الجمهوريــة الجزائريــة الديمقراطيــة الشعبيــة

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلـة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

تخصص الفيزياء الطاقوية والطاقات المتجددة

من إعداد الطالبتين : بن عامر صفاء , مخلوفي مريم ريهام

مناقشة مذكرة لنيل شهادة الماستر بعنوان

دراسة التطبيقية لضبط التكاليف الإستهلاك والتركيب وفقا للإحتياجات الطاقوية

نوقشت يوم: 12/06/2024 وأجيزت أمام اللجنة المكونة من :

الإستاذ بن مبروك لزهر	أ.تعليم العالي	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مشرفا
الإستاذ عبد القادر بن منين	أ. محاضر	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	رئيسا
الإستاذ سوداني محمد البار	أ. تعليم العالي	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقشا

الموسم الجامعي : 2023/2024

من قال أنا لها ... نالها

وأنا لها وإن أبت رغما عنها أتيت بها

نلتها وعانقت اليوم مجدا عظيما لم يكن الحلم قريبا ولا الطريق سهلا ولكن .. وصلت

الحمد لله حبا وشكرا وامتنانا ، الحمد لله الذي بفضله أدركت أسمى الغايات وأهدي بكل حب مذكرة تخرجي إلى نفسي العظيمة التي تحملت كل العثرات وأكملت رغم الصعوبات وزميلتي في مذكرتنا التي بفضلها اجتزت كل العقبات

وإلى أعظم أشخاص وأعز الناس على روحي، داعمي الأول ، سندي وملاذي بعد الله ، فخري واعتزازي

أمي وأبي

إلى من دامت لي أياديهم وقت ضعفي إلى ضلعي الثابت وأمان قلبي .. إخوتي (لخضر,شيماء, عبد الغاني,يوسف ,عبد الرزاق وابتسام)

وإلى نصفي الثاني أختي و تؤامي مروة من كانت لي إستثناء والإختلاف و القوة بلنسبة لي

إلى من ساندني بكل حب وقت ضعفي ... صديقاتي (وصال ,نور الهدى ,إسراء, هيام ,حنان ,دعاء,فطيمة, مريم, ايمان,منال,خولة ,نصيرة ,شيماء و رزيقة)

إلى روح الفقيدة أم صديقة دربي فطيمة .....اللهم أنزلها منزلا مباركا، وأنت خير المنزلين وإرحمها وبرحمتك يا أرحم الراحمين

وإلى كل من أعطاني يد العون من قريب أو بعيد وساعدني في هذا المشوار

وفي الأخير لن ننساك يا قدس أدعو الله عز وجل أن ينصر أخوننا في فلسطين

صفاء بن عامر

إهداء

الحمد لله حبا وشكرا وإمتنانا,الحمد الله الذي بفضله أدركت أسمى الغايات

أنظر لنفسي ولنجاحي كالذي ينظر الى معجزته، الى الحلم الذي طال انتظاره ها نحن هنا صديقتي رفيقة دربي ، تحقق حلمنا بفضل الله وأصبح واقعا نفتخر به

إلى من كانت الداعمة الاولى والابدية، ملاكي الطاهر ،من كان وجودها يمدني بالسعي دون ملل،الى من ظلت دعواتها تضم اسمي دائما،معلمتي الاولى .ودكتورتي الاولى ،

أمي ملهمتي أهديك هذا الانجاز الذي لولاك لم يكن ،أهديك مراحلي وأنجازاتي كلها فالفضل والثناء للمولى ثم لكفاحك لاجلي ،وعطائك الذي يضمد تعبي ،

كنت لي الام والاب أكتفيت بك عن العالم أجمع ياخير عوض وأعظم سند دمتي فخرا لي

الى خيرة أيامي وصفوتها،الى من عدت لي اياديهم وقت ضعفي وأمنو بقدرتي ،الى ضلعي الثابت وأمان ايامي إخوتي (ندى الريحان ،اكرم علاء الدين ،أريج)

الى ارواح الطاهرين الى الذين لم يفارقو صفو خيالنا رحمكم الله وجعل قبوركم روضة من رياض الجنة (جدي مسعود ،خالتي باية ،جدي محمد وجدتي عالياو اختي حبيبتي أيمان)

والى من كانو السند والضلع الطيب رفقاء السنين الذين تقاسمو معي كل مرحلة من عمري صديقاتي واخوتي (دعاء ،منال ،نور الهدي ،فطيمة ومروة)

والى كل من اعطاني يد العون من قريب او بعيد وساعدني في هذا المشوار

واخيرا الشكر موصول لنفسي على الصبر والعزيمة والاصرار ،والتي كانت أهلا للمصاعب ،ها انا أختم كل مامررت به بفخر ونجاح الحمد لله من قبل وبعد ، راجية من الله ان ينفعني بها

علمني وان يعلمني ما أجهل ويجعله حجة لي ولا علي

مخلوفي مريم ريهام

شكر وتقدير

الحمد لله نحمد وهو المستحق للحمد والثناء ونستعين به في السراء والضراء ونتوكل عليه في جميع أمورنا ونسلم أنفسنا له وحده

ونصلي ونسلم على خير الخلق سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

الشكر والفضل لله الذي أعاننا ووفقنا إلى إتمام هذه المذكرة ثم إلى الوالدين الكريمين وكل أفراد العائلة نتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير إلى كل من أوقد لنا مشعل الحياة وحملنا على سفينة النجاة

إلى كل من صرنا بفضله نكتب ونقرأ إلى كل من علمنا علما به ينتفع وأدب به يرتفع

بدء من معلمي الطورالأبتدائي وصوال إلى أساتذتنا في التعليم العالي

تحية عطر وشكر خاص لأستاذ المشرف لزهر بن مبروك الذي أفادنا بنصائحه وتوجيهاته وتحية طيبة إلى اللجنة التي تكرمت بمناقشة هاته المذكرة

وفي الأخير نشكر كل من ساهم في مساعدتنا في إنجاز هذا العمل المتواضع من قريب أومن بعيد

ملخص

إن استخدام الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية أصبح ضروريًا للحفاظ على صحة كوكب الأرض و إيجاد الاستدامة البيئية في المستقبل و حلاً لتلبية الاحتياجات الطاقوية وذلك بالإستغلالها الجيد في توليد الكهرباء من خلال أنظمة كهرضوئية بواسطة الخلايا الشمسية وهي تقنية تعتمد على تحويل ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة كهربائية مايعرف بالالواح الشمسية لذلك قمنا بتطوير تطبيق توجيهي كأداة شاملة للمستخدمين تساعدهم على تقدير تكاليف إستهلاك و تركيب أنظمة الطاقة الشمسية بدقة، وتحديد احتياجاتهم الطاقية اليومية بشكل فعال وتشجيعا لإستخدام الطاقة الشمسية كحل مستدام وصديق للبيئة

Résumé

L'utilisation d'énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire, est devenue nécessaire pour maintenir la santé de la planète Terre et trouver une durabilité environnementale à l'avenir et une solution pour répondre aux besoins énergétiques en les utilisant à bon escient pour produire de l'électricité grâce à des systèmes photovoltaïques utilisant des cellules solaires. , qui est une technologie qui dépend de la conversion directe de la lumière du soleil en énergie électrique, connue sous le nom de Avec des panneaux solaires, nous avons donc développé l'application Tawjihi comme un outil complet permettant aux utilisateurs de les aider à estimer avec précision les coûts de consommation et d'installation de l'énergie solaire. systèmes, déterminer efficacement leurs besoins énergétiques quotidiens et encourager l'utilisation de l'énergie solaire comme solution durable et respectueuse de l'environnement.

abstract

The use of renewable energy, especially solar energy, has become necessary to maintain the health of the planet Earth and find environmental sustainability in the future and a solution to meet energy needs by making good use of it in generating electricity through photovoltaic systems using solar cells, which is a technology that depends on converting sunlight directly into electrical energy, which is known as With solar panels, therefore, we have developed the Tawjihi application as a comprehensive tool for users to help them accurately estimate the costs of consuming and installing solar energy systems, effectively determine their daily energy needs, and encourage the use of solar energy as a sustainable and environmentally friendly solution.

الفهرس

قائمة المحتويات	الصفحة
إهداء .	
شكر وتقدير	
ملخص .	
الفهرس	
قائمة الجداول	
قائمة الأشكال	
قائمة الرموز	
المقدمة العامة	
الفصل االأول: مصادر الطاقة	
1-1 مقدمة	1
1-2 مصادر الطاقات الغير متجددة	2
1-2-1 الطاقة النووية	2
1-2-2 الوقود الإحفوري	3
1-3 مصادر الطاقات المتجددة	4
1-3-1 طاقة المياه (الطاقة الكهرومائية)	4
1-3-2 طاقة الحرارة الأرضية	4
1-3-3 طاقة الهيدروجين الاخضر	5
1-3-4 الكتلة حيوية (الوقود الحيوي)	6
1-3-5 طاقة الرياح	6
1-3-6 الطاقة الشمسية	7
مراجع	8
الفصل الثاني	
2-1 مقدمة	9
2-2 تكوين الشمس	10
2-3 الإشعاع الشمسي solar Radiation	11
2-4 الاشعاع الساقط على الغلاف الجوي	12

2-5 العوامل المؤثرة في توزيع الاشعاع الشمسي	13
2.5.1 زاوية سقوط	13
2.5.2 اختلاف فترة النهار	13
2.5.3 شفافية الغلاف الغازي	14
2.5.4 لتضاريس	14
2.5.5الالبيدو	14
2-6 أنواع الإشعاع الشمسي	14
2-6-1 الإشعاع الشمسي المباشر	14
2-6-2 الإشعاع الشمسي المنتشر	14
2-6-3 الإشعاع الكلي	14
2-7 أجهزة قياس الاشعة الشمسية	15
2-7-1 جهاز البيرانومتر	15
2-7-2 جهاز البيرهيليومتر	15
2-8 الزوايا الشمسية	16
2-8-1 زاوية ميل الشمس δ	16
2-8-2 زاوية الارتفاع الشمسي h	17
2-8-3 زاوية سمت الراسz	18
2-8- 4 زاوية دائرة العرض φ	18
2-8-5 زاوية خط الطول L	18
2-8-6 زاوية الساعة الشمسية ω	19
2-8-7 زاوية السمت الشمسي a	20
2-9 نبذة تاريخية حول الظاهرة الكهروضوئية	21
2-9-1 تعريف الظاهرة الكهروضوئية	21
2-9-2 خصائص الظاهرة الكهروضوئية	22
2-10 إستغلال الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء	22
2-10-1 السيليكون	22
2-11 الخلايا الشمسية الكهروضوئية	24
2-12 مكونات الخلية الكهروضوئية	25

2-12-1 الالواح الكهروضوئي	25
2-12-2 النظام الساند	26
2-13 الية عمل الخلايا الكهروضوئية	27
2-14 أنواع الخلايا الكهروضوئية	28
2-14-1الخلايا الشمسية المتبلورة	28
2-14-2الخلايا الرقيقة	28
2-14-3الخلايا الشمسية العضوية	30
2-14-4الخلايا الشمسية الصبغية	30
2-14-5الخلايا الشمسية المركزة	31
2-15كيفية ربط الخلايا الكهروضوئية	32
2-15-1 تجميع الخلايا على التسلسل	32
2-15-2 تجميع الخلايا على التفرع	32
2-15-3 تجميع الخلايا على التفرع والتسلسل	33
2-16الدائرة المكافئة للخلية الكهروضوئية ومحدداتها	34
2-17 الخصائص الكهربائية للخلية الكهروضوئية	34
2-17-1جهد دائرة مفتوحة V_{CO}	34
2-17-2تيار الدارة القصيرة	34
2-17-3القدرة القصوى $Maximum\ power$	34
2-17-4 2 معامل الشكل FF	35
2-18 كفاءة الخلية الكهروضوئية	35
2-19 العوامل المؤثرة على كفاءة الخلية الشمسية	36
2-20 قضبان توصيل الخلية الشمسية وأهميتها	36
2-21 ما هو العاكس الكهربائي	37
2- 22 تطبيقات الخلايا الشمسية	37
2-23 الجوانب الإيجابية والسلبية لاستخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية.	38
مراجع ..	39
الفصل الثالث	
مقدمة	43

3-1 لإستطاعة والإستهلاك اليومي	44
3-1-1 نماذج استطاعة الكبيرة 4 kw)	44
3-1-2 نماذج ذات إستطاعة صغيرة (200 w)	46
3-2 دليل الشامل لمنظومة الشمسية	47
3- 2 -1الالواح الشمسية	47
3-2-2 البطاريات	50
3-2-3 الاسلاك	53
3-3 التطبيق تعليمسي لضبط التكاليف الطاقوية	55

قائمة الجداول

عنوان الجدول	الصفحة
الفصل الثاني	
2-1 جدول يوضح تأثير السحب في انحراف جزء من الاشعاع الشمسي	16
الفصل الثالث	
3-1 تحديد الاحتياجات الكهربائية ذات استطاعة كبيرة	51
3-2 تحديد الاحتياجات الكهربائية ذات استطاعة صغيرة	53

قائمة الاشكال

عنوان الشكل	الصفحة
الفصل الأول	
1-1 محطة طاقة نووية (محطة كاتينوم) وانبعاث بخار الماء من التوربينات البخارية	3
1-2 إنتاج المحروقات في الجزائر (ENTP)	4
1-3 احدى محطات انتاج الهيدروجين	6
1-4 إحدى محطات توليد الكهرباء من الرياح	8
1-5 بدء العمل بمشروع إنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية في الجزائر	8

الفصل الثاني	
2-1 يوضح شكل الشمس	10
2-2 طيف اللإشعةالشمسي	11
2-3 ألأشعاع الشمسي الساقط على الغلاف الجوي	13
2-4 وضح أنواع الاشعاع الشمسي الساقطة	15
2-5 زاوية ميل الشمس	16
2-6 تغيرات زاويةميل الشمس خلال أيام السنة	17
2-7 الزواية الشمسية (h ,z ,a)	17
2-8 زوايا تحديد الموقع (زاوية خط الطول L و زاوية خط العرض φ)	19
2-9 الزوايا المستخدمة لحساب الاشعاع الشمسي	19
2-10 الزوايا الناتجة عن سقوط الاشعاع الشمسي على السطح الافقي	20
2-11 الزوايا المستخدمة لحساب الإشعاع الشمسي الساقط على سطح المائل	20
2-12 زوايا الشمس المختلفة	23
2-13 الالواح الشمسية	23
2-14 حجر السيليكون	23
2-15 البنية الذرية للسيليكون	24
2-16 أجزاء الالواح الكهروضوئية	26
2-17 مكونات الخلايا الشمسية	27
2-18 مبدأ عمل الخلية الكهرو شمسي	28
2-19 الخلايا الرقيقة	30
2- 20 خلية شمسية صبغية	30
2-21 خلية شمسية مركزة	31
2-22 التجميع على التسلسل	31
2-23التجميع على التفرع	32
2-24 التجميع على التسلسل والتفرع	33
2-25 الدائرة الكهربائية المكافئة للخلية الضوئية	33
2-26 منحنيات مميزة للوحدة الكهروضوئية	34
2-27 تطور الخلايا الشمسية المتعددة القضبان	35

2-28 العاكس الكهربائي	37
2-29 يوضح تأثير الظل في تحديد اتجاه الالواح الشمسية	37
2-30 وصلة خاصة بالألواح الشمسية	40
2-31 اختيار الالواح الشمسية	42
الفصل الثالث	
3-1 مخطط التطبيق التوجيهي	44
3-1 واجهة التطبيق	55
3-2 QR Code لتطبيق	55

قائمة الرموز

الرمز	المدلول
E_0	الثابت الشمسي
δ	زاوية ميل الشمس
h	زاوية الارتفاع الشمسي
z	زاوية سمت الراس
φ	زاوية دائرة العرض
L	زاوية خط الطول
ω	زاوية الساعة الشمسية
a	زاوية السمت الشمسي
V_{CONS}	مجموع الجهد في دارة مفتوحة لعدد من الخلايا المتسلسلة
N_S	عدد الخلايا المربوطة على التسلسل
I_{CC}	التيار في دارة مغلقة لعدد من الخلايا المتسلسلة
V_{CONP}	جهد دارة مفتوحة لخلايا (N_P) على التوازي
N_P	عدد الخلايا المربوطة على التفرع
I_{SC}	التيار في دارة مغلقة لعدد من الخلايا على التوازي
V_{CO}	جهد الدائرة المفتوحة
I_{Ph}	تيار الدائرة القصيرة
FF	معامل الشكل
P_m	الطاقة القصوى (الجهد)

η	كفاءة
H_{ins}	شدة الاشعاع الشمسي
A	مساحة مقطع السلك
V	الفقد في الجهد المسموح به
L	طول السلك (بالمتر)
I	التيار الكهربائي (بالأمبير)

مقدمة عامة

في العصر الحديث، تُعَدُّ الطاقة بمثابة العمود الفقري الذي يقوم عليه التطور الصناعي والتكنولوجي والاجتماعي. منذ الثورة الصناعية، اعتمدت البشرية بشكل كبير على الوقود الأحفوري مثل النفط، الغاز الطبيعي، والفحم لتلبية احتياجاتها من الطاقة هذه المصادر كانت وما زالت تلعب دورًا حاسمًا في توليد الكهرباء وتشغيل وسائل النقل وتوفير الطاقة للصناعات المختلفة.

إلا أن الاعتماد الكبير على هذه المصادر غير المتجددة يواجه تحديات خطيرة لأنها موارد محدودة وقابلة للنفاد، و إحتراق الوقود الأحفوري يؤدي إلى انبعاث كميات كبيرة من غازات الدفيئة مما يساهم بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري والتغير المناخي هذه التأثيرات البيئية السلبية تؤدي إلى مشكلات صحية واقتصادية واجتماعية متعددة، مما يزيد من الحاجة الملحة للبحث عن بدائل مستدامة نحو مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، والطاقة المائية وغيرها من الطاقة المتجددة

تهدف هذه الدراسة التطبيقية إلى تحليل كيفية ضبط تكاليف إستهلاك وتركيب الأنظمة الشمسية بطريقة فعّالة، بحيث تتوافق مع احتياجات الطاقة الفعلية للمستخدمين سنتناول في هذه الدراسة العوامل الرئيسية التي تؤثر على تكلفة الأنظمة الشمسية، بما في ذلك تكلفة الألواح الشمسية والتي تمثل جزءًا كبيرًا من تكلفة التركيب الأولية وكذالك تكلفة البنية التحتية والتجهيزات الإضافية مثل البطاريات وأنظمة التحكم وأيضا كفاءة الألواح الشمسية كيفية تحسينها لتلبية الاحتياجات الطاقوية بأقل تكلفة ممكنة مع الحفاظ على صحة وسلامة كوكب الأرض بستخدام طاقة صديقة للبيئة ومن أجل ذلك، سنركز في هذا العمل على ما يلي

في الفصل الأول: سنتناول دراسة حول مصادر الطاقة بشكل عام

أما بلنسبة للفصل الثاني سوف نتعرف على الطاقة الشمسية وكيفية إستغلالها لتحويبها لطاقة كهربائية والألواح الشمسية بمكوناتها وطرق تركيبها ومعايير اختيارها

في الفصل الثالث قمنا بتصميم تطبيق توجيهي يعتمد على برنامج عددي بلغة الفورتان ونموذج حسابي دقيق لضبط الاستهلاك الطاقوي, ولتجنب وتحطيم نمط الاستهلاك العالي الذي يؤدي إلى فواتير مرتفعة بدوره يعود بالنفع على المستهلكين والتقنيين على حد سواء ويدعم الجهود العالمية نحو اعتماد مصادر الطاقة المتجددة وتحقيق استدامة الطاقة سنتعرف في هذا الفصل على الاستطاعة الفعلية الممكن استهلاكها خلال فترة زمنية محددة وباستخدام أجهزة معينة و على ما يقدم التطبيق من نصائح دقيقة في تقنيية تركيب الأنظمة الشمسية

الفصل الأول: مصادر الطاقة

المقدمة *Introduction* :

تعد الطاقة أحد المقومات الرئيسية للمجتمعات المتحضرة وتحتاج إليها كافة القطاعات (الاقتصادية، الزراعية، النقل وغيرها)إذ يتم استخدامها في تشغيل المصانع وتحر يك وسائل النقل المختلفة وغير ذلك من الأغراض،

كما يمكن أن تأخذ أشكال متنوعة (حرار ية، كهربائية كيميائية،إشعاعية وكهرومغناطيسية)

شهد العالم مند أواخر القرن 20الى غاية بداية القرن 21تفاقم تحديات البيئة العالمية خصوصا ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ وثقب طبقة الأوزون و أمام هذه المعطيات أصبح التلوث البيئي مسألة إقليمية وعالمية تهدد الإنسان في الدول النامية و المتقدمة على حد سوى وهذا راجع لاستغلال الطاقات الأحفورية وتزايد الطلب عليها خاصة في الدول الصناعية الكبرى التي تعتبر المسؤول الأكبر عن المشكلات البيئية و المسبب الأول للتلوث جراء استهلاكها كميات كبيرة من الفحم و النفط و الغاز ، ناهيك عن ارتفاع أسعار هذه المصادر،وبالتالي انصبت جهود الإدارة العالمية من منظمات دولية وإقليمية من أجل إيجاد خيارات بديلة للطاقة التقليدية تكون كفيلة بتأمين إمدادات الطاقة من جهة وحماية البيئة من جهة أخرى، وقد جرى العمل من قبل خبراء البيئة في العالم للبحث على مواد منخفضة الكربون و صديقة للبيئة،وهو ما فتح المجال للاهتمام بالطاقات المتجددة والاستثمار فيها على شكل طاقة الرياح، المد والجزر ،الكتلة الحيو ية والطاقة الشمسية حيث تعد هذه الأخيرة المصدر الأساسي و الرئيسي الذي يمد كوكب الأرض بالطاقة

سوف نتطرق في هذا الفصل بشكل مختصر عن مصادر الطاقة

مصادر الطاقة :

تنقسم مصادر الي مصدرين هما :

2-1 مصادر الطاقات الغير متجددة:

هي الطاقة التنفذ بمرور الزمن و التى تتطلب تكنولوجيا معينة لاستخراجها واستخدامها إلا أنها تُستخدم هذه الطاقة بشكل واسع في الصناعات و توليد الكهرباء وفي وسائل النقل و كذالك التدفئة و أيضًا في العديد من الأغراض المنزلية

برغم من أنها توفر كميات كبيرة من الطاقة، إلا أن لديها تأثيرات سيلبية على البيئة مايجعل الإنسان دائم يبحث مصدر بديل للطاقة

1-2-1 الطاقة النووية :

تأتي من نواة الذرات حيث يتم إطلاق الطاقة عن طريق الاندماج النووي (يتم دمج النوى معًا) أو الانشطار النووي (يتم تقسيم النوى)

تستخدم المحطات النووية الانشطار النووي لعنصر مشع يسمى اليورانيوم لتوليد الكهرباء اليورانيوم هو عنصر مشع تشكل عندما خلقت الأرض لأول مرة. ويوجد بشكل طبيعي في أنواع معينة من الصخور.

واليورانيوم هو أحد العناصر القليلة التي تنشطر بسهولة، و على الرغم من وجود اليورانيوم في جميع أنحاء العالم، إلا أنه لا يزال مصدرًا غير متجدد للطاقة [1]

الشكل (1-1) : محطة طاقة نووية (محطة كاتينوم) وانبعاث بخار الماء من التوربينات البخارية

1-2-2 الوقود الاحفوري :

والذي يشتمل عدّة أنواع تتمثل الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي، حيثُ تشكّل حوالي 80٪ من الطاقة حول العالم، وينتج عن عمليات حرقه غاز ثاني أكسيد الكربون وغازات ظاهرة الدفيئة التي لها الدور كبير في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري وتغيّر المناخ [2]

يعود أصل الوقود الأحفوري إلى ملايين السنين، عندما كانت بقايا الحيوانات والنباتات التي سكنت الأرض خلال عصورها المختلفة تترسب في قاع البحيرات والبحار والمسطحات المائية الأخرى. ومع مرور الوقت، أدى الضغط الذي تمارسه طبقات المواد المختلفة في الأرض والتفاعلات الكيميائية اللازمة لتوليد تحلل هذه المواد إلى ظهور أنواع الوقود الأحفوري الثلاثة التي سبق ذكرها (الفحم والنفط والغاز). ولهذا السبب تعتبر غير متجددة، مع الأخذ في الاعتبار أن ملايين السنين يجب أن تمر مرة أخرى، وكذلك نفس عملية التحلل التي ذكرناها حتى يتم تجديد هذا الوقود بيولوجيًا [3]

الشكل (1-2) : إنتاج المحروقات في الجزائر (ENTP)

1-3 مصادر الطاقات المتجددة :

تعتبر الطاقات المتجددة مصدراً أساسياً لتلبية احتياجات الطاقة في العالم المعاصر، وبديلاً مستداماً ونظيفاً ولا ينفذ عن الطاقة التقليدية ، ومن ضمن مجموعة الطاقات المتجددة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الهيدروليكية وطاقة المد والجزر والأمواج والكتلة الحيوية والطاقة الحرارية الأرضية، وجميعها تشترك في شيء مشترك وهو أنها تنشأ بشكل مباشر أو غير مباشر من مصدر واحد للطاقة وهو الشمس

1-3-1 طاقة المياه (الطاقة الكهرومائية) :

هي شكل من أشكال الطاقة المتجددة، الّتي يتم بها إنتاج الطاقة عن طريق التدفق السّريع للماء،ويتم ذلك من خلال مولدات تعمل باستخدام التوربينات، تعمل هذه الاخيرة على تحويل الطاقة الناشئة من سرعة المياه إلى طاقة ميكانيكيّة، وتعتبر من أكثر أنواع الطاقة استخداما في الوقت الحالي بحيث تعمل محطات الطاقة الكهرومائيّة على توفير خزانات مياه تحتوي على مضخة تتحكم بكمية المياه المتدفقة، ويوجد بالأسفل مصب للمياه يتدفق إليه الماء، وخلال هذه العملية يكتسب الماء طاقة كامنة، وتتحول هذه الطاقة إلى طاقة حركية بفعل تدفق الماء، وعن طريق التوربينات يتم توليد كهرباء، وهكذا يتم توزيعها لمحطات توليد الكهرباء المختلفة [4]، يتم تخزين مياه الأمطار في سدود حتى يتم التحكم فيها فيما بعد، وعندما نرغب بإنتاج طاقة أكبر نقوم بضخ مياه أكثر، وعندما يبدأ الماء بالتدفق تعمل الجاذبيّة الأرضيّة على جعل الماء يسقط بسرعة كبيرة داخل التوربينات، وهكذا تبدأ التوربينات بالدوران بسرعة كبيرة منتجة طاقة كهربائيّة عالية

1-3-2 طاقة الحرارة الأرضية :

لا تتوفر الطاقة الحرارية بصورة مباشرة في الطبيعة إلا فيما يصل الأرض من حرارة الشمس والحرارة الجوفية للأرض، وهذا ما يجعل الحرارة الجوفية سهلة الاستغلال فهي طاقة مستدامة وواسعة الانتشار. ويقدر احتياطى الطاقة الحرارية الجوفية في حزام عمقه 2000 متر تحت سطح الأرض ما يعادل ما ينتجه 250 مليار طن من الفحم من الطاقة[5]

نظريا يمكن أن يغطي هذا المقدار من الطاقة حاجة العالم من الطاقة لمدة 100000 سنة ،تقسم مصادر الحصول على الطاقة الحرارية الجوفية إلى قسمين: المياه الحارة الجوفية والصخور الحارة التي توجد في المناطق النشطة بركانيا أو في الأعماق البعيدة تحت سطح الأرض ويمكن الاستفادة من المياه الجوفية الحارة والصخورالحارة في توليد الطاقة الكهربائية وتسخين المياه التي تستخدم في التدفئة، بالإضافة إلى استعمالها في الكثير من ميادين الصناعة والزراعة الأخرى

1-3-3 طاقة الهيدروجين الاخضر :

الهيدروجين الأخضر نوع من الطاقة المتجددة منخفضة الكربون ، وتأتى أهميته فى قدرته على توفير طاقة هائلة القدرة وقليلة الانبعاثات من أجل حماية البيئة ، لكن ارتفاع تكلفة إنتاجه من الطاقات المتجددة لثلاثة أضعاف المنتج من الوقود الأحفورى بجانب تحديات تخزينه ونقله من أهم التحديات التى تحتاج لتطوير التكنولوجيات للتسريع بالتوسع فى إنتاجه عالمياً

يتجه عدد مُتزايد من البلدان والحكومات إلى إنتاج الهيدروجين كوسيلة مُتاحة لإزالة الكربون ووصول إلى هدف صفر كربون ، كُرست لذلك الإستراتيجيات الوطنية لتطوير تقنيات إنتاجه باعتباره مصدر للوقود الخالى من الانبعاثات ، فهو غاز خام للصناعة أو مصدر للحرارة والطاقة للمبانى .[6]

الشكل (1-3) : احدى محطات انتاج الهيدروجين

1-3-4 الكتلة حيوية (الوقود الحيوي) :

وهي مادة عضوية متجددة مشتقة من النباتات والحيوانات، تنتج الكتلة الحيوية من خلال عملية التمثيل الضوئي، وتستخدم كمصدر مهم للغاية للوقود في العديد من البلدان، وخاصة في قطاعات الطبخ والتدفئة في البلدان النامية

تحتوي الكتلة الحيوية على طاقة كيميائية مخزنة من الشمس، ويمكن حرق الكتلة الحيوية مباشرة للتدفئة أو تحويلها إلى وقود سائل أو وقود غازي متجدد من خلال عمليات مختلفة ولقد بدأ استخدام الناس لطاقة الكتلة الحيوية منذ أن استخدم رجال الكهوف الأوائل حريق الخشب للطهي أو للتدفئة.

تُستخدم الكتلة الحيوية اليوم لتزويد المولدات الكهربائية والآلات الأخرى بالوقود، حيث يمكن تحويل الكتلة الحيوية من هذه الكائنات إلى طاقة قابلة للاستخدام من خلال الوسائل المباشرة وغير المباشرة، حيث يمكن حرق الكتلة الحيوية لتوليد حرارة (مباشرة)، أو تحويلها إلى كهرباء (مباشرة)، أو معالجتها إلى وقود حيوي (غير مباشر).[7]

1-3-5 طاقة الرياح :

هي التي يتم من خلالها استخدام الرياح لتوليد الطاقة الميكانيكية أو الكهرباء تلتقط طاقة الرياح الرياح الطبيعية في بيئتنا وتحول حركة الهواء إلى طاقة ميكانيكية بحيث تنشأ الرياح نتيجة لاختلاف الضغط الجوي كما تختلف سرعات

الرياح حسب الجغرافيا والتضاريس والموسم ونتيجة لذلك، هناك بعض المواقع أكثر ملاءمة لتوليد طاقة الرياح من غيرها. بشكل عام، تكون سرعة الرياح أعلى بالقرب من الساحل وفي البحر نظرًا لوجود عدد أقل من الأشياء مثل الأشجار والجبال والمباني التي تعمل على إبطائها و من مميزات طاقة الرياح أنها شكل نظيف ومتجدد من أشكال الطاقة ولا ينتج عن إنتاجها من الكهرباء أي انبعاثات كربونية مباشرة أو ملوثات للهواء ولا تستهلك الماء تتمتع طاقة الرياح أيضًا بتكاليف تشغيل وصيانة منخفضة نسبيًا بعد البناء الأولي.

ومع ذلك، تواجه طاقة الرياح أيضًا العديد من التحديات. يمكن أن تختلف سرعات الرياح على مدار اليوم والعام، مما يتسبب في حدوث مشكلات في تدفق الكهرباء غير المتسق لشبكات الطاقة ، تسمى الآلة المستخدمة لتحويل حركة الهواء إلى كهرباء بالتوربين

التوربين عبارة عن هيكل كبير به عدة شفرات دوارة ترتبط هذه الشفرات بمولد كهرومغناطيسي يولد الكهرباء عندما تتسبب الرياح في دوران الشفرات [8]

الشكل (1-4) : إحدى محطات توليد الكهرباء من الرياح

1-3-6 الطاقة الشمسية :

يمكن القول ان الشمس هي مصدر كل الطاقة التي نستخدمها في الوقت الراهن وهي الضوء والحرارة المنبعثان من الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة بإستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا التي تتطور بإستمرار، وتضم تقنيات تسخير الطاقة الشمسية إستخدام الطاقة الحرارية للشمس سواء التسخين المباشر او ضمن تحويل ميكانيكي لحركة او لطاقة كهربائية أو توليد الكهرباء عبر الظواهر الكهروضوئية

كما استخدمت الشمس قديما في تسخين المياه وتجفيف المحاصيل لحفظها من التلف، أما حاليا نجد أن التجارب تقوم على محاولة استغال الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء والتدفئة وغيرها، وفي الوقت الحاضر ونظرا للإرتفاع اسعار الوقود وزيادة استهلاك الطاقة نجد ان طاقة الشمس تتصدر المكانة الأقوى لتحل محل البترول بعد نضوبه في إنتاج الكهرباء ومن المتوقع نجاح الألواح الشمسية في إنتاج الكهرباء [9]

الشكل (1-5) : بدء العمل بمشروع إنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية في الجزائر

المراجع

[1] https://solarschools.net/knowledge-bank/renewable-energy/hydro 2024.03.16

[2] Fossil fuels, explained", nationalgeographic, Retrieved 16/8/2021. " Edited

[3] https://energiaysostenibilidad.com/diferencias-entre-energias-renovables-y-energias-no-renovables/2024.03.16

[4] Hydroelectric Energy", National Ggeographic, Retrieved " 28/1/2022. Edited

[5] صحيفة الشعب اليومية أون لاين نقلا عن الهيئة الصينية للأراضى والموارد نسخة محفوظة 18 أبريل 2008 على موقع واي باك مشين

[6] https://sis.journals.ekb.eg/article_269733.html 2024.03.22

[7] Biomass energy", society, Retrieved 26/1/2022. Edited"

[8] https://solarschools.net/knowledge-bank/renewable-energy/wind/wind-expanded2024.03.27

[9] M.El Haimer-M.Barkaoui - A.Irhzo - H.Legoff, " Distillateur solaire rustique a film capillaire et a multiples effets. essais expérimentaux a Casablanca " ,FIER'2002 , tétouan – Maro

الفصل الثاني : استغلال الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية

1.2 مقدمة *Introduction* :

إن الشمس هي مصدر طاقة غير محدود فهي أصل عدد كبير من التأثيرات التي تشارك بشكل مباشر أو غير مباشر في الحياة. فهي توفر الحرارة. وتتيح التمثيل الضوئي. والرؤية. والظروف البيولوجية.

ولقد استفادة الانسان منذ فترة بعيدة من الطاقة الشمسية وحاول استغلالها بقدر قليل ومحدود للاستفادة من طاقة الاشعاع الشمسي بشكل مباشرة في تطبيقات عديدة وفي مجالات مختلفة على سبيل المثال قام علماء أمثال "تشرنهوس وسويز والفوازييه وموتشوت وأريكسون وهاردنج "وغيرهم باستخدام الطاقة الشمسية في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين الهواء .وهنا علينا التمييز بين الطاقة الشمسية الكهروضوئية التي تحول الطاقة التي تنتج الكهرباء عند تعرض الخلايا الشمسية للضوء والطاقة الحرارية الشمسية. وهي تقنية أخرى لتسخين المياه وتحويل الطاقة الحرارية الشمسية إلى الطاقة الكهربائية أو ما يسمى بتقنية الكهرباء الحرارية الشمسية.

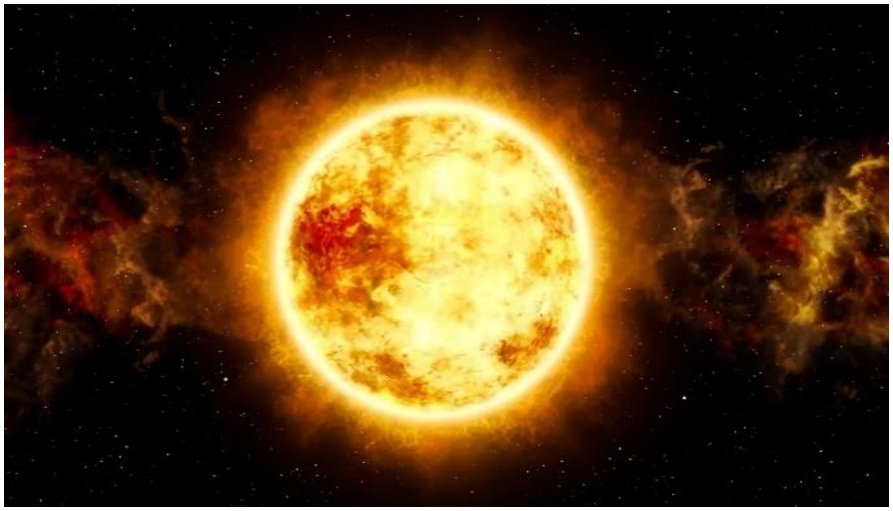
وتعد الطاقة الكهروضوئية ذات أهمية بالغة باعتبار الشمس هي مصدر الضوء الا كثر كثافة على كوكبنا. ويمكن تحويل الضوء الشمسي مباشرة إلى كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية (الوحدات الفولطائية الضوئية). وعندما نعرف أن إجمالي إمدادات الطاقة الشمسية على كوكب الارض أعلى بألاف المرات من استهلا كنا الاجمالي للطاقة. فإننا ندرك ومع التطور الكبير في التقنية والتقدم العلمي الذي وصل إليه الانسان فتحت آفاقا علمية جديدة في ميدان استغلا ل الطاقة الشمسية كونها توفر عامل الامان البيئي حيث أن الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة لا تلوث الجو مما يكسبها وضعا خاصا في هذا المجال وخاصة في السنوات القادمة.[1] وقد تطرقنا في فصلنا هذا الى دراسة هذه الظاهرة وماهي الخلايا الشمسية ومكوناتها وكفاءتها الكهربائية واستغلالها لتوليد الكهرباء انطلاقا من الطاقة الشمسية .

2.2 تكوين الشمس:

لقد تكونت الشمس من جراء تكاثف سحاب بين النجوم وذلك تحت تأثير الجاذبية ويتكون هذ السحاب اساسا من الهدروجين والهيليوم والكربون والازوت وعناصر اخرى اقل كثافة. وتتحول طاقة الجاذبية في هذا السحاب الى طاقة حرارية وعندما تصبح كثافة السحاب هامة ترتفع درجة مركز الشمس التي هي في طور الانشاء ,حيث تصل الى عشرة ملايين خلال 10000000 سنة وتبدأ تفاعلا ت الاندماج النووي التي تحول الهيدروجين الى هيليوم بنقص كتلي قدره 4 مليون طن في الثانية، وبذلك تشع استطاعة 8.3 10 و اط والت توافق طاقة كثافتها 63 ميغا واط على المتر مربع الواحد ويصل منها الى سطح الارض حوالي 1 كيلوواط على المتر مربع مستغرقا مدة قدرها 8 دقائق و20 ثانية

اذن يمكن القول ان الشمس هي كرة غازية يبلغ قطرها 1.391.0000 كلم وتتراوح درجة حرارة مركزها بين 8×10 كلفن و 40×10 كلفن وتفصلها عن الارض مسافة يبلغ معدلها149.598.00 كلم

وبما ان المدار الارضي شبه دائري انحرافه المركزي ضئيل لا يتجاوز 0.01675 لذا فان المسافة بين الشمس و الارض لا تتغير الا قليلا خلال السنة ,وتبلغ حدها الاقصى في اوائل شهر شباط وحدها الاقصى في او ائل تموز مما يؤدي الى تغير يسير في شدة الاضاءة المرسلة من الشمس وهذا التغير لا يتجاوز 4 %وبشكل عام يمكن اعتبار الشمس كجسم اسود مشع درجة حرارته 5800كلفن يستقبل كل موضع من سطح الارض الإشعاع ع الشمسي من شروق الشمس الى غاية غروبها بزاوية ورود تتأثر بمختلف الزوايا الشمسية الناتجة عن حركة الار ض والشمس كما تتغير شدة الاشعاع الشمسي المباشر مكانا حسب الموضع من سطح الأرض ,و زمانا على مدار اليوم (من الشروق الى الغروب) وعلى مدار السنة (الاشهر الشمسية) [2]



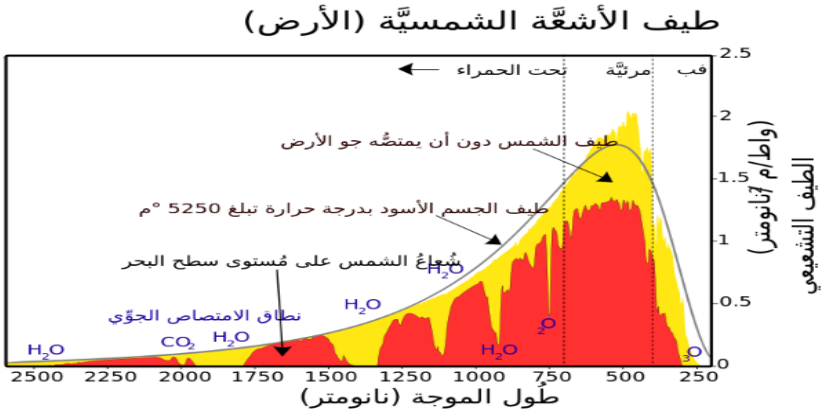
الشكل (2_1) يوضح شكل الشمس

3.2 الإشعاع الشمسي *solar Radiation* :

أشعة الشمس أو الأشعة الشمسية أو ضوء الشمس هو عبارة عن مجموع من الموجات الكهرومغناطيسية، يمكن للإنسان رؤية جزء منها يسمى ضوء مرئي وبقيت الامواج لا ترى بالعين المجردة. تتميز الأشعة المرئية من طيف الشمس بأنها تتكون من أشعة لونية من الأحمر إلى البنفسجي وهي ألوان قوس قزح. موجات الأحمر لها طول موجة 700 نانومتر وموجات البنفسجي قصيرة الموجة وطول موجتها 400 نانومتر. جزئيين من طيف الشمس لا ترى بالعين المجردة: كما في الشكل الجزء ذو موجة أطول من 700 نانومتر (تصل إلى نحو 2700 نانومتر) وهذا هو نطاق الأشعة تحت الحمراء، والجزء الآخر ذو طول موجات أقل من 400 نانومتر (إلى اليسار في الرسم البياني للطيف)، وهو يسمى نطاق الأشعة فوق البنفسجية ,و الأشعة الشمسية تحمل طاقة وتختلف طاقتها بحسب طول موجتها، فكلما زادت موجة الضوء كلما انخفضت طاقته. معنى ذلك ان الأشعة فوق البنفسجية طاقتها عالية نسبيا، ولذلك فهي ضارة لجلد الإنسان إذا تعرض إليها طويلا , حيث تسقط أشعة الشمس على الأرض بعد مرورها خلال الغلاف الجوي للأرض. ويقوم الغلاف الجوي للأرض بامتصاص بعضها فلا يصل إلينا. ويبين الشكل أجزاء الطيف التي تصل إلى سطح الأرض (معلمة باللون الأحمر في الشكل) حيث أن الغازات المختلفة في الجو من نتروجين وأكسجين وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وغيرها لها قدرات مختلفة على امتصاص أشعة الشمس. ضوء الشمس المباشر قد يكون مضيئا بكفاءة 93 lumens اشعاعا لكل واط من التدفق، وهو يضم الأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي، والأشعة فوق البنفسجية. ويبلغ متوسط القدرة للطاقة الشمسية الساقطة على المتر المربع من سطح الأرض

$$E_0 = 1{,}367\ {}^{kw}/_{m^2} \qquad (1-2)$$

ويسمى هذا المقدار الثابت الشمسي[3]



الشكل (2-2): طيف اللإشعة الشمسي

طيف الشمس في الفضاء (أصفر) وبعد تخلله جو الأرض (احمر). إلى اليسار الأشعة البنفسجية وأشعة إكس، وإلى اليمين نطاق الأشعة تحت الحمراء، وقمة المنحنى عند الضوء المرئي .المحور السيني يبين طول الموجة الضوئية.

4.2 الاشعاع الساقط على الغلاف الجوي:

يتعرض الاشعاع الشمسي عند انتقاله عبر الغلاف الجوي لعدة عمليات بسبب وجود عدة مكونات في الغلاف، ومن اهم تلك العمليات هي:

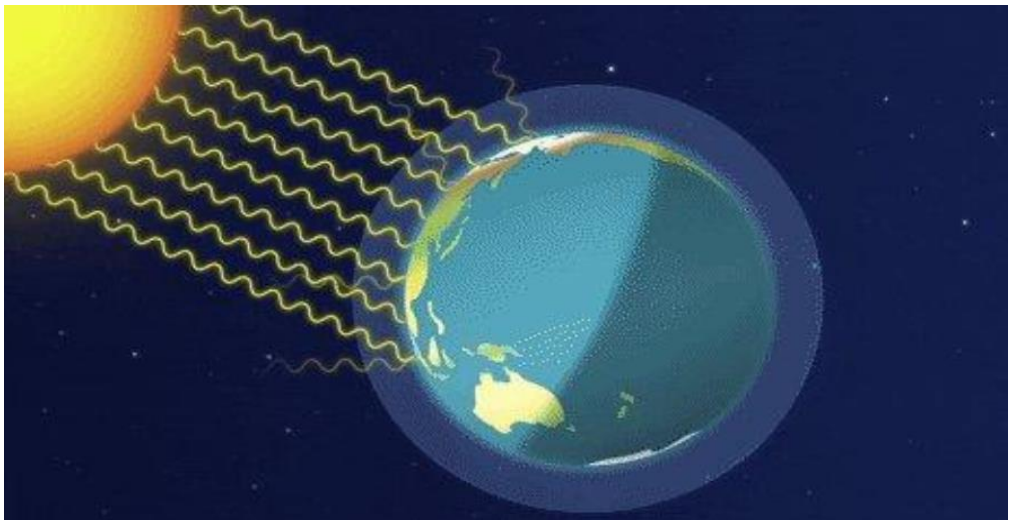
_**الامتصاص**: يمتص الاكسجين بعض من اشعة في اعلى طبقات الجو ويمتص جانبا من الاشعة الفوق بنفسجية وكذلك الأوزون يمتص أيضا وبكميات كبيرة جانبا من الاشعة الفوق البنفسجية. اما طبقات الهواء السطحية فتقل فيها الاشعة الفوق بنفسجية بصورة نسبية ,وذلك لان اغلبها يمتص في اعلى طبقات الجو فلا يصبح الاكسجين او الأوزون عمل في الامتصاص ,وانما بخار الماء الذي يقوم بهذا العمل والذي يكثر تواجده في اسفل طبقات الجو .وكذلك تقوم المواد العالقة في الجو (الغبار)وبعض غازات الجو بالامتصاص .

_ **استطارة الاشعة** :ويترتب على تشتت الاشعة عند مرورها في الغلاف الجوي انتشارها في جميع الاتجاهات وتقوم جزيئات الهواء وذرات الغبار بخار الماء وغيرها من الشوائب التي تكون عالقة في الغلاف الجوي بعملية الانتشار ,وهنالك نوعين من الاستطارة (استطارة رايلي وماي) ان استطارة رايلي هي تبعثر مرن للضوء او أي اشعة كهرومغناطيسية أخرى تتبعثر نتيجة تأثير جسيمات اصغر من الطول الموجي للضوء .

_**انكسار الاشعة**: عند انتقال الاشعاع من وسط الى اخر يختلف عنه في معامل الانكسار فانه ينحرف عن اتجاهه المستقيم، وتكون قطرات الماء الموجودة في الجو والسحب وغيرها من الشوائب عاملا كبيرا في انحراف جزء من الاشعاع الشمسي ولكن السحب تبقى هي العامل الرئيسي [4]

نوع السحب	نسبة تغيم السماء	الاشعة المعكوسة –الاشعة التي تصل السطح (معامل الانعكاس)
ركام طبقي	مغطاة كلهابالسحب	% 56 - %81
طبقي متوسط الإرتفاع	بالسماء فجوات	%18 - % 34
طبقي متوسط الإرتفاع	مغطاة كلهابالسحب	%39 - %59
طبقي عال	مغطاة كلهابالسحب	% 44 - % 64

الجدول (2_1) جدول يوضح تأثير السحب في انحراف جزء من الاشعاع الشمسي



الشكل (2_3) ألأشعاع الشمسي الساقط على الغلاف الجوي

5.2 العوامل المؤثرة في توزيع الاشعاع الشمسي:

العوامل التي تؤثر في توزيع الاشعاع الشمسي والتي تؤثر بشكل كبير في قوة الاشعاع الشمسي من مدة لأخرى وهي تتمثل في:

1.5.2 زاوية سقوط : تؤثر هذه الزاوية في مقدار الاشعة الشمسية الواصلة الى سطح الكرة الأرضية وذلك لان الاشعة الشمسية ذات السقوط العمودي او شبه العمودي عند وصولها للأرض تكون قوية و ذات شدة وتركيزا عالي جدا , ولكونها هذه الاشعة مسافاتها التي تقطعها اقصر من الاشعة ذات السقوط المائل .لذلك تكون اقل تعرضا للخسارة بفعل تأثير كل من الانكسار والانتشار والامتصاص التي تحدث في الغلاف الجوي ,وكما ان حزم الاشعة العمودية تكون متوزعة على مساحة قليلة ,بينما الاشعة ذات السقوط المائل فأنها متوزعة على مساحة أوسع لذلك تصبح ضعيفة الأثر واقل شدة من الاشعة الشمسية العمودية .

2.5.2 اختلاف فترة النهار: يؤدي اختلاف فترة النهار دورا مهما كبيرا في عدم تعادل كمية اشعة الشمس الواصلة الى سطح الكرة الأرضية عند دوائر العرض المختلفة، فانه لا تختلف فترة النهار والليل للمناطق المدارية طوال السنة تقريبا، اما المناطق الباردة والمعتدلة فان النهار فيها يزيد طولها في الصيف ويصبح أقصر في الشتاء. وكلما ازداد الفرق بين النهار والليل زادت دوائر العرض بينهما

3.5.2 شفافية الغلاف الغازي: يمثل كل من الغبار والسحب وبخار الماء والرماد دورا كبيرا في عملية امتصاص وتشتت الاشعة في الجو، وعلى ذلك فان المناطق التي يكثر فيها الهواء الملوث بالأتربة والسحب تستلم كميات قليلة من الاشعاع الشمسي مقارنة بالمناطق ذات الجو الشفاف

4.5.2 لتضاريس: تؤدي التضاريس دورا كبيرا في تباين كميات الاشعاع الشمسي الواصلة من منطقة الى أخرى فاتجاه السفوح الجبلية وانحدارها يؤثر بشكل كبير في كميات الاشعاع الشمسي التي تصل الى تلك السفوح وخاصة في مناطق المعتدلة والباردة حيث تصلها اشعة الشمس بشكل مائل. اما المناطق المدارية ويكون فيها هذا العامل محدودا حيث يكون وصول اشعة الشمس اليها بشكل عمودي او شبه عمودي طوال السنة

5.5.2الالبيدو : وهو نسبة ما يعكس من قبل سطح الأرض الى الفضاء بصورة مباشرة من الاشعاع الشمسي الصافي الواصل اليه . وتختلف نسبة الالبيدو من مكان اخر تبعا لموقع المنطقة من الدوائر العرض واختلاف طبيعة

السطح من حيث التركيب واللون ووجود النبات ونوعها او عدم وجودها وتغطية المنطقة بالثلوج وطول مدة بقائها[5]

6.2 أنواع الإشعاع الشمسي:

تصدر الشمس الطاقة وتأتي على شكل إشعاع شمسي متدفق يخترق الغلاف الجوي الأرضي حيث ينعكس جزء منه في الفضاء خارج الغلاف الجوي، وبالتالي فإن الاشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الارض يتكون من ثلاثة أنواع من الإشعاع

1.6.2 الإشعاع الشمسي المباشر: وهو ذلك الجزء من الاشعاع الشمسي الذي يعبر الغلاف الجوي دون انعكاس أو تشتت، أي عبارة عن حزمة ضوئية مباشرة من الشمس وينبعث على حالها دون ضياع.

2.6.2 الإشعاع الشمسي المنتشر: وهو ذلك الجزء من الاشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض بعد تعرضه لعدة عمليات منها البعثرة بواسطة دقائق العالقة في الجو، والامتصاص بواسطة بخار الماء وبعض الغازات مثل ثنائي أكسيد الكربون والانعكاسات بسبب الغيوم والعوالق الأخرى في طبقات الجو

3.6.2الإشعاع الكلي: هو الاشعاع الشمسي الواصل إلى نقطة من سطح الأرض الناتج من مجموعة الشعاعين المباشر والمنتشر[6]

لشكل (2-4) : وضح أنواع الاشعاع الشمسي الساقطة

7.2 أجهزة قياس الاشعة الشمسية:

للمتابعة اللحظية والطويلة الأمد، وقياس الاشعة الشمسية الساقطة على سطح ما وتعيين قيمة الطاقة الشمسية تستعمل تقنيات كهرو حرارية وفوتوفولطية وأجهزة قياس خاصة توضع في أماكن مكشوفة تقيس وتسجل شدة الاشعاع الشمسي المباشر والمنتشر ,كما يمكن قياس شدة الاشعاع الشمسي المباشر فقط او الاشعاع الشمسي المنتشر فقط نميز منها نوعان شائعان هما [7]

1.7.2 جهاز البيرانومتر :

هو جهاز لقياس وتسجيل شدة الاشعاع الشمسي الكلي (المباشر والمنتشر) اليا، ويتركب الجهاز من بيرانومتر يثبت بالقطعتين المعدنيتين فيه رافعة تنقل الفرق في التمدد بين القطعتين المعدنيتين بواسطة سن ريشة تسجل بالحبر هذا الفرق على ورقة رسم بياني مدرجة افقيا وراسيا يمثل المحور الافقي ساعات النهار، ويمثل المحور الراسي قيم الشدة الاشعاع (كالوري جرام/ ^{2}سم / دقيقة /min. (/g cal) cm^2) وهي ملفوفة فوق أسطوانة تدور بسرعة الساعة الزمنية دورة كاملة كل يوم او كل أسبوع ويمكن استخراج قيمة كمية الاشعاع الشمس في كل لحظة على الورقة

2.7.2 جهاز البيرهيليومتر :

هو جهاز يستخدم لقياس الاشعاع المباشر عند السقوط العادي وقد حذف الاشعاع المنتشر عن طريق تركيب الحساس في أسفل أنبوب المركز مباشرة باتجاه الشمس

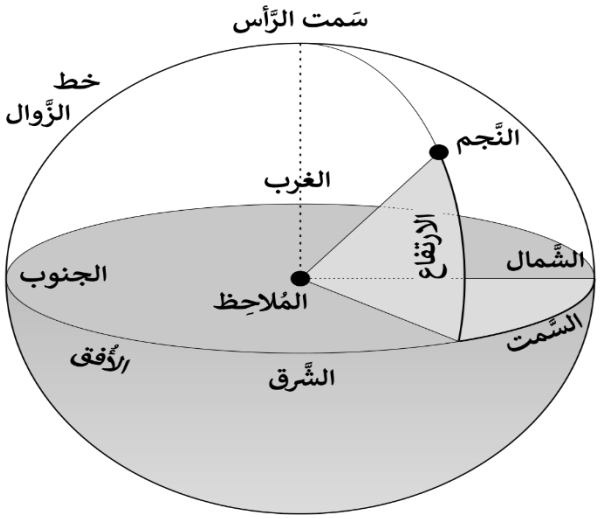
8.2 الزوايا الشمسية:

العلاقات الهندسية بين اتجاه أي سطح بنسبة للأرض ($oriertation$) وبين اتجاه الشعاع الشمسي المباشر الساقط عن الشمس(إتجاه الشمس بالنسبة الي السطح) يمكن بيانها أوتوصيفها بدلالة بعض الزوايا المبينة منها :

1.8.2 زاوية ميل الشمس δ:

وهي الزاوية المحصورة بين اشعة الشمس والمستوي المار في خط الاستواء، بحيث تتغير هذه الزاوية على مدار السنة وتنعدم في الاعتدال الربيعي (21مارس) والخريفي (23سبتمبر) بينما تكون الأعضمية عند إنقلاب الصيفي (22جوان) "23,45+" والإنقلاب الشتوي (22ديسمبر) في "23,45 -"[8]

$$+23{,}45° \geq \delta \geq -23{,}45°$$

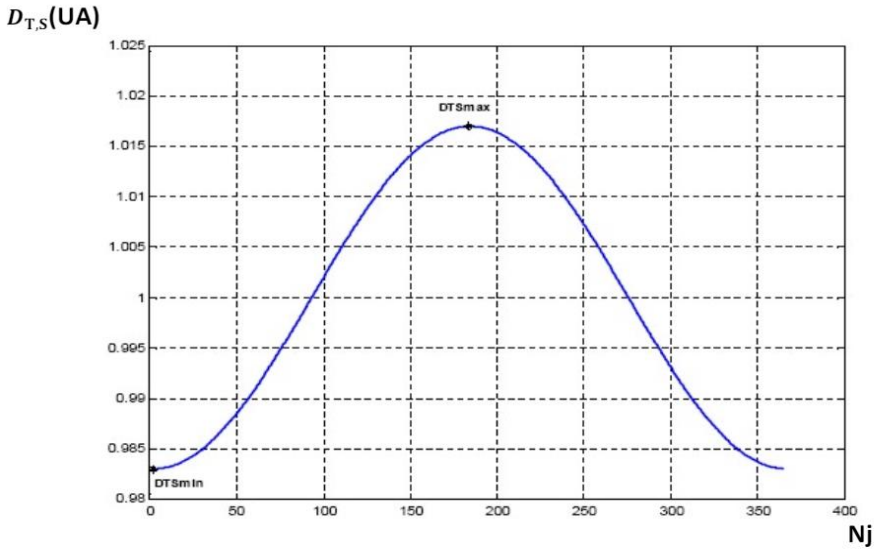


الشكل (2-5) زاوية ميل الشمس

تحسب زاوية ميل الشمس كل يوم بالعلاقة :

$$\delta_s = 23{,}45 \sin(360 \frac{284 + n}{365}) \qquad (2-2)$$

حيث n : يمثل رقم اليوم في السنة من 1 الى 366



الشكل (2-6) تغيرات زاوية ميل الشمس خلال أيام السنة

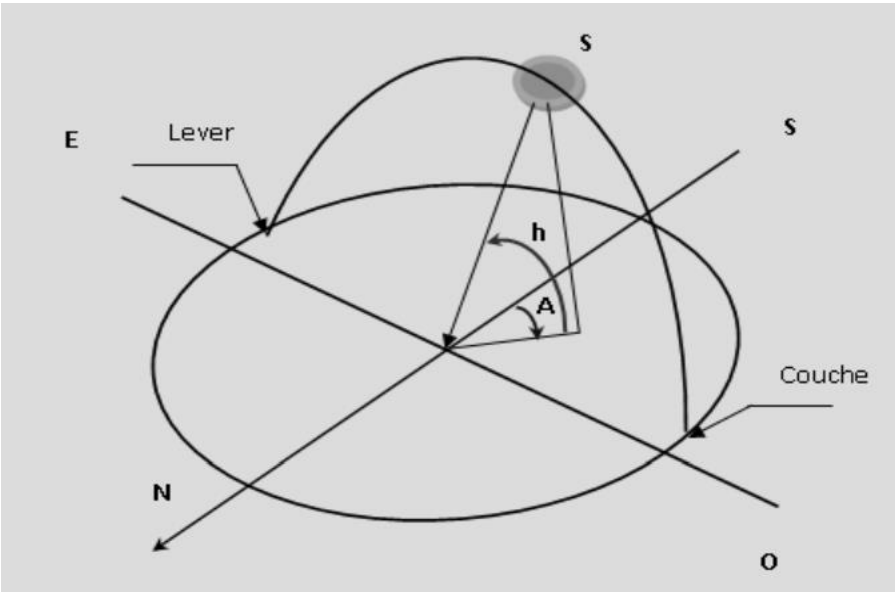
2.8.2 زاوية الارتفاع الشمسي h :

هي الزاوية المحصورة بين اتجاه الاشعة الشمسية وخط الأفق .

$$h \in [-90°, +90°]$$

تكتب بالعلاقة التالية :

$$\sin(h) = \sin(\varphi).\sin(\delta) + \cos(\varphi).\cos(\delta).\cos(\omega) \qquad (3-2)$$



الشكل (2-7) الزوايا الشمسية (h ,z ,a)

3.8.2 زاوية سمت الراس z:

هي الزاوية بين الشعاع الشمسي وسمت الأرض(الخط الشاقولي المار بالموقع) .وبذلك فهي متممة زاوية الارتفاع الشمسي

$$z = \frac{\pi}{2} - h \qquad (4-2)$$

ويمكن حساب زاوية السمت بالعلاقة:

$$\sin a = \frac{\cos \delta_s \,.\, \sin \omega}{\cos h} \qquad (5-2)$$

4.8.2 زاوية دائرة العرض φ :

هي زاوية المحصورة بين المتجه المار بين نقطة على سطح الأرض ومركز الأرض ومسقطه على خط الاستواء

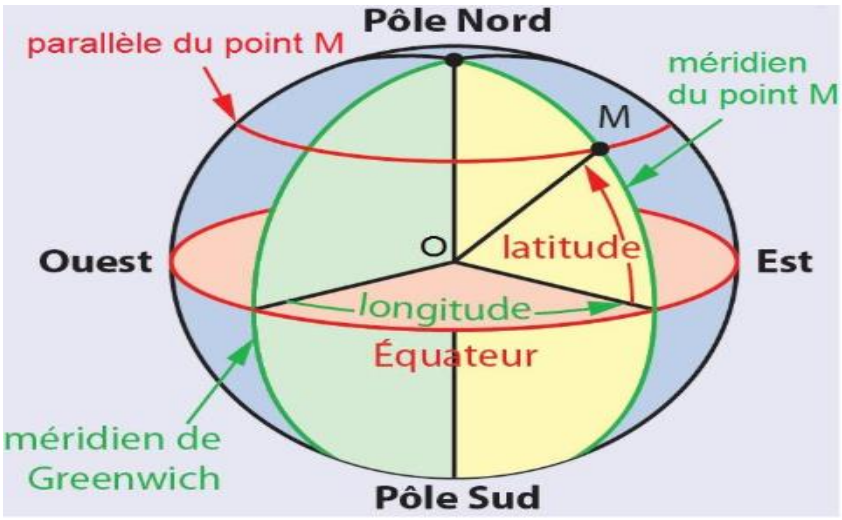
$$\varphi \in [-90°, +90°]$$

$0 < \varphi$: شمال خط الاستواء

$0 > \varphi$: جنوب خط الاستواء

5.8.2 زاوية خط الطول L :

هي الزاوية التي يصنعها خط الطول المار بالمنطقة مع خط الطول المار ببلدة غرينتش البريطانية الذي نعتبره خط الصفر ,وتقرا الزاوية موجبة شرقا وسالبة غربا [9] $L \in [-180°, +180°]$



الشكل (2-8) زوايا تحديد الموقع (زاوية خط الطول L و زاوية خط العرض φ)

6.8.2 زاوية الساعة الشمسية ω:

وهي الزاوية التي تدورها الأرض لتجعل خط الزوال لنقطة معينة منطبقا مع خطوط الاشعاع الشمسي

$$heure = 15° \text{ او } 24heure = 360° \text{ اي } \omega = 0° = 0h$$

بحيث كل ساعة تقاس من وقت الظهر الشمسي ,حيث تكون سالبة قبل الظهر وموجبة بعد الظهر

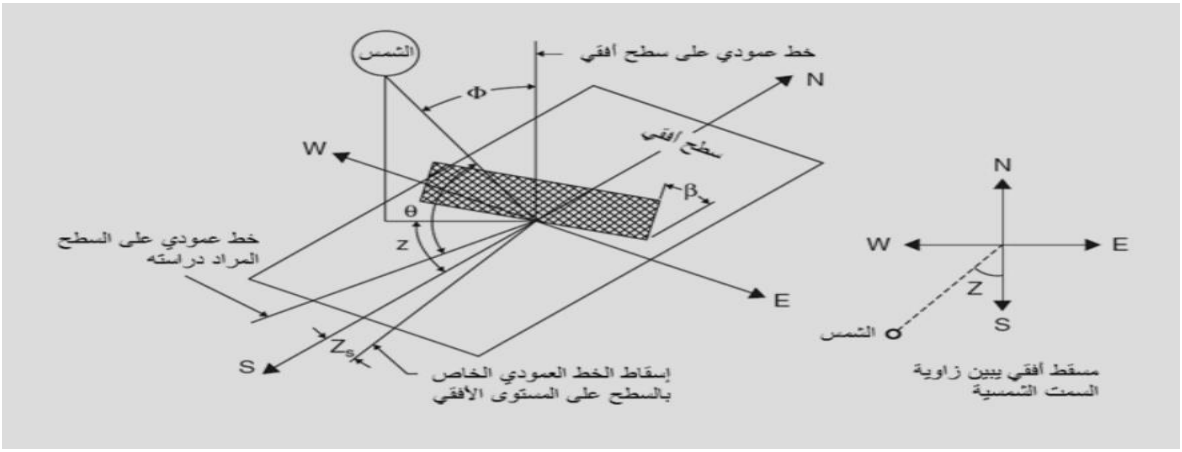
ويمكن تحديد نقطة ما على سطح الأرض بالنسبة للإشعاع الشمسي في اية لحظة ,اذا علم كل من خط العرض L , الساعة الزاوية ω وزاوية الميلان الشمسي $\delta[10]$

تتعلق فقط بالتوقيت الشمسي لذا تعطى بالعلاقة التالية:

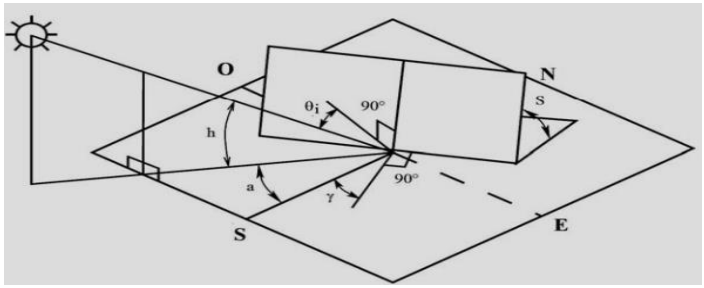
$$\omega = 15(TSV - 12) \qquad (6-2)$$

حيث يمثل التوقيت الشمسي الحقيقي الذي يعتبر الزوال الشمسي ($\omega = 0$)عند الساعة 12

$$\omega \in [-180\,°. +180°]$$



الشكل (2-9) يوضح الشكل زوايا الإشعاع الشمسي



الشكل (2-10) الزوايا الناتجة عن سقوط الاشعاع الشمسي على السطح الافقي

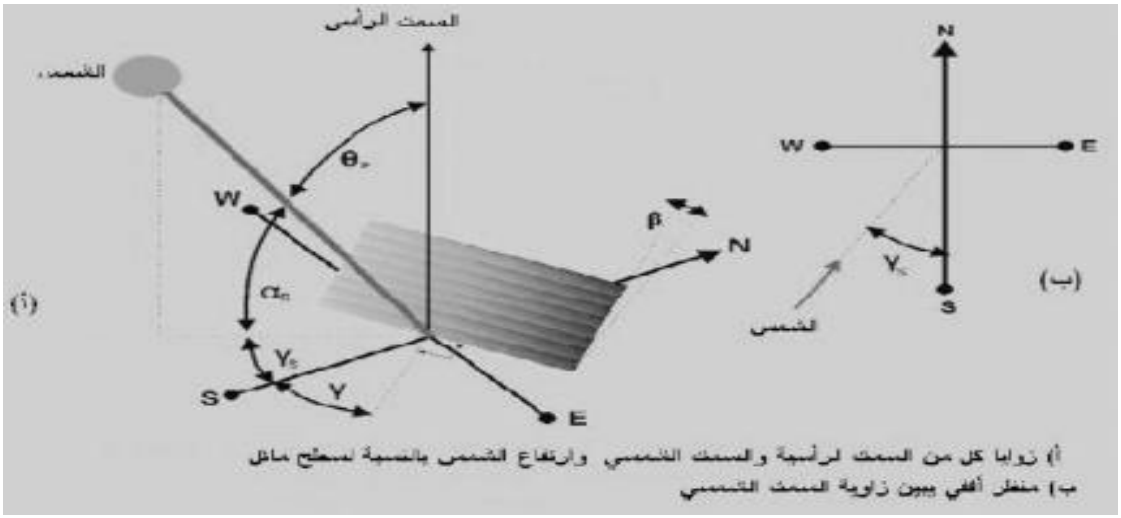
$\omega = 0$:عن زوال الشمس

$\omega > 0$:مساء بعد الزوال

$\omega < 0$:صباحا قبل الزوال

7.8.2 زاوية السمت الشمسي a :

هي الزاوية المحصورة بين اشعة الشمس والعمود القائم على مستوى افقى فوق السطح الأرض ,وللسطح الافقي, بحيث يكون قياس الزاوية بدا من الجنوب (الصفر) وتكون موجبة باتجاه الغرب وسالبة باتجاه الشرق كما هو موضح في الشكل :



الشكل (2-12) زوايا الشمس المختلفة

$$a \in [-180, +180°]$$

حيث :

$a = 0$:يسقط الشعاع الشمسي منطبق على المحور جنوب

$a > 0$:مسقط الشعاع الشمسي منحرف عن المحور جنوب باتجاه الغرب .

$a < 0$: مسقط الشعاع الشمسي منحرف عن المحور جنوب باتجاه الشرق

9.2 نبذة تاريخية حول الظاهرة الكهروضوئية:

تعد الظاهرة الكهروضوئية أحد الاكتشافات التاريخية في مجال علوم الفيزياء والطبيعية ودراسات كيمياء الكم ودراسة الالكترونات والتي ساهمت في الكثير من التطورات التكنولوجية الواسعة التي نراها في كل الاكتشافات الحديثة من حولنا.

كما ان الطاقة الكهروضوئية هي طاقة نظيفة يمكن استخدامها للحفاظ على البيئة من التلوث وتقليل مشكلة الاحتباس الحراري ويمكن توليدها بكل سهولة واكتشاف الظاهرة الكهروضوئية ساهم في إسراع العلم والنمو الكبير في التكنولوجيا [11] .

ففي بداية القرن التاسع عشر بدأ الفيزيائيان جيمس كلارك وهندريكلورينتس دراسة هذه الظاهرة وتداخل الموجات الضوئية، واستمرت الدراسات حتى توجه العالم البرت أنشتاين الى دراسة هذه الظاهرة واستطاع الوصول الى الكشف عن الملامح الرئيسية لها وشرحها والاثار المترتبة عليها لوحظ التأثير الكهروضوئية لأول مرة عام1887بواسطة هاينرتش هيرتز اثناء احدى التجارب التي قام بها، نتيجة تسبب الشرر المتولد بين مجالين معدنيين صغيرين في جهاز ارسال في احداث شرر بين مجالين معدنيين مختلفين في جهاز الاستقبال.

بدأ تفسير هذه الظاهرة على انها عملية انتقال الطاقة الضوئية الى الالكترونات مما يؤدي الى تحريرها، وبالتالي فإن أي تغيير في الشدة الضوئية سيؤثر على الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة بشكل طردي، ومع الوقت والعديد من التجارب، استطاع العلماء التوصل الى ان تحرير الالكترونات عند بلوغ الشدة الضوئية حد عتبة محددة.

ثم جاء بعدها أنشتاين ليقول ان الضوء يتشكل من مجموعة من الحزم التي تسمى فوتونات. و التي تشابه الالكترونات في الذرات وليس موجات كما ساد الاعتقاد سابقا .وبعد حوالي 16 عاما نشر انشتاين ابحاثه تلك المتعلقة بظاهرة التاثير الكهروضوئي وتم منحه براءة اختراع لننظريته

1.9.2 تعريف الظاهرة الكهروضوئية:

ان الظاهرة الكهروضوئية ببساطة هي عملية يتم بها انبعاث الالكترونات من الاجسام الصلبة عند امتصاص الطاقة من الضوء .ولما كان التيار الكهربائي عبارة عن سيل من الالكترونات سميت ظاهرة انتزاع الالكترونات بواسطة الضوء بالظاهرة الكهروضوئية كما ان عملية انتزاع الالكترونات بواسطة التسخين (الحرارة)،

تسمى بالظاهرة الكهروحرارية-[12]

2.9.2 خصائص الظاهرة الكهروضوئية:

للظاهرة الكهروضوئية عدة خصائص تتلخص في مايلي

1. تحدث الظاهرة الكهروضوئية في حالة اذا ما كانت قيمة تردد الأمواج الساقطة اكبر من تردد العتبة .والمقصود بتردد العتبة هو الحد ادنى تردد بصري يكفي لكي يتم ارسال الالكترونات من سطح المعدني دون ان ينتج عنه طاقة حركية
2. تحدث الظاهرة الكهروضوئية بشكل مباشر بعد ان يسقط تردد الموجة المناسب لتلك الموجة الكهرومغناطيسية على السطح .دون النظر الى شدة الأمواج
3. تعتمد الظاهرة الكهروضوئية على عدد الالكترونات التي تنبعث باتجاه الضوء الساقط عليها والتى ينتج من سطح الكاثود
4. العلاقة طردية بين شدة التيار المار داخل الدائرة الكهروضوئية وبين الضوء الساقط عليها .يوجد علاقة وثيقة بين حركة الالكترونات التي تنبعث من السطح المعدني والضوء الذي ينبعث والعلاقة الطردية بينهما
5. يحتاج التأثير الكهروضوئي الحاصل الى وجود فوتونات لها طاقتها تكون متساوية تقريبا حوالي 1ميجا فولت في العناصر الكبيرة في عددها الذري .
6. من الجدير بالذكر ان الظاهرة الكهروضوئية هي ظاهرة عملية ذات أهمية كبيرة في الكشف عن بعض الظواهر الأخرى المترتبة عليها وفهم الطبيعة الكمية للضوء .ومعرفة وفهم الالكترونات بصورة اكثر دقة [13]

10.2إستغلال الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء:

ممكن تحويل الطاقة الشمسية الى الطاقة كهربائية من خلال التحويل الكهروضوئية ويقصد به تحويل الاشعاع الشمسي او الضوئي مباشرة الى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية الكهروضوئية ,وكما هو معلوم هناك بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئية تدعى اشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم وغيرها سنتطرق اليها [14]

1.10.2 السيليكون:

وهي مادة شبه موصلة يصنف من اشباه الفلزات ويمتلك توصيلية كهربائية بين المواد الموصلة والعازلة عند ارتفاع درجة الحرارة تزداد التوصيلية الكهربائية لها ,وهو عنصر وله عدد ذري Si ذو رمز 14

الشكل(2-14) حجر السيليكون

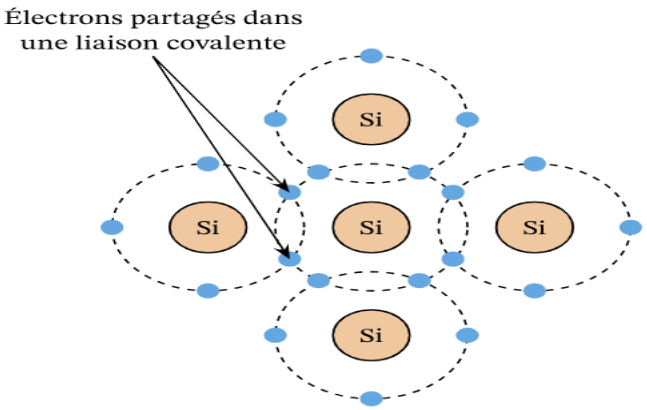
يكون ذو تكافؤ رباعي , يكون نشاطه الكيميائي اقل من نظيره الكاربون اللافلز .ولكنه اكثر نشاطا من الجرمانيوم الذي من النادر وجوده نقيا في الطبيعة . واكثر مركباته توفرا في الطبيعة هو ثاني أوكسيد السيليكون (السيليكات) .تتتالف معادن اليسليكات نحو 90% من القشرة الأرضية .مما يجعل السيليكون ثاني اكثر عنصر متوفر في القشرة نحو (28%حسب وفرته) بعد الاكسيجين ويكون استخدام السيليكون تجاريا على شكل مركبات .

فهو من مادة صلبة وتكون موصلة ويتم التحكم في موصليتها الكهربائية عن طريق إضافة عناصر كيميائية أخرى لها فشبه الموصل مقاومته الكهربائية يكون موقعها بين مقاومة الموصلات والعوازل , وبإمكان مجال كهربائي خارجي ان يغيير درجة المقاومة الكهربائية لشبه الموصل .

ويكون السيليكون صلبا في درجة حرارة الغرفة، ودرجة الانصهاره وغليانه النسبيتين نحو (° 1414 و° 3265) درجة مئوية وهي على الترتيب ,تكون كثافته اقل في الحالة الصلبة قياسا عن الحالة السائلة ,ومن المفيد الإشارة الى ان السيليكون لا يحدث فيه انكماش حينما يتجمد وانما يتمدد مثلما يحدث مع الثلج وقدرة نقله للحرارة تعادل $149\ \mathrm{w}\ .m^{-1}K^{-1}$

لذا فان السيليكون لا يمكن استخدامه كعازل حراري ويعتبر موصلا جيدا للحرارة. ويتم انتقال التيار الكهربائي في اشباه الموصلات عن طريق سيل من الالكترونات يكون اتجاهها للقطب الموجب، خلال عملية البناء الذري للمادة والذي يكون مصحوبا بسيل من الفجوات (ذات شحنة موجبة) والتي تتجه للقطب السالب، الامر الذي يساعد على تكون فجوات الكترونية موجبة وتشويب المادة الشبه موصلة مثل الجرمانيوم

ويستخدم السيليكون في تصنيع معظم الأجهزة التجارية التي تحتوي على مواجد شبه موصلة وهي أساس الأجهزة والالكترونات الحديثة التي تشمل جهاز الراديو والكمبيوتر والهاتف والتلفزيون وأجهزة أخرى كثيرة. وان الأجهزة الالكترونية التي تعمل بأشباه الموصلات تشمل الترانستور . والصمامات الثنائية والخلايا الشمسية [15]



شكل(2-15) البنية الذرية للسيليكون

11.2 الخلايا الشمسية الكهروضوئية :

يعود اكتشاف الأثر الكهروضوئي الى القرن الماضي الميلادي عندما قام العالم "بكيرل" في عام 1839م بدراسة تاثير الضوء على بعض المعادن والمحاليل وخصائص التيار الكهربائي الناتج عنها,كما ادخل العالمان "ادم وسميث" مفهوم الناقلية الكهربائية الضوئية لأول مرة عام 1877 م ,وتم تركيب اول خلية شمسية من مادة السيلينيوم من قبل العالم " فريتز" عام 1883 م حيث توقع لها ان تساهم في انتاج الكهرباء مستقبلا ,من جهة أخرى فقد ساعد تطور نريات ميكانيكا الكم على تفسير الكثير من الظواهر الفيزيائية وخاصة المرتبطة بالكهرباء الضوئية في فترة الثلاثينات والاربعينات من القرن الحالي ,وذلك عندما تم تفسير ظاهرة الحساسية الضوئية لمواد السيليكون الرصاص وكبريت الثاليوم ,وقد سجل عام 1941 م تم تصنيع اول خلية شمسية سيليكونية بكفاءة لا تتجاوز 1% ثم لحق ذلك انجاز مختبرات " بل " الامريكية في تصنيع البطارية الشمسية في منتصف الخمسينات بكفاءة بلغت 6% استخدمت آنذاك في التطبيقات الفضائية .كما تم في نفس الفترة تركيب اول خلية شمسية من مواد الكبريت الكاديوم وكبريت النحاس ,واطلق عليها فيما بعد لخلايا الشمسية ذات الأفلام الرقيقة .بعد تلك الفترة ازداد تسارع بحوث التطوير في العلوم الفيزيائية والهندسية لأشباه الموصلات وخاصة ما يرتبط بدراسة التبادلات الكهربائية الضوئية وتقنياتها باتجاه تحسين كفاءتها وخفض تكلفتها .وقد أدى ذلك الى ازدياد مستوى انتاج الخلايا الكهروضوئية بقدرات تتراوح بين الميلي وات الى الكيلووات .اما الفترة الهامة للخلايا الكهروضوئية فقد حدثت في عقد التسعينات والثمانينات وخاصة بعد تطور علوم التراكيب المجهرية الدقيقة لأشباه الموصلات [16]

-ان الخلايا الشمسية هي عبارة عن محولات فولت ضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر الى كهرباء ,وهي نبائط شبه موصلة وحساسة ضوئيا ومحاطة بغلاف امامي وخلفي موصل للكهرباء .لقد تم انماء تقنيات كثيرة لإنتاج الخلايا الشمسية عبر عمليات وفوسفيدالانديوم وكبريتيد النحاس وغيرها من المواد الواعدة لصناعة الفولت ضوئيات

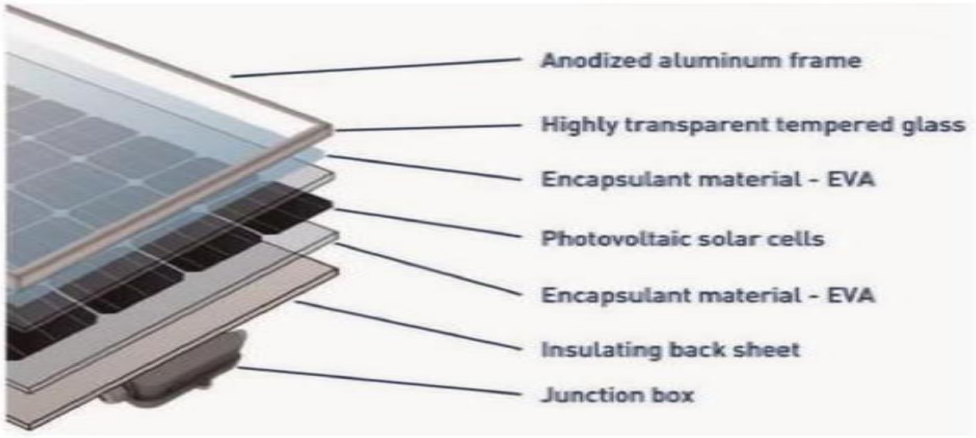
متسلسلة من المعالجات الكيميائية والفيزيائية والكهربائية على شكل متكاثف ذاتي الالية او عالي الالية ,كما تم انماء مواد مختلفة من اشباه الالموصلات لتصنيع الخلايا الشمسية على هيئة عناصر كعنصر السيليكون او على هيئة مركبات الجاليوم زرنيخ وكربيد الكادميوم [17]

12.2 مكونات الخلية الكهروضوئية :

يمكن وصف المكونات الأساسية لنظام الخلايا الكهروضوئية بمكونات أساسيان :

1.12.2 الالواح الكهروضوئية

اللوح الكهروضوئي هو الجزء الظاهر من المنظومة الكهروضوئية ,والذي يتم تثبيته على سطح المبنى وهو يقوم بتوليد الطاقة الكهربائية .اهم جزء في النظام الكهروضوئية هي الخلية ولكن لا يمكن ان تنتج الطاقة بمفردها ولكن تصف الخلايا الشمسية مع بعضها البعض في شكل وحدات والتي تجمع بدورها في شكل صفوف ومجموع المصفوفات تشمل الواحا كهروضوئية ,ولضمان توجيه الخلايا بشكل دائم نحو الضوء الشمس طوال فترة النهار فإنها توضع على أجهزة تكون الخلايا الشمسية اما بإشكال واضحة الحدود ضمن الوحدة الكهروضوئية الواحدة ,اذ من الممكن ان تكون بشكل مربع او مستطيل او دائري تفصل بينها فواصل بمسافات تختلف حسب تصميم الوحدة الكهروضوئية ,او من الممكن ان يكون مظهرها كقطعة واحدة تغطى الوحدة الكهروضوئية بدون فواصل .تختلف ابعاد الخلايا الكهروضوئية وفقا لنوعها وطريقة صناعتها , وتتراوح ابعاد الخلية الواحدة من 1سم الى 15سم في الاتجاهين او تكون بأبعاد 10 *10 سم كخلايا قياسية , اقل ما يمكن ان تنتجه الخلية 2-1 واط بسبب صغر حجم الخلية , ولزيادة الإنتاجية الكلية للطاقة يتم تجميعها في صفائح مغلفة مع بعضها البعض مشكلة وحدة كهروضوئية



شكل (2-16) أجزاء الالواح الكهروضوئية

2.12.2 النظام الساند :

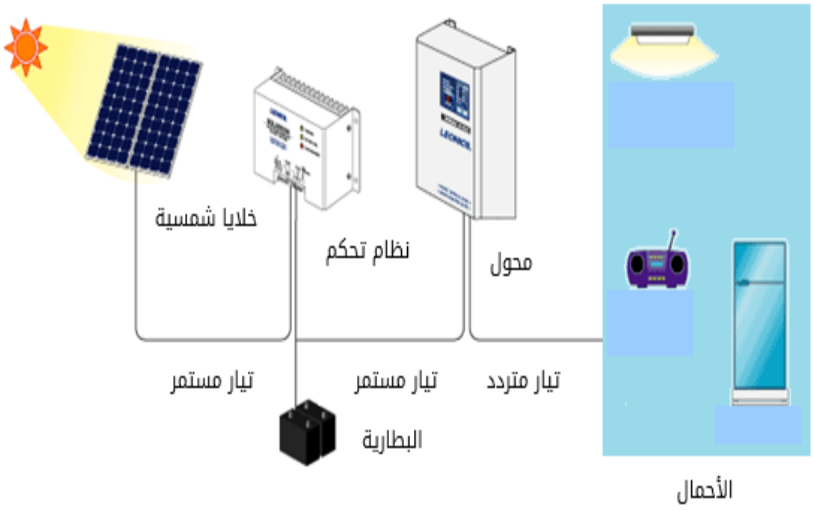
يقوم النظام الساند بتوصيل الطاقة من الالواح الكهروضوئية الى الاحمال من خلال مكوناته كما تتضح في الشكل ,يتكون من الأجزاء التالية

1.الشاحن :هو جهاز يقوم بتحويل الطاقة من الالواح الكهروضوئية الى البطارية ,ويقيس نسبة الطاقة في البطارية حيث يقوم بإيقاف عملية الشحن عندما تمتلئ البطاريات بالطاقة .

2.خازن :الطاقة عادة في النظم المتصلة بالشبكة الوطنية لا يعتمد المبنى كليا على المنظومات الكهروضوئية بل يأخذ حاجته من الشبكة الرئيسية ,وفي بعض الحالات تعطى المنظومات طاقتها الفائضة للشبكة الرئيسية ,لذلك ليس من الضروري ان يتم تركيب البطاريات لهذا النوع . في حالة استخدام البطاريات سيتم استخدامها لتخزين الطاقة لتوفيرها في الأيام التي تكون فيها نسبة الاشعاع قليلة ,حيث تقوم البطاريات بخزن الطاقة المتولدة من الالواح الكهروضوئية خلال الفترة المشمسة من اليوم ,وتقوم بعد ذلك بتوصيلها الى الاحمال الكهربائية ,يتوقف شحن البطاريات من الوحدات الكهروضوئية اثناء الفترة الليلية ويضعف في حالة غياب الشمس خلال النهار .

3. المحول الكهربائي :ويعرف بمنظم القدرة وظيفته تغيير مواصفات الطاقة الناتجة من المنظومة الكهروضوئية بحيث تتكيف مع مواصفات الطاقة التي تحتاجها الاحمال حيث يقوم بتحويل القدرة من المنظومة الكهروضوئية او البطارية الى الاحمال ,ان المحمول الكهربائي هو المتحكم بتشغيل المنظومة الكهروضوئية , فعند شروق الشمس يقوم بربط الالواح الى باقي أجزاء المنظومة وعند غروبها يقوم بفصلها عن باقي الأجزاء .

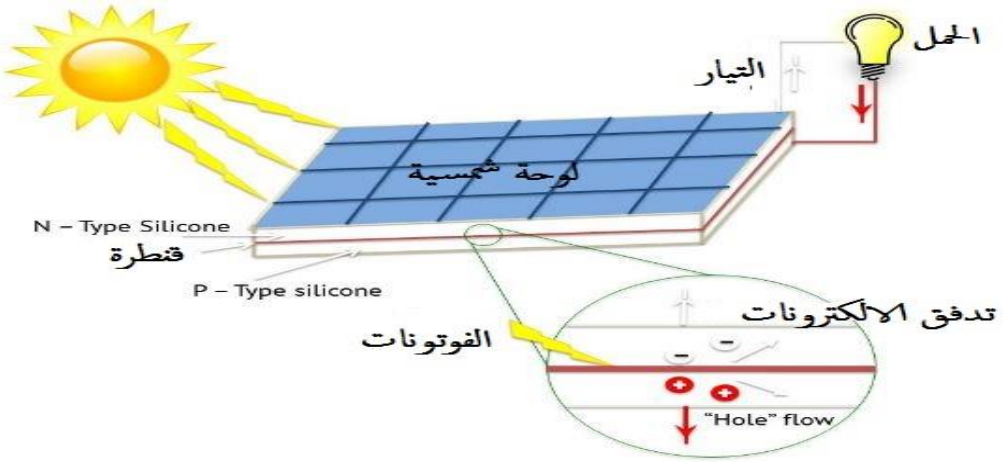
4. **الهيكل الساند للمصفوفة الكهروضوئية "إطارات الثبيت "** :يقوم بحمل مجموع الالواح الكهروضوئية في المصفوفة وهو يستخدم لتحديد زاوية ميلان الالواح الكهروضوئية في الصف الكهروضوئي , بعض الهياكل الساندة تكون متحركة وهو ما يعرف بانظمة التعقب للاشعاع الشمسي وهي تتحرك على محور واحد او اثنين [18]



الشكل (2-17) مكونات الخلايا الشمسية

13.2 الية عمل الخلايا الكهروضوئية :

يمكن تفسير الية عمل الخلية فيزيائيا كما يلي:من الشكل (2-18) نلاحظ أنه عند سقوط ضوء الشمس على الخلية يمر هذا الضو ء من خلال سطح الخلية، ويمتص جزء منه بواسطة الطبقة الاولى للخلية وهي الطبقة التي تحتوي على الفوسفور، أما أغلبية الضوء الساقط على هذه الخلية فيقوم بامتصاصه الجزء الخاص بذلك أي الطبقة التي تحتوي على خليط السيليكون بالبورون .يتكون من خلال هذه العملية إلكترونات حرة الحركة يمكنها السريان خلال الموصل الكهربائي في أطراف الخلية، و تزداد هذه الحركة بزيادة كثافة الضوء الساقط على الخلية، وبالتالي : يتشكل التيار الكهربائي المستمر .من هنا يمكننا توصيل ناقل كهربائي على أطراف هذه الخلية والاستفادة من حركة الالكترونات الناتجة من تسليط ضوء الشمس على الخلية [19]



الشكل (2-18): مبدأ عمل الخلية الكهرو شمسي

14.2 أنواع الخلايا الكهروضوئية :

ساعد تطور علم المواد على فهم سلوك الخلايا الكهروضوئية بصورة افضل مما أدى الى وضع اشكال هندسية ونماذج نظرية وعملية جديدة ة لها أدت الى رفع كفاءتها

تتوفر حاليا خمسة أنواع رئيسية من الخلايا الكهروضوئية هي :

1.14.2 الخلايا الشمسية المتبلورة :

هنا نوعين من السيلكون المتبلور بالاعتماد على درجة النقاوة واتجاه التبلور وهما الأحادي التبلور والمتعدد التبلور,الشكل الذي يغلب عليها هو الشكل المستطيل او المربع .تكون مساحتها عادة ما بين $0{,}3m^2$ او $1{,}5m^2$.

_احادية التبلور :

تكون بلورات السيلكون ذات اتجاه واحد ,وبنقاوة اعلى وهي اغلى ثمنا .يعتبر هذا النوع من اكثر البنيات البلورية انتظاما .تكون بلون واحد وتتدرج من الأزرق الى الأسود وبالامكان صنع الخلايا بالوان أخرى ولكن ستكون كلفتها اعلى حيث ستقل كفاءة الخلية ,فالالوان الأخرى اذا ما تم استخدامها ستعكس جزء من الطاقة الاشعاع الشمسي التي ستصلها وبالتالي سيحتاج المصمم الى عدد من الخلايا الشمسية ,فاللون الذهبي او اللون الارجواني سيكون ذو مظهر مميز اذا ما تم استخدامه الا انه سيتسبب بخسارة في الكفاءة تصل الى 20 وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية أحادية التبلور من 20-15

_متعددة التبلور:

تكون بلوارت السيلكون باتجاهات مختلفة لذلك تبدو كقطع متكسرة غير منتظمة تعطى عدة تدرجات من اللون الواحد,عادةماتكون بتدرجات مختلفة للون الأزرق الا انها كسابقتها من الممكن ان تتوفر بملون أخرى كالرصاصي ,ويكون لهذا النوع لمعان خفيف في المظهر الخارجي وتتراوح كفاءة الخلية الشمسية متعددة التبلور من 10-14

2.14.2 الخلايا الرقيقة :

هي احدى أنواع الخلايا التي تجذب اهتماما واسعا من قبل المصممين بسبب قابليتها على الشكل ,حيث من الممكن ان تتوفر باشكال صلدة كباقي الأنواع او خلايا بهيئة رقائق متعددة خفيفة الطبقات ,يتم ترسيبها عند التصنيع بطبقات رفيعة وبسمك لا يتجاوز بعض الميكرونات ,ومن مواصفات الخلايا الشمسية من هذا النوع انها

مرنة , وقابلة للطي وخفيفة الوزن ومن الممكن استخدامها على السطوح الافقية والمنحنية وباداء عالي ولا يتم استخدام الزجاج بها ولا تحتاج الى هيكل للتثبيت .

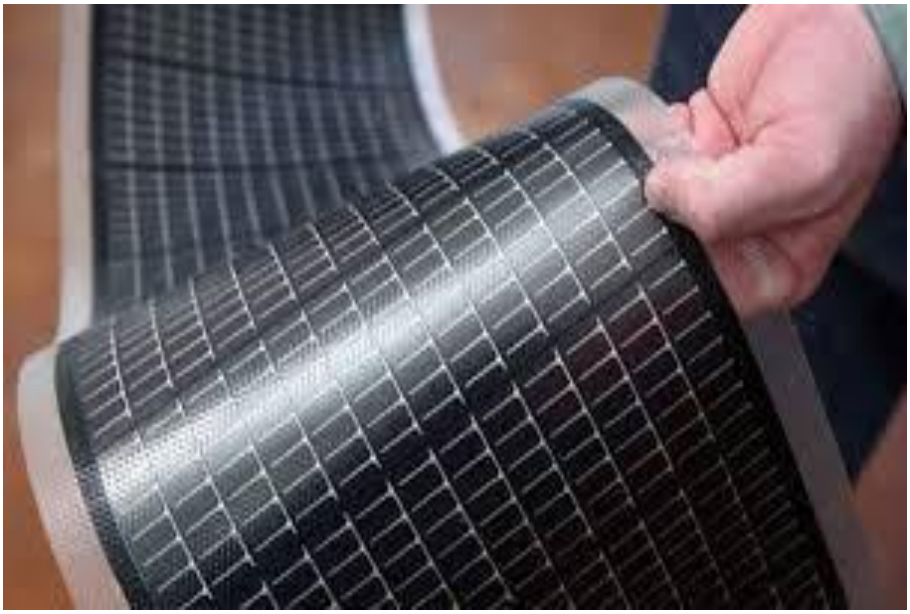
ومن أنواعها :

01/خلايا متعددة الطبقات : خلايا شمسية يتم هي تصنيعها من مادة السيلكون ,تتوفر بلون بني مائل للاحمر او باللون الرمادي .

02/خلايا الكادميوم:يمتاز بامتصاصية عالية للضوء ,ومن الممكن ان تمتص طبقة بسمك 1ميكرون 90 من الضوء ,كما يمتاز بسهولة التصنيع الا ان عدم الاستقرار ا داء الخلية الشمسية لحد الان يعد احد العوائق امام استخدامه ,وتتراوح كفاءته 10-% 14

03/خلايا النحاس :امتصاصيته عالية للضوء ,فطبقة سمك1 ميكرون 90% من الضوء, الا ان عملية تصنيعه تكون معقدة لذالك تكون كلفته اعلى منن باقي الأنواع ,وهو غير متوفر للاغراض التجارية . تصل كفاءته الى 18%

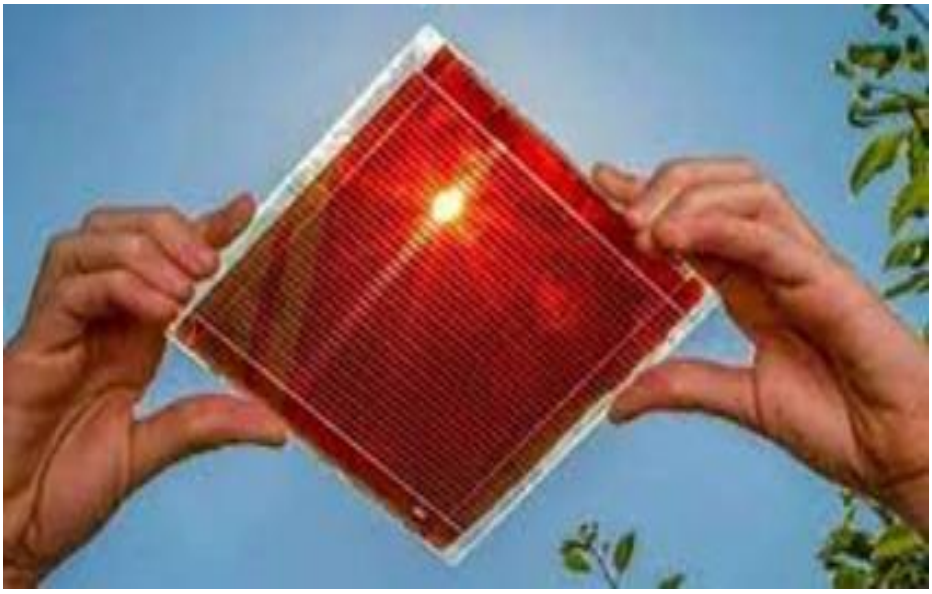
04/ خلايا الغاليوم :تسمى بالخلية الشمسية ثلاثية الابعاد بسبب قدرتها العالية على اقتناص الفوتونات وهي خلايا عالية الكفاءة ,حيث تم التوصل الى كفاءة مختبرية لهذا النوع بحدود 35,6% يستخدم هذا النوع لتطبيقات الفضاء[20].



الشكل (2-19) الخلايا الرقيقة

3.14.2 الخلايا الشمسية العضوية :

هي خلايا شمسية جديدة قابلة لاعادة التدوير ,مصنوعة من الأشجار او اكثر تحديدا ,فقد تم تصنيعها من الركيزة الأساسية التي يمكن ان يحصل عليها من أي نبات اخر. تصنع هذه الخلايا الشمسية من البوليمر المعتمد على ركائز السليلوز الثانوية ,لانشاء خلايا شمسية اكثر استدامة ,ويمكن إعادة تدويرها بسرعة في المياه في درجة حرارة الغرفة ,وتمتاز بانها منخفضة التكاليف ,تعطى خلايا قابلة للتشكيل وبالوان مختلفة وذات وزن خفيف.



شكل (2-26) خلية شمسيةعضوية

4.14.2 الخلايا الشمسية الصبغية :

وهي مصنوعة من مواد منخفضة التكلفة وسهلة التصنيع

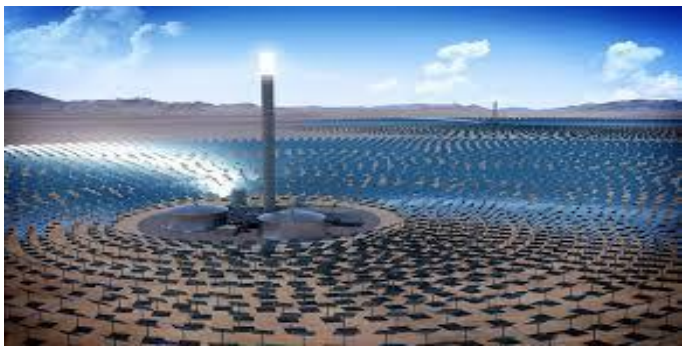
وهذه الخلايا يتم غمس حبيبات نانونية شفافة "غير معتمة" عالية المسامية من "ثاني أكسيد التيتانيوم "بمركب مادة عضوية .غالبا ماتكون لمركب عضوي من مركبات عنصر الروثنيوم فتترسب جزيئات الطلاء العضوي على الاسطح الخارجية لحبيبات أكسيد التيتانيوم التي تغمر داخل محلول الكتروليتي يوضع بالخلية [21]

الشكل (2-20) خلية شمسية صبغية

5.14.2 الخلايا الشمسية المركزة :

تجمع هذه التقنية بين التصميم البصري المركب العاكس عالي التركيز الخاص بها والخلايا الشمسية متعددة الوصلات .وتشتمل 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 500مرة على المستقبل البصري ,الذي يوجه الضوء الى خلية شمسية عالية الكفاءة لديها اكثر من ضعف كفاءة خلايا السيليكون العادية [22]



الشكل (2-21) خلية شمسية مركزة

15.2 كيفية ربط الخلايا الكهروضوئية

بحكم ان جهد وتيار الخلية ضعيفان، يتم توصيل عدد كبير من الخلايا على التسلسل وعلى التفرع للحصول على الجهد والتيار اللازمين:

1.15.2تجميع الخلايا على التسلسل

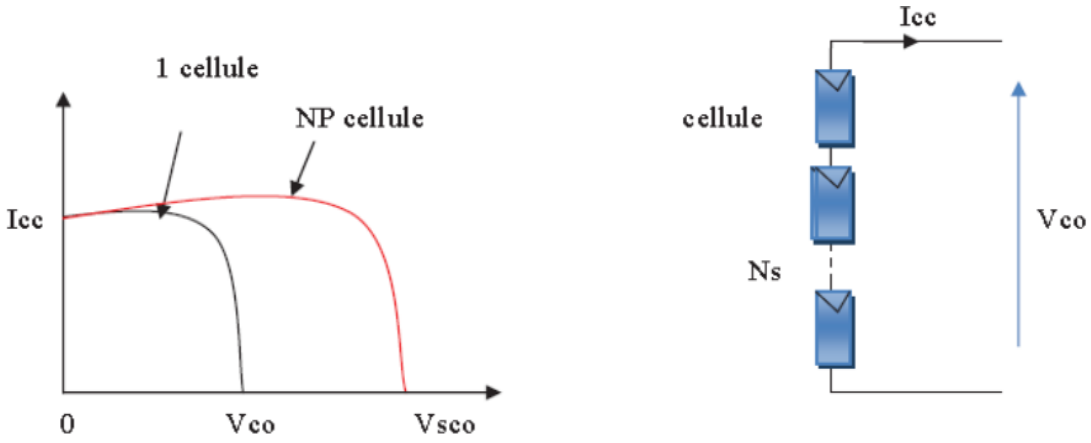
على التسلسل يجعل من الممكن زيادة التوتر الخلية الشمسية(N_S) عند ربط مجموعة من الخلايا وبالتالي فان فرق جهد الدارة المفتوحة هو عدد الخلايا مضروب في جهد الخلية الواحدة ,ولكن التيار يكون تيار خلية واحدة ويكون التوصيل كالتالي :(2 – 7) $V_{CONS} = N_S \times V_{CO}$

$$I_{CC} = I_C$$

V_{CONS}:مجموع الجهد في دارة مفتوحة لعدد من الخلايا المتسلسلة

N_S:عدد الخلايا المربوطة على التسلسل

I_{CC} : التيار في دارة مغلقة لعدد من الخلايا المتسلسلة



الشكل (2-22) التجميع على التسلسل

2.15.2 تجميع الخلايا على التفرع :

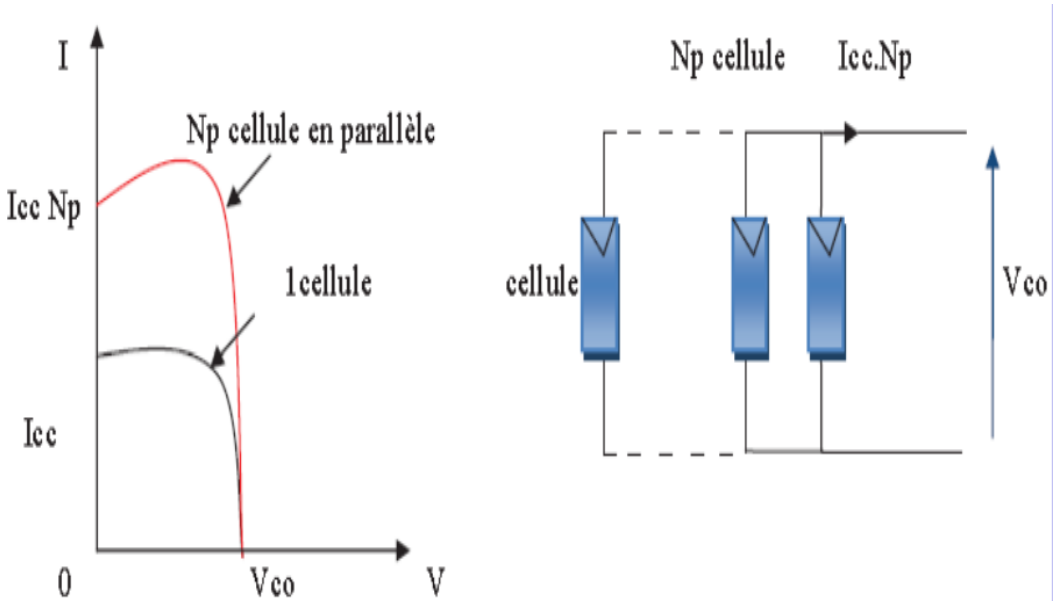
على التوازي يسمح بزيادة انتاج الخلية الشمسية ,(N_P)عند ربط مجموعة من الخلايا

وبالتالي يكون الجهد مساويا لجهد الخلية الواحدة بينما يكون التيار مجموعة التيارات الموصلة على التفرع .اي الزيادة في شدة التيار,ويكون التوصيل كالتالي:

$$= N_P \times I_{SC} I_{CCNP} \quad (8_2)$$

$$V_{CO} = V_{CONP}$$

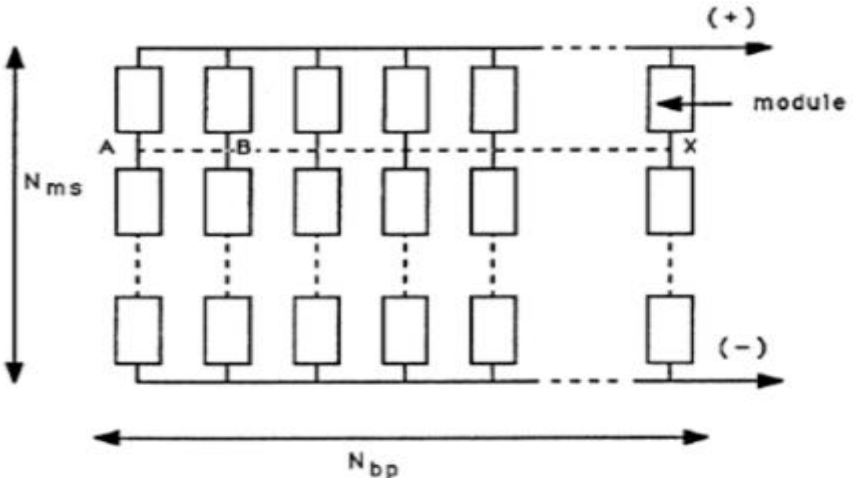
V_{CONP}: جهد دارة مفتوحة لخلايا (N_P) على التوازي



الشكل (2-23) التجميع على التفرع

3.15.2 تجميع الخلايا على التفرع والتسلسل :

يتم تجميع الخلايا على التسلسل ,والتوازي في ان واحد للحصول على قدرة اكبر ,فبذلك نحصل على جهد مرتفع نسبيا وتيار كبير نسبيا,ويكون التوصيل كما في الشكل التالي[23]

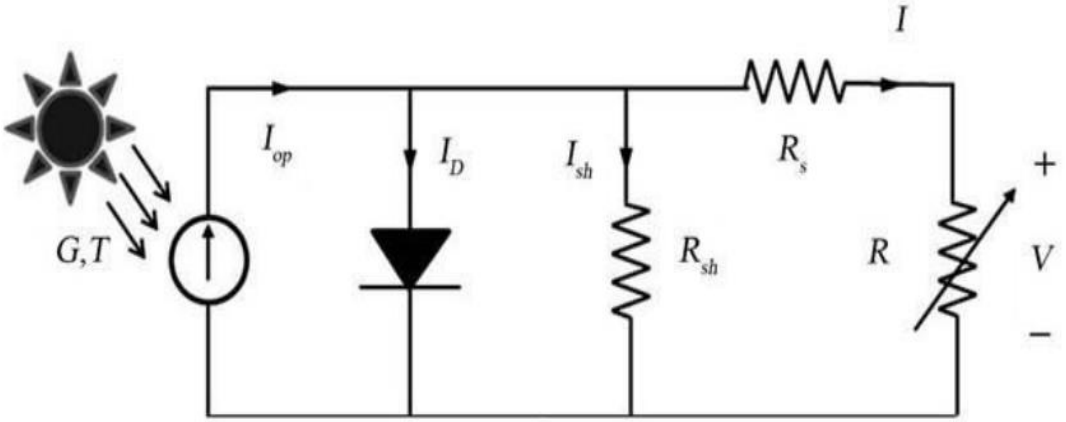


الشكل (2-24) : التجميع على التسلسل والتفرع

16.2 الدائرة المكافئة للخلية الكهروضوئية ومحدداتها :

لكي نفهم سلوك الخلية الكهروضوئية لابد من انشاء نموذج كهربائي لها, والذي يكون مبنيا بمكونات كهربائية معروفة وسهلة الدراسة والتحليل , في النموذج المثالي للخلايا الشمسية يتم تمثيل الخلية بمصدر للتيار الكهربائي

معه موحد ثنائي ديود ,ولكن عمليا لا يوجد خلية كهروضوئية مثالية لذلك يتم وضع مقاومة على التوازي ومقاومة أخرى على التوالي كمحاكاة للواقع .



الشكل (2-25) الدائرة الكهربائية المكافئة للخلية الضوئية:

17.2 الخصائص الكهربائية للخلية الكهروضوئية :

1.17.2 جهد دائرة مفتوحة V_{CO}:

وهو الجهد المقاس عند اطراف الخلية الشمسية عندما لا يمر في الدارة أي تيار ويعطى بالعلاقة التالية:

$$V_{CO} = \eta V_{CO}\, log\left(1 + \frac{I_{ph}}{I_S}\right) \qquad (9-2)$$

2.17.2 تيار الدارة القصيرة :

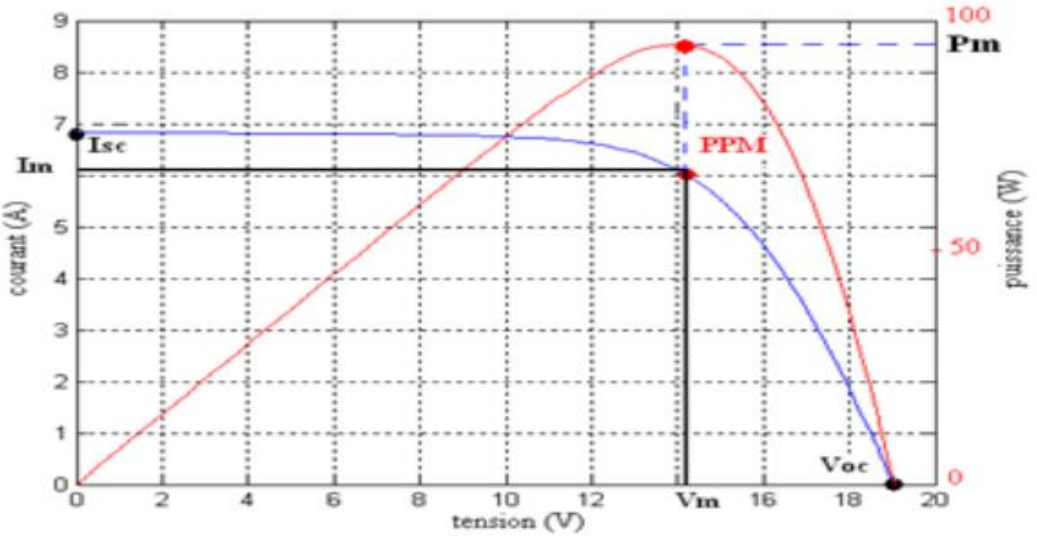
في الدارة القصيرة يعطي بالعلاقة التالية

$$I_{CC} = I_{Ph}$$

3.17.2 القدرة القصوى ***Maximum power*** :

تعرف القدرة الكهربائية القصوى بانها الناتج الأعلى من حاصل الضرب بين الجهد والتيار عند نقطة التشغيل تعطى بالعلاقة

$$I_{mp} = P_{max}$$



الشكل (2-26): منحنيات مميزة للوحدة الكهروضوئية

4.17.2 معامل الشكل FF :

يعرف معامل الشكل هو النسبة بين الطاقة القصوى والمنتجة ويعطى بالعلاقة التالية

$$FF = \frac{P_m}{I_{CC} \times V_C} = \frac{I_m \times V_m}{I_{CC} \times V_{CO}} \qquad (10-2)$$

18.2 كفاءة الخلية الكهروضوئية :

تعرف على انها النسبة بين الطاقة القصوى التي تنتجها الخلية وقوة الاشعاع الشمسي الذي يصل الى الخلية , ويتم قياس هذه الكفاءة في شروط نظامية التالية [24]

- شدة الاشعاع الشمسي $H = 1000[\omega/m^2]$
- حرارة الخلية $T = 25[°C]$
- كتلة الهواء $Am = 1.5$

وبالتالي (m^2) وH_{ins} شدة الاشعاع (w/m^2) حيث ان هو سطح الخلية

فان المردود الطاقة يكتب) $\eta = \frac{p_m}{H_{ins}} s$ (11-2)

19.2 العوامل المؤثرة على كفاءة الخلية الشمسية :

–العلاقة بين طاقة فوتونات ضوء الشمس وطاقة ربط الالكترون بالذرة

– تحول طاقة الفوتونات ا الممتصة إلى حرارة إن الفوتونات التي طاقتها اكبر من طاقة ربط الإلكترون (طاقة التكافؤ) تصل على أعماق مختلفة داخل الخلية ` و يؤدي هذا إلى أن قسما من الإلكترونات المحررة تتحرر من منطقة بعيدة عن نقاط الاتصال ولا تستطيع الوصول إليها وبهذا تضيع طاقتها الحركية على شكل حرارة ` بالإضافة إلى ذلك فان ذلك الجزء من طاقة الفوتون التي تزيد عن طاقة الربط يكتسبها الإلكترون بشكل طاقة حركية لكنه لا يلبث أن يفقدها بشكل حرارة ذلك أنها طاقة زائدة عن حاجته للتحرر ` وفي خلايا السيليكون تبلغ الطاقة المفقودة بشكل حرارة ما يعادل ٤٣ % من كمية الطاقة ا الممتصة أو ٣٣ % من مجمل طاقة الطيف الشمسي

–تسرب جزء من التيار الكهربائي خلال نقاط الاتصال. وتعتمد قيمة التيار المتسرب على درجة حرارة الخلية وبالتالي حرارة نقاط الاتصال فكلما ارتفعت درجة الحرارة هذه ازدادت كمية التيار المتسرب ومن هنا تأتي أهمية تبريد الخلايا الشمسية فالكفاءة النظرية لخلايا السيليكون تصل إلى صفر حيث ترتفع حرارتها إلى ٣٠٠ درجة مئوية

–مصادر خسارة أخرى تتمثل بعكس الخلية لجزء من الإشعاع الشمسي والخسارة الناتجة عن إعادة اتحاد بعض الإلكترونات المحررة بالفجوات [25]

20.2قضبان توصيل الخلية الشمسية وأهميتها

قضبان التوصيل :بشكل مبسط هي تلك الخطوط(القضبان الصغيرة ذات اللون الابيض (المصنوعة من الفضة والتي نراها عادة على سطح الخلية الشمسية وظيفتها تأمين ممرات أو مسارات للتيار الكهربائي المحول من الاشعاع الساقط على الخلية وتسمى أيضا (بمجمعات التيار)

الشكل (2-27): تطور الخايا الشمسية المتعددة القضبان

عدد القضبان في الخلايا :إذا تكلمنا عن خلية شمسية بقاضبين فهذا يعني انا اللوح الشمسي المكون من هذه الخلايا أيضا مكون من قاضيبين . بحثنا عن تاريخ الخلايا نجد أن الخلايا الشمسية بقاضبين و ثلاثة قضبان

وحتى خمسة قضبان هي تقنيات قديمة جدا ولم تعد الشركات الصانعة تصنع منها في معاملها نظرا لتطور العلم وصناعة خلايا شمسية ب 1 و 9 و 12 قضيب وبالتالي بديها تحسن في أداء الخلية ومردود االلواح بشكل عام.

– مهمتها تجميع التيار والوصل الكهربائي بين الخلايا (نقل التيار الكهربائي الى شرائط متصلة بالوجة الامامي)

21.2 العاكس الكهربائي ؟

يعتبر العاكس الكهربائي الطاقة الشمسية أحد المكونات الاساسية والذي يستخدم في تنظيم جهد أاللواح الشمسية وكذلك شحن بطاريات الطاقة الشمسية من اللواح أو الشبكة العمومية وتحويل طاقة أللواح الشمسية من التيار المستمر إلى التيار المتردد[26]

الشكل (2-28) العاكس الكهربائي

2. 22تطبيقات الخلايا الشمسية :

هنالك العديد من التطبيقات التي تدخل الطاقة الشمسية في تركيبها وذلك لما لها من مميزات عدة في استخدامها ,ومن ابرز التطبيقات ما يلي:

–انارة أعمدة الانارة في الشوارع, اصبح الاعتماد على الخلايا الشمسية في أعمدة الانارة في الشوارع امرا بديلا عن توصيل الكوابل الكهربائية بين تلك الاعمدة

–الأجهزة المحمولة التي تعتمد على الطاقة الشمسية .مثل الشواحن المحمولة والهواتف و الساعات و الكشافات المزودة بالخلايا الشمسية [27]

–تصميمات الديكور, هنالك العديد من التصميمات الديكورية التي تعتمد على دمج الخلايا الشمسية الضوئية مما تعمل على إضافة لمسة جمالية في المكان

–أجهزة رفع المياه من بطن الأرض, هنالك بعض المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية وبذلك تعد تلك الأجهزة هي بديلا عن الأجهزة الأخرى التي تعتمد على الكهرباء لهذه الالية وعادة ما يتم استخدام تلك الطريقة في البلاد النائية التي تفتقر الى الكهرباء والعديد من الخدمات والطاقات

–التدفئة المنزلية حيث يتخذ غالبية الناس في أيام الشتاء مصدرا جيدا للحصول على الدفيء اللازم

–تسخين المياه و بهذه الالية من استخدام الشمس مصدرا لتسخين المياه فان هنالك العديد من أنواع الطاقات التي قد تشكل مصدرا ملوثا للبيئة تكون قد تم الاستغناء عنها ,واستخدمت الطاقة الشمسية بدلا جيدا

–شحن البطاريات نعتمد بعض من أنواع البطاريات على استخدام الخلايا الشمسية كمزود لها[28]

2-23 الجوانب الإيجابية والسلبية لاستخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية :

2-23 -1 الجوانب الإيجابية:

–طاقة متجددة وغير نابضة وصديقة للبيئة

–ليس لها ضوضاء عند العمل

–يمكن ان تستعمل في أي مكان به ضوء الشمس

–تدوم لفترات طويلة حيث تبقى فعاليتها لمدة 20الى 30 سنة

2-23-2 الجوانب السلبية:

–لايمكن انتاج الطاقة عند انعدام الاشعة الشمسية ,في حالة الغيوم والامطار وسقوط الثلج

–لا يمكن انتاج الطاقة في الليل

–تدهور كفاءة الالواح الشمسية مع الوقت

–ارتفاع تكلفة الإنتاج اللوح الشمسي ,الامرالذي يصعب التوسع في استغلالها[29]

المراجع

[1] Baamr Abdelmalek .Eldjouzi Abdelhakim (Etude de L'effet des Rayons Cosmiques sur La Dégradation des Cellules Photovoltaïques) MIEMOIRE MASTER ACADEMIQUE, Universite Ahmed Draia,adrar 2017_2018

[2] محمد رافت إسماعيل رمضان"محطات مركزات الطاقة الشمسية لدكتور مهندس محمد خياط كتاب الطاقة المتجددة الطبعة الأولى 1986 دار الشروق للنشر مقال من مجلة الكهرباء العربية العدد 99يناير 2010

[3] مقال "الطاقة الشمسية" موقع ويكبيديا العربية بتصريف 2024-3-21

[4] Solar electricity engineering of. photovoltaïque system 1994" Lorenzo and Araujo "

[5] G . Christopher .A. Ebbesen, D ,Sune, M, Mogens. F Lackner and S.Klaus "Sustainable hydrocarbon fuels by recycling CO_2 and H_2o with renewable or nuclear energy». Renewable and Sustainable Energy Reviews 15(1).

[6] Tabet," Etude d'un Distillateur Solaire a cascade, "thèse magister. Université de Constantine 17Algerie2010

[7] هندسة الطاقة الشمسية د.ياسر فتحي ناصر دار الكتب الوطنية .بنغازي 7002 جامعة سبها

[8] Yves Jannot ,Thermique Solaire,Octobre2003 /Gisomont Slaire Et Transferts En Ergetique ,Alian ,Ricaud ,Jan 2011

[9] Gisomont Slaire Et Transferts En Ergetique ,Alian ,Ricaud ,Jan 2011

[10] Hamani Nadjette.Modelisation Du Flux Solaire Incident Et De La Temperature De Sortie Dans Un Capteur Solaire A Eau Avec Effet De Concentration Du Rayonnement Solaire Incident, Memoire De Magister, Universite Mohamed Khider– Biskra,2005

[11] عبد الحافظ ,نشوى ,"العلاقة التكاملية بين المباني والخلايا الكهروضوئية " 2006 ,(رسالة عبد الرزاق نجيل كمال ,سرب فوزي عباس 2008 "تشكيل واجهات المجمعات السكنية واثره في المشهد الحضري لمدينة بغداد ".مجلة الهندسة والتكنولوجيا , المجلد 26 العدد5.

[12] عبد الهادي، مروة "نحو تشكيل معماري مستدام باستخدام الخلايا الكهروضوئية", (رسالة ماجستير غير منشورة) ,2011 الجامعة المنصورة مصر ة

[13]2024-3-2 www.britannica.com

[14] محفوظ م .محمد بن يسلم (الاشعاع الشمسي)،مجلة العلوم والتقنية , العدد الرابع والثلاثون 1996

[15] مريم ازهر على غالب ,ام.د علاء بدر حسن "تقييم كفاءة خلية شمسية من مادة السيلكون ذات اخاديد مختلفة الشكل باستخدام برنامج زيماكس " كلية التربية للعلوم الصرفة ,جامعة بغداد.2010

[16] د .اسامة احمد العاني.موسوعة العلوم والتقنية العدد 34

[17] الخطيب، محمد "دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة و التشكيل المعماري لمباني السكنية في قطاع غزة ,الجامعة الإسلامية , غزة 2015

[18] رشدي كريم .الطاقة الشمسية للنازل على شبكة الانترنت2024-3-4

http://solarsnipers.com/pages/article. détails/Solar, power. for. homes

[19] Garg H .P Adances insolar energy technology.Volume 3 Reidel Publishing.1789 BOSTON

[20] محمد يحي خطيب .دور الخلايا الشمسية في توفير الطاقة والتشكيل المعماري للمباني السكنية في قطاع غزة .مذكرة دكتوراة 2015

[21] د.كاميليا بوس محمد"الطاقة الكهروشمسية .الاسكندرية .2006

[22] Pedro Jose Debora.Julio Fernandez Ferichola. UNIVERSIDAD,CARLOS 3.DE Madrid 2024

[23] Otmane BENSEDDIK et Fathi Dja loud « Etude et optimisation du fonctionnement dun système photovoltaique » Mémoire de MASTER–Universite U.K.M .OUARGLA , 2011–2012

[24] BOOK SOLAR ENERGY FUNDAMENTALS .TECHNOLOGY .and Systems.2014

[25] محرم عبد الكريم "الخلايا الشمسية " مجلة الطاقة و الحياة ,مجلة علمية تقنية –العدد الرابع الربيع 2008

[26] حاج أيوب إبراهيم قرادي, هدروق محمد الأخضر "دراسة طرق تصميم تركيبات التوصيل و التوزيع الكهربائي للنظم الكهروشمسية وفق المعايير التقنية " جامعة قاصدي مرباح –ورقلة 2022.2021

[27] علي فليح عجام .د.نبيل محمد علي العبيدي "الكيمياء الصناعة وخاماتها " جامعة البصرة –كلية التربية 1989

[28] . استخدامتها. القاهرة 2006 الخياط محمد مصطفى "الطاقة مصادرها أنواعها"

[30] د .سمير سعدون .د مصطفى .د بلاد عبد الله ناصر _ احمد خضر سليمان الطاقة البديلة "مصادرها واستخدامتها –دار اليازوريا العلمية للنشر والتوزيع الأردن 2011

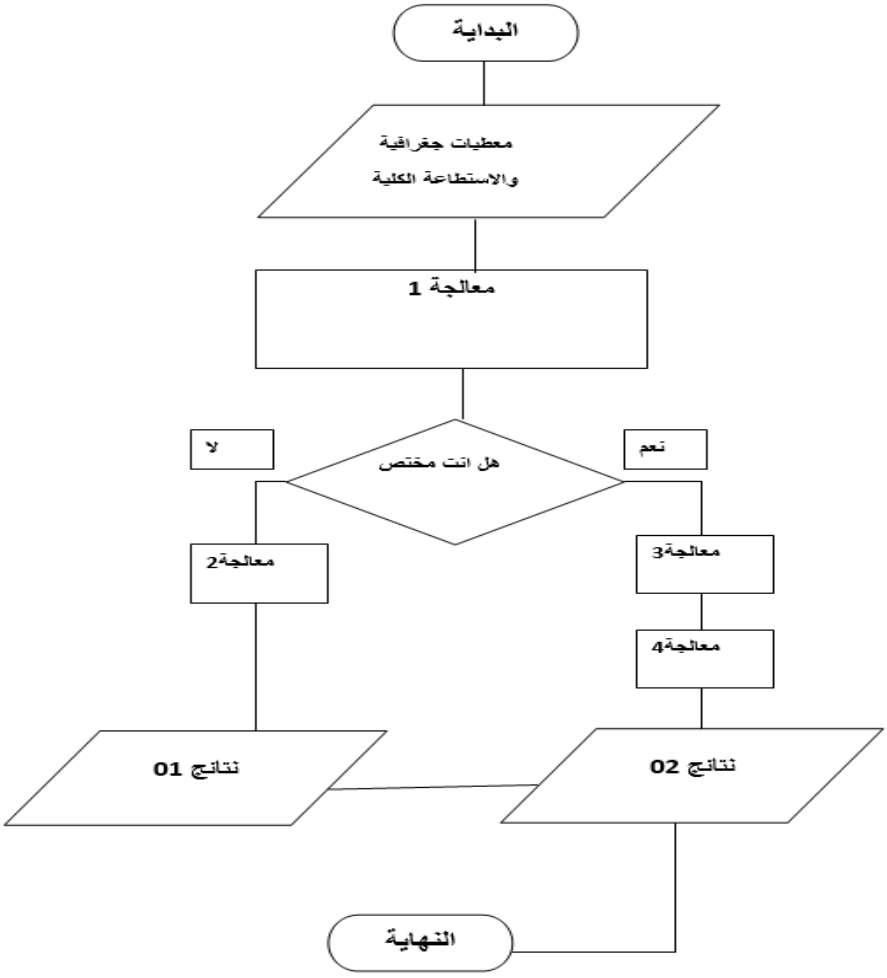
الفصل الثالث : تكاليف الاستلاك وتوجيهات التركيب

مقدمة *introduction*:

في ظل التزايد المستمر للاعتماد على الطاقة في مختلف جوانب حياتنا اليومية، أصبح من الضروري فهم كيفية استهلاك الطاقة وتوفيرها بطرق فعّالة ومستدامة و تحقيقًا لهذا الهدف، قمنا بتصميم تطبيق توجيهي يعتمد على برنامج عددي بلغة الفورتان ونموذج حسابي دقيق لضبط الاستهلاك الطاقوي, ولتجنب وتحطيم نمط الاستهلاك العالي الذي يؤدي إلى فواتير مرتفعة بدوره يعود بالنفع على المستهلكين والتقنيين على حد سواء ويدعم الجهود العالمية نحو اعتماد مصادر الطاقة المتجددة وتحقيق استدامة الطاقة

سنتعرف في هذا الفصل على الاستطاعة الفعلية الممكن استهلاكها خلال فترة زمنية محددة وباستخدام أجهزة معينة و على ما يقدم التطبيق من نصائح دقيقة في تقنيية تركيب الأنظمة الشمسية والألواح الشمسية

تم اعداد تطبيق توجيهي انطلاقا من برنامج عددي تم اعداده بلغة الفورترون و المبين مخططه بشكل :



الشكل 3-1 : مخطط التطبيق التوجيهي

وهو موجه الى فئتين مختلفتين: المستهلكين و التقنيين

بالنسبة للمستهلك

من خلال النموذج الحسابي تم اعداد تطبيق توجيهي يعمل من جهة على ضبط الاستهلاك الطاقوي و تفادي كسرشطر الاستهلاك الطاقوي ذو الفوترة المرتفعة.

3-1 الأستطاعة والاستهلاك :

3- 1 -1 نماذج للأجهزة ذات استطاعة الكبيرة 4kw)

مثال تطبيقي على ذلك لدينا الواجهة لاجهزة الكهرومنزلية المستخدمة يعطي البرنامج الاستطاعة المستهلكة كما يعطي توجيهات بان لا يتم استخدام بعض التجهيزات مع بعض حتى لا يتم اجهاد النظام الطاقوي من جهة و كذا تفادي ضياع الطاقة

كما ياخذ هذا التطبيق بعين الاعتبار الاستطاعة الفعلية الممكن استهلاكها خلال فترة زمنية محددة وباجهزة محددة.

بعض المنتجات	إستطاعة التشغيل القصوى	الإستطاعة التقنية	الإستهلاك اليومي للجهاز
ثلاجة	450 w	90 w	720 wh/day
5 انابيب (20 w) 3لمبات (20 w) 3 لمبات (5 w)	w 131	131 w	صيفا 250wh/J 400wh/dqy في الشتاء
المجمد	200 w	100 w	800wh/day
مجفف الشعر	1200 w	1200 w	600 wh /day
الحاسوب	90w	90 w	500 wh/day
التلفاز	60 w	60 w	400 wh/day
مكنسة كهربائية	2000 w	1000 w	500 wh/day
ألة غسيل	1500 w	500 w	800 wh/day

الشكل 3-2 تحديد الاحتياجات الكهربائية ذات استطاعة كبيرة

الحصيلة الطاقوية الإجمالية :

استطاعة التشغيل القصوى = $7{,}3\ w$

الإستطاعة التقديرية = $3{,}3k\ w$

الإستطاعة التقديرية المعززة (التقنية) = $4\ kw$

الإستهلاك اليومي في الشتاء: $5{,}12\ kwh/day$ وفي الصيف: $4{,}97kwh/day$

من اجل تعويض الفقد نضيف 20 % الي الإجمالي للإستهلاك اليومي

$$10{,}09 + (10{,}09 \times 0{,}20) = 12{,}108\ kwh/day$$

3-1-2 نماذج أجهزة ذات إستطاعة صغيرة (200 w) :

بعض المنتجات	استطاعة التشغيل القصوى	الإستطاعة التقنية	الإستهلاك
5 انابيب (20 w) 3لمبات (20 w) 3 لمبات (5 w)	131 w	131 w	250 wh/daay في الصيف 400 wh /day في الشتاء
التلفاز	60 w	60 w	400 wh/day

جدول 3-2 تحديد الاحتياجات الكهربائية ذات استطاعة صغيرة

الحصيلة الطاقوية الإجمالية :

استطاعة التشغيل القصوى : 191 w

الاستطاعة التقديرية :191 w

الاستطاعة التقديرية المعززة :200 w

الاستهلاك اليومي : في الصيف 600 wh/day في و الشتاء 1050 wh/day

بلنسبة لحساب الطاقة المستهلكة في اليوم : ناخذ كمثال

9 مصابيح ذات 5 w في 6 ساعات =270

1حاسوب ذو 90w في 6 ساعات =540

1تلفاز ذو 60w في 6 ساعات =360

نجمع 270+540+360 = 1170w

اذن اجمالي الطاقة المستهلكة في اليوم هي 1170w

اجمالي الطاقة المراد توليدها :

بطبيعة الحال يوجد فاقد اثناء التركيب أي منظومة كهربائية ,والفاقد قد يصل الى 30 بسبب التوصيل وجودة الاسلاك ومقاومة البطاريات المستخدمة فانه يجب إضافة هذا الفاقد لاجمالي الطاقة المستهلكة

اجمالي الطاقة المرادة = اجمالي الطاقة المستهلكة في اليوم × 1.3

اذن اجمالي الطاقة المرادة:

$1170 \times 1.3 = 1,521$w بالنسبة لتقني التركيب

ثانيا من خلال هذا التطبيق و انطلاقا من البرنامج الحسابي يستفيد تقنيوا تركيب الالواح الشمسية من نصائح و توجيهات دقيقة تشمل مايلي:

3-2 الدليل الشامل للمنظومة الشمسية :

يقدم التطبيق دليل شامل لكل من الألواح الشمسية و البطاريات و أسلاك التوصيل ومنظم الشحن والعاكس قبل تركيبها

3-2-1 الالواح الشمسية :

- حساب طاقة الالواح الشمسية :

باخذ معدل الاشعاع الشمسي في اليوم للمنطقة ما التي سيتم تركيب الالواح فيها ويكون بين 4-6,3 وهو اعلى النسب في العالم

$$Pfor\ sun\ cells \qquad 4 \div 1,521 = 380 \ \text{w}$$

- حساب عدد اللواح الشمسية:

باخذ لوح ذو قدرة 100 w

$$N = \frac{Pfor\ sun\ cells}{Pmax} = \frac{380}{100} = 3.8\text{w}$$

يساوي 4 الواح من 100w او لوحين 200 w

- أنواع الألواح وتكلفتها :

1. الألواح الشمسية أحادية البلورة (Monocrystalline)

- مميزات: كفاءة عالية (15-20%)، تعمل بشكل جيد في الظروف الساطعة والمنخفضة الإضاءة، عمر افتراضي طويل.

- تكلفة: تتراوح بين 20,000 إلى 35,000 دينار جزائري للوحة بقدرة 300 واط.

2. الألواح الشمسية متعددة البلورات (Polycrystalline)

- مميزات: تكلفة أقل، كفاءة متوسطة (13-16%)، أداء جيد في الظروف المشمسة.

- تكلفة: تتراوح بين 15,000 إلى 25,000 دينار جزائري للوحة بقدرة 300 واط.

3. الألواح الشمسية ذات الأغشية الرقيقة (Thin-Film)

– مميزات: تكلفة إنتاج منخفضة، مرونة في الاستخدام، أداء جيد في درجات الحرارة العالية وظروف الإضاءة المنخفضة.

– تكلفة: تتراوح بين 10,000 إلى 20,000 دينار جزائري للوحة بقدرة 300 واط، ولكنها أقل كفاءة (7-13%) مقارنة بالألواح البلورية.

➢ عوامل تؤثر على التكلفة:

1. الجودة والعلامة التجارية: الألواح ذات العلامات التجارية المعروفة عادة ما تكون أغلى ولكنها تقدم ضمانات أطول وأداء أفضل.
2. السعة والكفاءة: الألواح الأكثر كفاءة تكون أغلى.
3. تكاليف التركيب والنقل: تختلف تكاليف التركيب بناءً على الموقع والخدمات المقدمة.
4. الدعم الحكومي والتعريفات الجمركية: قد تؤثر السياسات الحكومية على أسعار الألواح الشمسية.

➢ نصائح عند شراء الألواح الشمسية:

1. التحقق من الضمان: الألواح الشمسية تأتي عادة بضمان يتراوح بين 10 إلى 25 سنة.
2. التحقق من الشهادات: التأكد من أن الألواح تحمل شهادات الجودة والمعايير الدولية مثل IEC وTÜV.
3. مقارنة الأسعار: زيارة عدة تجار ومقارنة الأسعار والخدمات المقدمة.
4. التحقق من تقييم الأداء: قراءة المراجعات وتجارب المستخدمين الآخرين.

باختصار، عند اختيار الألواح الشمسية، يجب مراعاة التوازن بين التكلفة والكفاءة والجودة لضمان أفضل عائد استثماري على المدى الطويل

➢ المعطيات الجغرافية للألواح الشمسية:

- خط العرض: يؤثر خط العرض على كمية الإشعاع الشمسي التي تصل إلى سطح الأرض. المناطق القريبة من خط الاستواء تتلقى كمية أكبر من الإشعاع الشمسي على مدار السنة مقارنة بالمناطق الأقرب إلى القطبين.
- الارتفاع عن سطح البحر: المواقع العالية فوق سطح البحر تتلقى عادة كمية أكبر من الإشعاع الشمسي لأن الهواء أقل كثافة وبالتالي أقل غبار وملوثات.
- زاوية الميل المثلى: يجب ضبط زاوية الميل للألواح الشمسية لتتوافق مع خط العرض المحلي. القاعدة العامة هي أن تكون زاوية الميل مساوية لخط العرض، لكن يمكن تعديلها لتحسين الأداء الموسمي (زيادة الميل في الشتاء وتقليله في الصيف).

- الأنظمة المتتبعة:بعض الأنظمة تستخدم أجهزة تتبع شمسية تقوم بضبط زاوية الميل باستمرار لتحقيق الزاوية المثلى طوال اليوم والسنة.
- التوجيه:الاتجاه نحو الجنوب (في نصف الكرة الشمالي) :الألواح الشمسية يجب أن تواجه الجنوب للحصول على أقصى قدر من الإشعاع الشمسي. في نصف الكرة الجنوبي، يجب أن توجه نحو الشمال.
- انحراف الزاوية:انحراف صغير في الاتجاه (حتى 10-20 درجة) قد لا يؤثر بشكل كبير على الأداء، لكن الاتجاه المثالي يضمن أفضل كفاءة.
- الظروف المناخية :معدل السطوع:عدد الساعات الشمسية الساطعة في اليوم يؤثر بشكل كبير على كمية الطاقة المنتجة. مناطق ذات غيوم كثيفة أو أمطار متكررة ستنتج طاقة أقل.
- درجة الحرارة:الألواح الشمسية تعمل بكفاءة أقل في درجات الحرارة العالية جدًا. التهوية الجيدة للألواح تساعد في تقليل تأثير الحرارة.
- التلوث والغبار:التلوث الجوي والغبار يمكن أن يقلل من كفاءة الألواح الشمسية. تنظيف الألواح بانتظام يساعد في الحفاظ على كفاءتها.

3-2-2 البطاريات :

➢ حساب سعة البطاريات :

بافتراض أن فولتية النظام 12 فولت: افتراض ان الغيوم ستكون لمدة يومين

$$(1{,}521 \times 1{,}3 \times 2 \div 12) = 0{,}16\ A$$

➢ حساب عدد البطاريات :

عدد البطاريات = سعة البطاريات ÷ حجم البطارية المراد شراؤها

مع أخذ حجم البطارية المراد شراؤها 50 A

$$(0{,}16 \div 50) \cong 1$$

على أن يكون نوع البطارية جل ديب سايكل

➢ أنواع البطارية وتكلفتها :

1. البطاريات الرصاصية الحمضية (Lead-Acid Batteries)

البطاريات الغير محكمة الإغلاق (Flooded Lead-Acid - FLA)

-مميزات: تكلفة منخفضة، متاحة على نطاق واسع.

- تكلفة :تتراوح بين 15,000 إلى 30,000 دينار جزائري للبطارية بسعة 100 أمبير ساعة (Ah).

البطاريات المحكمة الإغلاق (Sealed Lead-Acid - SLA)

- بطاريات الجل (Gel)
- مميزات: لا تحتاج إلى صيانة، تعمل في درجات حرارة متنوعة.
- تكلفة: تتراوح بين 20,000 إلى 40,000 دينار جزائري للبطارية بسعة 100 أمبير ساعة (Ah).
- بطاريات AGM (Absorbent Glass Mat)
- مميزات: كفاءة عالية، مقاومة للاهتزازات.
- تكلفة: تتراوح بين 25,000 إلى 45,000 دينار جزائري للبطارية بسعة 100 أمبير ساعة (Ah).

2. بطاريات الليثيوم (Lithium Batteries)

ليثيوم أيون (Lithium-Ion - Li-ion)

- مميزات: كفاءة عالية، عمر افتراضي طويل، وزن أخف.
- تكلفة: تتراوح بين 50,000 إلى 100,000 دينار جزائري للبطارية بسعة 100 أمبير ساعة (Ah).

ليثيوم الحديد الفوسفات (Lithium Iron Phosphate - LiFePO4)

- مميزات: أمان أعلى، استقرار حراري.
- تكلفة: تتراوح بين 60,000 إلى 120,000 دينار جزائري للبطارية بسعة 100 أمبير ساعة (Ah).

3. بطاريات النيكل (Nickel-Based Batteries)

بطاريات النيكل-كادميوم (Nickel-Cadmium - NiCd)

-مميزات: تتحمل درجات حرارة متنوعة، تفريغ عميق.

- تكلفة: تتراوح بين 40,000 إلى 80,000 دينار جزائري للبطارية بسعة 100 أمبير ساعة (Ah).

بطاريات النيكل-هيدريد المعدني (Nickel-Metal Hydride - NiMH)

-مميزات: أعلى كفاءة من NiCd، أقل سمية.

- تكلفة: عادة ما تكون مرتفعة ونادراً ما تتوفر للاستخدام في الأنظمة الشمسية، قد تصل إلى 80,000 إلى 150,000 دينار جزائري للبطارية بسعة 100 أمبير ساعة (Ah).

4. بطاريات التدفق (Flow Batteries)

بطاريات الفاناديوم ريدوكس (Vanadium Redox Flow - VRB)

- مميزات: عمر افتراضي طويل، قابلة لإعادة الشحن بسهولة.
- تكلفة: تكلفة مرتفعة جداً، وقد تصل إلى 200,000 دينار جزائري أو أكثر للبطارية بسعة تعادل 100 أمبير ساعة (Ah).

➢ العوامل التي تؤثر على تكلفة البطاريات :

1. نوع البطارية: تختلف الأسعار بين بطاريات الرصاص الحمضية، الليثيوم، النيكل، والتدفق.
2. السعة التخزينية: السعات الأعلى (Ah أو kWh) تكلف أكثر.
3. الكفاءة: البطاريات الأكثر كفاءة (مثل الليثيوم) أغلى.
4. عمر البطارية: البطاريات ذات العمر الأطول تكون أغلى.
5. العلامة التجارية والجودة: العلامات المعروفة والجودة العالية تزيد من التكلفة.
6. التكنولوجيا الحديثة: التطورات والتكنولوجيا المبتكرة ترفع الأسعار.
7. تكاليف الإنتاج والنقل :تشمل تكاليف المواد الخام، التصنيع، والشحن.
8. حجم الشراء: الشراء بكميات كبيرة يقلل التكلفة.
9. الدعم الحكومي والسياسات الجمركية: الحوافز والدعم يقللان من التكلفة، بينما الضرائب تزيدها.
10. التطبيق والاستخدام: متطلبات خاصة لبعض التطبيقات تؤثر على التكلفة.

- نصائح عند شراء بطاريات :

1 .حدد احتياجاتك: اختر السعة والنوع المناسب لتطبيقك.
2. قارن العلامات التجارية: اختر علامة تجارية موثوقة بجودة وضمان جيد.
3 .تحقق من الكفاءة: ابحث عن بطارية ذات كفاءة عالية.
4. افحص الضمان: تأكد من وجود ضمان طويل ومناسب.
5 .ابحث عن الشهادات: اختر بطارية تحمل شهادات ومعايير دولية.
6. انظر في تكاليف الصيانة: فضل البطاريات التي لا تتطلب صيانة دورية.
7 .اقرأ التقييمات: تحقق من مراجعات وتجارب المستخدمين الآخرين.
8 .قارن الأسعار: احصل على أفضل قيمة بمقارنة عدة تجار.
9. استفد من الحوافز: تحقق من الحوافز الحكومية المتاحة.
10. تأكد من خدمات ما بعد البيع:اختر موردًا يقدم دعم فني وصيانة

3-3 أسلاك التوصيل :

لتوصيل الألواح الشمسية بمنظم الشحن، ومن ثم توصيل منظم الشحن بالبطاريات، يجب مراعاة عدة عوامل لضمان السلامة والكفاءة. إليك الخطوات الأساسية والنصائح لاختيار الأسلاك المناسبة:

- اختيار نوع السلك:

_ سلك نحاسي: يفضل استخدام الأسلاك النحاسية بسبب كفاءتها العالية في نقل التيار الكهربائي ومقاومتها للتآكل.

-سلك عازل جيد: تأكد من أن السلك محاط بطبقة عازلة جيدة لتحمل الظروف البيئية المختلفة وحماية النظام من القصر الكهربائي.

- .حساب مقطع السلك:

يتم حساب مقطع السلك بناءً على التيار المار فيه وطول السلك. الصيغة الأساسية لحساب مساحة مقطع السلك هي:

$$\frac{I \times L \times 0{,}017}{V} = A$$

A =مساحة مقطع السلك (بالمليمتر المربع)

I =التيار الكهربائي (بالأمبير)

L=طول السلك (بالمتر)

V =الفقد في الجهد المسموح به (عادةً يكون 2-3%)

- اختيار طول السلك:

-بين الألواح والمنظم: يجب أن يكون الطول كافياً لوضع الألواح في المكان المناسب، مع مراعاة تجنب الطول الزائد لتقليل الفقد في الجهد.

-بين المنظم والبطاريات: يجب أن يكون الطول مناسباً لوضع البطاريات بالقرب من المنظم لتقليل الفقد في الجهد.

- طريقة التركيب:

يمكن أن يدفن الكابل في الأرض مباشرة أو داخل مجاري كما يمكن أن يوضع على أرفف أو داخل أنابيب هوائية وفى جميع هذه الحالات يجب معرفة الحيز المخصص لمرور الكابلات ومدي تقاربها من بعضها خاصة إذا كانت هذه الكابلات تعمل على جهود مختلفة

- البيئة المار فيها الكابل :

قد يمر مسار الكابل بمناطق ذات درجات حرارة مرتفعة مما يتطلب أنواعًا خاصة من العازل كما قد يمر الكابل بمناطق خطرة أو معرضة للحرائق أو الإنفجارات أو تحتوي على مواد كيماوية حارقة أو معرضة لإجهادات ميكانيكية عالية وفى مثل هذه الحالات يجب اختيار الكابل المناسب من حيث مواد العزل والحماية الخارجية أو التسليح الميكانيكي وقد يتطلب الأمر في بعض الأحيان اختيار كابل بمرونة عالية نظرًا لتعرض مساره للانحناءات الحادة المتكررة

➢ مواصفات الكابلات:

بمجرد الإنتهاء من الاختيار المناسب للكابل فإن كتابة مواصفاته تصبح عملا روتينًا بحيث تتضمن:

- عدد الموصلات أو القلوب
- مادة الموصل ومساحة مقطعه
- نوع العازل
- الجهد المقنن (جهد التشغيل الطوري وجهد العزل).
- طريقة الحماية بواسطة الغلاف المعدني
- الحماية الخارجية
- قدرة الكابل على احتمال تيارات القصر
- أية تجهيزات مطلوبة أخري

➢ احتياطيات التركيب:

تحتاج عملية تركيب الكابل إلى احتياطات خاصة لتجنب تلفه توجز فيما يلي:

- الا يتم تركيب الكابلات التى تدخل مادة PVC في مكوناتها في الأجواء شديدة البرودة حيث يكون العازل أو طبقة الحماية الخارجية شديد القصافة Brittle وسهل التعرض للشروخ
- إن أحد العيوب الاساسية في موصلات الألومنيوم هو تكون طبقة صلدة رقيقة من الأكسيد على سطح الموصل ورغم أن هذه الطبقة تهيئ حماية ضد تآكل الموصل إلا أنها تتسبب في العديد من المشاكل خصوصًا عند عمليات اللحام والتوصيل وتثبيت نهايات الكابل وعلى ذلك فيجب إتباع النشرات الفنية الخاصة بتركيب كابلات الألومنيوم بكل دقة ويمكن الحصول على هذه النشرات من مصانع الكابلات.
- عدم وجود أركان حادة لإنها قد تتسبب في إتلاف الكابل اثناء سحبه داخل المجري.
- عدم تعريض الكابل لقوي شد أكثر من المسموح بها اثناء عملية سحبه
- إحكام قفل نهايات الكابل لمنع دخول الماء أو الرطوبة إلى داخله والوصول إلى قلبه وتزيد أهمية هذه النقطة إذا كان الكابل موضوعًا في بيئة معرضة للماء أو الرطوبة.
- ألا يقل نصف قطر الثني للكابل عن الحد المسموح به

➢ الاختبـــــارات التركيب :

رغم أن معظم الاختبارات الخاصة بالكابلات تتم في المصنع , إلا أنه يجب إجراء بعض الاختبارات عند استلام و بعد التركيب و من أهم هذه الاختبارات:

- الأبعاد : يتم قياس قطر الموصل وسمك العزل والغلاف وباقي مكونات الكابل بعناية تامة عن الاستلام ويسعمل في ذلك ميكرومتر خاص . ويجب التأكد من أنها مطابقة للمواصفات المعطاة من المصنع كما يجب الاهتمام بسمك العازل بصفة خاصة ومطابقة ذلك بالمواصفات القياسية
- مقاومة وسعة العازل : يتم قياس مقاومة العازل وسعته باستخدام أجهزة وطرق القياس العادية ويمكن إجراء هذا الاختبار بسهولة لقياس المقاومة بين كل موصل والغلاف وبين كل موصل والأرض وبين كل موصلين ويمكن إجراء هذا القياس بعد التركيب ثم بعد التشغيل على فترات دورية
- اختبار الجهد العالي : يتم هذا الاختبار بتسليط جهد كهربي على الكابل ثم رفع هذا الجهد حتى أربعة أمثال جهد العزل المقنن لفترة 15 دقيقة وذلك إما على مرحلة واحدة أو عدة مراحل ويمكن إجراء هذا الاختبار باستخدام جهد ثابت أو جهد متردد ويفضل استخدام الجهد الثابت وخاصة بعد عملية تركيب الكابل.

➢ توصيات عامة:

-التأكد من الاتصال الجيد: تأكد من أن التوصيلات محكمة وباستخدام وصلات ذات جودة عالية.

-استخدام أنابيب حماية: يمكن وضع الأسلاك داخل أنابيب حماية خاصة لحمايتها من العوامل البيئية والأضرار الميكانيكية.

-الصيانة الدورية: قم بفحص التوصيلات والأسلاك بانتظام للتأكد من سلامتها وعدم وجود تلف أو تآكل.

➢ الصيانة والسلامة:

- تأمين التوصيلات بإحكام: تأكد من تثبيت وصلات الأسلاك بإحكام لتجنب الفصل أو التمزق

-التحقق من العوازل: فحص العوازل بانتظام للتأكد من عدم وجود تلف أو تآكل يمكن أن يؤدي إلى حوادث

-مراعاة القوانين واللوائح: تأكد من اتباع القوانين واللوائح المحلية والوطنية المتعلقة بالتثبيت الكهربائي والسلامة

3-4 منظم الشحن :(Charge Controller)

يتحكم في شحن البطاريات ويمنع الشحن الزائد أو التفريغ العميق للبطاريات.

➢ منظم الشحن من نوع PWM (Pulse Width Modulation):

يستخدم تقنية تعديل عرض النبضة لتنظيم تدفق الطاقة إلى البطاريات. يقوم بتخفيض الجهد تدريجيًا مع اقتراب البطارية من الشحن الكامل يعتبر أقل تكلفة وأبسط في التصميم، ولكنه أقل كفاءة مقارنة بـ MPPT.

➢ منظم الشحن من نوع MPPT (Maximum Power Point Tracking):

يقوم بتعقب نقطة الطاقة القصوى للألواح الشمسية ويضبط الجهد والتيار للحصول على أعلى كفاءة ممكنة في تحويل الطاقة يمكن أن يزيد من كفاءة النظام بنسبة تصل إلى 30% مقارنة بمنظم PWM، ولكنه أغلى تكلفة وأكثر تعقيدًا.

5-3 العاكس (Inverter): يحول الكهرباء من تيار مستمر (DC) إلى تيار متردد (AC) الذي يمكن استخدامه لتشغيل الأجهزة المنزلية

- تكلفة العاكس الشمسي في الجزائر: تعتمد على عدة عوامل بما في ذلك النوع والقدرة والماركة. بشكل عام، تكلفة العاكسات الشمسية تتراوح بين 20,000 دينار جزائري (حوالي 150 دولار أمريكي) للعاكسات الصغيرة ذات القدرات المحدودة، وتصل إلى 150,000 دينار جزائري (حوالي 1,100 دولار أمريكي) أو أكثر للعاكسات ذات القدرات العالية والمخصصة لأنظمة الطاقة الشمسية الكبيرة.

❖ التطبيق التعليمي لضبط التكاليف والاحتياجات الطاقوية :

الشكل 3-1 واجهة التطبيق

الشكل 3-2 : QR Code التطبيق

من خلال تشجيع الاستخدام الذكي للطاقة قمنا بتصميم تطبيق لتوفير الطاقة يكون ضروريًا بحيث يساهم في زيادة الوعي بأهمية توفير الطاقة بين المستخدمين، مما يمكنهم من تغيير عادات استهلاك الطاقة

ثانيًا يمكن لتطبيق توفير الطاقة وأن يقلل من فواتير الطاقة للمستخدمين عبر تحسين كفاءة استخدامهم للطاقةالشمسية كما يعمل على حماية البيئة من خلال تقليل الانبعاثات الضارة والتأثير السلبي على البيئة

بالإضافة إلى ذلك، يقدم التطبيق نصائح وإرشادات للمستخدمين حول كيفية استخدام أجهزتهم بكفاءة، مما يساهم في تحسين أداء الأجهزة وزيادة عمرها الافتراضي.

في النهاية يمكن القول إن تطبيق توفير الطاقة يعود بالفائدة على المستخدمين والبيئة على حد سواء

الخاتمة Conclusion :

ان مصادر الطاقة الحالية تواجه تحديات بيئية واقتصادية، وهناك حاجة ملحة للبحث عن بدائل نظيفة ومستدامة. و الخلايا الشمسية تقدم حلاً فعالا بحيث أصبحت الطاقة الشمسية ضرورية لاستدامة البيئة والتخلص من الاعتماد على الوقود الأحفوري نظرا لكونها مصدراً نظيفاً ومتجدداً لتوليد الكهرباء، وتقلل من انبعاثات الغازات الضارة وتحسن جودة الهواء.

بفضل هذا النهج، يمكننا تحقيق الاستقلال الطاقي وتقليل تأثيراتنا البيئية السلبية، مما يجعل الخلايا الشمسية خياراً أساسياً في تحقيق مستقبل طاقوي أكثر استدامة ونظافة

ان ستغلال الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية يمثل خطوة حاسمة نحو تحقيق الاستدامة البيئية والطاقية. تعتبر الطاقة الشمسية مصدراً نظيفاً ومتجدداً للطاقة، والذي يمكن أن يلعب دوراً كبيراً في تخفيض الانبعاثات الضارة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

مع ذلك، يظهر أهمية حساب الاستطاعة الكهربائية في تحديد الحجم الصحيح لنظام الطاقة الشمسية المطلوب لتلبية الاحتياجات الكهربائية. هذا الحساب يساعد في تحديد عدد الألواح الشمسية والسعة الكهربائية اللازمة لضمان توفير الطاقة بشكل مستمر وفعال، كما يسهل أيضاً تخطيط وتنفيذ النظام بكفاءة واقتصادية.وهذا ماجعلنا نصمم تطبيق power sentry لضبط التكاليف والاحتياجات الطاقوية ليكون اول خطوة يخطوها المستخدم نحو الاستدامة والاستغلال العقلاني للكهرباء