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

مذكرة التخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي تخصص فيزياء طاقوية وطاقات متجددة

تصميم نظام كهروضوئي مستقل لتشغيل بيت ريفي ومضخة مياه زراعية

- من إعداد الطالب: علي بن حنيش

يوم :2026/06/08

أمام اللجنة المكونة من السادة:

لزهربنمبروك	استاذ تعليم عالي جامعة ورقلة	رئيسا
محسن حسين	استاذ تعليم عالي جامعة ورقلة	مناقشا
د/ سوداني محمد البار	استاذ تعليم عالي جامعة ورقلة	مشرفا
عاشوري انتصار	دكتورة: جامعة ورقلة	مساعد المشرف

السنة الجامعية: 2026/2025

الإهداء

شكر وعرفان

	اهداء	
	شكر وعرفان	
	فهرس الاشكال	
	فهرس المنحنيات	
	فهرس الجداول	
	جدول الرموز	
	المقدمة	
	الاشعاع الشمسي:الفصل الأول	
-1.1	المقدمة	**1**
-2.1	مصادر الطاقة	**4**
-1.2.1	مصادر الطاقة الغير متجددة	**4**
-2.2.1	مصادر الطاقة المتجددة	**4**
-3.1	الطاقة الشمسية	**5**
-4.1	مصدر الطاقة الشمسية	**5**
-5.1	الثابت الشمسي	**6**
-6.1	تغيرات الطاقة الشمسية جغرافيا و زمنيا	**8**
-7.1	تأثير الاشعاع الشمسي	**9**
-1.7.1	التوهين الجوي	**9**
-2.7.1	الكتلة الهوائية	**10**

-8.1	مما يتكون الاشعاع الشمسي	
-1.8.1	الإشعاع الشمسي المباشر **beam radiation**	11
-2.8.1	الإشعاع الشمسي المنتشر **radiation diffuse**	11
-9.1	التوقيت الشمسي	13
-10.1	الزوايا الشمسية	13
-1.10.1	زاوية خط العرض	13
-2.10.1	زاوية الميلان الشمسي	13
-3.10.1	زاوية الميل	13
-4.10.1	زاوية الساعية	13
-5.10.1	زاوية ارتفاع الشمس	14
6.10.1	زاوية السقوط	
-7.10.1	زاوية السمت (θ_Z)	14
-11.1	شدة الإشعاع الشمسي على الأسطح الافقية والمائلة	15
-12.1	الخاتمة	17
	الفصل الثاني: الخلايا الكهروضوئية	
-1.2	المقدمة	19
-2.2	الطبيعة الذرات بشكل عام	19
-3.2	تركيب ذرة السيليكون	19
-4.2	الموصل وشبه الموصل والعازل	20
-1.4.2	المواد الموصلة	20
-2.4.2	المواد العازلة	20
-3.4.2	مواد شبه موصلة	20
-5.2	عمل الخلايا الكهروضوئية	21

-6.2	مبدأ التشغيل لوحدة PV	22
-7.2	أنواع الخلايا الشمسية	22
-1.7.2	خلايا السيليكون غير البلوري (فيلم رفيع)	22
-2.7.2	خلايا السيليكون أحادية التبلورة	22
-3.7.2	خلايا السيليكون متعددة التبلور	23
-4.7.2	خلايا شمسية عضوية	23
-5.7.2	خلايا الشمسية الصبغية **grazel cells**	24
-6.7.2	خلايا الخلايا الشمسية النانونية	24
-8.2	ربط الألواح الشمسية على التسلسل	27
-9.2	ربط الالواح الشمسية على التفرع	27
-10.2	الشرح المبسط لمخطط مكافئ لخلية شمسية	28
-11.2	أهم القيم الأساسية المميزة للخلية الشمسية	29
-1.11.2	تيار الدارة القصيرة :Icc	29
-2.11.2	جهد الدارة المفتوحة:V_{co}	29
-3.11.2	معامل الشكل:FF	29
-4.11.2	مردود التحويل:	29
-5.11.2	الاستجابة الطيفية للخلية الكهروضوئية	30
-12.2	العوامل المؤثرة على مردود الخلية الشمسية	31
-1.12.2	تأثير الاشعاع الشمسي	31

-2.12.2	تأثير درجة الحرارة	32
-3.12.2	تأثير الرياح	32
-4.12.2	تأثير الظل	33
-5.12.2	تأثير الغبار والاوساخ والاتربة	33
-13.2	بعض تطبيقات الطاقة الشمسية	33
-1.13.2	الفرن الشمسي	33
-2.13.2	تسخين المياه بالطاقة الشمسية	34
-3.13.2	برج الطاقة الشمسية	34
-4.13.2	أنظمة تركيز (الألواح الشمسية ذات القطع المكافئ)	35
-5.13.2	حوض القطع المكافئ	35
-14.2	إيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية	36
-15.2	الخاتمة	35
	الفصل الثالث: دراسة منظومة الطاقة الشمسية في بيت ومضخة في المزرعة	
-1.3	المقدمة	38
-2.3	تحديد الموقع	38
-3.3	تحديد الطاقة المستهلكة في المزرعة والبيت	38
-4.3	تحديد جهد نظام الطاقة الشمسية	39
-1.4.3	نظام 12v	39
-2.4.3	نظام 24v	40
-3.4.3	نظام 48v	40
-5.3	حساب عدد البطاريات اللازمة	41
-6.3	حساب عدد الالواح الشمسية اللازمة N_P	43
-7.3	حساب الطاقة المخصصة لشحن البطاريات	44

-8.3	حساب قدرة العاكس المدمج مع منظم التيار	**44**
-9.3	اختيار كيفية ربط الالواح الشمسية	**45**
-10.3	تحديد زاوية ميل تثبيت الالواح الشمسية	**46**
-11.3	حساب مقطع اسلاك التوصيل	**46**
-12.3	المخطط العام للنظام	**47**
-13.3	دراسة اداء نظام السقي في المزرعة صيفا وشتا "ء	**48**
-14.3	دراسة وتحليل نتائج لإشعاع الشمس في المنطقة	**49**
-15.3	حساب مردود التحويل	**50**
-16.3	الخاتمة	**50**
	الخاتمة العامة	**52**
	المراجع	

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

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

فهرس المنحنيات

رقم المنحنى	عنوان المنحنى	الصفحة
المنحنى (1-1):	الإشعاع الطيفي الشمسي بدلالة الطول الموجي.	7
المنحنى (1-2):	طيف الكهرومغناطيسي للشمس مع وجود تأثير التشتت والامتصاص.	9
المنحنى (2-1):	يوضح الخصائص المثالية للألواح الشمسية مربوط على التسلسل.	27
المنحنى (2-2):	يوضح الخصائص المثالية للألواح الشمسية المربوط على التفرع.	28
المنحنى (2-3):	خصائص I(V) و P(V) للخلية الشمسية.	30
المنحنى (2-4):	تأثير زيادة الاشعاع على الوح الشمسي في ثبات درجة الحرارة عند $25C^{\circ}$	31
المنحنى (2-5):	تأثير درجة الحرارة على اللوح الشمسي في ثبات الاشعاع الشمسي عند $1000\ W/m^2$	32
المنحنى (3-1):	يوضح عمق البئر بدلالة التدفق الحجمي للمضخة.	48
المنحنى (3-2):	1 و2 يمثلان تغيرات الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن.	49
المنحنى (3-3):	خصائص اللوح الشمسي بتغير الاشعاع الشمسي وثبات درجة الحرارة.	50

فهرس الجداول

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

الرمز	المقدار الفيزيائي	الوحدة
I_0	الثابت الشمسي الواصل إلى طبقة الجو المحيط بالأرض 136	W/m^2
I	الثابت الشمسي	W/m^2
σ	ثابت سيفان – بولتزمان $5,670 \times 10^{-8}$	$W/m^2.K^2$
κ	ثابت بولتزمان $1,380 \times 10^{-23}$	j/K
h	ثابت بلانك $6,626 \times 10^{-34}$	$j.s$
N_i	رقم اليوم في السنة	/
m	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	الاشعاع الكلي	W/m^2
T_L	معامل الاضطراب للغلاف الجوي	/
β_A	معامل يعرف بعدد العوالق الصلبة الموجودة في وحدة الكتلة الهوائية المشتة عموديا في المنطقة	/
T_S	التوقيت الشمسي	h
T_{St}	التوقيت القياسي بالساعة بعد منتصف الليل	h
$E(d)$	معادلة الوقت	h
φ	زاوية خط العرض	o
δ	زاوية الانحراف الشمسي	o
γ	زاوية ميل السطح	o
ω	الزاوية الساعية	o
h	زاوية ارتفاع الشمس	o
θ_z	زاوية السمت	o

جدول الرموز

$\mathbf{E_{dirs}}$	شدة الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض في يوم صحو	$\mathbf{W/m^2}$
$\mathbf{A}$	الإشعاع الشمسي النظري عند كثافة هواء تساوي الصفر	$\mathbf{W/m^2}$
$\mathbf{B}$	معامل توهين الغلاف الجوي	/
$\mathbf{E_{dir\ h}}$	الإشعاع الشمسي الساقط على سطح أفقي	$\mathbf{W/m^2}$
$\mathbf{E_{dfu}}$	الإشعاع الشمسي المشتت من السماء	$\mathbf{W/m^2}$
$\mathbf{H_t}$	شدة الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على الأسطح المائلة	$\mathbf{W/m^2}$
$\mathbf{V_{sg}}$	فرق الجهد في الربط على التسلسل او على التفرع.	$\mathbf{V}$
$\mathbf{I_{sg}}$	شدة التيار في الربط على التسلسل او على التفرع.	$\mathbf{A}$
$\mathbf{I_{ph}}$	التيار الكهروضوئي الناتج من الخلية الشمسية.	$\mathbf{A}$
$\mathbf{I_d}$	تيار الصمام.	$\mathbf{A}$
$\mathbf{I_S}$	تيار الإشباع لصمام	$\mathbf{A}$
$\mathbf{I_{CC}}$	تيار الدارة القصيرة	$\mathbf{A}$
$\mathbf{V_{CO}}$	جهد الدارة المفتوحة	$\mathbf{V}$
$\boldsymbol{\eta}$	مردود التحويل الطاقوي	/
$\mathbf{FF}$	معامل الشكل	/
$\mathbf{Rs}$	الاستجابة الطيفية	
$\mathbf{EQE(\lambda)}$	المردود الكمي الخارجي للخلية	/
$\mathbf{IQE(\lambda)}$	المردود الكمي الداخلي للخلية	/
$\boldsymbol{E}$	الطاقة المستهلكة من الجهاز	$\boldsymbol{Wh}$
$\boldsymbol{Ah_a}$	الامبير الساعي الكلي	$\boldsymbol{Ah/day}$
$\boldsymbol{Ah_d}$	الامبير الساعي اليومي	$\boldsymbol{Ah/day}$
$\boldsymbol{N_{sb}}$	عدد سلاسل البطاريات	/
$\boldsymbol{Ah_b}$	الامبير الساعي للبطارية	$\boldsymbol{Ah/day}$
$\boldsymbol{N_B}$	عدد البطاريات	/
$\boldsymbol{E_{PS}}$	كمية الطاقة الشمسية المطلوبة	$\boldsymbol{wh}$

جدول الرموز

p_{mT}	استطاعة اللوح	W
N_{PS}	عدد الالواح الشمسية	/
Q	التدفق الحجمي	m^3/h
$\mathcal{T}_{elec}$	المردود	%

المقدمة

لقد خلق الله في ستة ايام ثم استوى على عرش الرحمان، فمن قدرته ان جعل أيات لعضمته و وجوده و ملكوته، فخلق المجرات و الكواكب و الاجرام السماوية و الشمس و القمر كل له يسبحون، سخرها لكل الكائنات الحية على سطح الأرض لتحقيق الحياة و إكتفائها الذاتي قال تعالى ﴿وَسَخَّرَ لَكُمُ الشَّمْسَ وَالقَمَرَ دَائِبَينوَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ * وَآتَاكُمْ مِنْ كُلِّ مَا سَأَلْتُمُوهُ ۚ وَإِنْ تَعُدُّوا نِعْمَةَ اللهِ لَا تُحْصُوهَا إِنَّ الإِنْسَانَ لَظَلُومٌ كَفَّارٌ﴾]إبراهيم: 33 - 34[.

وهذا التسخير من الله تعالى جعل فيها من الفوائد والمنافع ما لا يعد ولا يحصى لذ قام الإنسان باستغلاله منذ العصور القديمة باستخدام طاقته التي هي على شكل ضوء وحرارة منبعثان منه في التدفئة وتجفيف الملابس والمحاصيل الزراعية بالإضافة الى انارة البيوت اثناء النهار وفي الاستخدامات العسكرية يقال إن أرخميدس قد استخدم مرايا على شكل قطع مكافئ لإشعال النار في سفن العدو الروماني

اما عندنا اليوم فله استخدامات عديد منه التطبيقات الحرارية والكهرو ضوئية لذ العلم يعول عليه لحل ازمة نقص الموارد الطاقوية فالعلم اليوم يعتمد بشكل كبير على مصاد ر الطاقة الأحفورية وهي مصادر طاقة تتواجد بكميات محدودة، وغير متوفرة في جميع مناطق الارض وأهمها الفحم و النفط و الغاز والطاقة النووية حيث تمتاز بالندرة النسبية وغير متجددة بالإضافة الى انه ملوثة للبيئة على عكس الطاقات المتجددة و نسميه كذلك الطاقات المستدامة فهي مستمدة من مصادر طبيعية غير قابل لنفذ وعير ملوثة للبيئة ونذكر منها الرياح والشمس ومياه السدود وتُعزى معظم مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة على سطح الأرض إلى الإشعاعات الشمسية ومن الجدير بالذكر أنه لم يتم استخدام سوى جزء صغير من الطاقة الشمسية المتوافرة في حياتنا

حيث يتم توليد الطاقة الكهربية من طاقة الشمس بواسطة محركات حرارية أو محولات كهرو ضوئية. وبمجرد أن يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية فإن براعة الإنسان هي فقط التي تقوم بالتحكم في استخداماتها ومن التطبيقات التي تتم باستخدام الطاقة الشمسية نظم التسخين والتبريد في التصميمات المعمارية التي تعتمد على استغلال الطاقة الشمسية وبالإضافة الى تحلية ميه البحر واستغلال ضوء النهار لتسخين المياه، والتطهير التعقيم بالطاقة الشمسية، ويتم استغلال تطبيقات درجات الحرارة المرتفعة في أغراض صناعية أخرى ونحن بصدد التركيز على استخدم الخلايا الشمسية لكونه تشغل العديد من الأشياء بد ءا من الآلات الحاسبة إلى الأعمال التجارية بأكملها، على الرغم من استخدام الخلايا الشمسية كان مقتصرا على الاستخدامات الصغيرة

تشغيل مثل الآلات الحاسبة والاستخدامات المعقدة مثل تشغيل الأقمار الصناعية إلا أن في السنوات القليلة الماضية شهدة 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 الاقط الشمسي ***PV*** في المناطق المعزول والنائية بالإضافة الى كيفية اجراء جميع الحسابات الازمة لإنشاء منضومو متكاملة وتحت عنوان دراسة منظومة الطاقة الشمسية لبيت المزرعة ومضخة في منطقة ورقلة ومن هنا سوف نقوم بدراستنا والتي قسمناه 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 الكهرو ضوئية 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 وسنتتطرق في هذا الفصل الى: معرفة المخطط العام للنظام الازم لتشغيل بيت ومضخة ومعرفة مردود التحويل

الإشعاع الشمسي

1.1- المقدمة:

في ظل ازمة الطاقة التي يشهده 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 الاشعاع الشمسي بشكل دوري على مدار السنة، اذ تقدر هذه الطاقة المستقبلة بألاف اضعاف استهلاك الأرض من الطاقة والمتمثلة في الاشعاع الشمسي الذي يتم الاستفادة منه في التطبيقات الكهروضوئية والحرارية وفي مجلات 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]

3.1- الطاقة الشمسية:

مصدر هذه الطاقة هو الشمس، وتعطي نوعين من الطاقة، أولا طاقة كهربائية ونتحصل 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 (اللواقط الشمسية). []

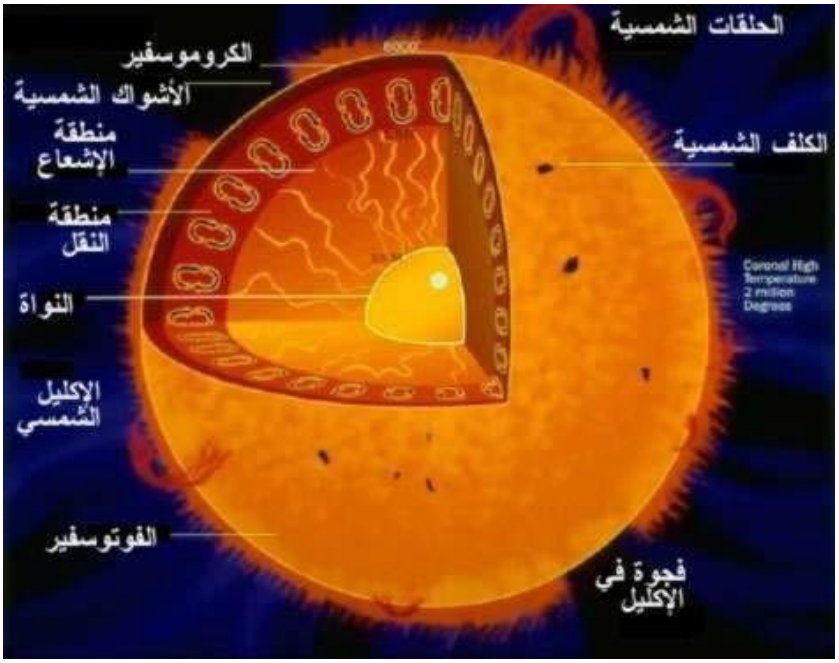
4.1- مصدر الطاقة الشمسية:

الشمس أقرب نجم لنا وتقع في مركز النظام الشمسي وهي جسم كروي يبلغ قطرها ($6.957 \times 10^8 m$) وكتلتها (2×10^{23} طن)، تتكون بشكل أساسي من الهيدروجين حيث تخلق قوة الجاذبية ضغط"ا 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 تنتئ 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 المضيئة ولا يمكن رؤيتها إلا خلال حدوث كسوف كلي، كما في **الشكل (1-1):**[4]



الشكل (1-1): عناصر الشمس

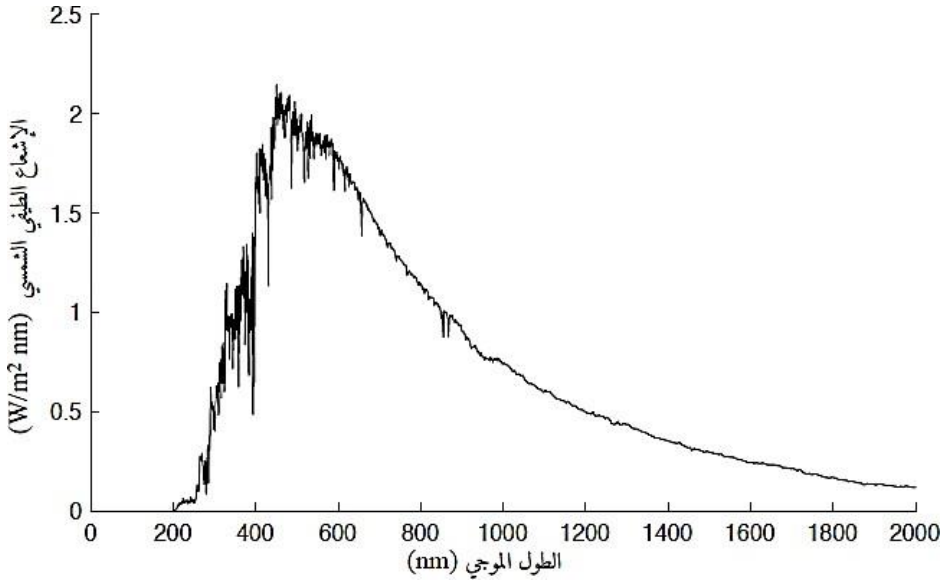
تنتقل الاشعة بمعدل انبعاث ($3.8 \times 10^{23} kw$) ولا يصل الى الأرض الا المقدار الضئيل، وترسل الشمس هذه الاشعة على شكل تيار من الجسيمات تسمى الفوتونات وتنطلق في حزمة موجية متوازية ومختلفة الاطوال.

5.1- الثابت الشمسي:

إن الاشعة المرسلة 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، وان 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 الاشعاع 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:

$$\sigma T^4 \times 4\pi r^2 \qquad (1\text{-}1)$$

واذا كانت المسافة بين بالأرض والشمس ($l = 1.495 \times 10^{11} m$) فإن كمية الاشعاع الواصلة الى الغلاف:الجوي للأرض تسمى بالثابت الشمسي ويحسب بالعلاقة التالية

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

وتبلغ القيمة المتوسطة لثابت الشمسي الساقط على المحيط الخارجي للأرض $I = 1367 w/m^2$

وإن المسافة بين الشمس والأرض تتغير مدار العام وبذلك يتغير الثابت الشمسي ومنه يحسب الثابت الشمسي بدلالة أيام السنة بالعلاقة التالية:[1]

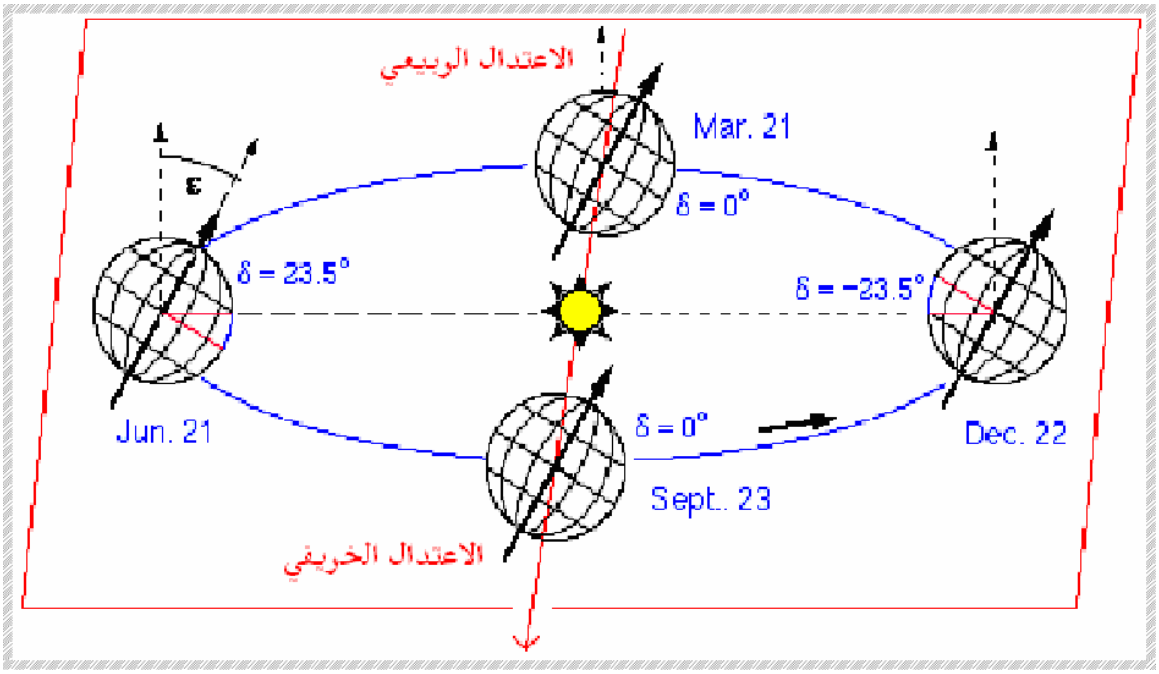
$$I = I_0 \left[1 + 0.034 \left[(N_i - 2) \cos \frac{360}{365}\right]\right] \qquad (3\text{-}1)$$

$_0$: الثابت الشمسي الواصل الى طبقة الجو المحيط بالأرض، متوسط قيمتها حوالي $136\ w/m^2$.

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

6.1- تغيرات الاشعاع الشمسي زمنيا و جغرافيا:

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 الاشعاع الشمسي عمودي على سطح الأرض مع تغير موقع الأرض.[7]



الشكل (3-1): تغيراتالاشعاعالشمسيزمنياوجغرافيا: [8]

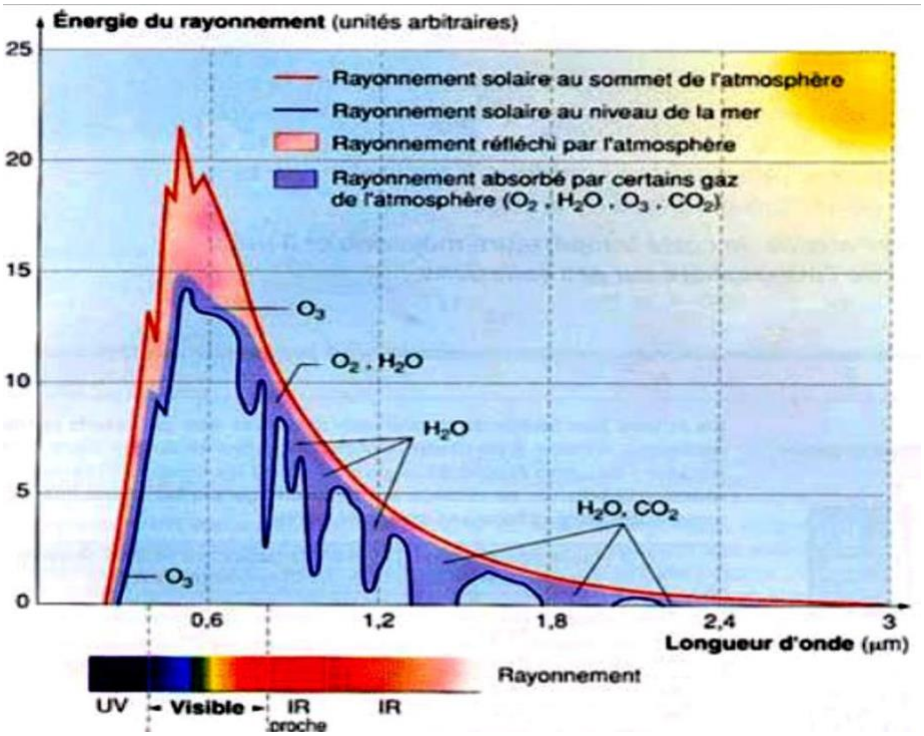
7.1- تأثير الاشعاع الشمسي:

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 النهاية الزرقاء للطيف، 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 وفى مدى الأشعة تحت الحمراء بسبب الماء وثاني 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]

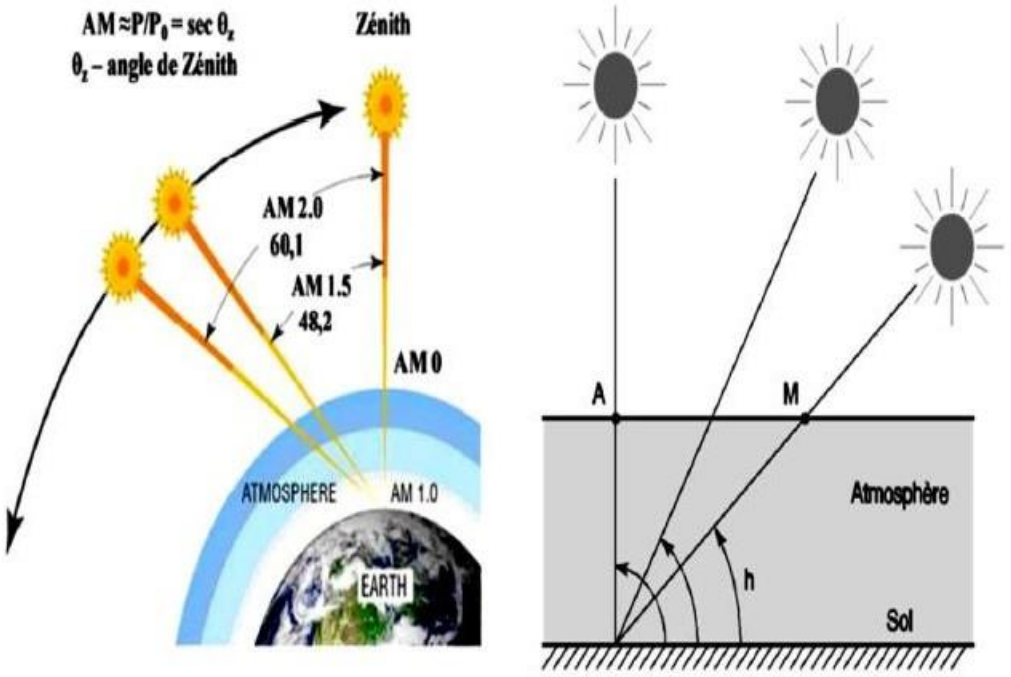
2.7.1- الكتلة الهوائية:

يعتمد توهين الإشعاع الشمسي على المدى الذي يقطعه الشعاع في الغلاف الجوي. كلما زاد طول المسار، زاد عد الجزيئات التي يتفاعل معها الشعاع. يتغير ذلك على مدار العام وعلى مدار اليوم. يحدث المسار الأطول د 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 $\boldsymbol{\theta_Z}$ فإنه يمكن حساب الكتلة الهوائية بالعلاقة التالية:[1]

$$\boldsymbol{m = \frac{1}{\cos \theta_Z}} \qquad \textbf{(4-1)}$$



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 $\boldsymbol{48.2^{\circ}}$ نجد

[] $\boldsymbol{m = 1.5}$

مما يتكون الإشعاع الشمسى

سبب التشتت يتكون الإشعاع على سطح الأرض من مكونين جزء من الإشعاع القادم بطل كإشعاع مباشر، بينما يتم التشتت الباقي في الغلاف الجوي فينعكس للخلف عائدا للفضاء أو يصل إلى الأرض كإشعاع مشتت بعكس الإشعاع المباشر، الذي له اتجاه محدد ، ينشأ الإشعاع المشتت من كل القبة السماوية[1]

أثبتت الدراسات أن الإشعاع الشمسى الواصل إلى سطح الأرض تتكون من ثلاثة أجزاء وهى كالتالى:

1.71.الإشعاع الشمسي المباشر: Beam Radiation

هو الإشعاع الساقط من الشمس على شكل حزمي بدون أي انتشار أو تعثر خلال العلاف الجوي لذالك يكون اتجاهه ثابتا لا يتغير اثناء مروره بالغلاف الجوي 141

عند تحويل إشعاع مباشر بين مستويات تستخدم العامل الهندسي Rb الذي يعرف بأنه نسبة الإشعاع المباشر على المستوى المائل إلى الإشعاع المباشر على المستوى الأفقي [1]

$$\mathbf{R_b} = \frac{\mathbf{I}_{bT}}{\mathbf{I_b}}$$

I_{bn} : الإشعاع المباشر على مستوى عمودي على الإشعاع الساقط.

ومنه فإن $I_{bT} = I_{bn} cos\theta$ م $I_{bn}\cos\boldsymbol{\theta}$ = $_b$ وبالتالي :

$$\mathbf{R_b}\frac{\mathbf{I_{bn}}\cos\boldsymbol{\theta}}{\mathbf{I_{bn}}\cos\boldsymbol{\theta}} = \frac{\cos\boldsymbol{\theta}}{\cos\boldsymbol{\theta}} \qquad (5-\mathbf{1})$$

ومنه الإشعاع المباشر على السطح المائل كالتالي :[1]

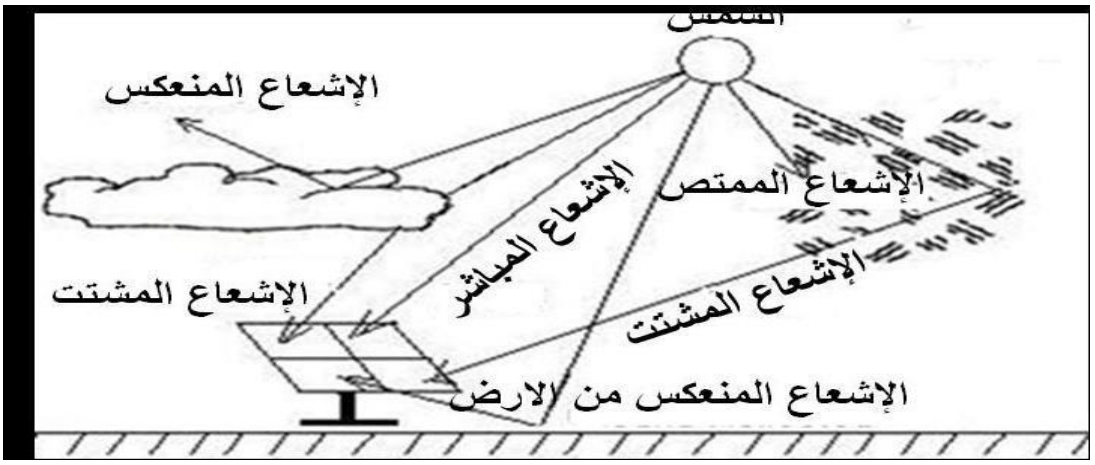
$$I_{bT} = R_b I_b$$

I.2.8. الإشعاع الشمسي المنتشر Diffuse Radiation :

هو الإشعاع الشمسي الساقط من الشمس ينتشر ويتبعثر ويتغير التجاهه أثناء مروره بالغلاف الجوي ينقسم الشعاع المنتشر إلى جزئين

الأول الشعاع المنتشر في السماء والثاني هو الشعاع المنعكس من محيط السطح (الأرض)[4] .

يجب الأخذ في الاعتبار مكون إشعاعي ثالث في تطبيقات الإشعاع الشمسي وهو الإشعاع المنعكس إلى السطح المائل من سطحالأرض ومن أجسام أخرى محيطة . وهو يتوقف على الانعكاسية لسطح الأرض (ما يسمى بالألبيدو).



الشكل (I-3) يوضح الأنواع الرئيسية للإشعاع الشمسي [3]

I.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، ونظرا لأن مدار الأرض بيضاوي الشكل وتميل الأرض على المدار.

يبدو أن الشمس تسرع وتبطئ على مدار العام مما يعطي اختلافات بين التوقيت القياسي والشمسي نصحح ذلك بعامل يسمى معادلة الوقت$E(d)$ ثم نحسب التوقيت الشمسي بالساعة T_S كما يلي[1] :

$$T_S = T_{St} - 4\,(L_{St} - L_{loc}) + E(d) \qquad (6\text{-}1)$$

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

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

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

L_S : خط الطول القياسي. L_{lo} : خط الطول للموقع. : اليوم من السنة.

10.1.- الزوايا الشمسية :

1.10.I. زاوية خط العرض (φ):

هو الموضع الزاوي للنقطة المدروسة بالنسبة الى مستوى خط الاستواء ,و بفرض خط العرض موجبا شمالا خط الاستواء او هو الموقع الجنوبي ا,و الشمال الزاوي من خط الاستواء يكون اتجاه نصف الكرة الارضية الشمالي موجبا بينما الجنوبي سالبا

2.10.1..زاوية الميلان الشمسي(δ) :

و متمثل الموقع الزاوي للشمس عند منتصف النهار الشمسي نسبة الى خط الاستواء و يكون اتجاه نصف الكرة الارصية الشمالي موجب بياما الجالبي سالب (($-23.45^\circ \leq \delta \leq 23.45^\circ$ حمسب دي الزامية ان المعادلة الآتية:]4[

$$\boldsymbol{\delta} = 23.45 \text{ si}$$

3.10.I. زاوية الميل (β) :

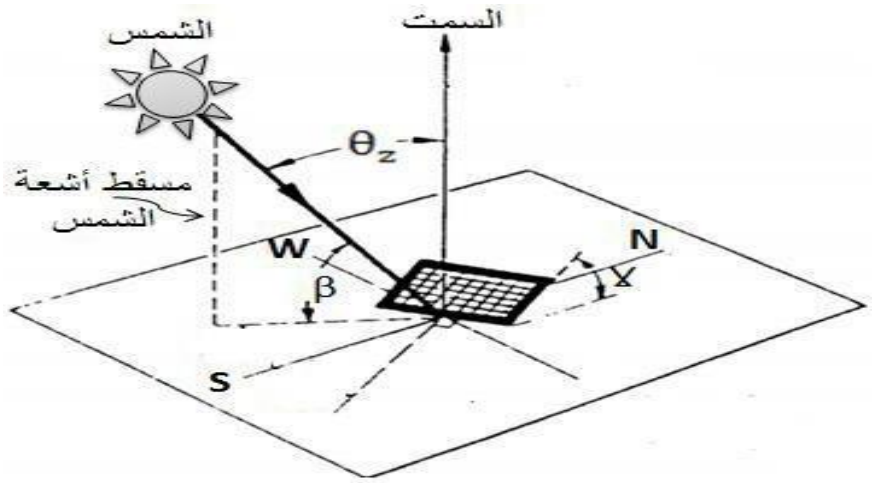
و هي الزاوية المحصورة بين السطح و الاتجاه الأفقي ($0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$) ,في حالة ($\beta > 90$) فتيا يعني ان السطح يكون اتجاهه او وجهه إلى الأسفل.]4[.

4.10.I. الزاوية الساعية (ω) :

تعرف بأنها الزامية الوجب ان تدورها الأرض ليصبح خط طول هذه النقطة تخت الشمس مباشرة و هي مقاسة على مستوى خط الاستواء بين مسقط خط الطول و مسقط الخط الواصل بين مركزي الارض و الشمس

و تكون هذه الزاوية سالبة صباحا و موجبة بعد الظهر و تخسب كالتالي

$$\omega = 15(ST-12) \qquad (7\text{-}1)$$



الشكل (I-5) تمثيل للزاوية الساعية ω[3]

I.5.10. زاوية ارتفاع الشمس (h):

هي الزاوية المحصارة بين الإشعاع الشمسي المباشر الساقط على السطح مالمسدلى الأفقي للسطح متحسب ان المعادلة الآتية:[4]

$$Sinh=sin\Phi\ sin\delta+ cos\Phi cos\delta cos\omega \quad [6] \qquad (8\text{-}1)$$

I.6.10. زاوية السقوط (θ) :

هي الزاوية المحاصرة بين الإشعاع الشمسي المباشر الساقط على السطح المستوي العمودي على السطح تحسب من المعادلة الدالية:[4]

$$Cos\theta=Sin\delta Sin\varphi Cos\beta-Sin\delta Cos\varphi Sin\beta Cos\gamma-Cos\delta Cos\varphi\ Cos\beta Cos\omega$$

$$+Cos\delta Sin\varphi Cos\gamma Cos\omega Cos\delta Sin\beta Sin\gamma Sin\omega \quad (19\text{-}1)$$

و للاسطح (β=91°)تؤول المعادلة إلى:[4]

$$Cos\theta=-Sin\delta Sin\varphi Cos\beta- Cos\delta Sin\varphi Cos\gamma Cos\omega Cos\delta Sin\gamma Sin\omega \qquad (9\text{-}1)$$

حيث هي

γ=Azimuth Angle زاوية قوس السماء للسطح $-180^\circ \leq \gamma \leq 180^\circ$ و تكون هذه الزامية للأسطح الملواجهة للجنوب (γ=1) اما للأسطح الغربية

فتكون موجهة للاسطخ الشرقية تكون سالبة.][4

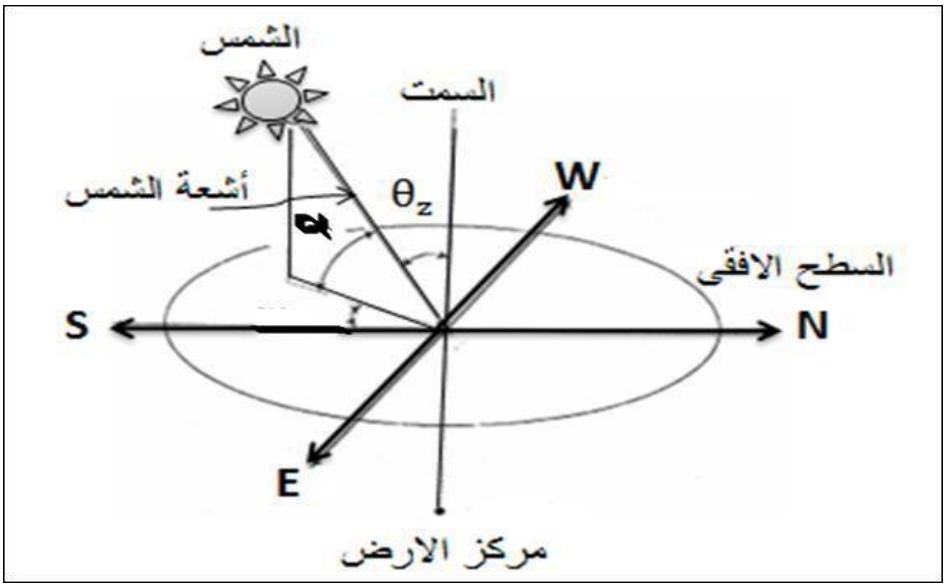
الإشعاع الشمسي المباشر يمكن حسابه كتالي :

$$I_b = I_{DN}Cos \qquad (10\text{-}1)$$

I.7.10. زاوية السمت ($_z$):

هي زاوية خط السمت و اشعة الشمس ,هذا يعني زاوية سقوط اشعة الحزمة على السطح الأفقي (°91> >1 عاداا ترلh الكمس نعلى الأفق).][3

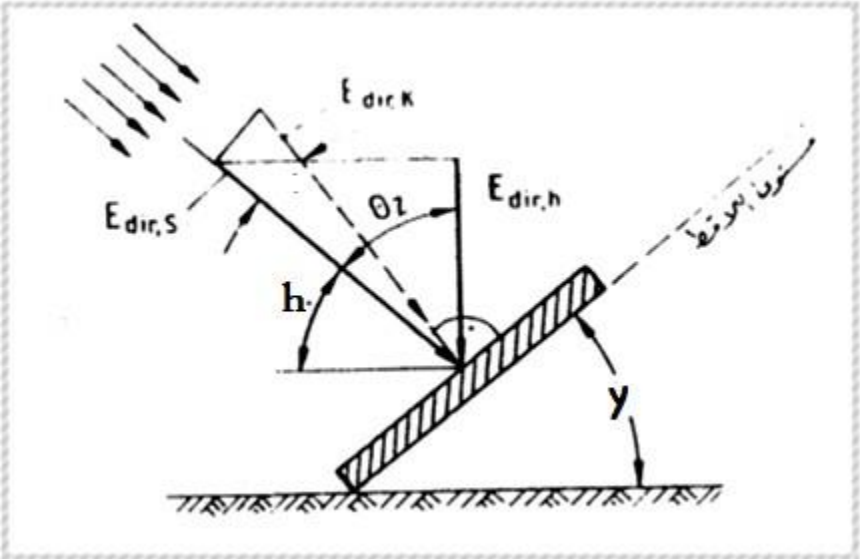
$$\theta_z = cos^{-1}\ [\sin\boldsymbol{\varphi}\ \sin\boldsymbol{\delta} + \cos\boldsymbol{\varphi}\ \cos\boldsymbol{\delta}\ \cos\boldsymbol{\omega}] \qquad \textbf{(11-1)}$$



الشكل (I-6) تمثيل لزاوية السمت (θ)][3

11.1.شدة الإشعاع الشمسي على الأسطح الافقية والمائلة

تتوقف شدة الإشعاع الساقط على سطح الأرض لموقع محدد عند زمن ما على توجيه السطح وميله علما" 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 :(8-1) الإشعاع المباشر الساقط على الأسطح الأفقية والمائلة

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

$$\mathbf{E_{dirs} = A.\, e^{\frac{B}{\sin h}} = A.\, e^{-Bm}} \qquad \mathbf{(12\text{-}1)}$$

$E_{dir}(W/m^2)$:الإشعاع الشمسي الساقط المباشر عند سقوط حر.

(W/m^2) : الإشعاع الشمسي النظري عند كثافة هواء تساوي الصفر.

: الكتلة الهوائية.

: معامل توهين الغلاف الجوي.

: زاوية الارتفاع الشمسي.

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

$$\mathbf{E_{dir\,h} = E_{dirs}.\sin h} \qquad \mathbf{(13\text{-}1)}$$

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:

$$E_{dfu} = C.E_{dfu.s}.F_{ss} \qquad (14\text{-}1)$$

E_{df} (W/m^2) : الإشعاع الشمسي المشتت من السماء.

C : معامل تشتيت الإشعاع الشمسي.

F_S : المعامل الزاوي بين السطح والسماء بحيث السطح كيفي يميل بزاوية γ يحسب بالعلاقة:

$$F_{SS} = 0.5(1 - \cos\gamma) \qquad (15\text{-}1)$$

$F_{ss} = 0$. : للسطح العمودي.

$F_{ss} = 1$. : للسطح الأفقي.

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

$$H = E_{dir.h} + E_{dfu} \qquad (16\text{-}1)$$

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

$$H_t = E_{dir.h} . R_B + E_{dfu}\left(\frac{1+\cos\gamma}{2}\right) + H\rho_g\left(\frac{1-\cos\gamma}{2}\right) \quad (17\text{-}1)$$

حيث:

ρ : معامل انعكاس الأرض للأشعة المباشرة والمشتة وفي الحسابات الحالية تؤخذ ثابتة.

$_B$: معامل ميل الاشعاع المباشرة

12.1خاتمة: راينا في هذا الفصل كيف ينشئ الاشعاع الشمسي و عن المقدار الذي يصل منه الى الارض و عن العوامل التي تؤثر عليه بعد وصوله الى الارض بالإضافة إلى العلاقات التي تمكنا من دراستها و الاستفادة منها.

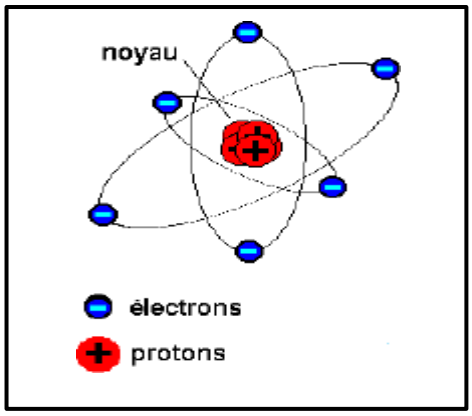
الخلايا الكهروضوئية

1.2- مقدمة:

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

2.2- الطبيعة الذ ارت 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 كهربائ"يا، حيث يكون عدد الإلكترونات مساو"يا لعدد البروتونات وتتوزع الإلكترونات ذات الشحنة السالبة على شكل طبقات. يمكن أن تحتوي كل طبقة على عدد محدود من الإلكترونات. على سبيل المثال طبقةK الأقرب إلى النواة مشبعة بإلكترونين. 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 (مؤقت"ا) قبول الإلكترونات، أو ربما يفقد بعضهاهذا هو الحال أثناء تأين الذرة.[14]



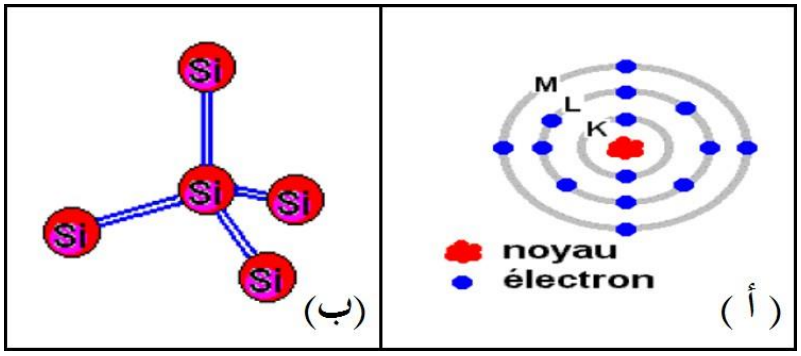
الشكل (2-1): نموذج لأحد الذرات

3.2- تركيب ذرة السيليكون:

يمثل الشكل المقابل ذرة السيليكون التي لديه 14 الكترون يدور حول النواة المكونة من 14 بروتو"نا و14 نيوترو"نا. من المحتمل أن تصبح الذرات مشحونة كهربائ"يا عن طريق اكتساب أو فقدان إلكترون واحد أو أكثر وهذا ما يسمى الأيونات. إذا اكتسبت الذرة إلكترو"نا واح "دا أو أكثر، تصبح شحنة الذرة سالبة، واذا فقدت أ"يا 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 منتظ"ما

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:

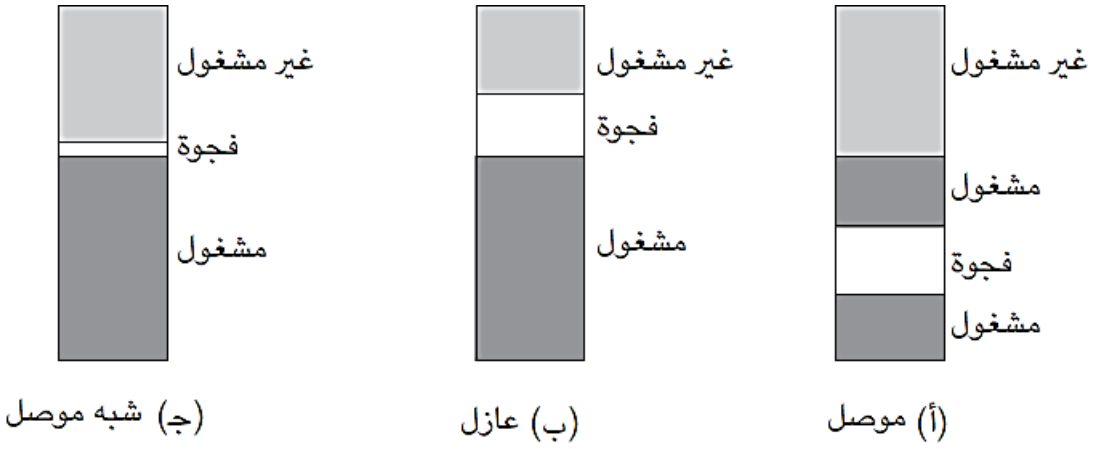
يكون أعلى مستوى طاقة مشغول في الجزء الأوسط من نطاق الطاقة، ويمكن أن تتحرك الإلكترونات للأجزاء غير المشغولة من نطاق الطاقة.[6]

2.4.2- المواد العازلة:

إذا تكافأ أعلى مستوى طاقة مشغول مع الجزء العلوي من نطاق الطاقة، الذي يُسمى »نطاق التكافؤ« والذي يُرمز له بـــ 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 السفليE_V من نطاق الطاقة التالي E_C وهي صغيرة" بحيث عندما لا تكون درجة الحرارة منخفضة جدًّا، يمكن أن تُثار الإلكترونات لنطاق الطاقة التالي أو» نطاق التوصيل « بوجه عام، تكون فجوة الطاقة أقل من بضعة إلكترون فولت، وبمجرد أن تُثار الإلكترونات لنطاقة التوصيل، يمكن أن يحدث بعض التوصيل.[6]



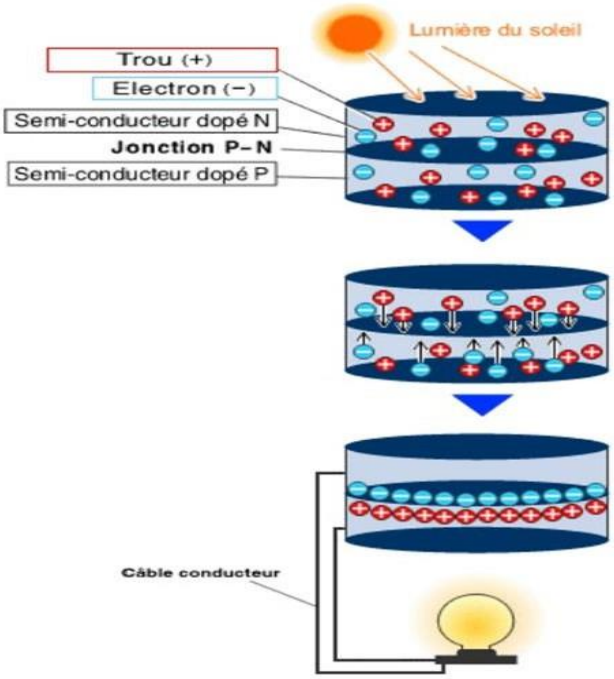
الشكل (2-3): المواد الموصلة والعازلة وشبه الموصلة.

5.2- عمل الخلايا الكهروضوئية:

تحت تأثير شعاع الضوء الشمس تنفصل الإلكترونات عن ذراتها. تبدأ الإلكترونات

في التحرك نحو تقاطعPN.

عندما تنضم الثقوب 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 pتصبح المنطقة المنشط مبدئ"يا مشحونة إيجا"با، وتصبح المنطقة

المشبعة في البداية مشحونة سالبة. لذلك يتم إنشاء مجال كهربائي بينهما يميل إلى صد الإلكترونات في المنطقة

n وأحدث ثقوب 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 الالكترون 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 جهدًا كهربائيًا منخفضاً مستمرًا جزء من الطاقة الحركية للفوتونات وهكذا تتحول مباشرة إلى طاقة كهربائية. [14]

7.2 انواع الخلايا

1.7.2.خلايا السيليكون غير البلوري (فيلم رفيع):

مادة هذه الخلايا ذات شكل سيليكوني غير بلوري لوجود عنصر الهيدروجين أو بعض العناصر الأخري. تكون ذرات السيليكون فيها أقل ترتيبا من النوع البلوري. ففي السيليكون غير البلوري لا ترتبط كل ذرة ارتباطا كاملا مع الذرات المجاورة ، إنما تترك ما يسمى بالرباط المتدلي ، وتستطيع أن تمتص إلكترونات إضافية عند إجراء عملية الطلاء.

بعض خصائص السيليكون غير البلوري[3] :

كفاءة : 46 إلى 5%.

المقاس : النموذجي حوالي 2.6m *2.2m

السمك : 1.9 mmإلى 30 بدون زجاج قاسي و بطلاء حوالي 0.001 أي 1) وحوالي 0.3 mm سيليكون غير بلوري.(

المظهر : متجانس.

الألوان : بني محمر مائل للزرقة ، أزرق - بنفسجي.

2.7.2. خلايا السيليكون أحادي البلورة:

تظهر الخلايا الشمسية أحادية البلورة المصنوعة من مادة عالية النقاء وكفاءات ممتازة واستقرارا طويل الأمد ، لكنها تعتبر عموما باهظة الثمن بالنسبة للإنتاج الضخم على نطاق واسع.

يتم استخراج التيار الكهربائي المتولد في شبه الموصل عن طريق التلامس مع الجزء الأمامي والخلفي للخلية الخلية مغطاة بطبقة رقيقة من مادة عازلة للكهرباء ، والطلاء المضاد

للانعكاس و تثبت الخلايا الشمسية بين الزجاج أو شرائح الإكريلك التي تكون شفافة أو غير شفافة سواء من الأمام فقط أو من الأمام والخلف معنا.

الكفاءة : تتراوح بين 11 إلى 18.8.96%

الشكل : يعتمد على كيفية الحصول على الشرائح حيث يمكن تشكيلها على صورة خلايا مستديرة شبه مربع أو مربع، تكون الخلايا المستديرة ارخص من المربع أو شبه المربع لان المادة المهدرة تكون اقل.

المقاس : المتاح كالآتي بالنسبة لنوعين شبه مربع والمربع 10*10c1115*15 cm, 12.5*12.5 cm,

قطر: النوع المستدير 15 mmأو 12.5 mm.

السمك : من 0.14mm 0.3mm

المظهر : متناسق.

اللون : - أزرق غامق أو أسود أو رمادي صلب[3]

3.7.2 خلايا السيليكون متعددة البلورة:

الكفاءة : تتراوح بين 11 % إلى 14،1%

الشكل : مربع.

المقاس : المتاح كالأتي 10*10 cm, 12.5*12.5 cm, 15*15 cm, 15.6*15.6cm, 2121cm

السمك 0.16mm 0.24mm

المظهر : بلورات مختلفة الاتجاهات، البلورات الفردية تكون واضحة على سطح الخلية.

اللون : أزرق أو رمادي فضي[2]

يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا السيليكون والموضحة في شكل (11) والتي تستخدم في إنتاج الخلايا الشمسية:

الشكل (II- 3) : أنواع الخلايا السيليكون .]2[

4.7.2.خلايا شمسية عضوية :

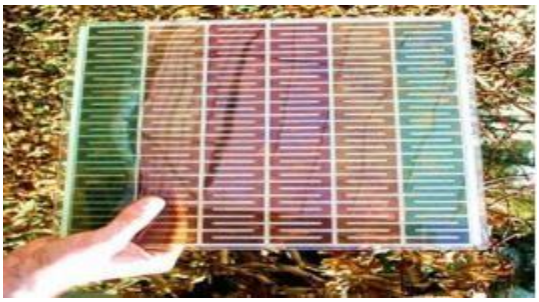
هي خلايا شمسية جديدة قابلة لإعادة التدوير ، مصنوعة من الأشجار أو أكثر تحديداً تم تصنيعها من الركيزة الأساسية البوليمر المعتمد على ركائز السليلوز الثانوية الإنشاء خلايا شمسية أكثر استدامة ، و يمكن إعادة تدويرها بسرعة في المياه في درجة حرارة الغرفة، وتمتاز بأنها منخفضة التكاليف ، تعطى خلايا قابلة للتشكيل و بألوان مختلفة و ذات وزن خفيف يوضح شكل (411) خلايا شمسية عضوية . [3] لكن كفاءات التحويل التي تقدمها من استخدام البوليمرات الموصلة منخفضة مقارنة بالمواد غير العضوية ، وأعلى كفاءة تم الإبلاغ عنها 6.5% للخلية في هندسة معمارية، ومع ذلك ، يمكن أن تكون هذه الخلايا مفيدة لبعض التطبيقات حيث تكون المرونة الميكانيكية وإمكانية التخلص مهمين [2]

الشكل(II-4) :خلايا شمسية عضوية.]2[

5.7.2.خلايا الشمسية الصبغية(Grazel cells):

عادة ما يتم استخدام صبغة عضوية لمعدن الروتينيوم (Ru-centered) كطبقة أحادية من مادة تمتص الضوء. تعتمد الخلية الشمسية الحساسة للصبغ (DSSC) على طبقة مسامية من ثاني أكسيد التيتانيوم الجسيمات النانوية لتضخيم مساحة السطح بشكل كبير TiO_2 (211 -311) m^2g مقارنة بحوالي m^2g 10 من بلورة مفردة مسطحة). يتم تمرير الإلكترونات المتولدة ضوئيا من الصبغة الماصة للضوء إلى النوع n من TiO_2 ، ويتم تمرير الثقوب إلى المنحل بالكهرباء على الجانب الآخر من الصبغة، يتم إكمال الدائرة بواسطة زوج من الأكسدة والاختزال في المنحل بالكهرباء ، والذي يمكن أن يكون سائلاً أو صلبا. [2[

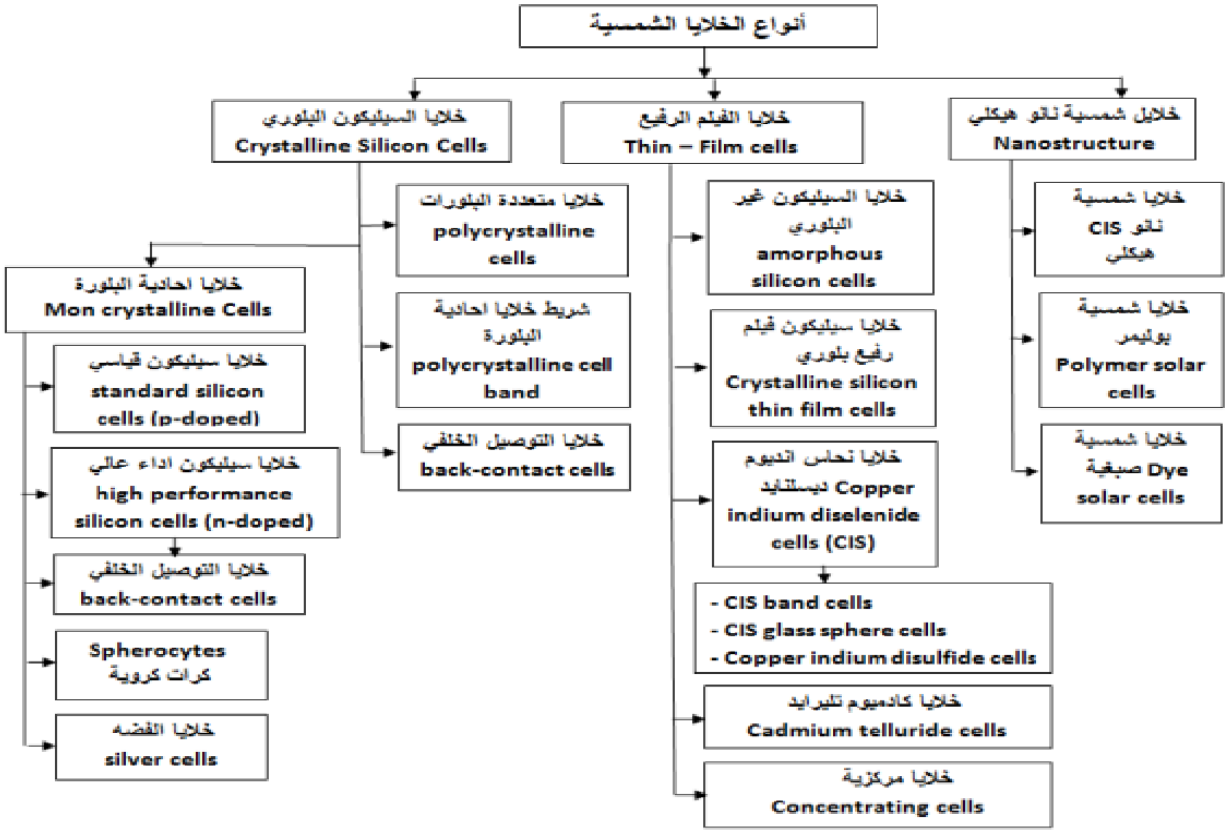
تيح هذا النوع من الخلايا استخداما أكثر مرونة للمواد ، ويتم تصنيعه عادة عن طريق طباعة الشاشة ، مع احتمال انخفاض تكاليف المعالجة عن تلك المستخدمة في الخلايا الشمسية السابقة، ومع ذلك ، فإن الأصباغ في هذه الخلايا تعاني أيضا من التحلل تحت الحرارة والأشعة فوق البنفسجية ، ويصعب إغلاق غلاف الخلية بسبب المذيبات المستخدمة في التجميع هي مصنوعة من مواد منخفضة التكلفة و سهلة التصنيع . يوضح شكل (1-5) خلايا شمسية صبغية [3]



الشكل (II- 5) :خلايا شمسية صبغية.]3[

6.7.2.الخلايا الشمسية النانوية:

تستخدم هذه الهياكل بعض من مواد امتصاص الضوء ذات الأغشية الرفيقة ولكنها متراكبة كممتص رفيق للغاية على مصفوفة داعمة من بوليمر موصل أو أكسيد فلز متوسط المسام به مساحة سطح عالية جدا لزيادة الانعكاسات الداخلية وبالتالي زيادة الاحتمال من امتصاص الضوء). يسمح استخدام البلورات النانوية للشخص بتصميم معماري على مقياس طول نانومتر على وجه الخصوص ، تمثل الأجهزة أحادية النانوي (القناة) ، وهي عبارة عن مجموعة من الوصلات p-n المفردة بين الأقطاب الكهربائية والمفصولة بفترة تبلغ حوالي طول الانتشار ، بنية جديدة للخلايا الشمسية وقد تكون عالية الكفاءة [2]



الشكل(II- 6) : الأنواع المختلفة للخلايا الشمسية[2]

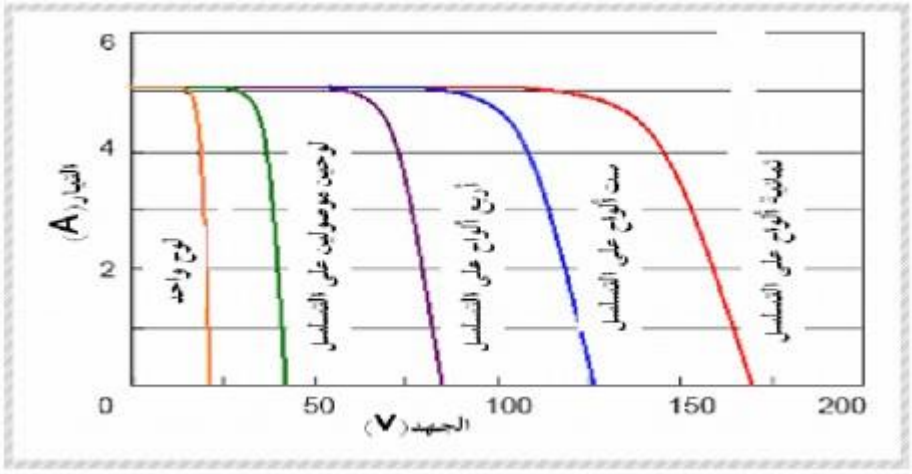
8.2- ربط الألواح الكهروشمسية على التسلسل:

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

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

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

$$\mathbf{V_{sg} = \sum V_n = V_1 + V_2 + V_3 + - - - + V_n \rightarrow (I = 0)} \quad \textbf{(2-2)}$$



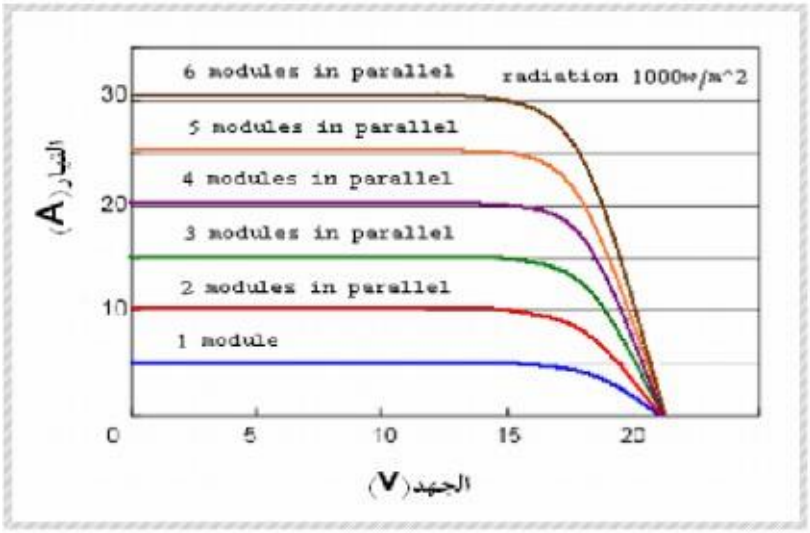
المنحنى (2-1): يوضح الخاصية المثالية للألواح الشمسية المربوط على التسلسل.

9.2- ربط الالواح الشمسية على التفرع:

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

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

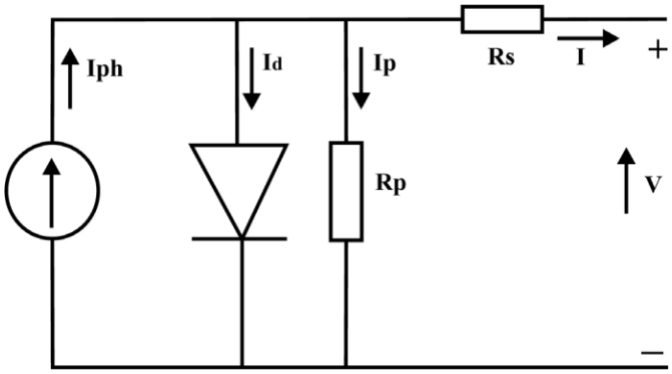
$$\mathbf{V_{sg} = V_1 = V_2 = V_3 = - - - = V_n} \quad \textbf{(4-2)}$$



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_Sعلى التسلسل وصمام ثنائي.[12]



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

يتم حساب التيار I حسب العلاقات التالية:

$$\mathbf{I = I_{ph} - I_d} \qquad \textbf{(5-2)}$$

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

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

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

I : هو تيارالصمام.

I : تيار الإشباع.

: معامل الجودة.

: ثابت بولتزمان.

: درجة الحرارة.

s: مجموع خلايا السلاسل. V_0 :

جهد الدارة المفتوحة

11.2- أهم القيم الأساسية المميزة للخلية الشمسية:

- ✓ تيار الدارة القصيرة: I_{cc}
- ✓ جهد الدارة المفتوحة: V_{co}
- ✓ مردود التحويل الطاقوي:
- ✓ معامل الشكل: **F**
- ✓ 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 المضاءة تتعلق بمقاومة الحمولة المقاومة المربوطة بين طرفي الخلية، هاته الاستطاعة تكون أعظمية (P_{max}) من اجل نقطة تشغيل

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

معامل الشكل يعرف بالعلاقة التالية:

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{co}.I_{cc}} = \frac{V_{max}.I_{max}}{V_{co}.I_{cc}} \qquad (6\text{-}2)$$

4.11.2- مردود التحويل:

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

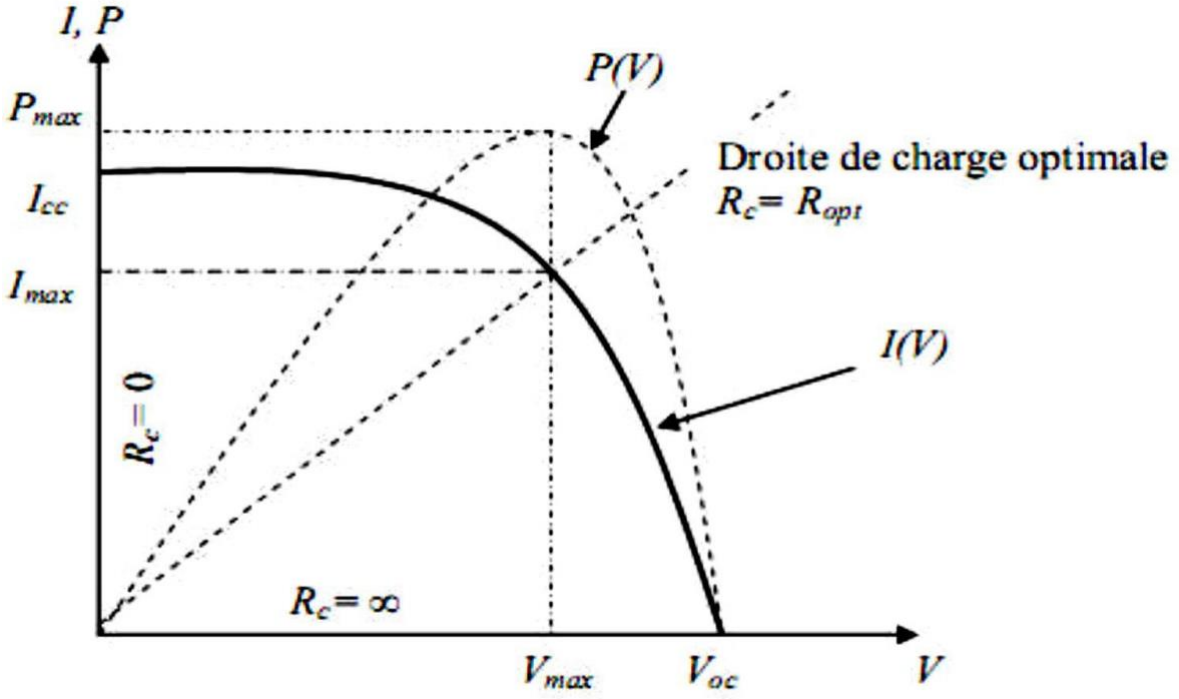
$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} = FF\frac{V_{co}.I_{cc}}{P_{in}} \quad (7\text{-}2)$$

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

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.

($R_C = 0$, $I = 0$, $V = Vco$) وفي الدرة القصيرة (I_{cc} , $V = 0$, $R_c = 1 = 0$) لا يوجد هناك تحويل لطاقة الى الخارج.

بين الحلتين السابقتين توجد قيمة مثلى لمقاومة الحمولة (Rc) والتي تكون فيها الاستطاعة المصروفة من قبل الخلية (P_{max})، كما يوضحه المنحنى (2-3). [3]



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

5.11.2- الاستجابة الطيفية للخلية الكهروضوئية:

الاستجابة الطيفية (Rs) 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]

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

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

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

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

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

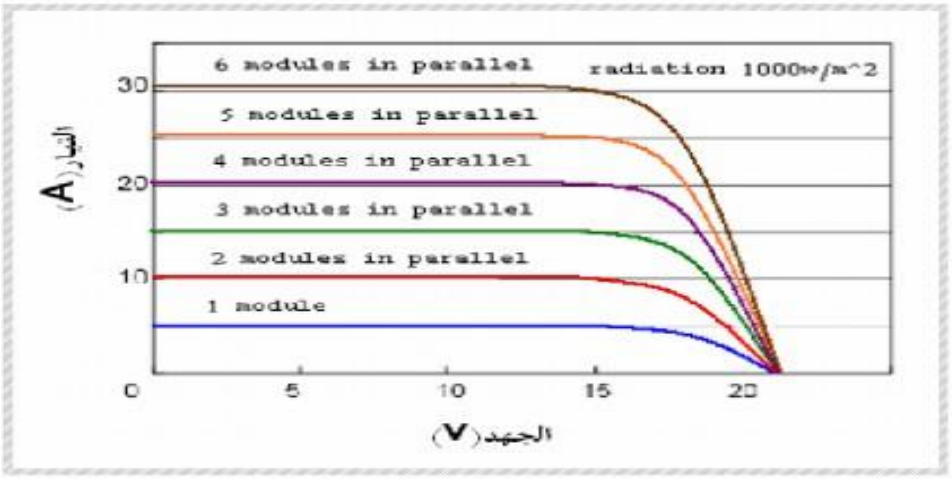
- معامل الانعكاس يعطى:

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

12.2- العوامل المؤثرة على مردود الخلية الشمسية:

1.12.2- تأثير الاشعاع الشمسي:

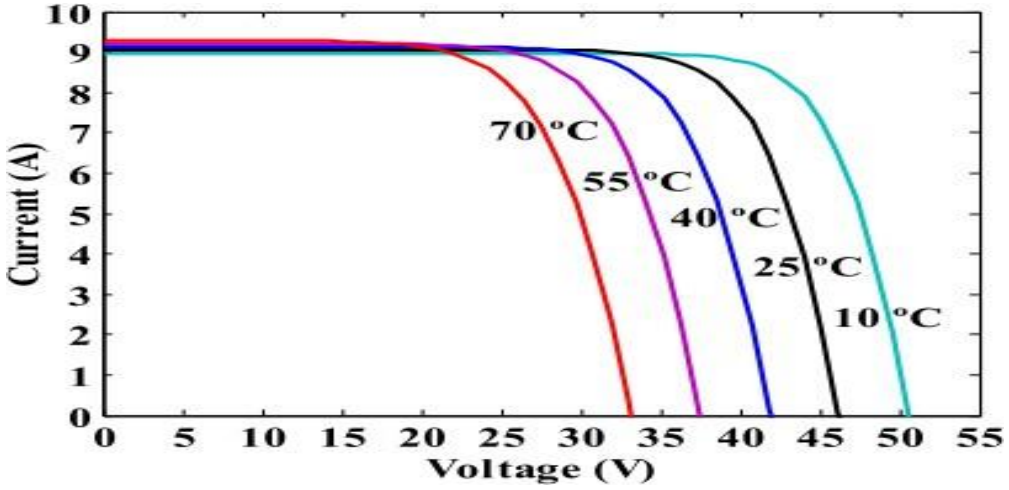
ان زيادة شدة الاشعاع الشمسي له تأثير كبير على تيار القصر حيث يزداد وفي نفس الوقت يكون هناك زيادة طفيف ومنخفضة في جهد الدارة. [3]



المنحنى (2-4): تأثير زيادة الاشعاع على الوح الشمسي في ثبات درجة الح ارة 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 الح ارة على اللوح الشمسي في ثبات الاشعاع الشمسي عند $100\ W/m^2$

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 بدوره 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 لابد 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 والاوساخ والاتربة:

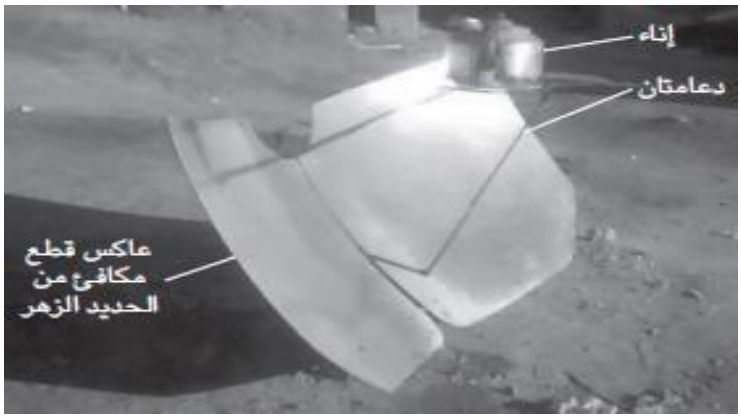
إن أحد أهم المشاكل التي تواجه أنظمة الطاقة الشمسية هي تراكم الأتربة والأوساخ على سطح الوحدات الشمسية الكهروضوئية، ولذلك تواجه محطات إنتاج الطاقة الكهروضوئية تحديات كبيرة خاصة في المناطق الصحراوية والجافة كتلك التي في الشرق الأوسط ومنطقة الخليج العربي وشمال إفريقيا. كما بينت أغلب الدراسات السابقة أن الغبار والرمال 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:

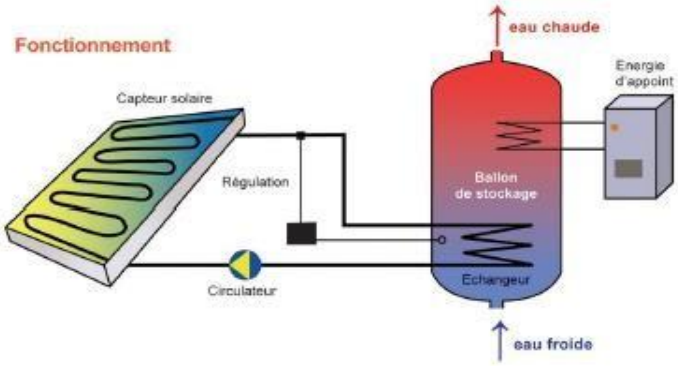
هناك العديد من الأنواع لديه نفس مبدأ العمل منه الفرن شمسي المصنوع من حديد الزهر عاكس على شكل قطع مكافئ من حديد الزهر موضوع على حامل ثلاثي القوائم مزود بمفصلة يمكن أن تُدار في محورين. وتحمل دعامتان من الصلب حامل"لا من الصلب يوضع عليه إناء، وبضبط محور الطبق يدويا بحيث يصبح محاذيا لضوء الشمس، يمكن للإناء 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 بر"جا لتلقي ضوء الشمس المركاز. 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 كسائل عمل لتشغيل التور بينات 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 نظ"را 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 ج"دا 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
✓ طاقة لا تنضب متوافرة على مدار العام (أكثر ديمومة من الوقود الأحفوري أو النووي) . ✓ طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة. ✓ طاقة التكنولوجيا المستخدمة فيها غير معقدة ويمكن تصنيعها محليا ويمكن استخدامها في الأماكن النائية والبعيدة. ✓ يمكن استخدام الطاقة الشمسية بكفاءة عالية لأغراض التدفئة وتسخين المياه وغيرها.	✓ الطاقة الشمسية غير متوفرة في الليل كما قد لا تتوفر بسبب الأحوال الجوية أو الغيوم لذلك تخزين لتسخدم لاحقا. ✓ تكلفة صناعة الألواح الكهروضوئية عالية في الوقت الحالي. ✓ كفاءة التحويل الفعلي للطاقة الشمسية منخفضة وهي تنخفض بمرور الوقت. ✓ عند تخزين الطاقة الكهربائية بواسطة البطاريات تزداد تكلفة النظام الكهروضوئي. ✓ تحتاج إلى صيانة دورية باستمرار.

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

15.2- الخاتمة:

نستخلص من هذا الفصل ان الطاقة الشمسية لها تطبيقات عديد وأبرزها التي تقوم بتحويل الطاق الشمسية الى كهرباء وعلى راسها الواح الطاقة الشمسية التي لها مستقبل واعد في هذ المجال للخروج من ازمة الطاقة التي يعاني منها العالم

وخاصتا تطبيقات **PV** التي تشهد قفزة نوعية من حيث النوع والأداء وهذا ما وضحناه بشكل جلي في هذ الفصل.

دراسة نظام كهروضوئي مستقل لتشغيل بيت ريفي ومضخة مياه زراعية

1.3- المقدمة:

نظرا لموقع اغلب المزارع حيث تقع اغلبه في مناطق نائية لا تتوفر فيها شبكة للطاقة الكهربائية مما يخلق مشكل للفلاحين ونحن في هذى الدراسة بصدد إيجاد حل لهذا المشكل وذلك من خلال الطاقة الشمسية التي يطمح العالم للاعتماد عليها بشكل كلي كبديل آمن.

2.3- تحديد الموقع:

تقع مدينة ورقلة بين خط طول 5° ودائرة عرض 31.5° شمالا

3.3- تحديد الطاقة المستهلكة في المزرعة والبيت:

يتم حساب استهلاك المزرعة والبيت من الكهرباء من خلال حساب الاستهلاك اليومي لطاقة لكل جهاز بـــ **[Wh/day]** في الجدول المقابل **(3-1)** وذلك من خلال العلاقة التالي: [15]

$$E = P \times T \qquad (1\text{-}3)$$

: استطاعة كل الجهاز

: 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	2	1010	6	0	12120
مصباح	3	13	0	12	468
مضخة	1	2200	8	0	17600
تلفاز	1	50	2	2	200
الاستطاعة الكلية للأجهزة (W)		$P_T = 4409$	$E_m = 31020$	$E_n = 1768$	32788
الاستهلاك اليومي في النهار(Wh/day)					
الاستهلاك اليومي في الليل (Wh/day)					
الاستهلاك اليومي الكلي من الطاقة (Wh/day)					

الجدول (3-1): يقوم بحساب الاستهلاك الساعي في اليوم من الطاقة الكهربائية بـــ [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]

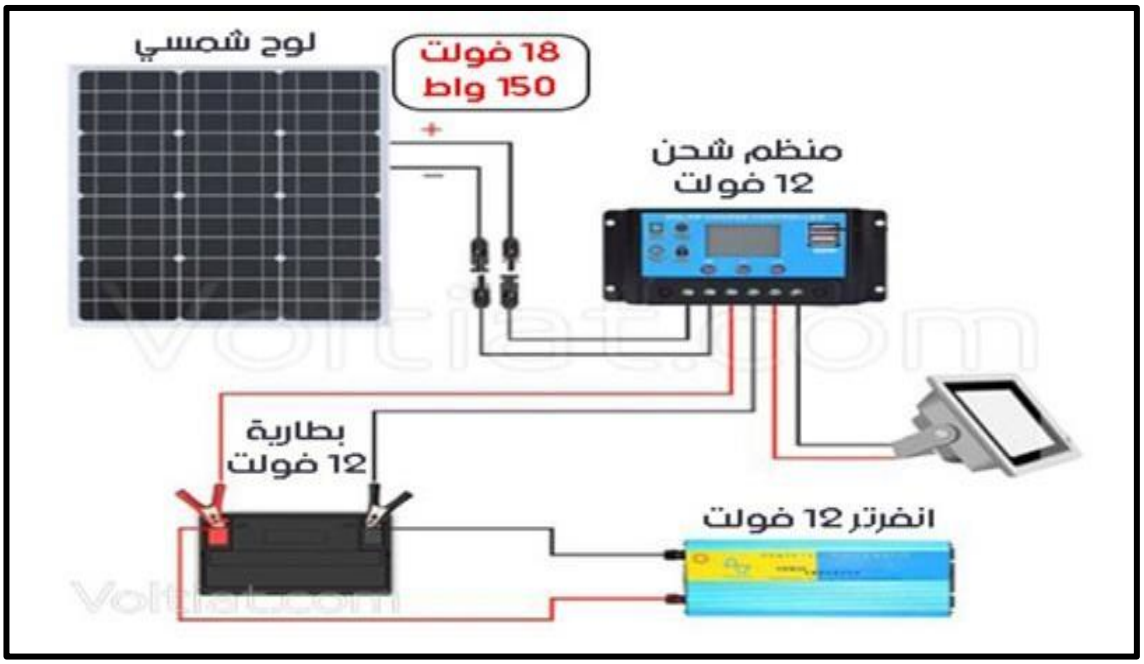
$$E_T = \sum E \times 1.3 = 32788 \times 1.3 = 42624.4\ Wh/day \qquad (2\text{-}3)$$

4.3- تحديد جهد نظام الطاقة الشمسية:

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

1.4.3- نظام 12v:

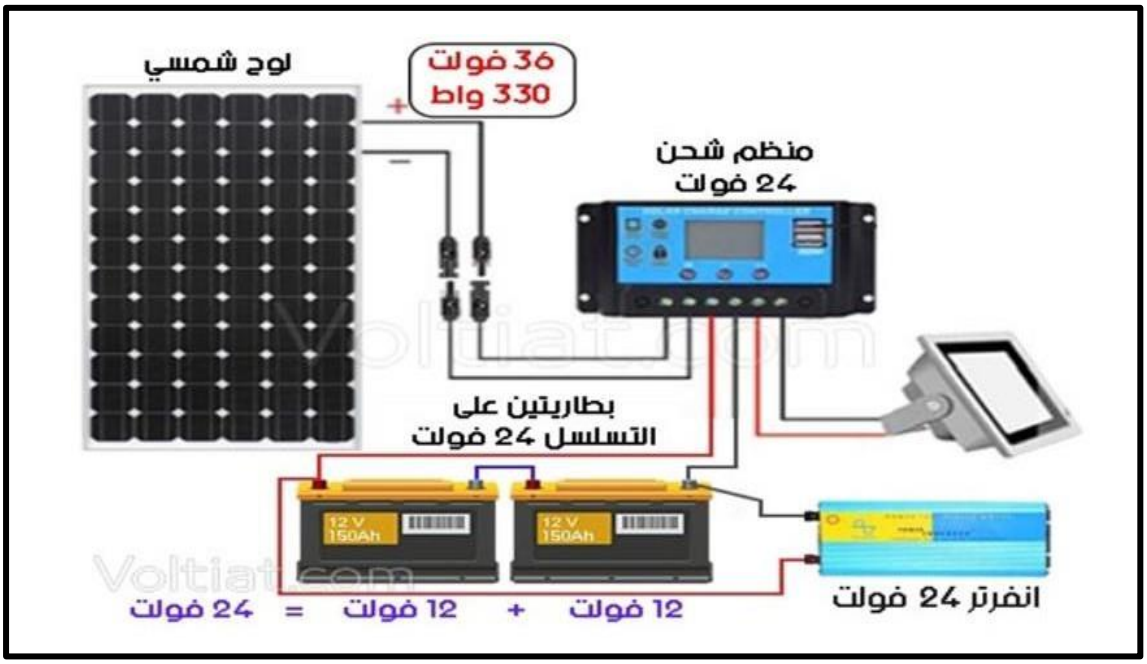
هو نظام تكون فيه قدرة الاحمال اقل من **1000w**



الشكل (3-1): 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 W **4409** وهي أكبر من W **200** فإن جهد النظام الملائم لهذا المشروع هو **نظام** V **48** . [15]

5.3- حساب عدد البطاريات اللازمة:

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

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

الامبير الساعي الكلي Ah_a الامبير

الساعي اليومي Ah_d معامل تصحيح

درجة الحرارة TC عدد الأيام الغائمة على

التوالي D

هامش التصميم (نسبت الخطاء في التصميم) DM عمق

التفريغ (نسبة تفريغ البطارية) DOD

حساب الامبير الساعي اليومي:

$$Ah_d = \frac{Ph_d}{48} \quad \textbf{(4-3)}$$

$$Ah_d = \frac{42624.4}{48} = 888\ Ah/day$$

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

من خلال الجدول نأخذ قيمة TC عند درجة حرارة 25C° 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 1

T =

هامش التصميم DM :

هو نسبة الضيعات في التيار من الوصلات الكهربائية والاخطاء التقنية الاخرى ونحن نعتبر عمق

ان هامش التصميم في هذا المشروع هو D = 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: DO = 80%

$$Ah_a = \frac{888 \times 1 \times 1 \times 1}{0.8} \approx 1110 Ah/day$$

ومنه نحسب عدد البطاريات اللازمة:

$$N_{sb} = \frac{Ah_a}{Ah_b} \qquad (5\text{-}3)$$

N_{sb} عدد سلاسل البطاريات.

Ah_b الامبير الساعي للبطارية.

$$N_{sb} = \frac{1110}{200} = 5.5 \approx 5$$

في جهد النظام المطبق في المشروع 48V تكون لدينا أربع بطاريات في السلسلة الواحدة ومنه يكون عدد البطاريات الكلي في المشروع هو: [16]

$$N_B = N_{sb} \times 4 = 20 \qquad (6\text{-}3)$$

6.3- حساب عدد الالواح الشمسية اللازمة N_P :

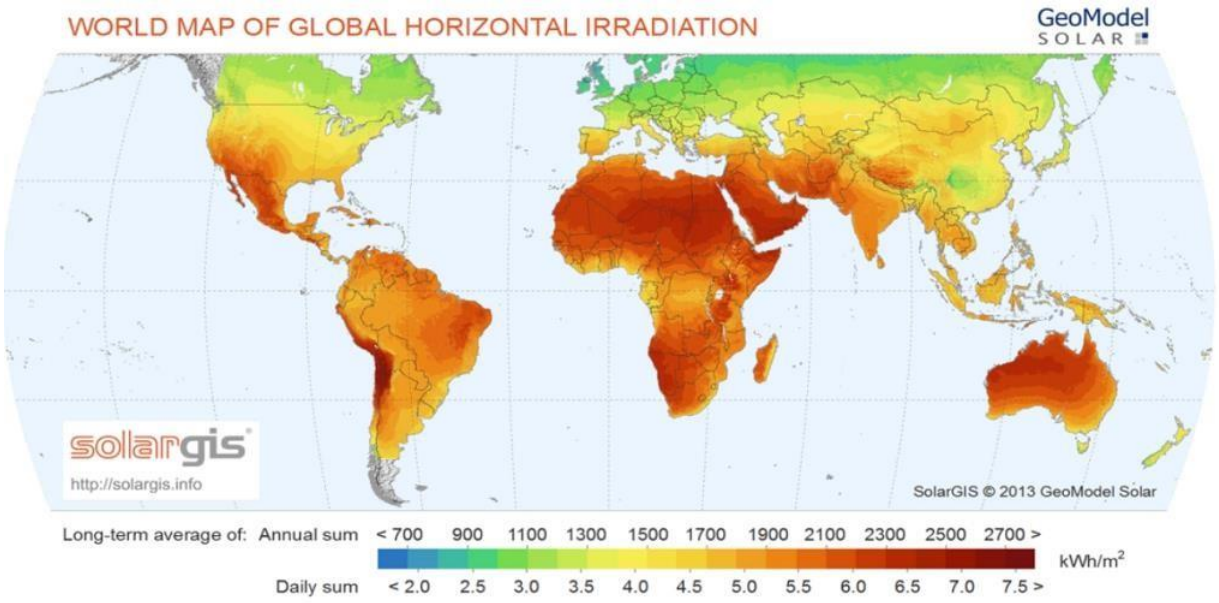
حساب كمية الاستطاعة الشمسية المطلوبة من المنظومة الشمسية في الساعة الواحد نرمز لها بـــ P_P:

$$P_{PS} = \frac{E_T}{N_h} \qquad (7\text{-}3)$$

E_T اجمالي الطاقة المستهلكة من المنظومة.

N_h متوسط ساعات الشمس في السنة لموقع المشروع

بالنسبة لمدينة ورقلة متوسط ساعات الشمس في السنة هو $N = 6.5h/day$



الشكل (3-4): خريطة العالم للإشعاع الشمسي الافقي مع توضيح لمتوسط ساعات الشمس في السنة واليوم [19]

$$P_{PS} = \frac{42624}{6.5} = 6557W$$

حساب عدد الالواح N_P

$$N_{PS} = \frac{P_{PS}}{P_m} \qquad (8\text{-}3)$$

استطاعة للوح p_p

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 (Pm)	Pm	320 W
2.	Maximum power voltage (Vmp)	Vm	37.38 V
3.	Maximum power current (Imp)	Im	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 Isc	Ki	0.058%/°C
10.	Reference temperature	T_{ref}	25 °C
11.	Solar Irradiance	G_{ref}	1000 at STC

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

$$N_{PS} = \frac{6557}{320} = 20.49 \approx 20 \text{ لوح} \quad [15]$$

7.3- حساب الطاقة المخصصة لشحن البطاريات:

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

$$E_{patri} = P_m \times N_{PS} \times N_h - E_m \quad (9\text{-}3)$$

$$E_{patri} = 320 \times 20 \times 6.5 - 31020 = 10580 \text{ Wh}$$

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 $P_T = 3474w$ مع إضافته معامل أمان بنسبه 1.3 فوق القدرة الكلية ثم نقوم باختيار قدرة العاكس المدمج المناسب: [15]

$$P_R = 4409 \times 1.3 = 5731\ W \quad (10\text{-}3)$$

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
INPUT		
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)
OUTPUT		
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	
BATTERY		
Battery Voltage	48 VDC	
Floating Charge Voltage	54 VDC	
Overcharge Protection	66 VDC	
SOLAR CHARGER & AC CHARGER		
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
Maxmum Solar Charge Current	100 A	120 A
Maximum AC Charge Current	100 A	120 A
Maximum Charge Current	100 A	120 A
PHYSICAL		
Dimension, D x W x H (mm)	120 x 295 x 468	
Net Weight (kgs)	11.0	
Communication Interface	USB and RS232	
ENVIRONMENT		
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 الالواح الشمسية:

لتحديد عدد الالواح المطلوب ربطه على التسلسل وهل يجب تقسيم عدد الالواح على عدة سلاسل او ربطه في سلسلة واحد يجب التأكد من ان مجموع جهد الدرة المفتوح V_{OC} للألواح المتصلة على التسلسل اقل من أقص قيمة موجود ضمن مواصفات منظم الشحن (العاكس المدمج)

بنسبة لمنظم الشحن الخاص بنا أقص قيمة موجود ضمن مواصفات المنظم هي **280V** وبالتالي يجب تقسيم عدد الالواح الى أربعة سلاسل بحيث يكون لدينا خمسة الواح في كل سلسلة وذلك بناء على: [16]

لدينا: $N_{PS} = 20$ و $Voc = 46.22\ V$

$$\frac{20}{4} \times 46.22 = 231.1\ V < 280\ V \qquad (11\text{-}3)$$

10.3- تحديد زاوية ميل تثبيت الالواح الشمسية:

تثبيت الالواح 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:

$$S = \frac{L \times I \times R \times F_{safety}}{\gamma \times v} \qquad (12\text{-}3)$$

S : مساحة المقطع

L : طول سلك التوصيل وهو **10m** I :

شدة التيار المار في السلك

$safety$: نسبة الأمان نختار **30 %** أي 1.3

R : المقاومة النوعية لسلك والتوصيل في حالة سلك من النحاس γ : نسبة $\boldsymbol{R = 0.01724\ \Omega}$

الهبوط في الجهد حيث اقصى هبوط بوط مسموح به هوV: فرق الجهد **3%**

حساب مساحة السلك الموصل بين الالواح ومنظم التيار: حساب فرق

الجهد:

$$v = N_{PS1} \times V_{OC} \qquad (13\text{-}3)$$

N_{PS} : عدد الالواح الشمسية في السلسلة الواحد V_{OC}: جهد

الدارة المفتوحة بنسبة للوح المستعمل لدينا:

$$N_{PS1} = 5 \text{ و } V_{OC} = 46.22$$

$$v = 5 \times 46.22 = 231.1\ V$$

شدة التيار المار في السلك:

$$I = N_{PS2} \times I_{sc} \qquad (14\text{-}3)$$

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

$_{sc}$: تبار دارة القصر.

حيث: $N_{PS2} = 4$ و $I_{sc} = 9.06$

$$I = 4 \times 9.06 = 36.24\ A$$

حساب S:

$$S = 1.4 \times 2 \times 0.01724 \times 36.24\ \times 10 \div (0.03 \times 231.1)$$

$$S = 2.52mm^2$$

تحديد مقطع السلك المناسب بين البطارية والمنظم:

$$S = \frac{L \times I \times R \times F_{safety}}{\gamma \times v} \quad \textbf{(15-3)}$$

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

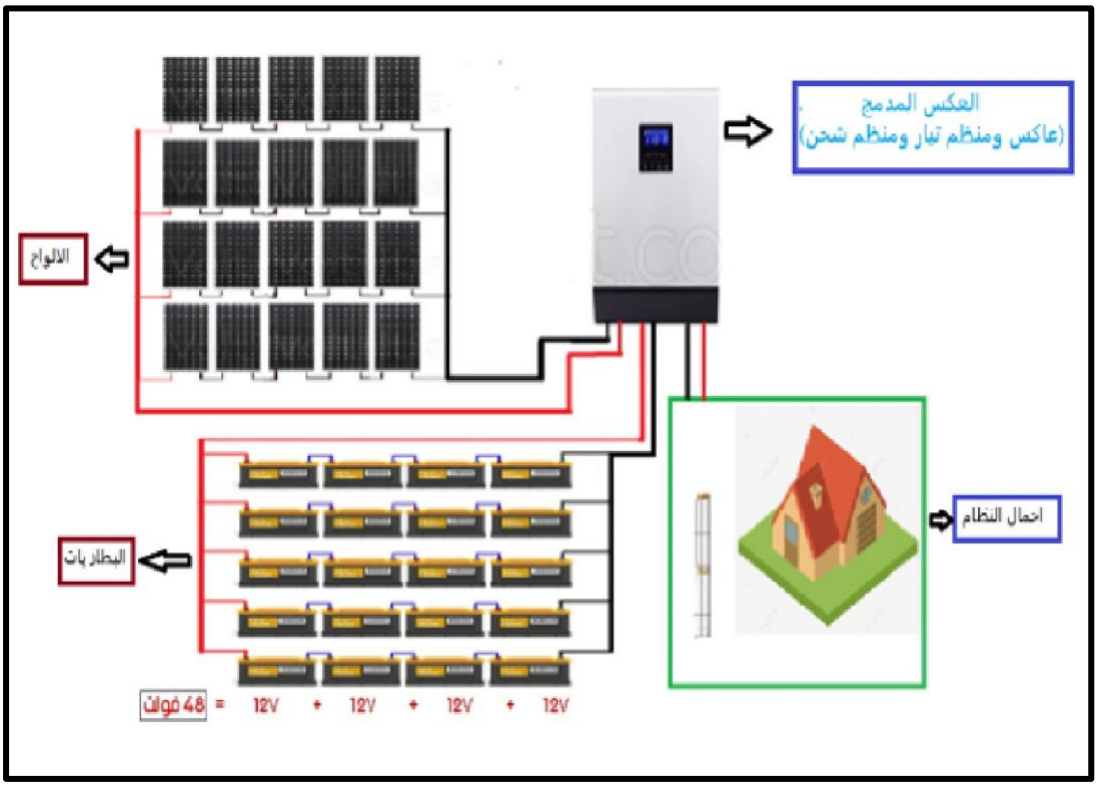
نظام البطاريات هو $V\ 48$ =

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

L : الطول هو **3m**

$$S = \frac{1.4 \times 2 \times 0.01724 \times 100 \times 3}{0.1 \times 48} = 3.017mm^2 \quad [15]$$

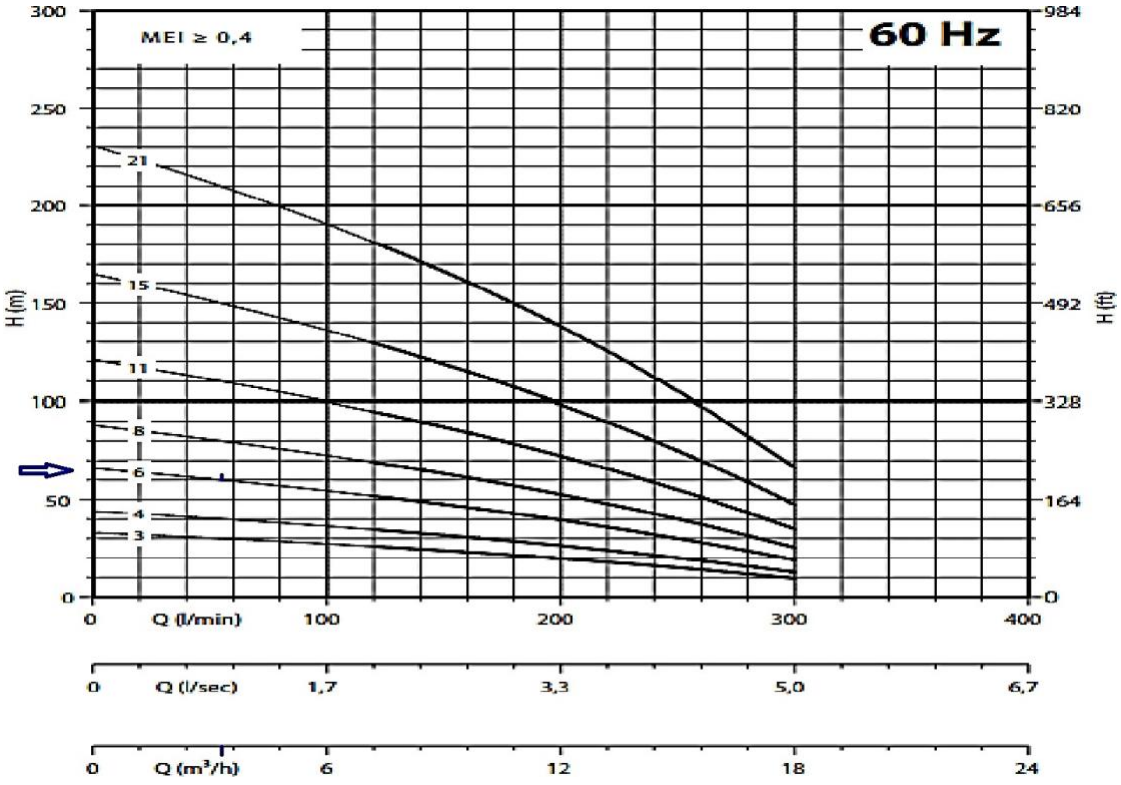
12.3- المخطط العام للنظام:



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

13.3- دراسة اداء نظام السقي في المزرعة صيفا وشتاءً:

التدفق الحجمي للمضخة:



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

من خلال المنحني التدفق الحجمي عند عمق 60 m هو $3.24\ m^3/h$ =

- حساب حجم المياه الذي يتم ضخه خلال اليوم

$$V = N_h \times Q \qquad (16\text{-}3)$$

V: **الحجم** $[m]$

N : عدد ساعات عمل المضخة

Q : التدفق الحجمي $[m^3/h]$

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 **8 h**

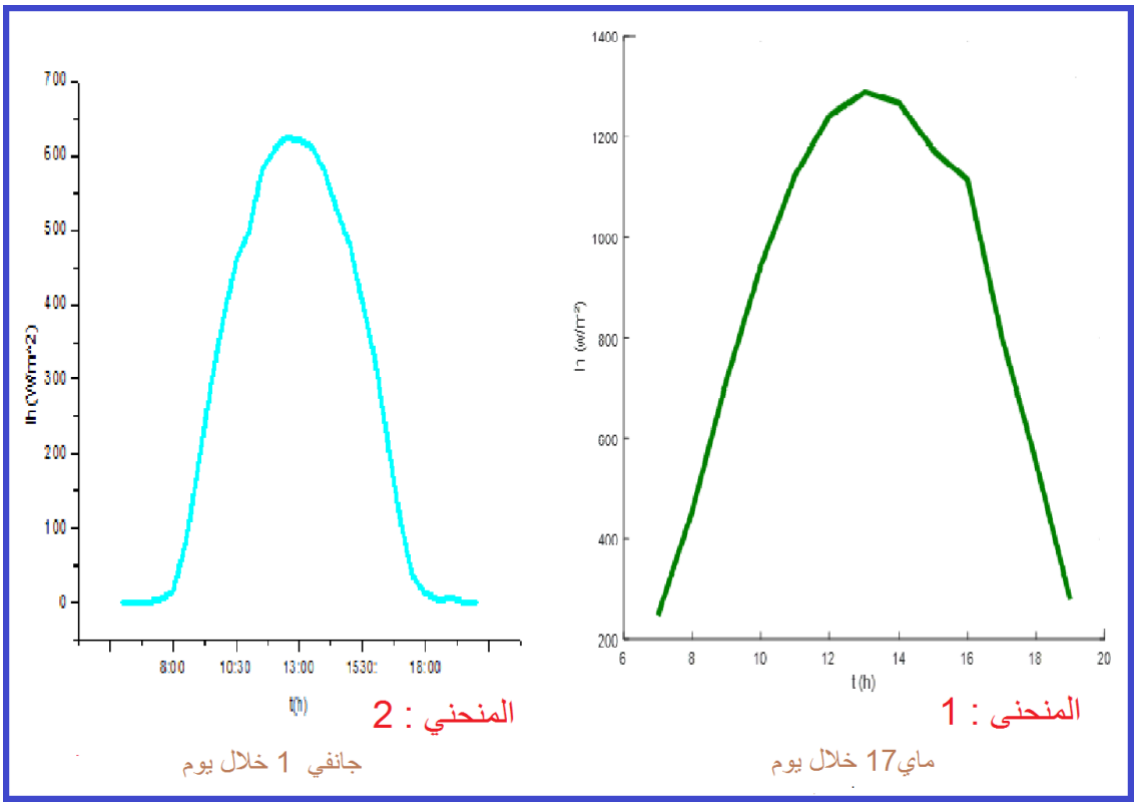
حساب V في فصل الشتاء:

$$V = 6 \times 3.24 = 19.44\ m^3$$

حساب V في فصل الصيف:

$$V = 8 \times 3.24 = 25.92\ m^3$$

14.3- دراسة وتحليل نتائج لإشعاع الشمس في المنطقة:



المنحنى (3-2): 1 و2 يمثلان تغيرات الإشعاع الشمسي بدلالة الزمن.

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

نلاحظ من خلال منحني الشكل 1و2 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 11 اما بنسبة لليوم الشتوي تكون نسب الاشعاع الشمسي اقل منه في الصيف وتكون اقصى قيمة لها من خلال البيان هي w/m^2 630 وتقد عدد التشمس من خلال البيان بـــ $8h$ وهي أقل من ساعات الشمس في الصيف.

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

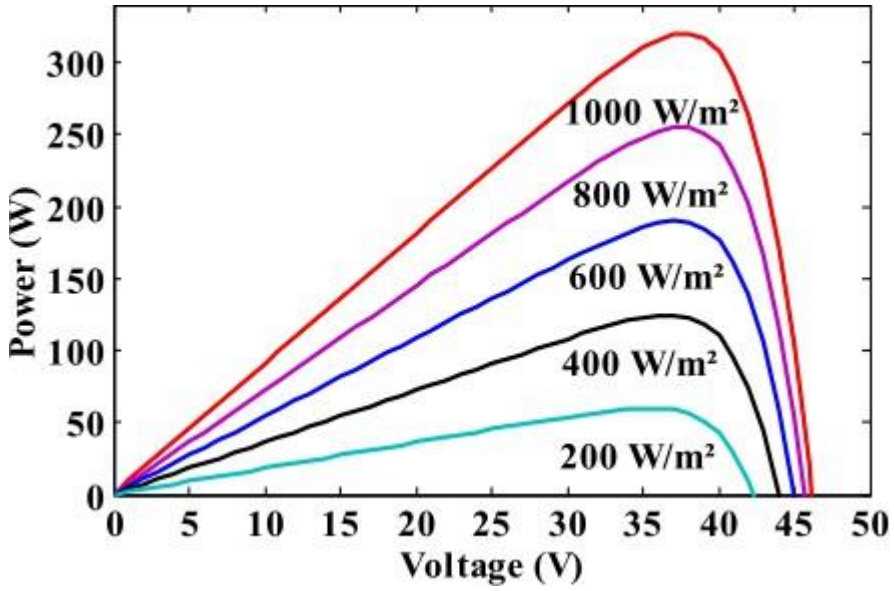
15.3- حساب مردود التحويل

بتطبيق العلاقة التالية:

$$\mathcal{T}_{elec} = \frac{I_m \times V_m}{I_{moy} \times S} = \frac{P}{I_{moy} \times S} \quad (17\text{-}3)$$

: استطاعة اللوح الشمسي، I_{mo} :

متوسط الاشعاع الشمسي، : مساحة السطح،



المنحنى (3-3): خصائص اللوح الشمسي بتغير الاشعاع الشمسي وثبات درجة الح ارة. [12] من اجل متوسط الإشعاع الشمسي المحصور بين : $40 < I_{moy}[w/m^2] < 800$

نقوم بحساب المردود الكهربائي $\mathcal{T}_{elec}$ للوح الشمسي:

أولا في حالة: $I_{moy} = 400\, w/m$

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

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

ثانيا في حالة: $I_{moy} = 800\, w/m$

$$P = 250\ W$$

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

الخاتمة:

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

الخاتمة

نظرا لكون التحد الذي يواجه أي مستثمر هو توفير الطاقة لنشاطه في ظل عدم توفر الشبكة قمنا بدراسة نظام الطاقة الشمسية الضوئي PV في المناطق المعزولة والنائية بالإضافة الى كيفية اجراء جميع الحسابات الازمة لإنشاء منظومة متكاملة وكانت المنظومة مكونة من منزل مزود بكامل التجهيزات الكهربائية الضرورية ومضخة غطاسة (مزرعة وبيت)

حيث قمنا من خلال تطبيق أفضل الطرق الحدثة من تحديد استهلاك المزعة والبيت من الكهرباء

بالإضافة الى جهد نظام البطاريات وقدر التخزين الازمة لعمل المزرعة في كل الظروف مع الأخذ بعين الاعتبار كل المتغيرات وقمنا بحساب كل ما يتعلق بالألواح المستعملة في المشروع من حيث عدد الالواح الازم

وطريقة الربط ومردود اللوح والذي بلغ نسبة 16.1% =

كم قمنا بحساب التدفق الحجمي للمضخة عند العمل حسب ساعات التشمس فقط من غير بطارية لنتحصل كمية مياه تقدر ب $19.44m^3$ شتاء الى $25.92m^3$ صيفا عند عمق 60

المراجع

[1] نظرية الإشعاع الشمسى، جامعة تسالا، السويد، 2021 .ترجمة د/ خلف الله عمر قاسم 2021 **[2]** د/ كاميليا يوس محمد، الطاقة الكهروشمسية، الإسكندرية، 2006.

[3] بوعبدالله عبد الغنى، محاكاة رقمية لتأثير الطبقة **Sb** فى تقليص العيوب فى الخلية الشمسية**SCIG** ، مذكرة دكتوراه، جامعة محمد خيضر بسكرة

[4] محمد يحى الخطيب، دور الخلايا الشمسية فى توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمبانى السكنية فى قطاع غزة، مذكرة دكتوراه، 2015.

[5] حجاج محمد طالب ، زناتى عادل، تحسين مردود الألواح الشمسية باستخدام العواكس المسطحة، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2019/2018.

[6] سى جوليان تشن، فيزياء الطاقة الشمسية، المملكة المتحدة 2001، ترجمة مصطفى محمد فؤاد 2020.

[7] د/ وهيب عسى الناصر وعلى عباس، حقيبة تعليمية تدريبية فى 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] تاتى مريم - بسملة رجاء، تأثير الغبار على الالواح الشمسية الكهروضوئية، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2019/2018.

[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

[13] Pedro Jose Débora. Julio Fernández Ferichola. UNIVERSIDAD. CARLOS III . DE madrid

[14] Energie solaire photovoltaique.doc / B. Flèche - D. Delagnes / juin 07

[15] https://www.voltiat.com

[16] https://www.youtube.com/watch?v=cVPBoIne2pM

[17] https://voltronicpower.com/content/download/Brochure/Axpert_MKS_II_DS.pdf

[18] https://www.panellipumps.it/en/

[19] https://solargis.com/

الملخص

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقات المتجددة المستخدمة بكثرة، ونظرا لعدم توفر فكرة شامل عنه فى المنطقة نرى الكثير من أصحاب المشاريع والفلاحين فى المناطق المعزولة والنائية لا يحبون الاعتماد على الطاقة الشمسة ويبحثون عن حلول تقليدية ونحن فى هذ البحث بصدد تقديم فكرة شامل عن الموضوع وفق مناهج وطرق حديثة وذلك من خلال دراسة منظومة الطاقة الشمسية لبيت ومضخة فى المزرعة.

تمكنا من خلال هذ الدراسة من شرح مكونات نظام الطاقة الشمسية اللازم لهذا المشروع، تم تحديد عدد الالواح فى النظام وسعة التخزين وقمنا بحساب التدفق الحجمى للمضخة عند العمل حسب ساعات التشمس فقط من غير بطارية. حيث بلغ المردود الكهربائى صيفا او شتاء نتيجة جيد 16. 1%

الكلمات المفتاحية: الاشعاع الشمسى، الخلايا الكهروضوئية، مخطط المنظومة اللازم، المردود الكهربائى.

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 by studying the solar energy system for a house and a pump on the farm**.**

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 storage capacity were determined, and we calculated the volumetric flow of the pump when working according to hours of sunshine 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