19-1)$$



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

$$H_t = E_{dir.h} \cdot R_B + E_{dfu} \left( \frac{1+\cos\gamma}{2} \right) + H\rho_g \left( \frac{1-\cos\gamma}{2} \right) \quad (20-1)$$

حيث:

$\rho_g$  : معامل انعكاس الأرض للأشعة المباشرة والمشتتة وفي الحسابات الحالية تؤخذ ثابتة.

$R_B$  : معامل ميل الإشعاع المباشرة .

### 12.1-الخاتمة:

تطرقنا في هذا الفصل إلى الإشعاع الشمسي الصادر من الشمس و المقدار الذي يصل منه الى الأرض والعوامل المؤثرة عليه حتى وصوله للأرض بالإضافة إلى العلاقات التي تمكنا من دراسته والاستفادة منه.

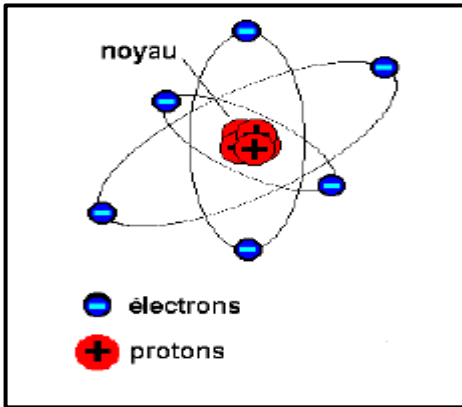
# الخلايا الكهروضوئية

## 1.2- مقدمة:

توجد العديد من التطبيقات تحول الاشعاع الشمسي إلى طاقة ونحن في هذا الفصل بصدد التركيز على التطبيقات الكهروضوئية وخاصة تطبيقات (PV) التي هي متاحة بشكل كبير للأفراد والشركات ودراساتها نكون قد وفرنا مادة علمية كافية في هذا المجال تساهم في حل أزمة الطاقة.

## 2.2- الطبيعة الذرات بشكل عام:

يتم تمثيل الذرة على أنها مكونة من إلكترونات تدور حول نواة، كما تفعل الأقمار الصناعية حول كوكب، تتكون النواة من البروتونات والنيوترونات، والشحنة الكهربائية للنيوترون هي صفر. للبروتون شحنة موجبة تساوي في القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون، وهي سالبة. في حالتها الطبيعية، تكون الذرة محايدة كهربائياً، حيث يكون عدد الإلكترونات مساوياً لعدد البروتونات وتتوزع الإلكترونات ذات الشحنة السالبة على شكل طبقات. يمكن أن تحتوي كل طبقة على عدد محدود من الإلكترونات. على سبيل المثال طبقة K الأقرب إلى النواة مشبعة بالإلكترونين. وفي



الطبقة الخارجية (طبقة التكافؤ) تكون للإلكترونات أقل جاذبية مع النواة، مما يسمح للروابط مع الذرات المجاورة للسماح بتماسك المادة. الغلاف التكافؤ لمعظم الذرات غير كامل (باستثناء الغازات النادرة)، لذلك يمكنه (مؤقتاً) قبول الإلكترونات، أو ربما يفقد بعضها هذا هو الحال أثناء تأين الذرة. [14]

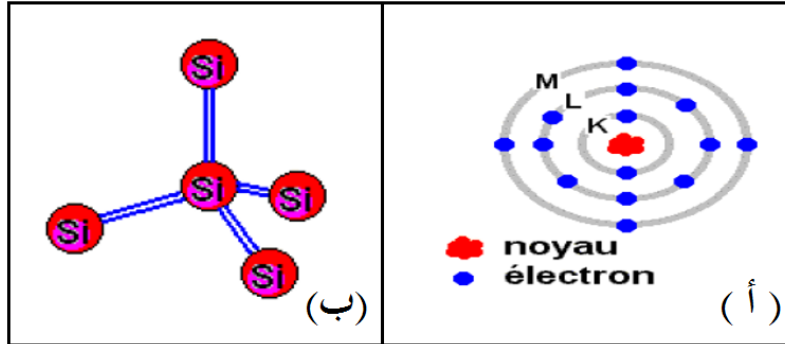
الشكل (2-1): نموذج لأحد الذرات

## 3.2- تركيب ذرة السيليكون:

يمثل الشكل المقابل ذرة السيليكون التي لديه 14 إلكترون يدور حول النواة المكونة من 14 بروتوناً و 14 نيوترونًا. من المحتمل أن تصبح الذرات مشحونة كهربائياً عن طريق اكتساب أو فقدان إلكترون واحد أو أكثر وهذا ما يسمى الأيونات. إذا اكتسبت الذرة إلكترونًا واحدًا أو أكثر، تصبح شحنة الذرة سالبة، وإذا فقدت أيًا منها تصبح شحنة الذرة موجبة.

في بلورة السيليكون (البلورة عبارة عن مادة صلبة مكونة من ذرات مرتبة بانتظام وترتبط بقوة ببعضها البعض)، كل ذرة مرتبطة بأربع ذرات متجاورة تشترك معها في الإلكترونات الأربعة من غلافها م. يكون التوزيع منتظمًا

يمكننا اعتبار أن الذرة في مركز رباعي الوجوه وأن جيرانها الأربعة يوضعون في الجزء العلوي من هذا الرباعي الوجوه. [14]



الشكل (2-2): أ- نموذج لذرة السليكون Si ب- النموذج البلوري لذرات السليكون

#### 4.2- الموصل وشبه الموصل والعازل:

##### 1.4.2- المواد الموصلة:

يكون أعلى مستوى طاقة مشغول في الجزء الأوسط من نطاق الطاقة، ويمكن أن تتحرك الإلكترونات للأجزاء غير المشغولة من نطاق الطاقة. [6]

##### 2.4.2- المواد العازلة:

إذا تكافأ أعلى مستوى طاقة مشغول مع الجزء العلوي من نطاق الطاقة، الذي يُسمى «نطاق التكافؤ» والذي يُرمز له بـ  $E_v$  ، وكانت المسافة لنطاق الطاقة التالي كبيرة، لا تُثار الإلكترونات بسهولة للنطاق الأعلى. [6]

##### 3.4.2- مواد شبه موصلة:

حيث تكون الفجوة بين الجزء العلوي من نطاق التكافؤ والجزء السفلي  $E_v$  من نطاق الطاقة التالي  $E_c$  وهي صغيرة بحيث عندما لا تكون درجة الحرارة منخفضة جداً، يمكن أن تُثار الإلكترونات لنطاق الطاقة التالي أو «نطاق التوصيل» بوجه عام، تكون فجوة الطاقة أقل من بضعة إلكترون فولت، وبمجرد أن تُثار الإلكترونات لنطاق التوصيل، يمكن أن يحدث بعض التوصيل. [6]



الشكل (2-3): المواد الموصلة والعازلة وشبه الموصلة.

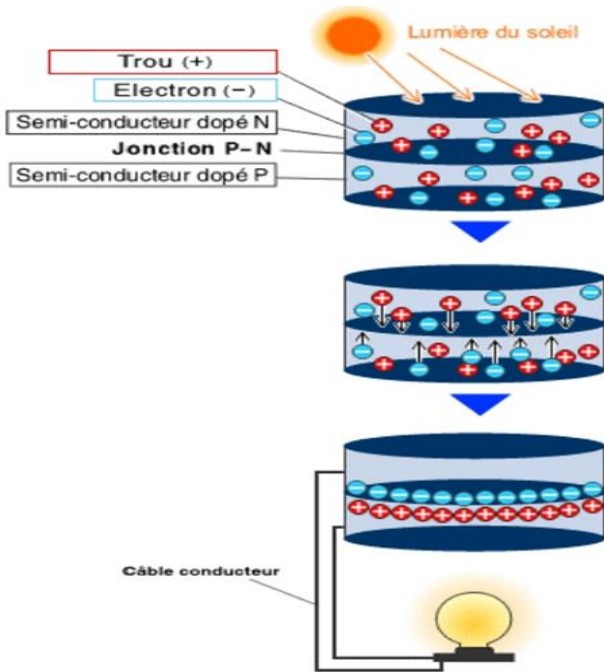
## 5.2- عمل الخلايا الكهروضوئية:

تحت تأثير شعاع الضوء الشمس تنفصل الإلكترونات عن ذراتها.

تبدأ الإلكترونات في التحرك نحو تقاطع pn.

عندما تتضم الثغوب إلى الإلكترونات عند تقاطع pn يتولد جهد. إذا تم إجراء اتصال خارجي، يتم إنشاء تيار

كهربائي مستمر. [14]



الشكل (2-4): عمل الخلايا الكهروضوئية

## 6.2- مبدأ التشغيل لوحدة PV:

يسمح التأثير الكهروضوئي المستخدم في الخلايا الشمسية بتحويل الطاقة الضوئي الى كهرباء عن طريق النقل في مادة شبه موصلة ذات شحنة كهرباء موجبة وسالبة تحت تأثير الضوء.

تتكون هذه المادة من جزأين، أحدهما يحتوي على فائض من الإلكترونات والآخر يحتوي على عجز في الإلكترونات، ويسمى نوع منشط بـ  $n$  ومنشط بـ  $p$  على التوالي، عندما يتلامس الأول مع الثاني، تنتشر الإلكترونات الزائدة من المادة  $n$  في المادة  $p$  تصبح المنطقة المنشط مبدئياً مشحونة إيجاباً، وتصبح المنطقة المشبعة في البداية مشحونة سالبة. لذلك يتم إنشاء مجال كهربائي بينهما يميل إلى صد الإلكترونات في المنطقة  $n$  وأحدث ثقب باتجاه المنطقة  $p$  يتم تشكيل تقاطع  $PN$ ، (جهة اتصال خلفية)

عندما تتعرض مادة ما لأشعة الشمس، فإن الذرات المعرضة للإشعاع "تقصف" بالفوتونات التي يتكون منها الضوء، تحت تأثير هذا القصف، تمزق الإلكترونات العلوية انه تهيج الالكترتون الذي يؤدي إلى تسخين المادة. الطاقة الحركية من الفوتون تتحول إلى طاقة حرارية من ناحية أخرى، في الخلايا الكهروضوئية، لا تعود بعض الإلكترونات إلى حالتها الأولية. تخلق الإلكترونات غير المطلقة جهداً كهربائياً منخفضاً مستمراً جزء من الطاقة الحركية للفوتونات وهكذا تتحول مباشرة إلى طاقة كهربائية. [14]

## 7.2- أنواع الخلايا الشمسية:

هناك أنواع مختلفة من الألواح الشمسية حسب المواد المستخدمة وطرق التصنيع المستخدمة والشكل النهائي:

### 1.7.2- الخلايا الشمسية المتبلورة:

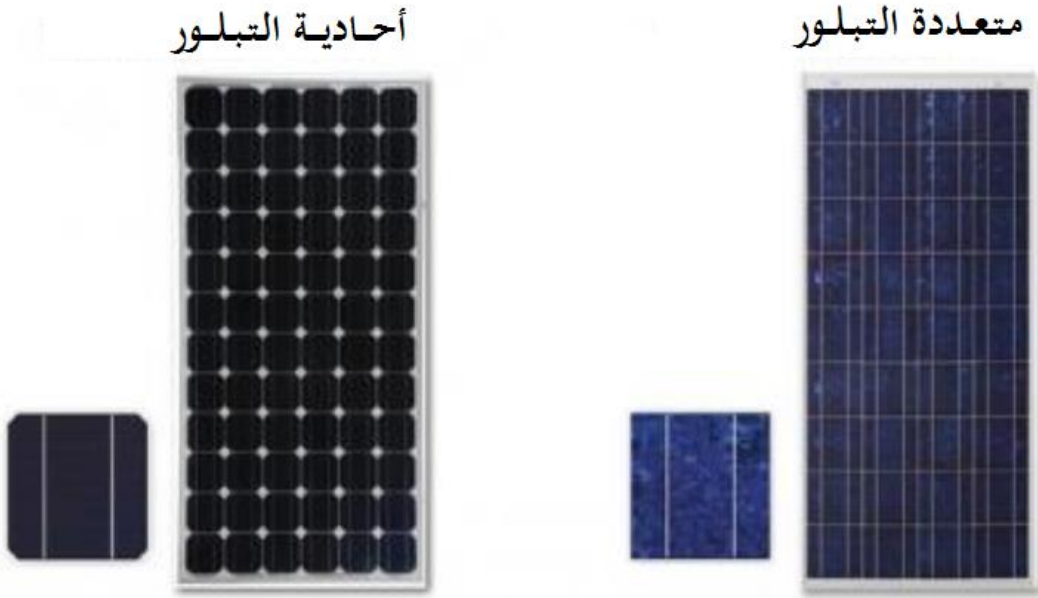
هنا نوعين من السليكون المتبلور بالاعتماد على درجة النقاوة واتجاه التبلور وهما الاحادي التبلور والمتعدد التبلور، الشكل الذي يغلب عليها هو الشكل المستطيل أو المربع. تكون مساحتها عادة ما بين  $0,3m^2$  و  $1,5m^2$ .

### 1.1.7.2- أحادية التبلور:

تكون بلورات السليكون ذات اتجاه واحد، وبنقاوة أعلى وهي أغلى ثمناً. يعتبر هذا النوع من أكثر البنيات البلورية انتظاماً. تكون بلون واحد وتندرج من الأزرق إلى الأسود وبالإمكان صنع الخلايا بألوان أخرى ولكن ستكون كلفتها أعلى حيث ستقل كفاءة الخلية، فالألوان الأخرى إذا ما تم استخدامها ستعكس جزء من طاقة الإشعاع الشمسي التي ستصلها وبالتالي سيحتاج المصمم إلى عدد أكثر من الخلايا الشمسية، فاللون الذهبي أو اللون الأرجواني سيكون ذو مظهر مميز إذا ما تم استخدامه إلا أنه سيتسبب بخسارة في الكفاءة تصل إلى 20 % وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية أحادية التبلور من 15-20% [4]

**2.1.7.2- متعددة التبلور:**

تكون بلورات السليكون باتجاهات مختلفة لذلك تبدو كقطع متكسرة غير منتظمة تعطي عدة تدرجات من اللون الواحد، عادة ما تكون بتدرجات مختلفة للون الأزرق إلا أنها كسابقتها من الممكن أن تتوفر بملوان أخرى كالرصاصي، ويكون لهذا النوع لمعان خفيف في المظهر الخارجي وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية متعددة التبلور من 10-14% [4].



الشكل (2-5): خلايا شمسية أحادية التبلور ومتعددة التبلور

**2.7.2- الخلايا الرقيقة:**

هي أحد أنواع الخلايا التي تجذب اهتماماً واسعاً من قبل المصممين بسبب قابليتها على التشكل، حيث من الممكن ان تتوفر بأشكال صلبة كباقي الأنواع أو خلايا بهيئة رقائق متعددة خفيفة الطبقات يتم ترسيبها عند التصنيع بطبقات رقيقة وبسمك لا يتجاوز بعض الميكرونات، ومن مواصفات الخلايا الشمسية من هذا النوع أنها مرنة، وقابلة للطي وخفيفة الوزن ومن الممكن استخدامها على السطوح الأفقية والمنحنية وبأداء عالي ولا يتم استخدام الزجاج بها ولا تحتاج إلى هياكل للتثبيت. [4].



الشكل (2-6): الخلايا الشمسية الرقيقة.

ومن أنواعها:

**1.2.7.2- خلايا متعددة الطبقات:** هي خلايا شمسية يتم تصنيعها من مادة السليكون. تتوفر بلون بني مائل

للأحمر أو بلون أحمر أو باللون الرمادي، ويتراوح مجمل الكفاءة النهائي من

**2.2.7.2- خلايا الكادميوم:** يمتاز بامتصاصية عالية للضوء، ومن الممكن أن تمتص طبقة بسبك 1

ميكرون 90% من الضوء، كما يمتاز بسهولة التصنيع، إلا أن عدم استقرار أداء الخلية الشمسية لحد الآن يعد أحد العوائق أمام استخدامه، وتتراوح كفاءته 10-14%.

**3.2.7.2- خلايا النحاس:** امتصاصيته للضوء عالية، فطبقة بسبك 1 ميكرون 90% من الضوء، إلا أن عملية

تصنيعه تكون معقدة لذل تكون كلفته أعلى من باقي الأنواع، وهو غير متوفر للأغراض التجارية. تصل كفاءته إلى 18%.

**4.2.7.2- خلايا الغاليوم:** تسمى بالخلية الشمسية ثلاثية الأبعاد بسبب قدرتها العالية على اقتناص الفوتونات

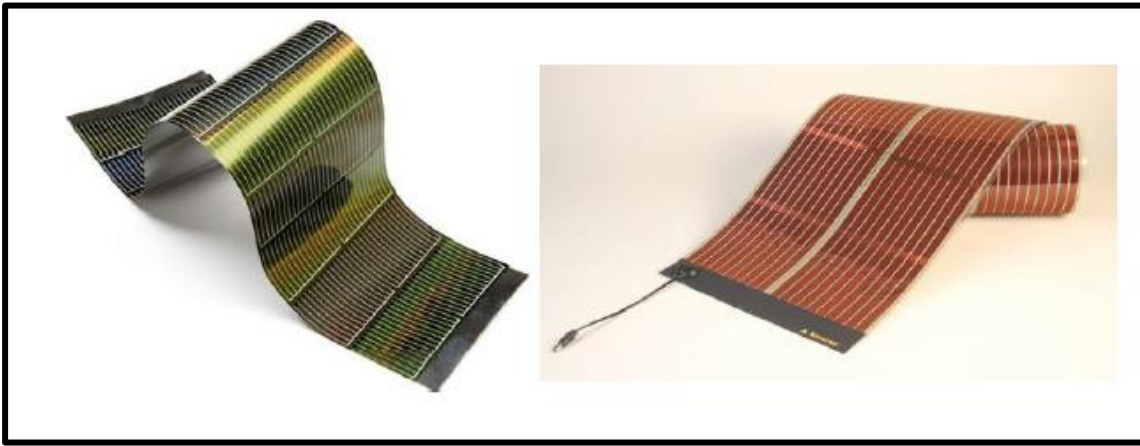
وهي خلايا عالية الكفاءة، حيث تم التوصل إلى كفاءة مختبرية لهذا النوع بحدود 35,6% يستخدم هذا النوع

لتطبيقات الفضاء. [4]



## 3.7.2- الخلايا الشمسية العضوية:

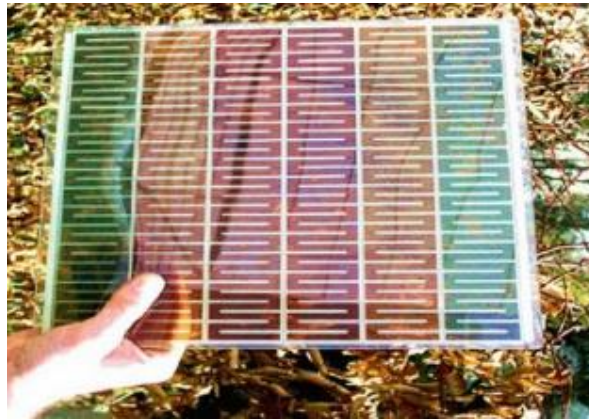
هي خلايا شمسية جديدة قابلة لإعادة التدوير، مصنوعة من الأشجار أو أكثر تحديداً، فقد تم تصنيعها من الركيزة الأساسية التي يمكن أن يحصل عليها من أي نبات آخر. تصنع هذه الخلايا الشمسية من البوليمر المعتمد على ركائز السليلوز الثانوية، لإنشاء خلايا شمسية أكثر استدامة، ويمكن إعادة تدويرها بسرعة في المياه في درجة حرارة الغرفة، وتمتاز بأنها منخفضة التكاليف، تعطي خلايا قابلة للتشكيل وبألوان مختلفة وذات وزن خفيف.[2]



الشكل (2-7): خلايا شمسية عضوية.

## 4.7.2- الخلايا الشمسية الصبغية:

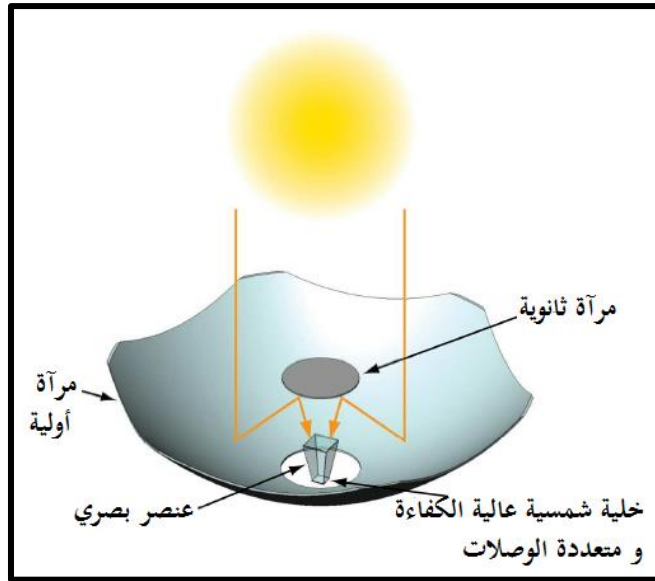
هي مصنوعة من مواد منخفضة التكلفة وسهلة التصنيع. هذه الخلايا يتم غمس حبيبات نانوية شفافة (غير معتمة) عالية المسامية من ثاني أكسيد التيتانيوم  $TiO_2$  بمركب مادة عضوية. غالباً ما تكون لمركب عضوي من مركبات عنصر الروثينيوم فتنسب جزيئات الطلاء العضوي على الأسطح الخارجية لحبيبات أكسيد التيتانيوم التي تغمر داخل محلول الكتروليتي يوضع بالخلية. [2]



الشكل (2-8): خلايا شمسية صبغية.

### 5.7.2- الخلايا الشمسية المركزة:

تجمع هذه التقنية بين التصميم البصري المركب العاكس عالي التركيز الخاص بها والخلايا الشمسية متعددة الوصلات. تشتمل كل لوحة من لوحات على وحدات طاقة تتكون من مرايا أولية وثانوية وعنصر بصري غير تصويري وخلية شمسية ثلاثية الوصلات. تركز المرايا الأولية والثانوية طاقة الشمس 500 مرة على المستقبل البصري، الذي يوجه الضوء إلى خلية شمسية عالية الكفاءة لديها أكثر من ضعف كفاءة خلايا السيليكون العادية. [13]



الشكل (2-9): صورة لتقنية المراة المستخدمة في الخلايا الشمسية المركزة



الشكل (2-10): الخلايا الشمسية المركزة

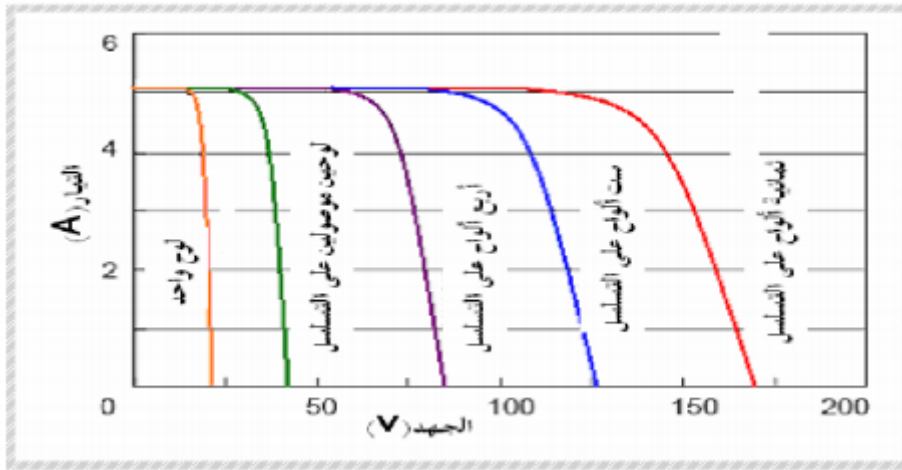
### 8.2- ربط الألواح الكهروضوئية على التسلسل:

في الحالة المثالية عند ربط مجموعة من الألواح الشمسية في سلسلة واحد (n) هو عدد الألواح فان فرق الجهد الدرة المفتوح يساوي عدد الألواح مضروب في جهد اللوح الواحد. [8]

$$V_{sg} = n \cdot V_{oc1} = n \cdot V_{oc2} = n \cdot V_{oc3} = \dots = n \cdot V_{ocn} \rightarrow (I = 0) \quad (1-2)$$

اما عندما يكون التيار (  $I > 0$  ) أي عند وجود حمل كهربائي فان:

$$V_{sg} = \sum V_n = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad (2-2)$$



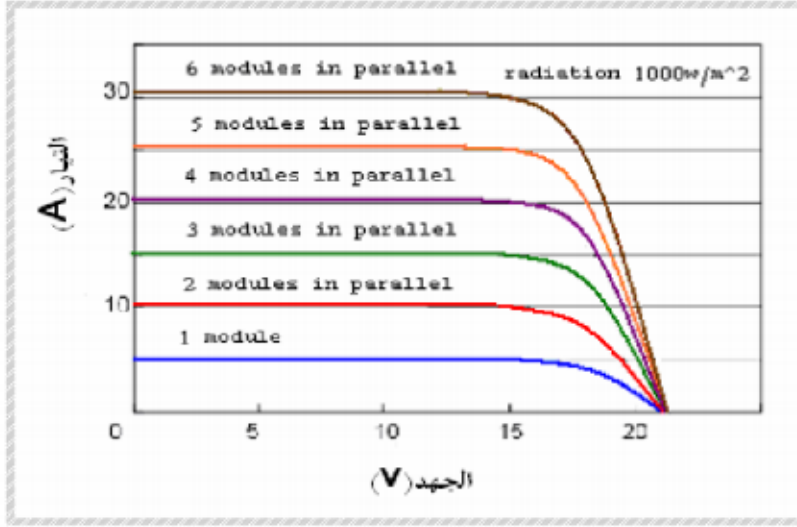
المنحنى (1-2): يوضح الخاصية المثالية للألواح الشمسية المربوط على التسلسل.

### 9.2- ربط الألواح الشمسية على التفرع:

في الحالة ربط مجموع (n) من الألواح الشمسية المتتالية على التفرع فان فرق الجهد يساوي فرق الجهد للوح واحد والتيار الناتج يساوي مجموع التيار الناتج من كل لوح: [8]

$$I_{sg} = \sum I_n = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad (3-2)$$

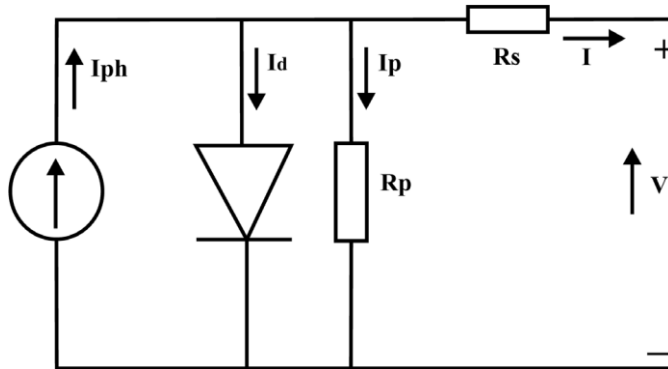
$$V_{sg} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n \quad (4-2)$$



المنحنى (2-2): يوضح الخصائص المثالية للألواح الشمسية المربوط على التفرع.

### 10.2- الشرح المبسط لمخطط مكافئ لخلية شمسية:

الخلية الشمسية الخاضعة لضوء الشمس وموصولة بمقاومة كهربائية  $R_S$  على التسلسل وصمام ثنائي [12].



الشكل (2-11): دائرة مكافئة للنموذج الحقيقي للوحة الكهروضوئية.

يتم حساب التيار  $I$  حسب العلاقات التالية:

$$I = I_{ph} - I_d \quad (5-2)$$

$$I = I_{ph} - I_s \left[ \exp\left(\frac{qV_{oc}}{N_A kAT}\right) - 1 \right]$$

$$I = I_{ph} - I_s \left[ \exp\left(\frac{q(V + IR_S)}{N_S kAT}\right) - 1 \right]$$

$I_{ph}$ : هو التيار الكهروضوئي الناتج من الخلية الشمسية.

$I_d$ : هو تيار الصمام.

$I_s$ : تيار الإشباع.

**A** : معامل الجودة.

**K** : ثابت بولتزمان.

**T** : درجة الحرارة.

$N_s$  : مجموع خلايا السلاسل.

$V_{oc}$  : جهد الدارة المفتوحة

## 11.2- أهم القيم الأساسية المميزة للخلية الشمسية:

✓ تيار الدارة القصيرة:  $I_{cc}$

✓ جهد الدارة المفتوحة:  $V_{co}$

✓ مردود التحويل الطاقوي:  $\eta$

✓ معامل الشكل: **FF**

✓ الاستجابة الطيفية: **RS**

### 1.11.2- تيار الدارة القصيرة: $I_{cc}$

نتحصل على هذا التيار لما يكون الجهد بين طرفي الدارة معدوم، حيث يزداد خطيا مع شدة الإضاءة ويتعلق بالسطح المضاء، طول موجة الإشعاع، ودرجة الحرارة.[3]

### 2.11.2- جهد الدارة المفتوحة: $V_{co}$

يتم الحصول على جهد الدائرة المفتوحة عندما يكون التيار المتدفق عبر الخلية معدوم.[3]

### 3.11.2- معامل الشكل: **FF**

الاستطاعة المصروفة في الدارة الخارجية من طرف الخلية الكهروضوئية المضاء تتعلق بمقاومة الحمولة المقاومة المربوطة بين طرفي الخلية، هاته الاستطاعة تكون أعظمية ( $P_{max}$ ) من اجل نقطة تشغيل

$$P_{max}(V_{max} \cdot I_{max}) \text{ ، لاحظ المنحنى (2-3). [3]}$$

معامل الشكل يعرف بالعلاقة التالية:

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{co} \cdot I_{cc}} = \frac{V_{max} \cdot I_{max}}{V_{co} \cdot I_{cc}} \quad (6-2)$$

### 4.11.2- مردود التحويل: $\eta$

المردود  $\eta$  يشير الى مردود تحويل الاستطاعة، ويعرف، بأنه النسبة بين الاستطاعة العظمى المصروفة واستطاعة الضوء الساقط  $P_{in}$  : [3]

$$\eta = \frac{P_{\max}}{P_{\text{in}}} = \text{FF} \frac{V_{\text{co}} \cdot I_{\text{cc}}}{P_{\text{in}}} \quad (7-2)$$

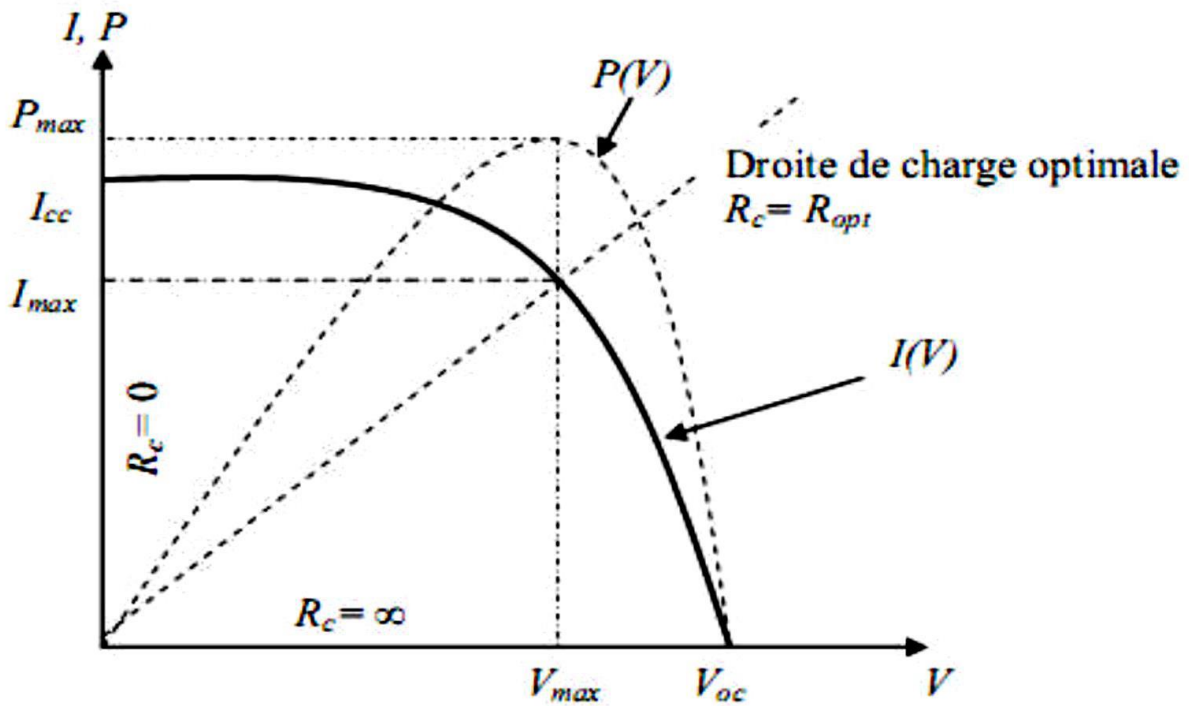
$P_{\text{solaire}} = 100\text{mw}/\text{cm}^2$ . استطاعة الضوء الساقط وتساوي استطاعة الشمس.

يمكن تحسين هذا المردود عن طريق زيادة عامل الشكل، تيار الدارة القصيرة، وجهد الدارة المفتوحة. عند درجة حرارة (t) وتحت إضاءة ثابتة، يتعلق مردود الخلية بحمولة الدارة الكهربائية حيث انه في الدارة المفتوحة.

وفي الدارة القصيرة ( $R_C = 0, I = 0, V = V_{\text{co}}$ ) لا يوجد هناك تحويل لطاقة الى الخارج.

بين الحلتين السابقتين توجد قيمة مثلى لمقاومة الحمولة ( $R_C$ ) والتي تكون فيها الاستطاعة المصروفة من قبل

الخلية ( $P_{\max}$ )، كما يوضحه المنحنى (3-2). [3]



المنحنى (3-2): خصائص  $P(V)$  و  $I(V)$  للخلية الشمسية.

### 5.11.2- الاستجابة الطيفية للخلية الكهروضوئية:

الاستجابة الطيفية ( $R_s$ ) الخلية الشمسية هي النسبة بين تيار الدارة القصيرة المولد من طرف الخلية،

واستطاعة الضوء الساقط، بدلالة مختلف الأطوال الموجية المكونة لهذا الإشعاع، ويعطى بالعلاقة التالية: [3]

$$R_s(\lambda) = \frac{I_{\text{cc}}(\lambda)}{P_{\text{in}}(\lambda)} \quad (8-2)$$

المردود الكمي الخارجي للخلية  $EQE(\lambda)$  هو النسبة بين عدد حاملات الشحنة المولدة وعند الفوتونات الضوئية الساقطة لكل طول موجة ويرتبط مع الاستجابة الطيفية بالعلاقة:

$$EQE(\lambda) = R_S(\lambda) \frac{hc}{\lambda q} \quad (9-2)$$

المردود الكمي الداخلي للخلية هو النسبة بين عدد حاملات الشحنة المولدة وعدد الفوتونات التي تخترق المادة، ويرتبط بالمردود الكمي الخارجي بالعلاقة التالية:

$$IQE(\lambda) = \frac{EQE(\lambda)}{1-R(\lambda)} \quad (10-2)$$

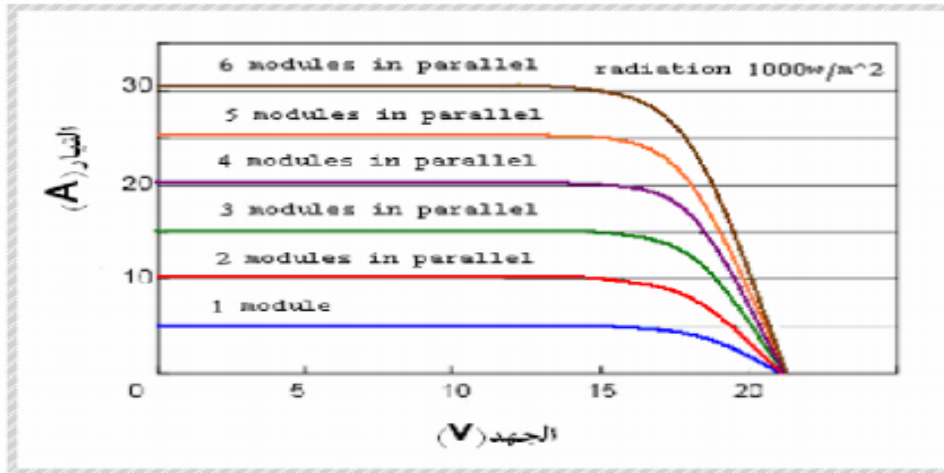
- معامل الانعكاس يعطى:

$$R(\lambda) = \left( \frac{n_2(\lambda) - n_1(\lambda)}{n_2(\lambda) + n_1(\lambda)} \right)^2$$

12.2- العوامل المؤثرة على مردود الخلية الشمسية:

1.12.2- تأثير الاشعاع الشمسي:

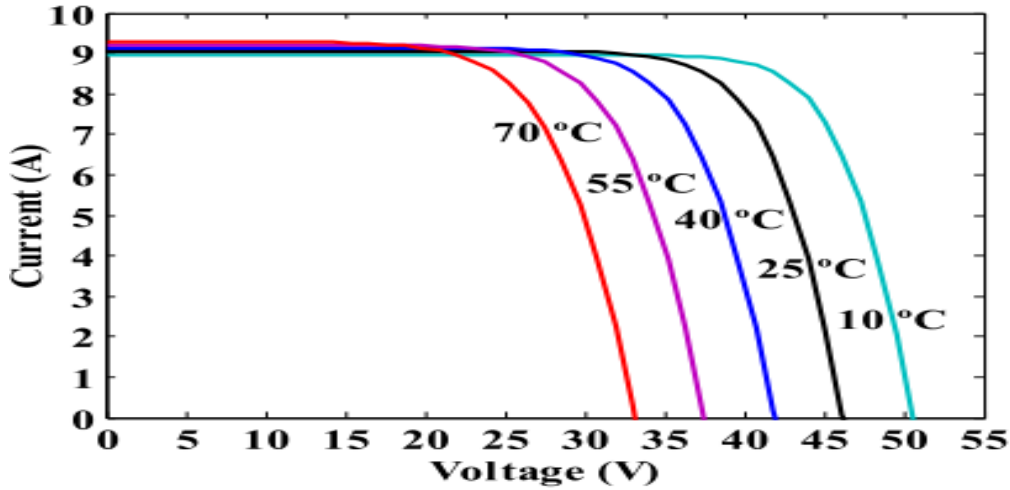
ان زيادة شدة الاشعاع الشمسي له تأثير كبير على تيار القصر حيث يزداد وفي نفس الوقت يكون هناك زيادة طفيف ومنخفضة في جهد الدارة. [3]



المنحنى (2-4): تأثير زيادة الاشعاع على الوح الشمسي في ثبات درجة الحرارة عند 25C°

### 2.12.2- تأثير درجة الحرارة:

يؤدي ارتفاع درجة حرارة الطقس إلى ارتفاع درجة حرارة الخلية الشمسية والذي بدوره يؤدي إلى انخفاض في جهد الدارة المفتوحة للخلية الكهروضوئية، وينتج عنه أيضا ارتفاع طفيف في تيار القصر للوح الشمسي. [12]



المنحنى (2-5): تأثير درجة الحرارة على اللوح الشمسي في ثبات الإشعاع الشمسي عند  $1000 \text{ W/m}^2$

### 3.12.2- تأثير الرياح:

إن حركة الرياح لا تؤثر بشكل مباشر على أداء الخلية الشمسية ولكن تؤثر على درجة حرارة سطح الخلية الشمسية وبالتالي تؤثر على درجة الحرارة الداخلية لها. وبما أن حركة الرياح تؤثر على تيارات الحمل الحراري وبالتالي تعمل على رفع معامل انتقال الحرارة بالحمل والذي يساعد في انتقال الحرارة من سطح الخلية إلى المحيط الخارجي وهذا يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة الداخلية للخلية وبالتالي يحسن من كفاءتها. [10]

### 4.12.2- تأثير الظل:

إن الظل الذي قد يتكون على الألواح الشمسية يعتبر من أهم العوامل التي لا بد من أن تؤخذ بعين الاعتبار عند بناء الأنظمة الشمسية، حيث أن الظل المتشكل على سطح اللوح الشمسي يؤدي إلى التقليل من كمية الإشعاع الشمسي الساقط على اللوح الشمسي وبالتالي تؤدي إلى انخفاض الطاقة الكهربائية المنتجة عن اللوح الشمسي، حيث تتناسب قيمة الطاقة الكهربائية المنتجة مع حجم وشكل الظل المتكون على سطح اللوح الشمسي. [10]



### 5.12.2- تأثير الغبار والاوزاخ والأتربة:

إن أحد أهم المشاكل التي تواجه أنظمة الطاقة الشمسية هي تراكم الأتربة والاوزاخ على سطح الوحدات الشمسية الكهروضوئية، ولذلك تواجه محطات إنتاج الطاقة الكهروضوئية تحديات كبيرة خاصة في المناطق الصحراوية والجافة كتلك التي في الشرق الأوسط ومنطقة الخليج العربي وشمال إفريقيا. كما بينت أغلب الدراسات السابقة أن الغبار والرمل المحملة بواسطة الرياح تتراكم على أسطح الألواح الشمسية وتعمل على عكس جزء من ضوء الشمس الواصل إليها فتؤثر على كفاءتها. [10]

### 13.2- بعض تطبيقات الطاقة الشمسية:

#### 1.13.2- الفرن الشمسي:

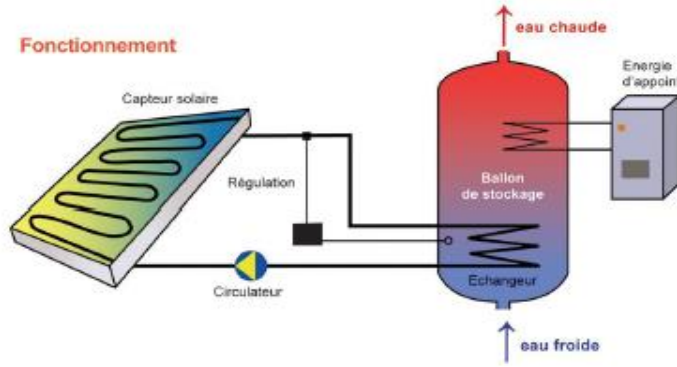
هناك العديد من الأنواع لديه نفس مبدأ العمل منه الفرن شمسي المصنوع من حديد الزهر عاكس على شكل قطع مكافئ من حديد الزهر موضوع على حامل ثلاثي القوائم مزود بمفصلة يمكن أن تُدار في محورين. وتحمل دعامتان من الصلب حاملاً من الصلب يوضع عليه إناء، وبضبط محور الطبق يدويا بحيث يصبح محاذياً لضوء الشمس، يمكن للإناء استقبال أقصى قدر من حرارة الشمس. [3]



الشكل (2-12): فرن شمسي.

### 2.13.2- تسخين المياه بالطاقة الشمسية:

هي منظومة فيها عدة اجزاء تستخدم في تجميع الاشعة الشمسية الساقطة عليها وتحويلها الى طاقة حرارية يستفاد منها في تسخين المياه خلال ساعات سطوع الشمس حيث تخزن المياه الساخنة في خزان حراري تمهيدا لاستخدامها خلال اليوم، ويتكون من 1. المجمع الشمسي، 2. الخزان، 3. هيكل التثبيت وأنابيب التوصيل.[3]



الشكل (2-13): سخان المياه الشمسي.

### 3.13.2- برج الطاقة الشمسية:

هو نوع من الأفران الشمسية التي تستخدم برجًا لتلقي ضوء الشمس المركّز. تستخدم مجموعة من المرايا المسطحة والمتحركة لتركيز أشعة الشمس على برج التجميع (الهدف). ويُنظر إلى الحرارة الشمسية المركزة على أنها أحد الحلول القابلة للتطبيق للطاقة المتجددة الخالية من التلوث. استخدمت بعض التصميمات البخار كوسائل عمل لتشغيل التوربينات او الأملاح المنصهرة. [3]



الشكل (2-14): البرج الشمسي.

### 4.13.2- أنظمة تركيز (الألواح الشمسية ذات القطع المكافئ):

هي الأكثر ملاءمة لتطبيق الخلايا الكهروضوئية نظرًا لارتفاع نسبة التركيز ودرجة حرارة التشغيل. مبدأ العمل يعتمد على امتصاص المستقبل للطاقة الشمسية المركزة، وتحويلها إلى طاقة حرارية في سائل متداول. يمكن بعد ذلك تحويل الطاقة الحرارية إلى كهرباء باستخدام مولد محرك حيث أن هذه الأنظمة ضخمة جدًا وذات تكلفة عالية. [3]



الشكل (2-15): مركز شمسي على شكل قطع مكافئ.

### 5.13.2- حوض القطع المكافئ:

هو نوع من المجمعات الحرارية الشمسية التي تكون مستقيمة في أحد الأبعاد ومنحنية على شكل قطع مكافئ في البعدين الآخرين، مبطنة بمرآة معدنية مصقولة. يتم تركيز ضوء الشمس الذي يدخل المرآة بالتوازي على طول الخط البؤري، حيث يمر أنبوب يحتوي على سائل بطول الحوض عند خطه البؤري يتركز ضوء الشمس على الأنبوب ويسخن السائل إلى درجة حرارة عالية بواسطة طاقة ضوء الشمس. يمكن توصيل السائل لتشغيل الآلات أو لتوليد الكهرباء. [3]



الشكل (2-16): احواض القطع المكافئ.

## 14.2- إيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية:

الإيجابيات	السلبيات
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ طاقة لا تتضب متوفرة على مدار العام (أكثر ديمومة من الوقود الأحفوري أو النووي) .</li> <li>✓ طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة.</li> <li>✓ طاقة التكنولوجيا المستخدمة فيها غير معقدة ويمكن تصنيعها محليا ويمكن استخدامها في الأماكن النائية والبعيدة.</li> <li>✓ يمكن استخدام الطاقة الشمسية بكفاءة عالية لأغراض التدفئة وتسخين المياه وغيرها.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ الطاقة الشمسية غير متوفرة في الليل كما قد لا تتوفر بسبب الأحوال الجوية أو الغيوم لذلك تخزين لتستخدم لاحقا.</li> <li>✓ تكلفة صناعة الألواح الكهروضوئية عالية في الوقت الحالي.</li> <li>✓ كفاءة التحويل الفعلي للطاقة الشمسية منخفضة وهي تتخفض بمرور الوقت.</li> <li>✓ عند تخزين الطاقة الكهربائية بواسطة البطاريات تزداد تكلفة النظام الكهروضوئي.</li> <li>✓ تحتاج إلى صيانة دورية باستمرار.</li> </ul>

الجدول (1-2): يوضح إيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية. [10]. [5]

## 15.2- الخاتمة:

نستخلص من هذا الفصل أن الطاقة الشمسية لها تطبيقات عديدة وأبرزها التي تقوم بتحويل الطاق الشمسية الى كهرباء وعلى رأسها ألواح الطاقة الشمسية التي لها مستقبل واعد في هذ المجال للخروج من ازمة الطاقة التي يعاني منها العالم اليوم وخاصة تطبيقات **PV** التي تشهد تطورا كبيرا من حيث النوع والأداء وهذا ما وضحناه بشكل جلي في هذ الفصل.

دراسة منظومة الطاقة الشمسية في  
بيت ومضخة في المزرعة

### 1.3- المقدمة:

نظرا لموقع أغلب المزارع في مناطق نائية التي لا تتوفر فيها شبكة الطاقة الكهربائية مما يخلق مشكلة للفلاحين ونحن في هذه الدراسة بصدد إيجاد حل لهذا المشكل وذلك من خلال الطاقة الشمسية التي ستوفر لنا و هذا ما يطمح العالم للاعتماد عليه بشكل كلي كبديل آمن في مثل هذه المناطق.

### 2.3- تحديد الموقع:

تقع مدينة ورقلة بين خط طول  $5^\circ$  ودائرة عرض  $31.5^\circ$  شمالا

### 3.3- تحديد الطاقة المستهلكة في المزرعة والبيت:

يتم حساب استهلاك المزرعة والبيت من الكهرباء من خلال حساب الاستهلاك اليومي لطاقة لكل جهاز بـ

[Wh/day] في الجدول المقابل (1-3) وذلك من خلال العلاقة التالي: [15]

$$E = P \times T \quad (1-3)$$

$P$  : استطاعة كل الجهاز

$T$  : عدد ساعات تشغيل الجهاز

الأجهزة الكهربائية	عدد الأجهزة	استطاعة كل جهاز (W)	ساعات العمل في النهار	ساعات العمل في الليل	الاستهلاك اليومي (Wh/day)
ثلاجة	1	100	12	12	2400
مكيف هواء	1	1085	7	0	7595
مصباح	3	13	0	12	468
مضخة	1	2200	10	0	22000
مروحة	1	50	0	4	200
الاستطاعة الكلية للأجهزة (W)		$P_T = 3474$	$E_m = 30795$		32663
الاستهلاك اليومي في النهار (Wh/day)					
الاستهلاك اليومي في الليل (Wh/day)					
الاستهلاك اليومي الكلي من الطاقة (Wh/day)					

الجدول (1-3): يقوم بحساب الاستهلاك الساعي في اليوم من الطاقة الكهربائية بـ [Wh/day]

حساب معامل الضياع في النظام:

بعد تحديد اجمالي الطاقة التي تستهلكها الأجهزة الكهربائية نضيف معامل أمان بنسبة 30% أي (1,3) على الأقل فوق الطاقة الكلية لتعويض الفقد الناتج من الالواح والبطاريات والاسلاك والعاكس ومنظم الشحن ويتم حسابه من خلال ضرب اجمالي الطاقة المستهلكة في معامل الأمان: [15]

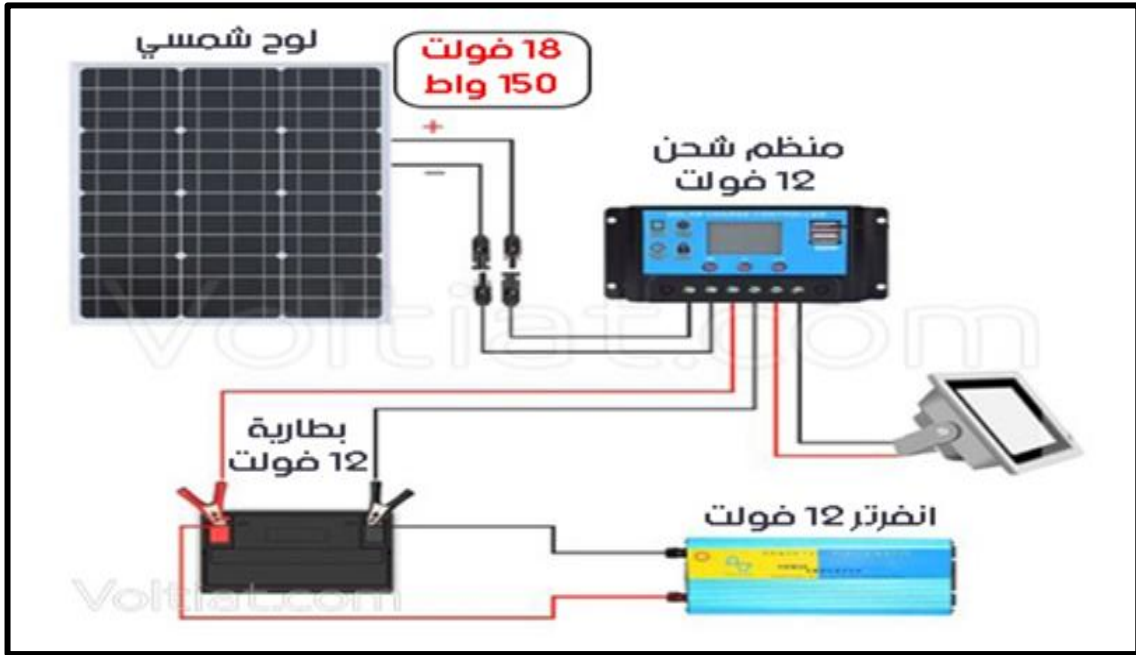
$$E_T = \sum E \times 1.3 = 32663 \times 1.3 = 42400 \text{ Wh/day} \quad (1-3)$$

#### 4.3- تحديد جهد نظام الطاقة الشمسية:

جهد النظام (فولتية نظام البطاريات لديك) يتم تحديده بناءً على المجموع الكلي لاستطاعة الاجهزة بـ [w] وعليه يتحدد نوع النظام المستعمل من الأنظمة التالية:

#### 1.4.3 - نظام 12v:

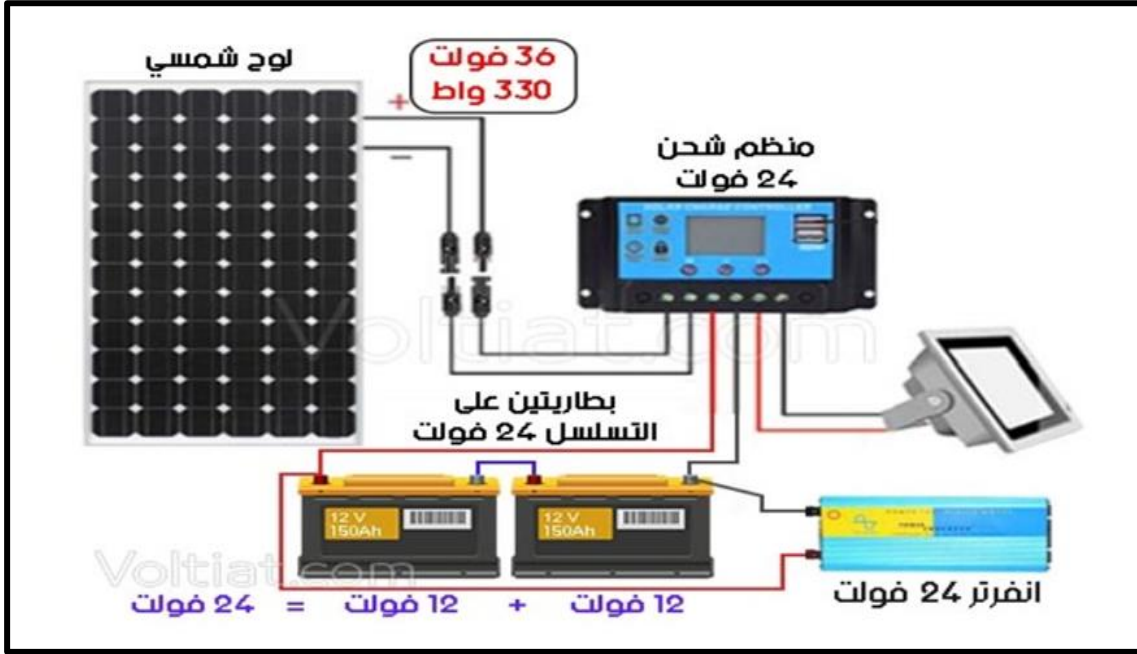
هو نظام تكون فيه قدرة الاحمال اقل من 1000w



الشكل (1-3): رسم تخطيط لنظام V12

### 2.4.3 - نظام 24v :

هو نظام تكون فيه قدرة الاحمال محصورة بين 1000w-2000w



الشكل (3-2): رسم تخطيط لنظام V24

### 3.4.3 - نظام 48v :

هو نظام تكون فيه قدرة الاحمال أكبر من 2000w



الشكل (3-3): رسم تخطيط لنظام V48



♦ بما أن الاستطاعة الكلية للاجهزة هي  $3474 W$  وهي أكبر من  $2000 W$  فإن جهد النظام الملائم لهذا المشروع هو نظام  $48 V$  . [15]

### 5.3- حساب عدد البطاريات اللازمة:

لحساب عدد البطاريات اللازمة نقوم بحساب الامبير الساعي الكلي وفق العلاقة التالية:

$$Ah_a = \frac{Ah_d \times TC \times DA \times DM}{DOD} \quad (1-3)$$

الامبير الساعي الكلي  $Ah_a$

الامبير الساعي اليومي  $Ah_d$

معامل تصحيح درجة الحرارة  $TC$

عدد الأيام الغائمة على التوالي  $DA$

هامش التصميم (نسبت الخطاء في التصميم)  $DM$

عمق التفريغ (نسبة تفريغ البطارية)  $DOD$

حساب الامبير الساعي اليومي:

$$Ah_d = \frac{Ph_d}{48} \quad (1-3)$$

$$Ah_d = \frac{42400}{48} = 883 Ah/day$$

معامل تصحيح درجة الحرارة  $TC$  : هو معامل يعطى من طرف الشركة المصنعة للبطارية

## TEMPERATURE CORRECTION FACTOR

### Valve Regulated Lead Acid

(°F)	(°C)	Flooded (FLA)
77	25.0	1.00
50	10.0	1.19
32	0	1.39
14	-10	1.70

الجدول (2-3): يمثل معامل تصحيح درجة الحرارة لبطارية أمريكية الصنع. [16]

من خلال الجدول نأخذ قيمة  $TC$  عند درجة حرارة  $25^\circ C$  وذلك بناء على مناخ المنطقة الحارة.

### تحديد عدد الأيام الغائمة:

هي عدد الأيام الغائمة التي لا تظهر فيه الشمس ويتم تحديده من جلال متوسط الأيام المشمسة ملاحظ: هذ الرقم يؤسر على تكلفة المشروع بحيث إذا تضاعف يؤدي الي تضاعف تكلفت البطاريات و

لتقليل من كلفت المشروع نأخذ قيمة  $TC = 1$

### هامش التصميم $DM$ :

هو نسبة الضيعات في التيار من الوصلات الكهربائية والاختفاء التقنية الاخرى

ونحن نعتبر عمق ان هامش التصميم في هذا المشروع هو  $DM = 1$

### التفريغ $DOD$

هو مقدار يحدد نسبة تفريغ البطارية بالمئة وله علاقة عكسية بعمر البطارية وكلما زاد المعامل  $DOD$  قل العمر الافتراض للبطارية.

نحدد قيمة عمق التفريغ بالقيمة التالية:  $DOD = 80\%$

$$Ah_a = \frac{883 \times 1 \times 1 \times 1}{0.8} \approx 1100 \text{ Ah/day}$$

ومنه نحسب عدد البطاريات اللازمة:

$$N_{sb} = \frac{Ah_a}{Ah_b} \quad (1-3)$$

$N_{sb}$  عدد سلاسل البطاريات.

$Ah_b$  الامبير الساعي للبطارية.

$$N_{sb} = \frac{1100}{200} = 5.5 \approx 5$$

في جهد النظام المطبق في المشروع  $V48$  تكون لدينا أربع بطاريات في السلسلة الواحدة ومنه يكون عدد

البطاريات الكلي في المشروع هو: [16]

$$N_B = N_{sb} \times 4 = 20 \quad (1-3)$$

### 6.3- حساب عدد الألواح الشمسية اللازمة $N_{PV}$ :

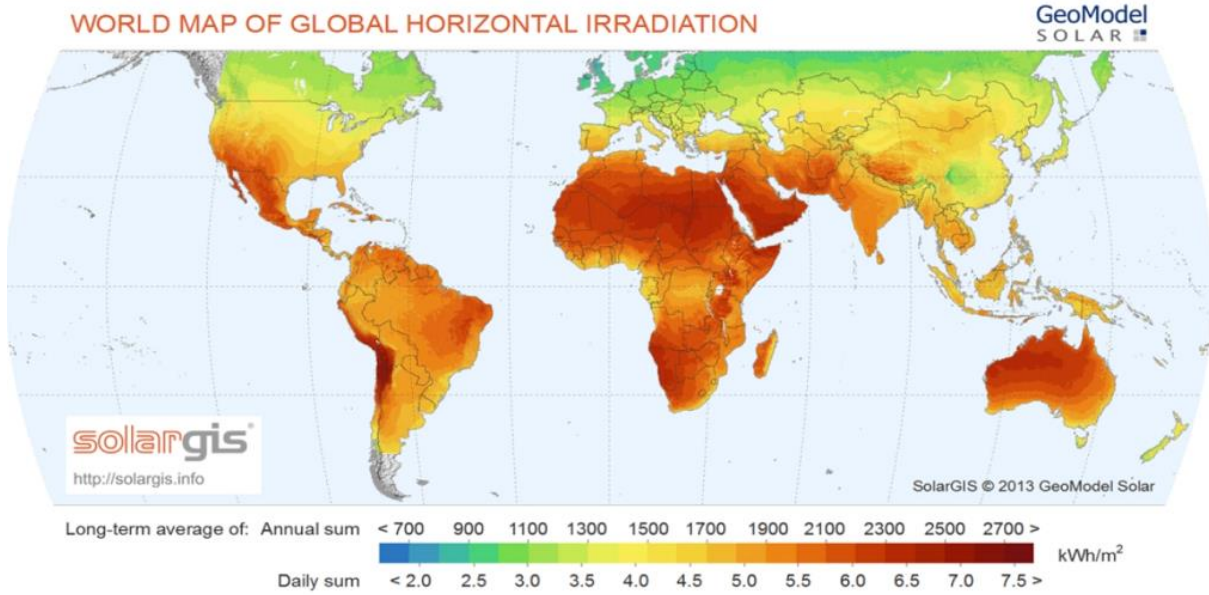
حساب كمية الاستطاعة الشمسية المطلوبة من المنظومة الشمسية في الساعة الواحد نرسم لها بـ  $P_{PS}$ :

$$P_{PS} = \frac{E_T}{N_h} \quad (1-3)$$

$E_T$  إجمالي الطاقة المستهلكة من المنظومة.

$N_h$  متوسط ساعات الشمس في السنة لموقع المشروع

بالنسبة لمدينة ورقلة متوسط ساعات الشمس في السنة هو  $N_h = 6.5 \text{h/day}$



الشكل (3-4): خريطة العالم للإشعاع الشمسي الأفقي مع توضيح لمتوسط ساعات الشمس في السنة

واليوم [19]

$$P_{PS} = \frac{42400}{6.5} = 6523 \text{ W}$$

حساب عدد الألواح  $N_{PV}$

$$N_{PV} = \frac{P_{PS}}{P_m} \quad (1-3)$$

استطاعة اللوح  $p_{pv}$

Electrical parameters of JAP6-72-320/4BB solar PV module.

Source: Data sheet JAP6-72-320/4BB, JA solar.

S. No.	Parameters	Variables	Values
1.	Maximum power at STC ( $P_m$ )	$P_m$	320 W
2.	Maximum power voltage ( $V_{mp}$ )	$V_m$	37.38 V
3.	Maximum power current ( $I_{mp}$ )	$I_m$	8.56 A
4.	Open circuit voltage ( $V_{oc}$ )	$V_{oc}$	46.22 V
5.	Short-circuit current ( $I_{sc}$ )	$I_{sc}$	9.06 A
6.	Total series cells	$N_s$	72
7.	Total parallel cells	$N_p$	1
8.	Ideality factor of diode	$A$	1.3
9.	Cell short circuit current temperature coefficient of $I_{sc}$	$K_i$	0.058%/°C
10.	Reference temperature	$T_{ref}$	25 °C
11.	Solar Irradiance	$G_{ref}$	1000 at STC

الجدول (3-3): مواصفات اللوح الشمسي المستخدم. [12]

$$[15] \quad N_{PV} = \frac{6523}{320} = 20.38 \approx \text{لوح } 20 \quad (1-3)$$

### 7.3- حساب الطاقة المخصصة لشحن البطاريات:

هي قدرت تيار الشحن وتحسب كما يلي: قدرة الألواح ضرب متوسط ساعات الشمس في اليوم نفس قدرة الاحمال في النهار أي: [15]

$$E_{patri} = P_m \times N_{PS} \times N_h - E_m \quad (1-3)$$

$$E_{patri} = 320 \times 20 \times 6.5 - 30795 = 10805 \text{ Wh}$$

### 8.3- حساب قدرة العاكس المدمج مع منظم التيار:

لحساب استطاعة العاكس المدمج مع منظم التيار لابد من معرفة قدرة الاحمال الكهربائية المشغلة من طرفه ويتم ذلك بحساب الاستطاعة الكلي للأجهزة الكهربائية وهي  $P_T = 3474 \text{ w}$  مع إضافته معامل أمان بنسبه 1.3 فوق القدرة الكلية ثم نقوم باختيار قدرة العاكس المدمج المناسب: [15]

$$P_R = 3474 \times 1.3 = 4516 \text{ W} \quad (1-3)$$

و من الجدول (3-4) نختار العاكس المدمج المناسب: 5000W-48

**Axpert MKS II Off-Grid Inverter Selection Guide**

MODEL	Axpert MKS II 5000-48	Axpert MKS II 6000-48
RATED POWER	5000VA/5000W	6000VA/6000W
<b>INPUT</b>		
Voltage	230 VAC	
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) 90-280 VAC (For Home Appliances)	
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)
<b>OUTPUT</b>		
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230 VAC ± 5%	
Overload capacity	5s@≥150% load; 10s@110%-150% load; 100ms @ ≥200% load	
Efficiency (Peak)	90 %	
Transfer Time	10 ms (For Personal Computers) 20 ms (For Home Appliances)	
Waveform	Pure sine wave	
<b>BATTERY</b>		
Battery Voltage	48 VDC	
Floating Charge Voltage	54 VDC	
Overcharge Protection	66 VDC	
<b>SOLAR CHARGER &amp; AC CHARGER</b>		
Solar Charger Type	MPPT	
Maximum PV Array Power	4500W	6000 W
MPPT Range @ Operating Voltage	120 ~ 430 VDC	120 ~ 430 VDC
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	450 VDC	500 VDC
Maximum Solar Charge Current	100 A	120 A
Maximum AC Charge Current	100 A	120 A
Maximum Charge Current	100 A	120 A
<b>PHYSICAL</b>		
Dimension, D x W x H (mm)	120 x 295 x 468	
Net Weight (kgs)	11.0	
Communication Interface	USB and RS232	
<b>ENVIRONMENT</b>		
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)	
Operating Temperature	-10°C to 50°C	
Storage Temperature	-15°C to 60°C	

الجدول (3-4): مواصفات العاكس المدمج المختار. [17]

### 9.3- اختيار كيفية ربط الألواح الشمسية:

لتحديد عدد الألواح المطلوب ربطه على التسلسل وهل يجب تقسيم عدد الألواح على عدة سلاسل أو ربطه في سلسلة واحد يجب التأكد من أن مجموع جهد الدارة المفتوح  $V_{OC}$  للألواح المتصلة على التسلسل أقل من أقصى قيمة موجود ضمن مواصفات منظم الشحن (العاكس المدمج)

بنسبة لمنظم الشحن الخاص بنا أقصى قيمة موجود ضمن مواصفات المنظم هي  $280V$  وبالتالي يجب تقسيم

عدد الألواح إلى أربعة سلاسل بحيث يكون لدينا خمسة ألواح في كل سلسلة وذلك بناء على: [16]

$$N_{PS} = 20 \text{ و } V_{OC} = 46.22 V \text{ لدينا:}$$

$$\frac{20}{4} \times 46.22 = 231.1 V < 280 V \quad (1-3)$$

### 10.3- تحديد زاوية ميل تثبيت الألواح الشمسية:

تثبيت الألواح موجه نحو الجنوب بزاوية  $\alpha = 31.5^\circ$  زاوية خط العرض المنطقة

### 11.3- حساب مقطع اسلاك التوصيل:

يتم حساب مقطع الاسلاك من العلاقة التالية:

$$S = \frac{L \times I \times R \times F_{safety}}{\gamma \times v} \quad (1-3)$$

S : مساحة المقطع

L : طول سلك التوصيل وهو 24m

I : شدة التيار المار في السلك

$F_{safety}$ : نسبة الأمان نختار 30 % أي 1.3

R : المقاومة النوعية لسلك والتوصيل في حالة سلك من النحاس  $R = 0.01724 \Omega$

$\gamma$  : نسبة الهبوط في الجهد حيث اقصى هبوط بوط مسموح به هو 3%

V: فرق الجهد

حساب مساحة السلك الموصل بين الألواح ومنظم التيار:

حساب فرق الجهد:

$$v = N_{PS1} \times V_{max} \quad (1-3)$$

$N_{PS1}$  : عدد الألواح الشمسية في السلسلة الواحد

$V_{max}$ : الجهد الاعظمي

$$N_{PS1} = 5 \text{ و } V_{max} = 37.38 V$$

$$v = 5 \times 37.38 = 186.9 V$$

شدة التيار المار في السلك:

$$I = N_{PS2} \times I_{max} \quad (1-3)$$

$N_{PS2}$ : عدد سلاسل الواح الطاقة الشمسية

$I_{max}$ : التيار الاعظمي.

$$N_{PS2} = 4 \text{ و } I_{max} = 8.56 A \quad \text{حيث:}$$

$$I = 4 \times 8.56 = 34.24 A$$

حساب S:

$$S = 1.4 \times 2 \times 0.01724 \times 34.24 \times 24 \div (0.03 \times 186.9)$$

$$S = 7.07 \text{ mm}^2$$

تحديد مقطع السلك المناسب بين البطارية والمنظم:

$$S = \frac{L \times I \times R \times F_{safety}}{\gamma \times v} \quad (1-3)$$

I : تيار المنظم حيث تيار المنظم هو  $I = 100 A$

v : جهد نظام البطاريات هو  $v = 48 V$

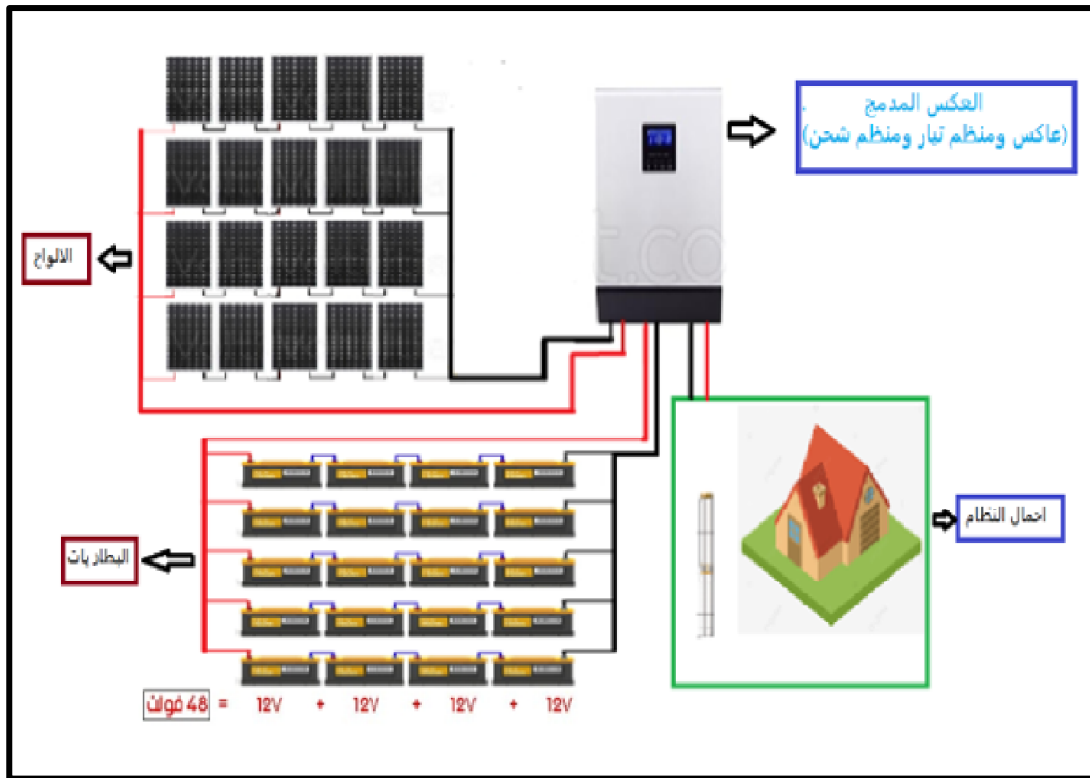
γ : نسبة الهبوط في الجهد حيث أقصى هبوط بوط مسموح به هي 1%

L : الطول هو 2m

[15]

$$S = \frac{1.4 \times 2 \times 0.01724 \times 100 \times 2}{0.01 \times 48} = 20.11 \text{ mm}^2$$

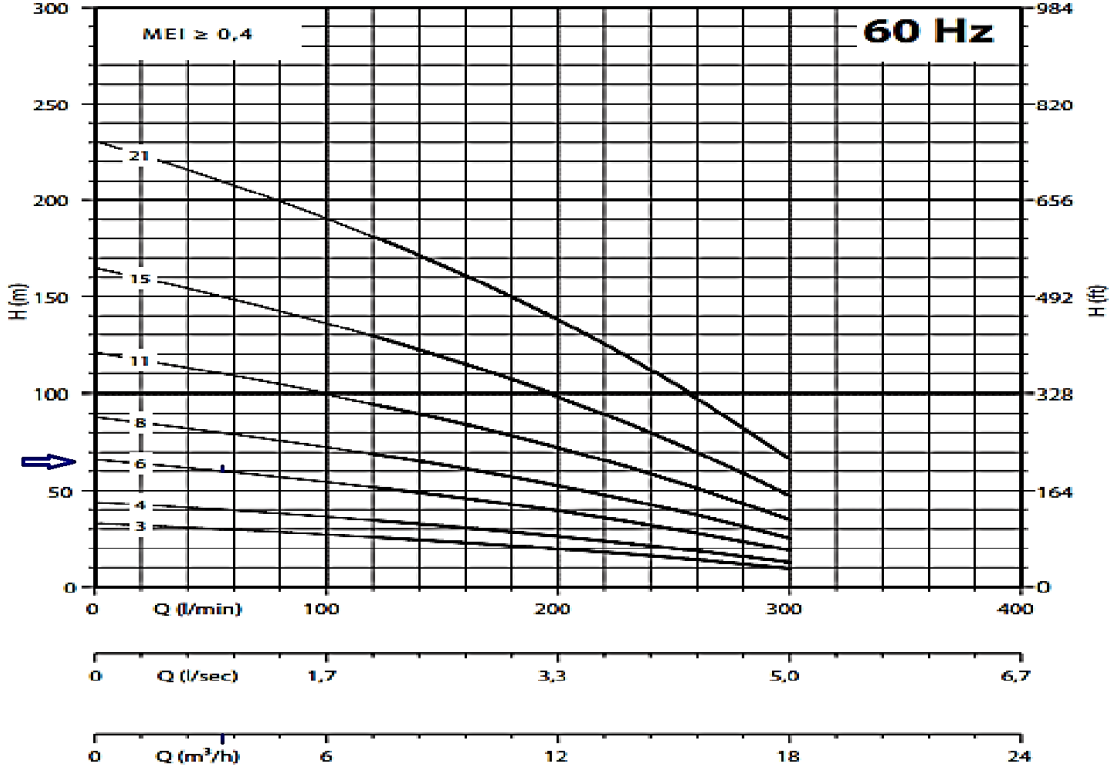
12.3- المخطط العام للنظام:



الشكل (3-5): رسم تخطيطي لمنظومة الطاقة الشمسية الخاص بالمشروع.

### 13.3- دراسة اداء نظام السقي في المزرعة صيفا وشتاء:

التدفق الحجمي للمضخة:



المنحنى (1-3): يوضح عمق البئر بدلالة التدفق الحجمي للمضخة. [18]

من خلال المنحنى التدفق الحجمي عند عمق 60 m هو  $Q = 3.24 \text{ m}^3/\text{h}$

- حساب حجم المياه الذي يتم ضخه خلال اليوم

$$V = N_h \times Q \quad (1-3)$$

$V$ : الحجم [  $\text{m}^3$  ]

$N_h$ : عدد ساعات عمل المضخة

$Q$ : التدفق الحجمي [  $\text{m}^3/\text{h}$  ]

باعتبار ان المضخة تعمل خلال النهار فقط أي عدم احتواء المشروع على وحدة تخزين لطاقة

الكهربائية(البطاريات) فان عدد ساعات عمل المضخة في فصل الشتاء هي 6h وفي فصل الصيف 10 h

حساب  $V$  في فصل الشتاء:

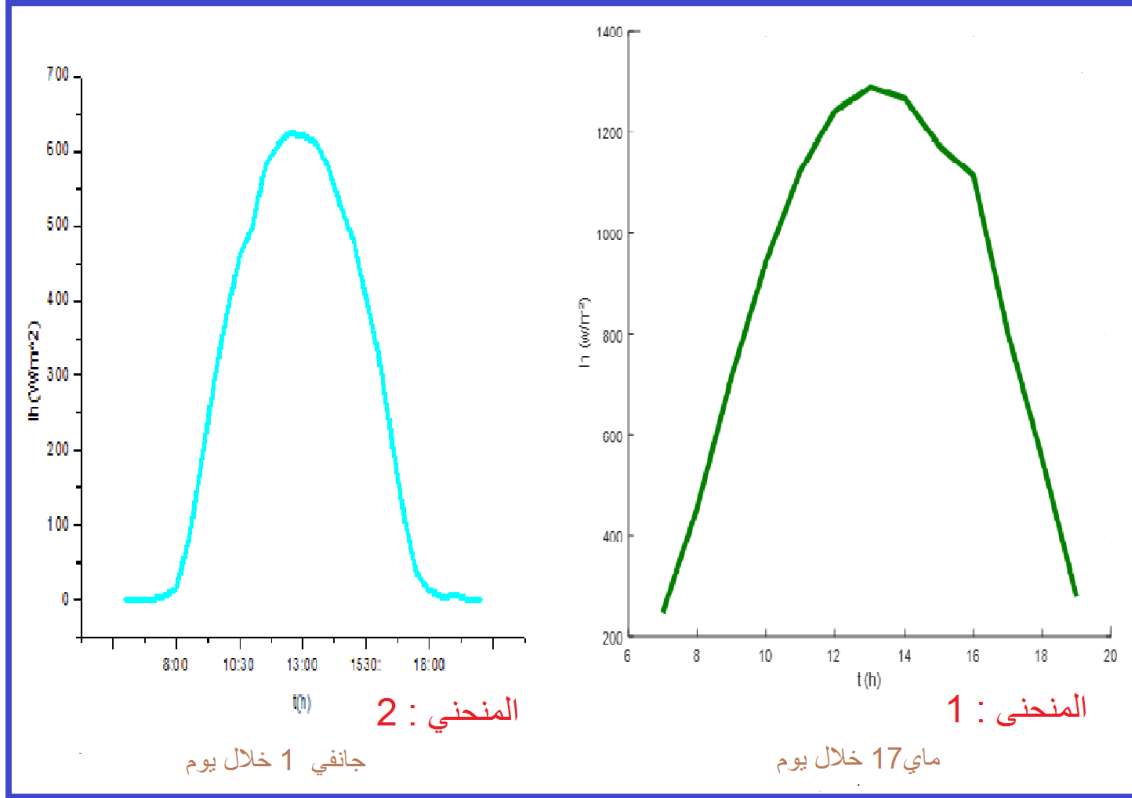
$$V = 6 \times 3.24 = 19.44 \text{ m}^3$$



حساب V في فصل الصيف:

$$V = 10 \times 3.24 = 32.4 m^3$$

### 14.3- دراسة وتحليل نتائج تجريبية للإشعاع الشمسي في المنطقة:



المنحني (3-2): 1 و 2 يمثلان تغيرات الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن.

تحليل و مقارنة نتائج منحنيات الاشعاع الشمس ليوم شتوي ويوم صيفي:

نلاحظ من خلال منحنى الشكل 1 و 2 ان نسبة الاشعاع الشمسي في الصيف في الساعات الأول من النهار قيمة الاشعاع الشمسي تبلغ قيم معتبرة حت تبلغ اقصى قيم له منتصف النهار حوالي  $1300 w/m^2$  وتقد عدد الشمس من خلال البيان ب  $11h$

اما بنسبة لليوم الشتوي تكون نسب الاشعاع الشمسي اقل منه في الصيف وتكون اقصى قيمة لها من خلال البيان هي  $630 w/m^2$  وتقد عدد الشمس من خلال البيان ب  $8h$  وهي أقل من ساعات الشمس في الصيف.

عموما تبلغ قيمة الاشعاع الشمسي في الصيف والشتاء قيم لا بأس بها تحقق مردودا طاويا معتبرا وهذا ما يجعل المنطقة مناسبة لمثل هذه المشاريع

### 15.3- حساب مردود التحويل

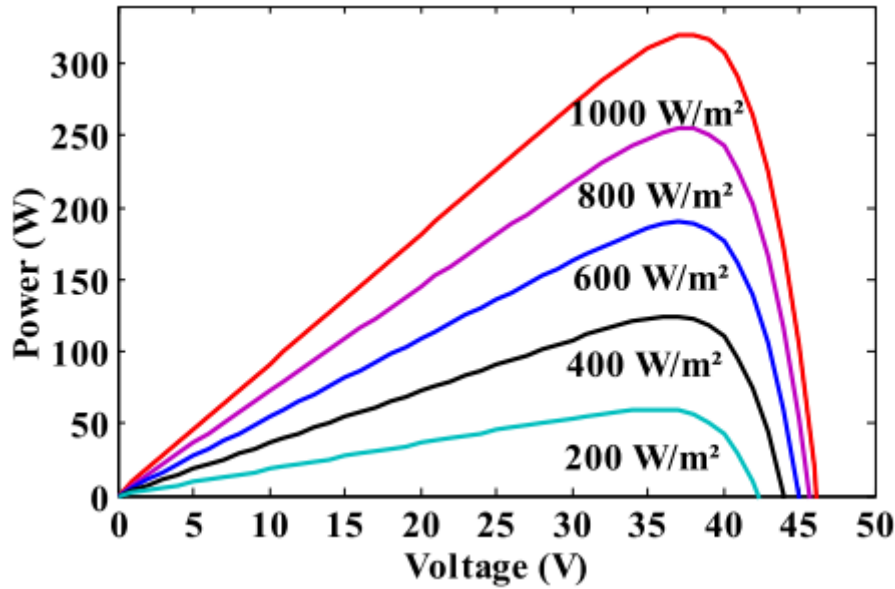
بتطبيق العلاقة التالية:

$$J_{elec} = \frac{I_m \times V_m}{I_{moy} \times S} = \frac{P}{I_{moy} \times S} \quad (1-3)$$

$P$  : استطاعة اللوح الشمسي.

$I_{moy}$  : متوسط الاشعاع الشمسي.

$S$  : مساحة السطح.



المنحنى (3-3): خصائص اللوح الشمسي بتغير الإشعاع الشمسي وثبات درجة الحرارة. [12]

من اجل متوسط الإشعاع الشمسي المحصور بين :  $400 < I_{moy} [w/m^2] < 800$

نقوم بحساب المردود الكهربائي  $J_{elec}$  للوح الشمسي:

أولا في حالة:  $I_{moy} = 400 w/m^2$

$$S = (1.96 \times 0.99) m^2 \quad \text{و} \quad P = 125 W$$

$$J_{elec} = \frac{125}{400 \times (1.96 \times 0.99)} \times 100 = 16.1\%$$

ثانيا في حالة:  $I_{moy} = 800 w/m^2$

$$P = 250 \text{ W}$$

$$J_{elec} = \frac{250}{800 \times (1.96 \times 0.99)} \times 100 = 16.1\%$$

### الخاتمة:

توصلنا في هذا الفصل إلى أن الاستطاعة تتغير بتغير الإشعاع وذلك بثبوت **T** كما استطعنا حساب المردود الكهربائي ووجدنا أعلى قيمة **16.1%** بالنسبة لخلية **PV** المستخدمة في هذه المنظومة، وعند تشغيل هذه الأجهزة وحسب ساعات الشمس فقط من غير بطارية نتحصل كمية مياه من **19.44m<sup>3</sup>** شتاء الى **32.4m<sup>3</sup>** صيفا.

خاتمة عامة

نظرا لكون التحدي الذي يواجهه أي مستثمر في توفير الطاقة لنشاطه في ظل عدم توفر الطاقة الكهربائية قمنا بدراسة نظام طاقة شمسية كهروضوئي PV في المناطق المعزولة والنائية بالإضافة الى كيفية اجراء جميع الحسابات اللازمة لإنشاء منظومة متكاملة وكانت المنظومة مكونة من منزل مزود بكامل التجهيزات الكهربائية الضرورية ومضخة غطاسة موجودة في بئر عند عمق 60m بالمزرعة حيث قمنا من خلال تطبيق أفضل الطرق الحديثة من تحديد استهلاك المزرعة والبيت من الكهرباء بالإضافة الى جهد نظام البطاريات وقدرة التخزين اللازمة لعمل المزرعة في كل الظروف مع الأخذ بعين الاعتبار كل المتغيرات وقمنا بحساب كل ما يتعلق بالألواح المستعملة في المشروع من حيث عدد الألواح اللازمة وطريقة الربط ومردود اللوح والذي بلغت نسبته  $\tau = 16.1\%$  كما قمنا بحساب التدفق الحجمي للمضخة عند العمل حسب ساعات الشمس فقط من غير بطارية لتتوصل كمية مياه تقدر ب  $19.44m^3$  شتاء الى  $32.4m^3$  صيفا.

المراجع

- [1] نظرية الإشعاع الشمسي، جامعة تسالا، السويد، 2021. ترجمة د/ خلف الله عمر قاسم 2021
- [2] د/ كاميليا يوس محمد، الطاقة الكهروضوئية، الإسكندرية، 2006.
- [3] بوعبدالله عبد الغني، محاكاة رقمية لتأثير الطبقة Sb في تقليص العيوب في الخلية الشمسية SCIG، جامعة محمد خيضر بسكرة، مذكرة دكتوراه، 2019
- [4] محمد يحيى الخطيب، دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة، مذكرة دكتوراه، 2015.
- [5] حجاج محمد طالب، زناقي عادل، تحسين مردود الألواح الشمسية باستخدام العواكس المسطحة، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2018/2019.
- [6] سي جوليان تشن، فيزياء الطاقة الشمسية، المملكة المتحدة 2001، ترجمة مصطفى محمد فؤاد 2020.
- [7] د/ وهيب عسى الناصر وعلي عباس، حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة، جامعة البحرين، المنظمة العربية للثقافة والعلوم، تونس 2000.
- [8] المهندس عبد الله باعشن وآخرون، دورة الطاقة الشمسية، مؤسسة حضرموت للاختراع.
- [9] د/ سمير سعدون وآخرون، الطاقة البديلة مصادرها واستخداماتها.
- [10] تاتي مريم - بسملة رجاء، تأثير الغبار على الألواح الشمسية الكهروضوئية، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2018/2019.
- [11] د. احمد عطوان. **Solar Energy Applications. ResearchGate**. جامعة المستنصرية. العراق. أفريل 2020.
- [12] Vinod a, Raj Kumar a, S.K. Singh b. Research paper. Solar photovoltaic modeling and simulation: As a renewable energy solution. Haryana, India , 2018
- [13] Pedro Jose Débora. Julio Fernández Ferichola. UNIVERSIDAD. CARLOS III . DE madrid 2022 افريل
- [14] Energie solaire photovoltaïque.doc / B. Flèche - D. Delagnes / juin 07 2022 افريل

- [15] <https://www.voltiat.com> 2022 افريل
- [16] <https://www.youtube.com/watch?v=cVPBoIne2pM> 2022 افريل
- [17] [https://voltronicpower.com/content/download/Brochure/Axpert\\_MKS\\_II\\_DS.pdf](https://voltronicpower.com/content/download/Brochure/Axpert_MKS_II_DS.pdf) 2022 افريل
- [18] <https://www.panellipumps.it/en/> 2022 افريل
- [19] <https://solargis.com/> 2022 افريل



## الملخص

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقات المتجددة المستخدمة بكثرة، ونظرا لعدم توفر فكرة شاملة عنه في المنطقة نرى الكثير من أصحاب المشاريع والفلاحين في المناطق المعزولة والنائية لا يجوبون الاعتماد على الطاقة الشمسية ويبحثون عن حلول تقليدية ونحن في هذا البحث بصدد تقديم فكرة شاملة عن الموضوع وفق مناهج وطرق حديثة وذلك من خلال دراسة منظومة طاقة شمسية كهروضوئية PV تلبي حاجيات مزرعة في منطقة ورقلة. تمكنا من خلال هذه الدراسة من شرح مكونات نظام الطاقة الشمسية اللازم لهذا المشروع، تم تحديد عدد الألواح في النظام وسعة التخزين وقمنا بحساب التدفق الحجمي للمضخة عند العمل حسب ساعات الشمس فقط من غير بطارية. حيث بلغ المردود الكهربائي صيفا او شتاء نتيجة 16.1%.

**الكلمات المفتاحية:** الاشعاع الشمسي، الخلايا الكهروضوئية، مخطط المنظومة اللازم، المردود الكهربائي.

## Summary

Solar energy is one of the most important sources of renewable energies that are widely used, and due to the lack of a comprehensive idea about it in the region, we see many project owners and farmers in isolated and remote areas who do not like to rely on solar energy and are looking for traditional solutions. Modern approaches and methods, through the study of a solar photovoltaic PV system that meets the needs of a farm in the region of Ouargla.

Through this study, we were able to explain the components of the solar energy system needed for this project, the number of panels in the system and the storage capacity were determined, and we calculated the volumetric flow of the pump when working according to sunshine hours only without a battery. The electrical yield, in summer or winter, was a good result of 16.1%.

**Keywords:** solar radiation, photovoltaic cells, necessary system diagram, electrical yield