الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي -

كلية التكنولوجيا

مذكرة نهاية الدراسة للحصول على شهادة

ماستر أكاديمي

الميدان : علوم و تكنولوجيا

فرع : هندسة الطرائق

التخصص : هندسة كيميائية

من اعداد :

يوسف مهاجر

سبوعي ياسين

الموضوع

دراسة انتاج الهيدروجين الشمسي في منطقة الوادي

نوقشت يوم :2017/05/27

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

الأستاذ: بودوح عصام (أ.م.م)	الرئيس.....جامعة الوادي
الأستاذ: شعايبية ناصر (أ.م.م)	المناقش.....جامعة الوادي
الأستاذ سالمي السعيد (أ.م.م)	المؤطر.....جامعة الوادي
الأستاذ خشخوش عبد الرحمان (أ.م.م)	مساعد المؤطر .....جامعة الوادي

2016/2017

الاهداء

الحمد لله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة
وأعاننا على أداء هذا الواجب ووفقنا إلى
انجاز هذا العمل

نتوجه بجزيل الشكر والامتنان
الى من ربياني صغيرا * امي وابي * حفظكما
الله ورعاكم
الى كل من علمني واخذ بيدي وانار لي طريق
العلم والمعرفة الى كل من شجعني في رحلتي
الى التميز والنجاح
الى كل من ساندني ووقف جنبي
الى كل من قال لي لا فكان سببا في تحفيزي
الى كل من كان النجاح في طريقه والتفوق
هدفه والتميز سبيله
اليكم جميعا احبتي كل الشكر والتقدير
والامتنان

يوسف ياسين

الفهـــــــرس

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

المقدمة العامة

الفصل الأول: التطور التكنولوجي لتوليد الطاقة الشمسية

مقدمة

Iنبذة تاريخية لمراحل تطور تكنولوجيا توليد الطاقة الكهربائية من الشمس.....4

I-1تحويل الطاقة الشمسية عبر التاريخ.....5

I–2 الإشعاع الشمسي 8

I-3 العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسي على سطح الأرض..... 13

I3--1: العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسي.....13

I3-- 2 التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي.....14

I3--3 الإشعاع الأرضي.....15

I3--4الإشعاع الجوي..... 16

II-الحرارة..... .17

II-1 ماهية الحرارة.....17

II-1-1أهمية الحرارة.....17

II 1-2 مصدرها.....17

II 1-3 المناطق الحرارية 18

II 1-4 قياس الحرارة.....18

II-2الخلايا الشمسية.....19

II-2-1 مفهوم الخلايا الشمسية.....19

II 2-2- صنع الخلايا الشمسية.....20

II 2-3- أنواع الخلايا الشمسية.....21

II-3كيفية عمل الخلايا الشمسية.....22

II-3 -1توصيل الألواح الشمسية.....23

II-3 -2 "بيل" تنتج عملياً الخلية الضوئية الأولى.....24

II-3-3 مميزات الخلايا الشمسية.....25

الفهـــــــرس

II -4 خصائص و مميزات الطاقة الشمسية المتجددة.....26

II-4 -1 مزايا وخصائص الطاقة الشمسية.....26

II-4 -2 أساليب تخزين الطاقة الشمسية..... 26

II-4 -3فوائد الطاقة الشمسية..... 27

II-4 -4 بعض مشاكل استخدام الطاقة الشمسية..... 28

II -4 -5 المكمن الشمسي الضخم بالجزائر.....28

IIIالإمكانيات التي تحوزها منطقة الوادي في مجال الطاقة الشمسية..... 29

الفصل الثاني: إنتاج الهيدروجين

I: الهيدروجين 32

I-1: الهيدروجين كمصدر للطاقة 33

I-1-1: اقتصاديات الهيدروجين..... 33

I-2: مراحل صناعة الهيدروجين 34

I-2 -1: طرق إنتاج الهيدروجين 34

I-2-2: خزن الهيدروجين ونقله.....36

II: إمكانية الجزائر في استعمال الهيدروجين كمصدر للطاقة..... 38

II-1: فجر اقتصاد الهيدروجين ذو المصدر المتجدد 38

II-2: أهم الانجازات العالمية في مجال الهيدروجين الشمسي..... 38

II-2-1: الهيدروجين الشمسي في الجزائر..... 39

الفصل الثالث: دراسة تجريبية حول إنتاج الهيدروجين

I- عموميات حول الهيدروجين 42

I-1 الخصائص الفيزيائية للهيدروجين 43

II الجانب التجريبي 43

II -1 طريقة العمل 44

II-2 النتائج و التحاليل 44

الخلاصة 48

الخاتمة العامة 50

قائمة الأشكال و الجداول

1 -قائمة الأشكال :

رقم الشكـــل	عنوان الشكـــل	رقم الصفحة
1- I	رسم توضيحي يبين سقوط أشعة الشمس على الأرض	05
-I2	رسم تخطيطي حول استخدامات الطاقة الشمسية	07
-I3	الأجزاء الأساسية للإشعاع الشمسي الساقط على سطح أفريقيا	09
-I4	الأجزاء الأساسية للإشعاع الشمسي الساقط على سطح معين	19
5-I	رسم توضيحي للخلية الشمسية ومكوناتها.	19
6- I	صورة تبين كيفية تركيب الخلية الشمسية.	21
7- I	رسم توضيحي يبين كيفية عمل الخلايا الشمسية.	23
8- I	توصيل الألواح الشمسيةعلى التوازي	23
9- I	توصيل الألواح الشمسيةعلى التوالي	24
10–I	المنظومة الشمسية لإنتاج الهيدروجين	44
11– I	المحلل الكهربائي	44
12– I	تغير حرارة الوسط بدلالة الزمن	45
13– I	تغير التوتر الناتج عن اللوح الشمسي بدلالة الزمن	45
14– I	تغير شدة التيار الكهربائي بدلالة الزمن	46
15– I	تغير تدفق الهيدروجين الناتج بدلالة الزمن	46
16– I	تغير مردودية المحلول و مردودية النظام الشمسي بدلالة	47

2 – قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
- I1	الخصائص الفيزيائية للهيدروجين	43

التسميات

الرموز	الوحدة
A : مساحة اللوح الشمسي	$م^2$
E: القدرة الضوئية	Kj/m^3
H: الاشعاع العمودي للشمس	w/m^3
I_L: شدة التيار	A
L: علو السطح	m
Q: تدفق الهيدروجين	ml/s
V_l: توتر اقطاب المحللة	V
η_s: مردودية النظام	%
η_e: مردودية المحللة	%
V: الكمون الكهربائي	فولط
T_a: حرارة الوسط	C^0

المقدمة

خلق الله الشمس والقمر كآيات دالة على كمال قدرته وعظم سلطانه وجعل شعاع الشمس مصدراً للضياء على الأرض وجعل الشعاع المعكوس من سطح القمر نوراً فالشمس تجري في الفضاء الخارجي بحساب دقيق أي أن مدار الأرض حول الشمس محدد وبشكل دقيق ، وآي اختلاف في مسار الأرض سيؤدي إلى تغيرات مفاجئة في درجة حرارتها وبنيتها وغلافها الجوي ، وقد تحدث كوارث إلى حد لا يكون عندها بقاء للحياة فقدرة الله تعالى وحدها جعلت الشمس الحارقة رحمة ودفئاً ومصدراً للطاقة حيث تبلغ درجة حرارة مركزها حوالي ($8-40^{\circ}$ x 10 (درجة مطلقة (كلفن) ثم تتدرج درجة حرارتها في الانخفاض حتى تصل عند السطح إلى 5762° مطلقة (كلفن) إن طاقة الشمس تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة في كوكب الأرض ومنها توزعت وتحولت إلى مصادر الطاقة الأخرى سواء ما كان منها مخزون في طاقة الرياح والطاقة الحرارية في جوف الأرض والطاقة المولدة من مساقط المياه والطاقة الشمسية وغيرها من مصادر الطاقة كالفحم الحجري والأخشاب ، وبما أن الطاقة الشمسية هي أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن القادم فإن جهود كثير من الدول تتوجه لها بمختلف صورها وترصد لها المبالغ اللازمة لتطوير المنتجات والبحوث الخاصة باستغلال الطاقة الشمسية كإحدى أهم مصادر الطاقة البديلة للنفط والغاز ، وقد أعطى النصيب الأوفر في البحوث والتطبيقات لمجال تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء ولا يتطلب إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى مركزية التوليد بل تنتج الطاقة وتستخدم بنفس المنطقة أو المكان وهذا ما سوف يوفر كثيراً من تكلفة النقل والمواصلات وتعتمد هذه الطريقة بصورة أساسية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية ، وتوجد في الطبيعة مواد كثيرة تستخدم في صناعة الخلايا الشمسية والتي تجمع بنظام كهربائي وهندسي محدد لتكوين ما يسمى باللوح الشمسي والذي يعرض لأشعة الشمس بزاوية معينة لينتج أكبر قدر من الكهرباء.

وقد أثبتت التجارب والتطبيقات العلمية والعملية إمكانية استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء على نطاق تجاري ، وقد منّ الله سبحانه وتعالى على الجزائر بقسط وافر من كمية الطاقة الشمسية حيث تعتبر الطاقة الشمسية الساقطة على المتر المربع الواحد في الجزائر من أعلى معدلاتها في العالم .

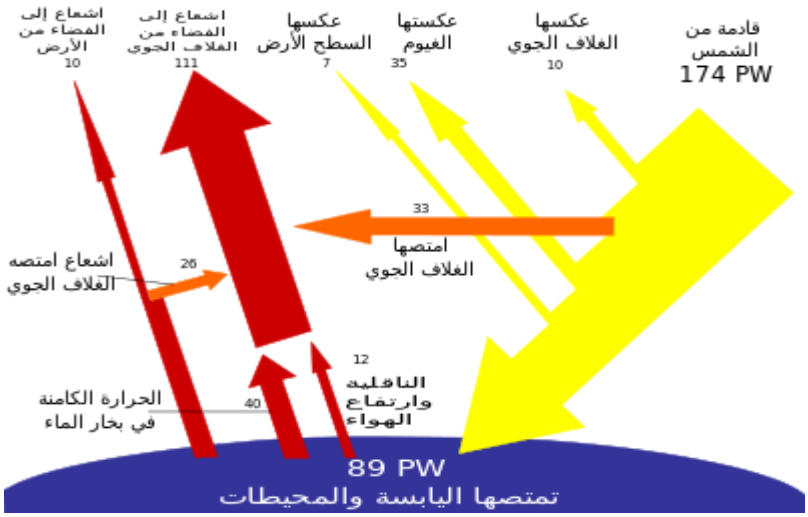
الفصل الأول: التطور التكنولوجي لتوليد الطاقة الشمسية

الفصل الأول: التطور التكنولوجي لتوليد الطاقة الشمسية

I- نبذة تاريخية لمراحل تطور تكنولوجيا توليد الطاقة الكهربائية من الشمس

استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل كما استخدمها في مجالات أخرى وردت في كتب العلوم التاريخية. فقد أحرق أرخميدس الأسطول الحربي الروماني عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية. وفي العصر البابلي كانت نساء الكهنة يستعملن آنية ذهبية مصقولة كالمرايا لتركيز الإشعاع الشمسي للحصول على النار. كما قام علماء أمثال تشرنهو سوسويز و لافوازيه وموتشوت وأريكسون وهاردنج وغيرهم باستخدام الطاقة الشمسية في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين الهواء. كما أنشئت في مطلع القرن الميلادي الحالي أول محطة عالمية للري بوساطة الطاقة الشمسية كانت تعمل لمدة خمس ساعات في اليوم وذلك في المعادي قرب القاهرة. لقد حاول الإنسان منذ فترة بعيدة الاستفادة من الطاقة الشمسية واستغلالها ولكن بقدر قليل ومحدود ومع التطور الكبير في التقنية والتقدم العلمي الذي وصل إليه الإنسان فتحت آفاقا علمية جديدة في ميدان استغلال الطاقة الشمسية.بالإضافة لما ذكر تمتاز الطاقة الشمسية بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى بما يلي:

- إن التقنية المستعملة فيها تبقى بسيطة نسبيا بالمقارنة مع التقنية المستخدمة في مصادر الطاقة الأخرى.
- توفير عامل الأمان البيئي حيث أن الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة لا تلوث الجو وتترك فضلات مما يكسبها وضعاً خاصا في هذا المجال وخاصة في القرن القادم[1- 3].



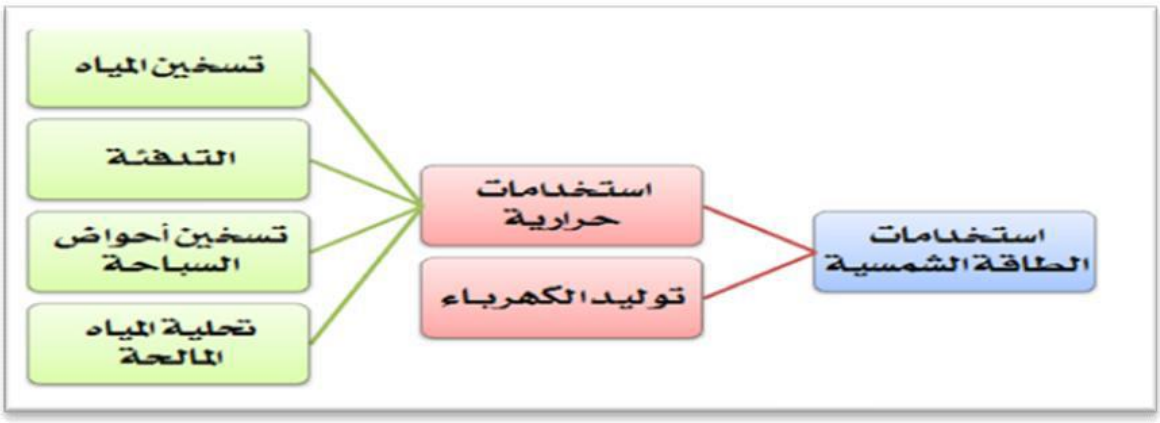
I -1 رسم توضيحي يبين سقوط أشعة الشمس على الأرض

I-1تحويل الطاقة الشمسية عبر التاريخ:

يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال آليتي التحويل الكهروضوئية والتحويل الحراري للطاقة الشمسية ويقصد بالتحويل الكهروضوئية تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بوساطة الخلايا الشمسية الكهروضوئية، وكما هو معلوم هناك بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئية تدعى اشتباه الموصلات كالسيليسيون والجرمانيوم وغيرها. وقد تم اكتشاف هذه الظاهرة من قبل بعض علماء الفيزياء في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي حيث وجدوا أن الضوء يستطيع تحرير الإلكترونات من بعض المعادن كما عرفوا أن الضوء الأزرق له قدرة أكبر من الضوء الأصفر على تحرير الإلكترونات وهكذا وقد نال العالم اينشتاين جائزة نوبل في عام1921من استطاعته تفسير هذه الظاهرة. وقد تم تصنيع نماذج كثيرة من الخلايا الشمسية تستطيع إنتاج الكهرباء بصورة علمية وتتميز الخلايا الشمسية بأنها لا تشمل أجزاء أو قطع متحركة، وهي لا تستهلك وقوداً ولا تلوث الجو وحياتها طويلة ولا تتطلب إلا القليل من الصيانة. ويتحقق أفضل استخدام لهذه التقنية تحت تطبيقات وحدة الإشعاع الشمسي (وحدة شمسية) أي بدون مركزات أو عدسات ضوئية ولذا يمكن تثبيتها على أسطح المباني ليستفاد منه في إنتاج الكهرباء وتقدر عادة كفاءتها بحوالي 20%أما الباقي فيمكن الاستفادة منه في توفير الحرارة للتدفئة وتسخين المياه. كما تستخدم الخلايا الشمسية في تشغيل نظام الاتصالات المختلفة وفي إنارة الطرق والمنشآت وفي

ضخ المياه وغيرها.أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الأطباق) الشمسية والمواد الحرارية.فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته. يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها. وتعد تطبيقات السخانات الشمسية هي الأكثر انتشاراً في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية. يلي ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التي يكثر استخدامها في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثل التمور وغيرها كذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية في طبخ الطعام، حيث أن هناك أبحاث تجري في هذا المجال لإنتاج معدات للطهي تعمل داخل المنزل بدلا من تكبد مشقة الجلوس تحت أشعة الشمس أثناء الطهي.

ورغم أن الطاقة الشمسية قد أخذت تتبوأ مكانة هامة ضمن البدائل المتعلقة بالطاقة المتجددة إلا أن مدى الاستفادة منها يرتبط بوجود أشعة الشمس طيلة وقت الاستخدام أسوة بالطاقة التقليدية. وعليه يبدو أن المطلوب من تقنيات بعد تقنية وتطوير التحويل الكهربائي والحراري للطاقة الشمسية هو تقنية تخزين تلك الطاقة للاستفادة منها أثناء فترة احتجاب الإشعاع الشمسي. وهناك عدة طرق تقنية لتخزين الطاقة الشمسية تشمل التخزين الحراري الكهربائي والميكانيكي والكيميائي والمغناطيسي. وتعد بحوث تخزين الطاقة الشمسية من أهم مجالات التطوير اللازمة في تطبيقات الطاقة الشمسية وانتشارها على مدى واسع، حيث أن الطاقة الشمسية رغم أنها متوفرة إلا أنها ليست في متناول اليد وليست مجانية بالمعني المفهوم. فسعرها الحقيقي عبارة عن المعدات المستخدمة لتحويلها من طاقة كهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية. وكذلك تخزينها إذا دعت الضرورة. ورغم أن هذه التكاليف حالياً تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطي صورة كافية عن مستقبلها بسبب أنها أخذة في الانخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية. بما أن الطاقة الشمسية تعتبر من المجالات والتخصصات العلمية الحديثة حيث يعود تاريخ الاهتمام بالطاقة الشمسية كمصدر للطاقة في بداية الثلاثينات حيث تركز التفكير حين ذاك علي إيجاد مواد وأجهزة قادرة على تحويل طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية وقد تم اكتشاف مادة تسمى السيليسيوم التي تتأثر مقاومتها الكهربائية بمجرد تعرضها للضوء وقد كان هذا الاكتشاف بمحض الصدفة حيث أن أساس البحث كان لإيجاد مادة مقاومتها الكهربائية عالية لغرض تمديد كابلات للاتصالات في قاع المحيط الأطلسي[1- 3].



I-2رسم تخطيطي حول استخدامات الطاقة الشمسية.

واخذ الاهتمام بهذه الظاهرة يتطور حتى بداية الخمسينات حين تم تطوير شرائح عالية القوة عن مادة السليكون تم وضعها بأشكال وأبعاد هندسية معينة وقادرة على تحويل أشعة الشمس ولكن كانت التكلفة عالية جداً، هذا وقد كان أول استخدام للألواح الشمسية المصنعة من مادة السليكون في مجال الاتصالات في المناطق النائية ثم استخدامها لتزويد الأقمار الصناعية بالطاقة الكهربائية حيث تقوم الشمس بتزويد الأقمار الصناعية بالطاقة الكهربائية حيث تكون الشمس ساطعة لمدة (24)ساعة في اليوم ولازالت تستخدم حتى يومنا هذا ولكن بكفاءة تحويل تصل إلى (16) وعمر افتراضي يتجاوز العشرين عاماً. ثم تلت فترة الخمسينات والستينات فترة مهمة أخرى في مجال الاهتمام بالطاقة الشمسية كمصدر بديل للطاقة وفي النصف الثاني للسبعينات حينما أعلن العرب حظر تصدير النفط إلى الغرب بدأت دول عديدة تعطي اهتمام بالغ بالطاقة الشمسية واستخدامها وقد أثمرت هذه الفترة في نشر وتطور تكنولوجيا الطاقة الشمسية حيث انتشر استخدامها في مجالات عديدة مثل: الاتصالات – والنقل – والإنارة. .. وغيرها، وقد أصبحت الطاقة الكهربائية المولدة من الشمس في المناطق التي تكون فيها الطاقة الشمسية عالية مثل اليمن تنافس المصادر التقليدية للطاقة من ناحية التكلفة الاقتصادية ويتطلب ذلك تصميم أنظمة الطاقة الشمسية المتكاملة لتوليد وخزن الكهرباء ومن ثم تحويلها من تيار مستمر إلى تيار متردد مثل الكهرباء التي نستخدمها في منازلنا جميعاً، ويبقى الدور المهم في كيفية نشر المعارف العلمية والتطبيقية بأهمية الطاقة الشمسية بين أوساط الطلاب في المرحلة الجامعية فما فوق وكيفية تطوير ونقل التكنولوجيا بأساليب سهلة وتكلفة اقتصادية ممكنة بحيث تساهم في حل بعض المشكلات الناجمة عن نقص الطاقة[1- 3].

I-2 الإشعاع الشمسي:

يعرف الإشعاع بأنه انتقال الطاقة غير المجسمة وانتشارها كما هو الحال في الطاقة الحرارية والضوئية والكهرومغناطيسية، وأحياناً يطلق على هذا النوع من الإشعاع اسم الإشعاع الأثيرى، وعلى ذلك يمكن تقسيم الإشعاع إلى ثلاثة أنواع رئيسية

الفرع الأول: أنواع الإشعاع الشمسي

أولاً : الإشعاع الشمسيSolar radiation

وينقسم بدورة إلى ثلاثة أنواع من الأشعة أيضاً هي :

- الأشعة فوق البنفسجية : Ultraiviolet Rays
- الأشعة الضوئية : Light Rays
- الأشعة الحرارية : Heat Rays

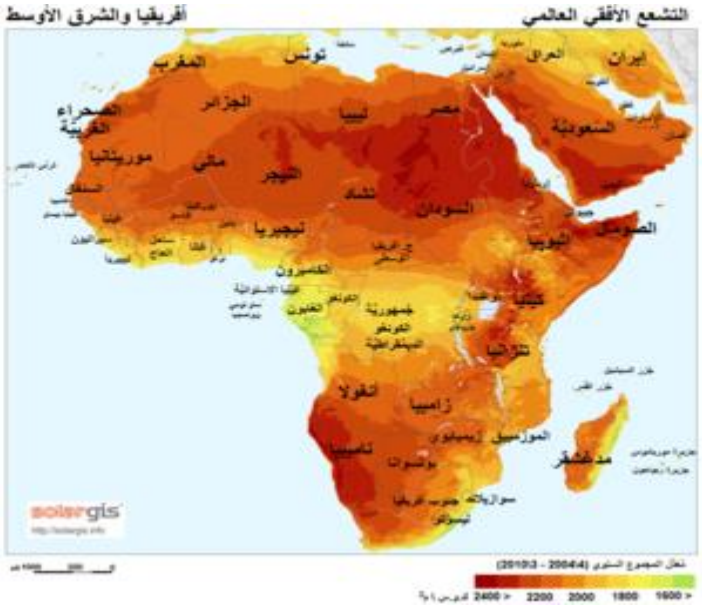
ثانياً : الإشعاع الأرضيEarth's Radiation

ثالثاً : الإشعاع الجوى : Atmosphere'sRediation

ولكن قبل أن نتعرض لأي من هذه الأشعة بالدراسة والشرح يجب أن نؤكد أن المصدر الرئيسي لهذه الإشعاع ت الثلاث هو الشمس، حيث أن الغلاف الجوى يستمد حرارته كلها تقريباً من جسم الشمس، فلا تساهم حرارة باطن الأرض في حرارة الغلاف الجوي بأي نصيب يذكر، حيث أن سمك القشرة الأرضية كفيل بأن يحول دون وصول الحرارة الباطنية إلى السطح، إلا في حالات نادرة عندما تجد حرارة الباطن منفذا لها إلى السطح الخارجي للقشرة الأرضية، كما هو الحال في فوهات البراكين والنافورات الحارة، ومع ذلك فإن تأثير هذه الحرارة ضعيف جداً بالنسبة لتأثير الحرارة المستمدة من الشمس، والتي هي عبارة عن كتلة غازية ملتهبة يبلغ حجمها حوالي مليون مرة حجم الكرة الأرضية، بينما يبلغ قطرها قدر قطر الأرض بأكثر من 100مرة.

وتقدر درجة حرارة الإطار الخارجي للشمس.بنحو57000 مئوية بينما تصل درجة حرارة مركز الشمس إلى أكثر من 20 مليون درجة مئوية ومن هذا الجسم الهائل الضخامة الملتهب تخرج أشعة قوية تصل إلى الأرض

بعد مرورها في الفضاء الخارجي لمسافة 93 مليون ميل، ومن ثم لا يصل منها إلى سطح الأرض إلا واحد على 2مليار من قوة الأشعة التي تخرج من الشمس، وهذا هو الجزء الذي يقوم بتسخين جسم الأرض وإمدادها بالضوء.



I–3الأجزاء الأساسية للإشعاع الشمسي الساقط عل سطح أفريقيا

الفرع الثاني : مكونات الإشعاع الشمسي:

كما سبق القول فإن الإشعاع الشمسي عبارة عن مجموعة من الإشعاع ت الأثيرية مصدرها الشمس وأنه يتألف من ثلاثة أنواع رئيسية من الأشعة هي :

أولا: الأشعة فوق البنفسجية

وهى أشعة غير مرئية (أي لا يستطيع أن يراها الإنسان بعينه المجردة)، وتمثل هذه الأشعة9 من جملة

الإشعاع الشمسي، ويتراوح طول موجاتها ما بين حوالي0.2إلى 0.4 ميكرون ، ولهذه الأشعة عدة فوائد منها أنها تساعد على نمو الكائنات الحية ، وكذلك تساعد في علاج بعض الأمراض كالسل والكساح ولذلك تقام المصحات وحمامات الشمس في المناطق الجبلية المرتفعة حيث الجو النقي والصافي، والذي يساعد على وصول هذه الأشعة إلى سطح الأرض لأن العوالق (الغبار) يقلل من نسبتها.

ثانيا: الأشعة الضوئية

أشعة مرئية وهى التي تعرف بضوء النهار، وتؤلف حوالي41 من أجمالي الإشعاع الشمسي، وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.4- 0.7 ميكرون، وتصل إلى أقصى حد لها في منتصف النهار وتزيد في الصيف عنها في الشتاء، وتتصل اتصالاً وثيقاً بنمو النباتات وعملية إزهارها، وتتكون هذه الأشعة من ألوان متعددة أهمها البنفسجية والزرقاء والخضراء والصفراء والحمراء، والتي ينتج عن اختلاطها مع بعضها تكون الضوء الأبيض الذي نعرفه بواسطة منشور زجاجي، أو عند سقوط هذه الأشعة على السحب العالية وظهورها بشكل قوس ضوئي ملون يعرف باسم قوس قزح، والذي ينتج عن انتشار هذه الأشعة فوق أسطح البلورات الثلجية المكونة للسحب العالية.

ثالثا: الأشعة الحرارية

وتسمى أيضاً بالأشعة تحت الحمراء وهي أشعة غير مرئية وتؤلف أعلى نسبة من نسب أشعة الإشعاع الشمسي، حيث تمثل50من أجمالي الإشعاع الشمسي وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.7 إلى 0.8ميكرون، وهى بذلك أطول أنواع الأشعة والممثلة للإشعاع الشمسي من حيث الموجات.

وتخرج هذه الأشعة كلها من جسم الشمس وتندفع في الفضاء في شكل موجات تنتشر بسرعة الضوء المعروفة (311 ألف كم / ثانية)، ولكن لا يصل إلى سطح الأرض من هذه الأشعة إلا القدر الضئيل والذي يقدر بحوالي جزء من 2 مليار جزء، ونجد أن هذا الجزء لا يصل كاملاً إلى سطح الأرض، حيث أن الأوكسجين الذي في طبقة الأيونوسفير وطبقة الأوزون يعملان على امتصاص جانباً من الأشعة فوق البنفسجية (حوالي2.1من الإشعاع الشمسي)

فإن الإشعاع الشمسي يمثل 100، يفقد من هذه النسبة حوالي40وذلك بالانعكاس من عناصر الجو، بينما تقدر نسبة ما يمتصه الغلاف الجوي بما يحتويه من مواد عالقة حوالي15من الإشعاع الشمسي، وكذلك يتم عكس 10من مقدار الإشعاع الشمسي بواسطة المباني والأشجار وباقي الموجودات على سطح الأرض، ونجد أن هذه النسبة تختلف من مكان لآخر وذلك لاختلاف طبيعة غطاء سطح الأرض، فمثلاً الجهات المغطاة بالحشائش تعكس ما بين 3 إلى 10من الأشعة التي تصل إليها، بينما يعكس السطح المغطى بالثلوج والجليد

ما بين 50 إلى 90من نسبة الإشعاع الشمسي الواصل إليها وهكذا، ومن ثم فإنه ما يصل إلى سطح الأرض من الإشعاع الشمسي ويؤثر فيه يبلغ حوالي35من مقدار الإشعاع الشمسي.

الفرع الثالث: أجهزة قياس الإشعاع الشمسي :

إن المطلوب في الدراسة المناخية عادة هو قياس الإشعاع الشمسي على أساس عدد ساعات سطوع الشمس في اليوم ثم حساب متوسطاتها ومعدلاتها الشهرية والسنوية، هذا إلى جانب قياس قوة الإشعاع الشمسي، ولذلك تستخدم في هذا القياس عدة أجهزة أهمها :

أولا: ترمومتر النهاية العظمى للإشعاع الشمسي

ويستخدم هذا الترمومتر لقياس النهاية العظمى للحرارة المستمدة من أشعة الشمس في اليوم. ويتكون الترمومتر من ترمومتر عادى موضوع داخل غلاف زجاجي مفرغ تماماً من الهواء حتى لا يتأثر بحرارة الجو، بل يتأثر فقط بقوة الإشعاع الشمسي، الذي يخترق الغلاف الزجاجي، وبالتالي ترتفع درجة حرارة الزئبق داخل مستودع الترمومتر.

ثانيا: جهاز الأكتينوميتر

يقوم هذا الجهاز بقياس تأثير الأشعة الشمسية على الأجسام المعتمة والأجسام اللامعة، وهو عبارة عن ترمومترين كل منهما محاط بغطاء زجاجي مفرغ من الهواء حتى لا يتأثر بحرارة الهواء المحيط ولكن بموجات الإشعاع الشمسي فقط، وأحد هذان الترمومتران لكل منهما فقاعة واحدة مغطاة بمادة سوداء والثانية مغطاة بمادة لامعة، تعرض كلا الفقاعتان لأشعة الشمس طوال مدة سطوعها، ويدل الفرق بينهما على قدرة الأجسام المعتمة على امتصاص الأشعة، وقدرة الأجسام اللامعة على ردها، ومن خلال مقارنة القراءتين من جدول خاص يمكن حساب كمية الإشعاع.

ثالثا: جهاز كامبل ستوكس :

ويسمى الجهاز بمسجل مدة سطوع الشمس لقياس الفترة الزمنية التي تسطع فيها الشمس ويتركب الجهاز من الأجزاء التالية:

- ✓ كرة من الزجاج النقي الشفاف قطرها حوالي10 سم.
- ✓ حامل نصف دائري تثبت عليه الكرة الزجاجية بواسطة قطعتين من النحاس مستديرتين على امتداد محور الكرة، ويلاحظ أن هذا الحامل يشترك في المركز مع الكرة كما أنه يحمل تدريجاً خاصاً بدرجات خطوط العرض.
- ✓ مقطع من إناء معدني كروي حفرت فيه ثلاثة أزواج من المجاري يدخل في أحداهما خرائط التسجيل المناسبة لفصل الشتاء و يدخل في الآخر خرائط الاعتداليين وفي الثالث خرائط الصيف، وقد صمم هذا المقطع بحيث تقع بؤرة الكرة الزجاجية التي تعمل كعدسة لامه على خرائط التسجيل دائماً.
- ✓ حامل على شكل متوازي مستطيلات تقريباً به مجرى أفقي محفور في منتصفه سهم، وترتكز المجموعة السابقة على هذا الحامل بواسطة مسمارين وبحيث يقابل السهم قيمة خط عرض المكان المعرض فيه الجهاز على تدرج الحامل النصف دائري.
- ✓ قاعدة متحركة مثبت فيها الحامل بها ثلاث فتحات طويلة ترتكز بواسطة مسامير محورية على قاعدة ثابتة وهذه القاعدة الأخيرة متصلة بالحامل الرأسي المثبت في الأرض.

عمل الجهاز :

تعمل الكرة الزجاجية كعدسة لامة تجمع أشعة الشمس في بؤرتها ، ولما كانت الشمس تتحرك حركة ظاهرية من الشرق إلى الغرب فإن البؤرة تتحرك من الغرب إلى الشرق على الخريطة الخاصة بالتسجيل حيث تترك على هذه الخريطة خطاً محترقاً يتوقف طوله أو اتصاله على مدة سطوع الشمس طول اليوم. ونظراً لأن خط سير البؤرة يتغير بتغير درجة ميل أشعة الشمس في الفصول المختلفة فقد صممت الخرائط التي تستخدم في هذا الجهاز بثلاثة أشكال، يستخدم أحدها في فصل الصيف والثاني في فصل الشتاء والثالث في الاعتداليين الربيع والخريف.

رابعا: جهاز بير هيليوميتر :

جهاز الكتروني حديث يستخدم لقياس الإشعاع الشمسي به لوحتان إحداهما بيضاء والأخرى سوداء، وفكرته بسيطة إذ أنه يقيس الفرق بين تأثير الأشعة على السطحين الأسود والأبيض، على أساس أن اللون الأسود

يمتص الأشعة أسرع من اللون الأبيض.وكلما زادت قوة الأشعة زاد الفرق بين تأثيرها على السطحين وهذا الفرق يسجل أوتوماتيكيا بطريقة خاصة، بحيث تقدر على أساس قوة الإشعاع الشمسي[2].

خامسا: جهاز بيلانرراديوميتر:

ويعرف هذا الجهاز بجهاز قياس الطاقة الإشعاعية على أساس قدرتها على تبخير مقادير معينة من الماء، ويشتهر هذا الجهاز باسم راديوميتربيلانى نسبة إلى اسم العالم الذياخترعه وهو بيلانى1836(Bellani). ولهذا الجهاز فائدة مزدوجة، إذ أنه يسجل مقدار، كما يبين في نفس الوقت مقدار التبخر الناتج عنها، ويوجد في هذا الجهاز مستودع كروي محفوظ داخل كرة زجاجية ومتصل بأنبوبة شعرية يخرج منها البخار ليدخل في أنبوبة متسعة حيث يتكثف بها وتتجمع المياه الناتجة في طرفها حيث تقاس بواسطة مقياس مدرج موضوع فيها. وهذا الجهاز يقرأ يومياً، وعند إعادة استخدامه لابد أن يقلب ليعود كل الماء المتكثف إلى المستودع[2].

I-3العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسي على سطح الأرض:

I-3-1: العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسي

حيث أن الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض يتأثر بعدة عوامل من أهمها ما يلي :

1- طبيعة الغلاف الغازي والمواد العالقة به، ويتوقف ذلك على عاملين هما :

- ✓ سمك طبقة الهواء التي تخترقها الأشعة الشمسية.
- ✓ مقدار ما يحتويه الغلاف الجوي من المواد العالقة وخاصة بخار الماء، الذي له القدرة على امتصاص قدراً أكبر من الأشعة تحت الحمراء عند نفاذ الإشعاع الشمسي خلال الغلاف الجوي في اتجاه الأرض، وقدرته على عكس جزء مما امتصه من شعاع الشمس في شكل إشعاع ذاتي نحو الأرض، مما يساعد على رفع درجات حرارة الهواء، هذا إلى جانب ماله من قدرة على امتصاص90من الأشعة الحرارية التي يشعها سطح الأرض، ويعنى ذلك أن لبخار الماء في الهواء القدرة على تنظيم نفاذ كل من الإشعاعين الشمسي و الأرضي، وبالتالي يحفظ لسطح الأرض حرارته.

2- تركيز أشعة الشمس أو الزواية التي تصل بها أشعة الشمس إلى الأرض. نلاحظ أن شعاعاً يصل إلى سطح الأرض في زاوية مائلة تكون قوته أقل من إشعاع يصل عمودياً على سطح الأرض، وذلك لأن الإشعاع المائل يخترق مسافة أطول في الغلاف الجوي فيفقد جزءاً أكبر من قوته، بينما الإشعاع العمودي الذي يخترق مسافة أقصر يفقد جزءاً أقل، هذا فضلاً عن أن الإشعاع المائل يتوزع على مسافة أكبر من سطح الأرض فيقل تركيزه في حين أن الإشعاع العمودي يتركز في مساحة أصغر فتزداد قوته.

3– طول المدة التي تسطع فيها الشمس فوق الأفق، ويتغير ذلك تبعاً للفصول وتبعاً للموقع بالنسبة لدوائر العرض، من هذا نستنتج أن كمية الحرارة التي تكتسبها الأرض أثناء النهار الطويل أكثر مما لو كان النهار قصير، هذا فضلا عن أن خطوط العرض الواحدة عادة تكتسب كمية واحدة من الحرارة، وباختلاف خطوط العرض تختلف درجات الحرارة، هذا إذا ما تساوت الظروف الأخرى التي تؤثر في حرارة خط العرض.

I–3–2التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي :

يؤثر الغلاف الجوي في طاقة الإشعاع الشمسي بالنسبة للكرة الأرضية، فهو يعمل على تقليل هذه الطاقة، وأن جملة ما تكسبه الأرض وجوها من هذه الطاقة في السنة لابد أن يتعادل مع جملة ما يرتد منها إلى الفضاء، وأن هذا التعادل هو الذي يجعل للأرض ميزانية حرارية ثابتة من سنة لأخرى، ولكن ليس معنى هذا التوازن أن تكون كل أجزاء سطح الأرض أو في كل أيام السنة متعادلة في مكسبها أو خسارتها للإشعاع الشمسي، لأن توزيع هذا الإشعاع يختلف من مكان لآخر، ومن فصل إلى آخر نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمها ما يلي :

1- اختلاف الألبيدو الأرضي من مكان إلى آخر ومن وقت لآخر.

2- اختلاف البعد بين الأرض والشمس على حسب الفصول خاصة في الصيف عنه في الشتاء.

3- اختلاف طول الليل والنهار في العروض المختلفة وفي الفصول المختلفة كما سبق ذكره.

4- اختلاف الزاوية التي تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض.

ويختلف الألبيدو الأرضي من مكان إلى آخر ومن فصل إلى آخر على حسب كمية السحب ودرجة صفاء الجو وما يغطى الأرض من غطاء نباتي أو ثلوج أو جليد. . الخ كما سيرد ذكره، أما عن العامل الثاني فانه يلاحظ أن الأرض تكون أبعد عن الشمس في أول يوليو بنحو 4.8 مليون كيلو متر عنها في أول ديسمبر،

بينما يرتبط العاملين الثالث والرابع، بالموقع بالنسبة لدوائر العرض ارتباطاً مباشراً، ففي فصل الصيف يتزايد طول النهار على حساب طول الليل كلما اتجهنا نحو القطب حتى يصل طوله في يوم الانقلاب الصيفي (21 يونيو) إلى 24 ساعة عند الدائرة القطبية وستة أشهر عند القطب، وتتبدل الصورة في فصل الشتاء.

ومما تقدم نرى أن معدل الإشعاع الشمسي السنوي يبلغ أقصاه عند خط الاستواء، ويبدأ في التناقص في الاتجاه نحو القطبين، ويقدر أن مقدار الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض عند خط الاستواء يبلغ أربعة أمثاله عند القطبين، تتلقى المنطقة المدارية أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض طوال العام، ولا تظهر بين أجزاؤه فروق كبيرة مع اختلاف الفصول، بينما يصل الإشعاع الشمسي إلى ذروته في فصل الصيف في العروض الممتدة فيما بين المدارين والدائرتين القطبيتين، ويبلغ هذا الإشعاع أدنى حد له في الشتاء في نفس العروض، أما من الدائرتين القطبيتين وحتى نقطتي القطب فانه يوجد فائض في الأشعة في فصل الصيف الذي يطول فيه النهار وينقص هذا جدا في فصل الشتاء.

I-3-3الإشعاع الأرضي:

قبل أن يصل الإشعاع الشمسي إلى الأرض يكون قد فقد نصيباً كبيراً منه في الغلاف الغازي البعيد وكذلك في الغلاف القريب من سطح الأرض .كما سبق ذكره . بواسطة الامتصاص من ناحية والانعكاس من ناحية أخرى، فالمعروف أن سطح الأرض يمتص قدراً من أشعة الشمس التي تسقط عليه بينما يرد الباقي إلى الفضاء بتأثير الألبيدو الأرضي، ويقوم سطح الأرض بتحويل الأشعة الشمسية التي امتصها إلى طاقة حرارية تنطلق إلى الغلاف الجوي في شكل موجات طولية، وبالتالي يستمد الغلاف الجوي حرارته من هذه الموجات الطويلة الصادرة من سطح الأرض في الوقت الذي لم يستطع الهواء امتصاص الموجات القصيرة المكونة لأشعة الشمس عند احتراقها له، ولذلك يمكن القول بأن الهواء يستمد حرارته من الإشعاع الأرضي.

ويختلف الإشعاع الأرضي عن الإشعاع الشمسي في أن أشعته غير مرئية وحرارية وطويلة (يتراوح طول موجاتها ما بين 3 إلى 80 ميكرون) بينما تتفاوت أطوال موجات الإشعاع الشمسي ما بين 0.3 إلى 0.17 ميكرون، ويتميز كذلك الإشعاع الأرضي عن الإشعاع الشمسي بأنه يستمر طوال الأربع والعشرين ساعة (طول اليوم . ليلاً ونهاراً) في حين أن الإشعاع الشمسي يبدأ مع شروق الشمس وينتهي عند غروبها، كما يتزايد الإشعاع الأرضي تدريجياً بعد شروق الشمس ويبلغ أقصاه بعد الظهر (الزوال) بقليل، ويرجع ذلك

لأن الأرض تستمر محافظة على حرارتها فترة من الوقت بعد تعامد الشمس في وقت الزوال، بينما يأخذ الإشعاع الشمسي في الهبوط تدريجياً بعد أن يمر وقت الزوال مباشرة.

I-3-4الإشعاع الجوي:

يقصد بالإشعاع الجوي تلك الموجات الإشعاعية التي تنطلق من الغازات التي يتكون منها الغلاف الغازي وما به من المواد العالقة سواء كانت ذرات الغبار أو ذرات بخار الماء، ويجب أن نعرف أن المصدر الأصلي لهذا الإشعاع الجوي هو ما استمدته مكونات الغلاف الغازي من الإشعاع لشمسي (كما سبق القول)، وبعد ذلك تقوم الغازات والمواد العالقة بإشعاعه مرة ثانية في جميع الاتجاهات في صورة إشعاعات حرارية وضوئية، ويصل جزء من هذه الإشعاعات إلى سطح الأرض، خاصة تلك الإشعاع ت الحرارية التي تنطلق من بخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الغازي، ويوضح الجدول التالي النسب المئوية للإشعاعات التي تصل من الجو إلى سطح الأرض.

الألبيدوالأرضي :

يقصد بالألبيدو الأرضي قدرة كل من الأرض والجوي الكلية على رد الأشعة الشمسية إلى الفضاء دون أن يكون لها تأثير على حرارتهما، حيث أنه من المعروف أن جزءاً كبيراً من الأشعة ينعكس إلى الفضاء بعد سقوطه على السطح العلوي للسحاب، وكذلك بعد اصطدامها بذرات الغبار وبخار الماء العالقة بالجو، أو تلك الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض نفسه.

ويتكون الألبيدو الأرضي من القدرة الكلية لكل هذه الأجسام على رد الأشعة، ولكن يتميز كل جسم منها بأن له ألبيدو خاص به، ويمثل ألبيدو السحب أكبر ألبيدو عاكس للأشعة التي تصل إلى الغلاف الجوي للأرض حيث يعكس وحده 40 من مجموع الأشعة الشمسية التي تصل إلى جو الأرض، ويأتي ألبيدو المواد العالقة في الغلاف الجوي (الغبار- بخار الماء . ثاني أكسيد الكربون) في المرتبة الثانية، حيث يعكس حوالي15 من مجموع الأشعة الواصلة إلى جو الأرض، بينما يقدر ما يعكسه ألبيدو سطح الأرض نفسه حوالي10أي أنه أقل من ألبيدو السحاب والمواد العالقة بالغلاف الجوي، ويبلغ مجموع الأشعة التي تعكسها هذه الأنواع الثلاث من الألبيدو حوالي 65 من مجموع الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض.

وبالتالي فان ما يصل من أشعة إلى سطح الأرض فعلا يمثل حوالي35 من مجموع الأشعة الواصلة إلى الغلاف الجوي للأرض بعد أن فقد من هذه الأشعة 65من مجموعها، ولكن هذه الكمية الواصلة فعلا إلى سطح الأرض والبالغة 35 من مجموع الإشعاع لشمسي لا تنعكس جميعها إلى الغلاف الجوي بل يتوقف هذا بطبيعة الحال على غطاء سطح الأرض حيث أن كل غطاء من أغطية سطح الأرض لها قدرة مختلفة على عكس الإشعاع لشمسي[3].

II–الحرارة:

II–1 ماهية الحرارة:

II–1–1أهمية الحرارة:

تعتبر الحرارة أهم هذه العناصر المناخية نظرًا لأن اختلاف درجتها يؤثر في العناصر الأخرى كالضغط الجوي والرياح والرطوبة والتكاثف وبالتالي الأمطار.

II–1– 2 مصدرها:

الشمس هي مصدر الحرارة الرئيسي للأرض والجو، كما أن الحرارة الباطنية للأرض لها تأثير أيضا ولكن درجتها قليلة. وتمتاز أشعة الشمس بأنها تعطي الحرارة والضوء والأشعة الحيوية، فعندما ترسل الشمس أشعتها يسخن سطح الكرة الأرضية من يابس وماء ثم تنعكس حرارتهما على الغلاف الغازي المحيط بالأرض. فترتفع درجة حرارته، وتكون طبقات الجو القريبة من سطح الأرض أشد حرارة من البعيدة عنه، أي أن الإنسان كلما ارتفع في الجو قلت الحرارة وشعر بالبرودة. وتقطع أشعة الشمس مسافة 93 مليون ميل في الفضاء حتى تصل إلى سطح الأرض في مدة ثماني دقائق تقريبًا. ولاتسخن أشعة الشمس جميع جهات سطح الأرض بدرجة واحدة بل هناك جهات تشتد فيها الحرارة، وهي التي تسقط عليها أشعة الشمس عمودية أو قريبة من العمودية، وجهات أخرى تسقط عليها أشعة الشمس مائلة فتقل فيها الحرارة.

II-1- 3المناطق الحرارية :

ترتب على اختلاف درجات الحرارة على الكرة الأرضية تقسيم العلماء لسطح الأرض إلى عدة مناطق حرارية، هي كالآتي :

1- المنطقة الحارة "المدارية" : وتقع بين مدار السرطان ومدار الجدي ويمر بوسطها خط الاستواء، وتتميز بأنها حارة على مدار السنة تقريبًا.

2- المنطقتان المعتدلتان " الشمالية والجنوبية " : وتنحصران بين كل من المدارين والدائرتين القطبيتين (1/ 2 66ش و ج) وتقل فيهما الحرارة كلما ابتعدنا عن المدارين واقتربنا من دائرتين القطبيتين، وبالتالي يمكن تقسيم كل منها إلى منطقتين متميزتين كالتالي:

أ - منطقة معتدلة دافئة: توجد بين خطي عرض 1/2 23- 40 ش و ج وتتميز بالحارة صيفًا ودافئة شتاءً.

ب- منطقة معتدلة باردة بين خطي عرض 40 ^{0} 1/2 66ْ ش و ج وتتميز بأنها معتدلة صيفًا باردة شتاءً.

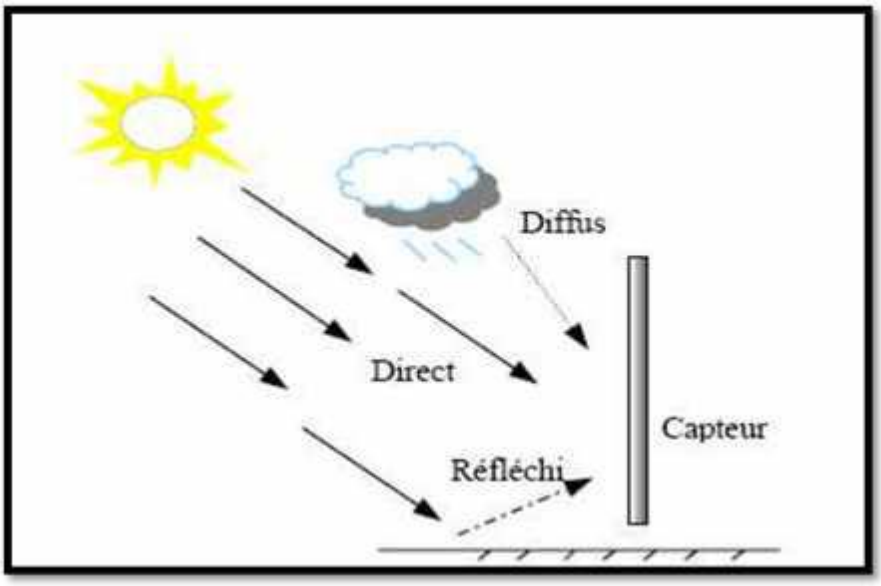
3- المنطقتان القطبيتان " الشمالية والجنوبية ": وتقعان بين الدائرتين القطبيتين والقطبين الشمالي والجنوبي، وتتميزان بشدة البرودة وتراكم الثلوج طوال العام تقريباً.

II-1- 4قياس الحرارة :

لا يستطيع الإنسان أن يقيس درجة الحرارة عن طريق إحساسه بها، بل إنه يستعمل ميزانًا للحرارة يعرف باسم الترمومتر وهو نوعان :

- ✓ الترمومتر المئوي ويرمز لدرجته بالحرف (م) أو بالحرف (س) اختصار(سنتيجراد).
- ✓ الترمومتر الفهرنهيتي ويرمز لدرجاته بالحرف (ف) اختصار (فهرنهيت).

والترمومتر المئوي يقسم إلى مائة درجة تبدأ بدرجة الصفر وهي درجة التجمد وينتهي بدرجة مائة وهي درجة الغليان. والترمومترالفهرنهيتي مقسم إلى 212 درجة منها 180ْ بين درجة التجمد والتي تعادل 32ودرجة الغليان وهي 212ْ ، أما الأرقام من صفر إلى 32ْ فهي دون درجة التجمد[3].

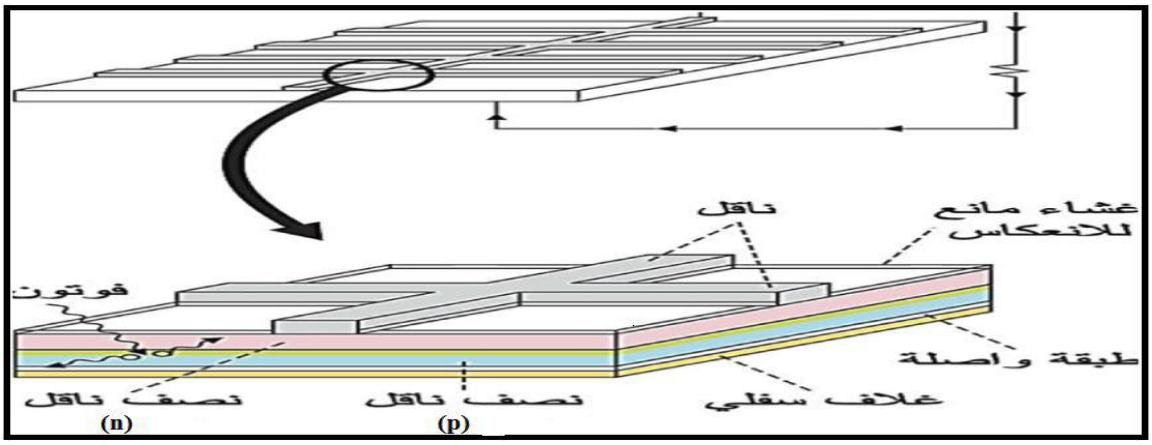


I–4 الأجزاء الأساسية للإشعاع الشمسي الساقط على سطح معين

II–2الخلايا الشمسية:

II–2–1 مفهوم الخلايا الشمسية:

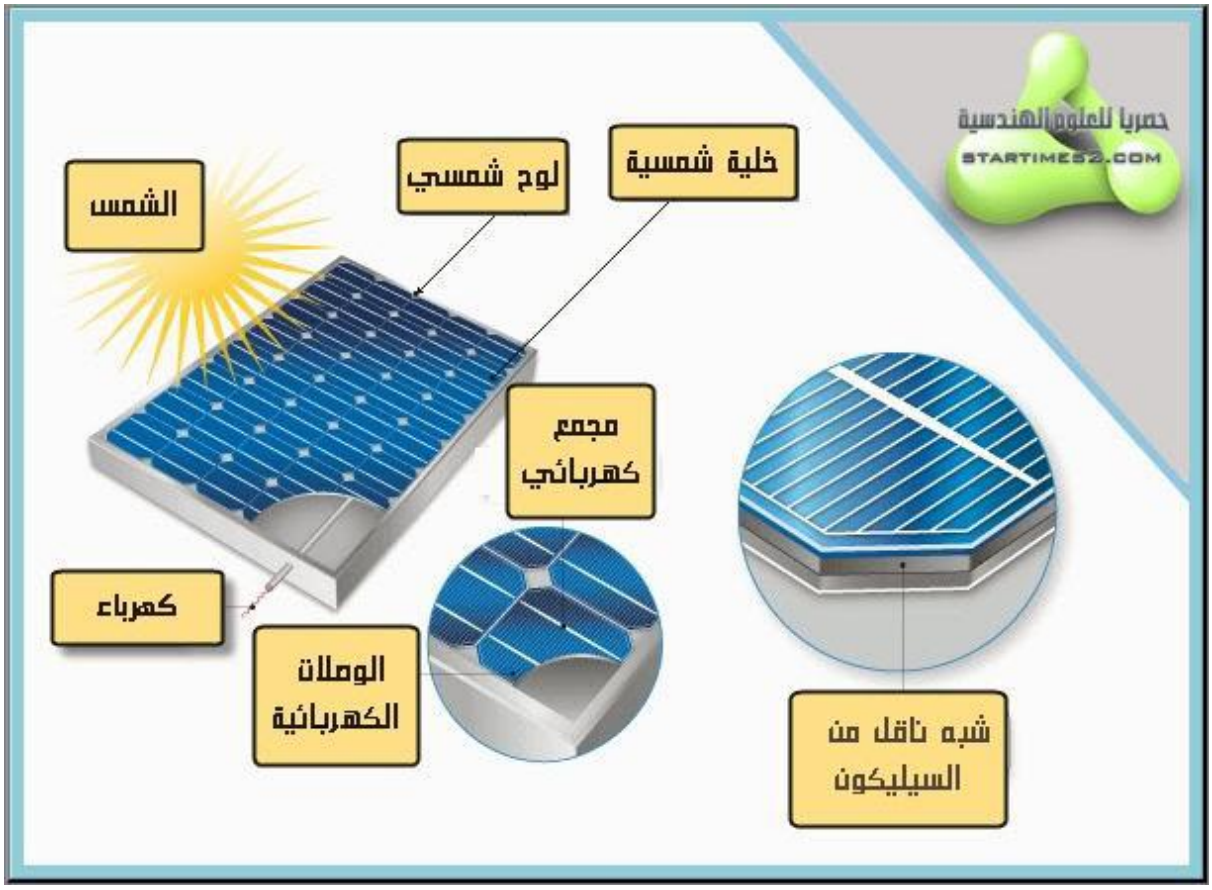
إن الخلايا الشمسية عبارة عن محاولات فوتو ضوئية تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء ، والضوء الصادر من الشمس هو عبارة عن الجدول من جزيئات الطاقة الصافية المسماة فوتونات. فالخلايا الشمسية نبائض شبه موصلة والحساسة ضوئيا ومحاطة بغلاف أمامي وخلفي ناقل للكهرباء ، تصنع هذه الخلايا بجمع أو ضم نوعية من أشباه النواقل احدهما سلبي من النوع (n)والأخر ايجابي من النوع (p)،حيث يصنع نصف الناقل (n)لاحتواء ايونات سالبة ونصف الناقل(p) لاحتواء ايونات موجبة ، وهذه الايونات السالبة والموجبة تهيئ البيئة الضرورية لمرور تيار كهربائي يتحرك ضمن الخلايا الشمسية [4].



I -5 رسم توضيحي للخلية الشمسية ومكوناتها.

II-2-2 صنع الخلايا الشمسية:

يتم تصنيع الخلايا الشمسية في الأساس من السليكون ، إذ تعتبر من أفضل أشباه المواصلات التي تستخدم في صناعة الخلايا الشمسية ،تتوافر في الطبيعة بشكل كبير ومتنها معقول. تبدأ عملية تصنيع الخلايا الشمسية السليكون الشديد النقاوة ثم بعد ذلك يتم تسخين هذا السليكون إلى درجة الانصهار ويتم إضافة عنصر البورون إليه لتكوين شبه الموصل الموجب(p-type semiconductor) والذي يحمل الشحنة الموجبة ،ويتم بعد ذلك تشكيلها على شكل كتل باستخدام الصب، ومن ثم يتم تقطيع هذه الكتل إلى شرائح رقيقة باستخدام المناشير السلكية ومن ثم تنظيفها، وبعد ذلك يتم وضع هذه الألواح في أفران نثر للفسفور بحيث يتم نثر مادة الفوسفور على جوانب الرقاقات لتكوين طبقة من أشباه النواقل السالبة(n-type) ومن ثم يتم رش هذه الرقاقات بطبقات متعددة من المواد الكيميائية لتقليل انعكاسية أشعة الشمس على الخلية. كما تقوم بعض الشركات المصنعة قبل ذلك بجعل سطح الرقاقات أكثر خشونة من اجل تقليل الانعكاس وزيادة المساحة التي تسقط عليها الأشعة، و من ثم يتم طبع مواصلات كهربائية على الجزء السلب من الرقاقة ودهن ظهر الرقاقة بمادة ألمنيوم ومن ثم يتم اختيار الرقاقات وتجميعها في مصانع أخرى على شكل ألواح شمسية و وضع طبقات زجاجية خاصة لحماية الرقاقات وزيادة قدر الامتصاصية للرقاقات وتقليل الانعكاس لها [5].



I -6 صورة تبين كيفية تركيب الخلية الشمسية.

II-2-3أنواع الخلايا الشمسية:

هناك العديد من الخلايا الشمسية نذكر منها :

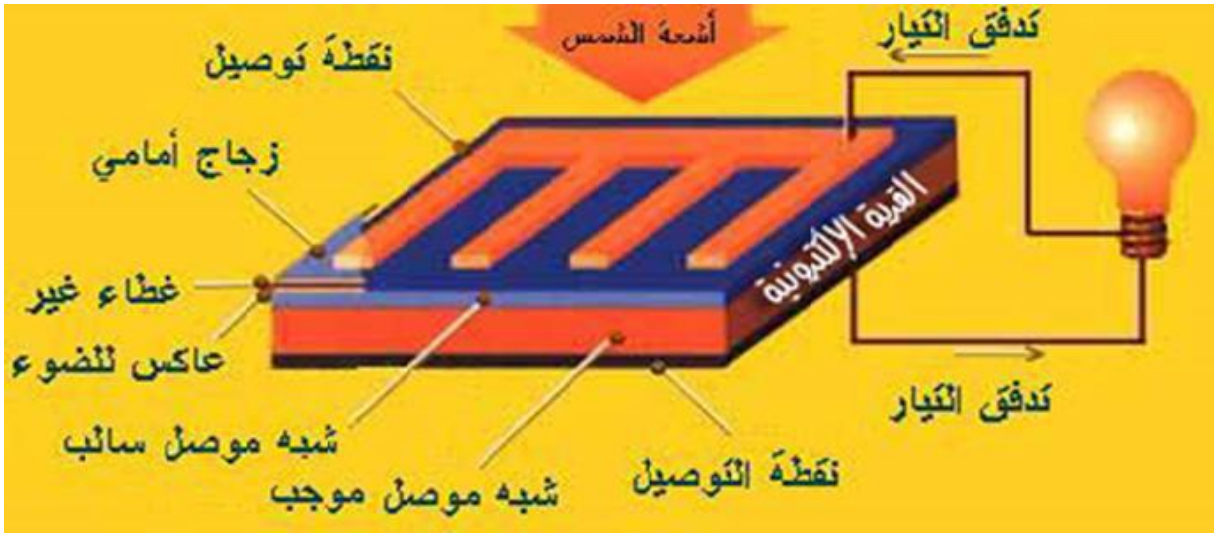
الخلايا الشمسية السيلسكونية : تم تصنيع خلايا شمسية من مواد مختلفة، إلا اغلب هذه المواد نادرة الوجود بالطبيعة أو لها خواص سامة ملوثة للبيئة أو معتقدة التصنيع وباهظة التكاليف، وبعضها لايزال حتى الدراسة والبحث وعليه فقط تركز الاهتمام على تصنيع الخلايا الشمسية السيلسكونية، حيث إن عام 1941 تمكن المخترع الأمريكي " روسل اوهل " من إنتاج أول خلية شمسية من السيلكون المعالج كيميائيا وذلك لتوفير عنصر السيليكون في الطبيعة علاوة على أن العلماء والباحثين تمكنوا من دراسة هذا العنصر من دراسة مستفيضة وتعرفوا على خواصه المختلفة وملامته لصناعة الخلايا الشمسية المتبلورة وتصدعه التبلور.

الخلايا الشمسية السليكونية المتبلورة :تصنع هذه الخلايا من السيليكون عبر إنماء قضبان من السيليكون أو عديد التبلور ثم يؤرب إلي رقائق تتعالج كيميائيا و فيزيائيا عبر مراحل مختلفة لتصل إلى خلايا شمسية. كفاءة هذه الخلايا عالية تتراوح بين 9-17 من الخلايا السليكونية أحادية التبلور غالية الثمن حيث صعوبة التقنية واستهلاك الطاقية بينما الخلايا السليكونية عديدة التبلور تعتبر اقل تكلفة من أحاديةالتبلور واقل كفاءة

الخلايا الشمسية السيلوكونية المورفية (متصدعة التبلور) :مادة هذه الخلايا ذات شكل سيلوكني حيث التكوين البلوري متصدع لوجود عنصر الهيدروجين أو عناصر أخرى أدخلت قصدا لتكسبها خواص كهربية مميزة وخلايا السيلكوم والأمور في زهيدة التكلفة عن خلايا السيلكون البلوري حيث ترسب طبقة شريطية البلوري حيث ترسب طبقة شرطية رقيقة باستعمال كميات صغيرة من المواد الخام المستخدمة في عمليات قليلة مقارنة بعمليات التصنيع البلوري. ويعتبر تصنيع خلايا السيليكون الأمور في أكثر تطويعا وملاءة للتصنيع المستمر ذاتي الآلية، تتراوح كفاءة خلايا هذه المادة ما بين 4-9% بالنسبة للمساحة السطحية الكبيرة وتزيد عن ذلك بقليل بالنسبة للمساحة السطحية الصغيرة [5].

II-3كيفية عمل الخلايا الشمسية :

توجه لوحة الخلايا الضوئية بزاوية ميل مناسبة في واجهة الشمس حتى تتساقط أشعة الشمس عموديا على اللوحة. تحول خلايا الشمسية القدرة الشمسية مباشرة إلى قدرة كهربائية بدون عمليات وسطية، فهي تمتص معظم الطيف الشمسي وتحول جزء من هذه الإشعاع إلى طاقة كهربائية حيث يمنك استخدامها في الحال أو تخزينها، تكون أشعة الشمس مجمعة على اللالكترود الأمامي فيمر التيار الكهربائي عائدا إلى الخلية الشمسية عبر اللالكترود الخلفي، و المنظومات من هذا النوع تصمم أساسا لأجل المنشآت في المواقع البعيدة لفترات طويلة، حيث تتصف عادة مثل هذه المواقع بقساوة عالية في طقسها، وذلك يجب أن تكون هذه المنظومات ذات مقاومة عالية للرياح والرطوبة والبرد والعواصف الرملية، وان تحاط بتصميم ضد هجمات الطيور والحيوانات والتآكل، ولهذا إن المواد الأساسية التي تثبت بها الخلايا يجب أن تقاوم هذه الأشياء المحيطة ومعدن هده الخلايا لا يتعرض للتآكل وهذه نقطة هامة جدا حيث تصنع غالبية الخلايا الشمسية من السيلكون وهو نصف ناقل[6].

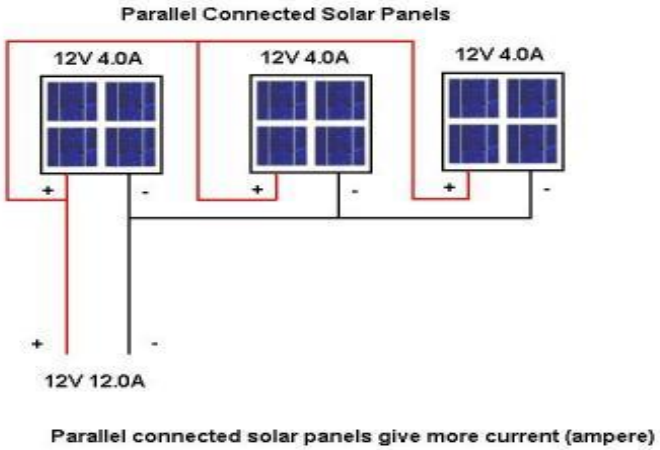


I -7 رسم توضيحي يبين كيفيةعمل الخلايا الشمسية.

II–3 –1توصيل الألواح الشمسية:

أولا: توصيل على التوازي

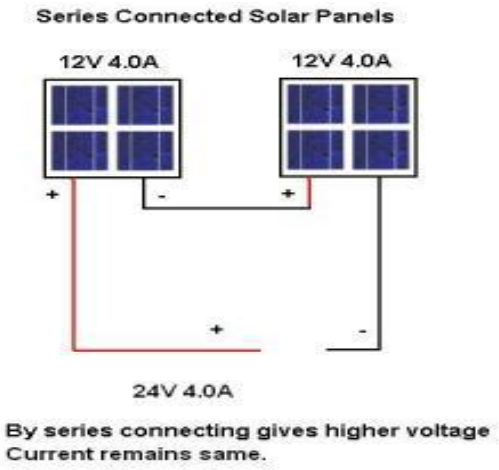
وهي عن طريق توصيل البدايات مع البدايات والنهايات مع النهايات – موجب مع موجب وسالب مع سالب مثل السلم – من أجل الحفاظ على نفس الجهد ولكن مع جمع قيم التيارات المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل زيادة التيار الكلي وبالتالي رفع القدرة الكلية كالتالي :



I –8 توصيل الألواح الشمسيةعلى التوازي

ثانيا:توصيل على التوالي

وتتم عن طريق توصيل النهايات مع البدايات – موجب مع سالب وسالب مع موجب مثل القطار – من أجل الحفاظ على نفس التيار ولكن مع جمع قيم الجهود المختلفة لجميع الخلايا الشمسية من أجل رفع فرق الجهد الكلي كالتالي :



I -9 توصيل الألواح الشمسية على التوالي

II–3 –2: "بيل" تنتج عملياً الخلية الضوئية الأولى

لقد تم تطوير الخلية الضوئية الحديثة في عام 1954 في مختبرات بيل. وقد وضعت لأول مرة خلية ذات كفاءة عالية للطاقة الشمسية من قبل شابين داريل، كالفينفولرساوثير وجيرالد بيرسون في عام 1954 باستخدام موزع تقاطعPNالسيليكون. في البداية، وضعت الخلايا لغايات ألعاب الأطفال واستخدامات أخرى ثانوية، حيث أن تكلفة الكهرباء التي تنتجها كانت عالية جدا، نسبياً، وكانت تكلفة الخلية التي تنتج 1 واط من الطاقة الكهربائية في ضوء الشمس الساطع نحو 250 دولارا، مقارنة إلى 2 دولار إلى 3 دولارات لإقامة مصنع للفحم. وتم إنقاذ الخلايا الشمسية من الغموض من خلال اقتراح لإضافتها إلى القمر الصناعي "فانغوارد"، الذي أطلق في عام 1958. في الخطة الأصلية، يتم تزويد القمر الصناعي بالطاقة عن طريق البطارية فقط، فتستمر لفترة قصيرة.. لذلك بإضافة الخلايا إلى خارج الجسم، يمكن تمديد الوقت بدون تغييرات كبيرة في المركبات الفضائية أو نظام الطاقة فيها. كان هناك بعض الشكوك في البداية، ولكن الممارسة العملية للخلايا أثبتت نجاحا كبيرا، وكانتبذا صممت الخلايا الشمسية للأقمار الصناعية الجديدة، ولا سيما تلستار بيل نفسه. وكان التحسن بطيئا على مدى العقدين التاليين، وكان الاستخدام على نطاق واسع في مجال التطبيقات الفضائية حيث أن نسبة القوة–الوزن أعلى من أي تكنولوجيا منافسة. ومع ذلك، كان هذا النجاح أيضا السبب وراء بطء التقدم؛مستخدمي الفضاء كانوا على استعداد لدفع أي شيء للحصول على الخلايا على

أفضل وجه ممكن، فليس هناك ما يدعو للاستثمار في حلول أقل تكلفة إذا كان هذا من شأنه أن يقلل من الكفاءة. بدلا من ذلك، تم تحديد السعر من الخلايا إلى حد كبير في صناعة أشباه الموصلات، انتقالهم إلى الدوائر المتكاملة في 1960 sأدى إلى توافر أكبر بولز بأسعار أقل نسبيا. و كما انخفضت أسعارها، انخفضت أسعار الخلايا الناتجة كذلك. وتم حصر هذا التأثير، وحوالي عام1971 تشير التقديرات إلى أن أسعار الخلايا هي 100 دولار لكل واحد واط[1-3].

II-3 -3مميزات الخلايا الشمسية :

تتميز الخلايا الشمسية بمجموعة من المميزات و هي :

- هادئة حيث أنها لا تصدر أي صوت، كما أنها لا تحتوي على أي عنصر ميكانيكي
- عديمة التلوث، وعمرها طويل لا تتلف
- يمكنها إنتاج الطاقة في أي مكان ولا تحتاج إلى تمديدات كهربائية
- تعمل بشكل جيد حتى مع وجود الغيوم، أو برودة الطقس

ما يشجعنا على استخدام الخلايا الشمسية :

- أنها آمنة ومضمونة و موثوقة
- لا تحتاج إلى صيانة
- فعالة اقتصاديا لإنارة المناطق النائية
- مرنة، يمكن زيادة حجم نظام الخلايا الشمسية حسب الحاجة في المستقبل

ما لا يشجعنا على استخدامها:

- التكلفة الاقتصادية العالية.
- مرنة ويمكن زيادة حجم نظام الخلايا الشمسية حسب الحاجة في المستقبل.

تطبيقات الخلايا الشمسية :

تركز الاهتمام على إدخال الفولط وضوئيات كمصدر للطاقة المتجددة في التطبيقات الأرضية بغية تطوير التقنية و وسائل الاستخدام في قطاع السكن والصحة والتعليم والصناعة والزراعة والنفط وغيرها في الاستخدامات الفلتو ضوئيات الجذابة اقتصاديا وفي المناطق المعزولة النائية حيث تنقص تكلفة شبكات الكهرباء العامة وتساعد في الإنماء الاقتصادي والتطوير الاجتماعي المحلي

المسطحات الفولتوضوئية هي مصدر القدرة الكهربائية لهذه التطبيقات، حيث يتكون المسطح من عدة خلايا (متصلة معنا بصفائح سلكية معدنية) مغطاة بملف من البلاستيك الحراري مثل اسيتات فينيل ايثيل أو غيره وآخر من التدلار لحمايتها من الأشعة فوق البنفسجية ومغلفة بصفيحة زجاجية من الأمام وطبقة واقية تعمل كقاعدة إنشائية من الزجاج أو من الألياف الزجاجية أو الخزف الصيني عند الخلف مركب عليها صندوق وصلة كهربائية ومحاط بإطار معدني[7].

II –4خصائص و مميزات الطاقة الشمسية المتجددة:

II–4 –1 مزايا وخصائص الطاقة الشمسية:

تتميز الطاقة الشمسية بالعديد من المزايا الايجابية تجعلها مفضلة على غيرها من مصادر الطاقة الأخرى ونذكر بعض منها كما يلي :

- ✓ متوفرة في معظم دول العالم.
- ✓ مصدر محلي لا ينتقل، ويتلائم مع واقع تنمية المناطق النائية والريفية واحتياجاتها.
- ✓ نظيفة ولا تلوث البيئة، وتحافظ على الصحة العامة.
- ✓ اقتصادية في كثير من الاستخدامات، وذات عائد اقتصادي كبير.
- ✓ ضمان استمرار توافرها وبسعر مناسب وانتظامه.
- ✓ لا تحدث أي ضوضاء،أو تترك أي مخلفات ضارة تسبب تلوث البيئة
- ✓ تحقق تطول بيئيا، واجتماعيا، وصناعيا، وزراعيا على طول البلاد وعرضها
- ✓ تستخدم تقنيات غير معقدة ويمكن تصنيعها محليا في الدول النامية

II–4 –2 أساليب تخزين الطاقة الشمسية:

خلال الليل لا يمكن الحصول على الطاقة الشمسية. ومن ثم، يعد تخزين الطاقة أمرا ضروريا لان أنظمة الطاقة الحديثة تحتاج إلى مصدر طاقة متاحة طوال الوقت. إن نظم الكتل الحرارية تستطيع تخزين الطاقة الشمسية في صورة حرارة في درجات حرارة مفيدة لأغراض المنزلية سواء بشكل يومي أو على مدار الموسم. وتستخدم أجهزة تخزين الحرارة بشكل عام المواد المتاحة بالفعل ذات سعة حرارية نوعية عالية مثل الماء والتراب

والأحجار وتستطيع الأجهزة جيدة الصنع إن تقلل توقعات الطلب القصوة من الطاقة وتحول مدة الاستخدام إلى الاستخدام في غير ساعات الذروة وتقلل من متطلبات التسخين والتبريد الكلي. تعد مواد متغيرة الطور مثل شمع البيراقين وملح جلوبر من مصادر تخزين الطاقة الحرارية أيضا ، وهدي المواد تكون غير مكلفة وجاهزة للاستخدام ويمكنها التحمل إلى درجات حرارة مفيدة للأغراض المنزلية. الأملاح وسيلة فعالة للتخزين لأنها منخفضة التكلفة ولها سعة حرارية نوعية عالية ويمكن أن تجعل درجة الحرارة تصل إلى درجات مناسبة لتلك الخاصة بأجهزة تخزين الطاقة العادية. وقد استخدم مشروع " سولارتو " هذا الأسلوب لتخزين الطاقة، من ما سمح له بتخزين 1,44 تريليون جول في خزان سعته 68 متر مربع بكفاءة تخزين سنويا نسبته 99% من العتاد أن تستخدم الأجهزة الفولت ضوئية غير متصلة بالشبكة " البطاريات القابلة للشحن " لتخزين الكهرباء الزائدة. وبواسطة الأجهزة المتصلة بالشبكة، يمكن إرسال الكهرباء الزائدة إلى شبكة النقل. قياس الشبكة تمنح هذه الأجهزة بيان بكمية الكهرباء التي تقوم بتوصيلها إلى الشبكة[8].

II-4 -3فوائد الطاقة الشمسية :

- الطاقة الشمسية مستدامة، وهي أيضا متجددة أنها طاقة لا تنفذ، فهي مصدر طاقة طبيعي ويمكن استخدامه في توليد أشكال أخرى من الطاقة، فيمكننا استخدامها كوقود للسيارات كما يمكن أن نسخن بها الماء أو نضيء بها بيوتنا.
- من خلال استخدام الألواح الشمسية يمكننا توليد الكهرباء من مصدرنا الخاص، وبالتالي سيتيح لنا التخلي عن شبكة الكهرباء العامة، وبعبارة أخرى، لن نكون محتاجين لشركات الكهرباء في توفير الطاقة الكهربائية كما لن نكون مضطرين لدفع فواتير الكهرباء.
- الحصول على الطاقة الشمسية لن يتطلب لاحق الكثير من أعمال الصيانة حيث سيتم تركيب الأحواض أو الألواح الشمسية مرة واحدة، وبعدها تستعمل بأقصى كفاءة ممكنة ، ويبقى لدينا القليل فقط لنفعله للمحافظة على انتظام عملها.
- الطاقة الشمسية منتج صامت للطاقة فبالتأكيد لا تتسبب ألواح الخلايا الشمسية بأي ضوضاء عندما تقوم بتحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية قابلة استخدام.
- مستلزمات الطاقة الشمسية غير ظاهرة تقريبا خصوصا عند استخدام الألواح الشمسية التي يتم نصبها على أسطح المباني.

- في حال كنا ننتج ما يكفي من الكهرباء الشمسية، أو في حال لم نكن نستخدم كل الكهرباء المنتجة، يمكننا بيعها إلى شركات الخدمات للحصول على رصيد من الكهرباء، لكن هذا أمرنادر الحصول في اغلب الحيان، إلا في حالات خاصة كالسفر في إجازة خارج المنزل لأسبوع أو اثنين، حيث أن الألواح الشمسية ستستمر في إنتاج الطاقة الكهربائية لن يستخدمها احد.
- تستطيع المنشآت الضخمة للإنتاج الطاقة الشمسية أن تنتج الطاقة الشمسية بغرض النظر عن حالة الطقس، سواء كان مشمسا أم لا، مما يجعلها مستدامة ويمكن الاعتماد عليها لإنتاج الكهرباء، فعادت ما تكون هذه المنشآت حرارية حيث تقوم بتخزين الحرارة المتولدة، حيث تقوم باستخدامها في حال لم يكن الجو مشمسا.

ما يزال التقدم في تكنولوجيا الطاقة الشمسية مستمرا لجعلها أكثر فعالية من الناحية الاقتصادية، و بالإضافة إلى الانخفاض في تكلفة تركيب المستلزمات الطاقة الشمسية، سيجعل ذلك تكلفة الطاقة الشمسية تستمر في الانخفاض ل تصبح قريبة من تكلفة الكهرباء التقليدية أو المنتجة من الوقود الاحفوري.

II-4 -4بعض مشاكل استخدام الطاقة الشمسية :

- إنأهم مشكلة تواجه الباحثين في مجالات الاستخدام الطاقة الشمسية هي وجود غبار و محاولة تنظيف أجهزة الطاقة الشمسية منه الذي يؤدي إلى فقدان فعاليتها.
- خزن الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل أوالأيام الغائمة أو المغبرة ويعتمد خزان الطاقة الشمسية على طبيعتها وكميتها وعلى نوع الاستخدام وعلى فترت الاستخدام، بالإضافة إلى التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين.
- حدوث التآكل في المجمعات الشمسية بسبب الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين، وتعتبر الدورات المغلقة واستخدام المياه الخالية من الأملاح فيها أحسن الحلول للحد من مشكلة التآكل والصدى في المجمعات الشمسية[9].
- **II-4 -5المكمن الشمسي الضخم بالجزائر :**

حسب دراسة أجرتها وكالة الفضاء الألمانية بأن الجزائر تحوز على أضخم الإمكانيات الشمسية في كامل الحوض المتوسطي، حيث تتراوح قدرتها السنوية ب169ألفتيرواط ساعة بالنسبة للطاقة الحرارية اللاشمسية،

14تيرواط ساعة بالنسبة للطاقة الشمسية الفوتوفلطائية و35تيروارط ساعة بالنسبة لطاقة الرياح،كما يقدر حجم الإمكانيات الشمسية للجزائر بنحو 10أمثال حجم مكامن الغاز الطبيعي التي اكتشفت في حاسي الرمل. من جهة أخرى، أشارت الدراسة إلى أن هناك فرصا جدية لا مجال للتشكيك فيها أمام بلدان شمال وجنوب المتوسط لرسم ملامح تعاون مثمر وفعال بينها، يسمح بفتح طرق الوصول إلى خزان عملاق للطاقة الشمسية التي تتوفر عليها الصحراء الكبرى ، وذلك باستخدام الهيدروجين الذي يتم إنتاجه بالطاقة الشمسية كحامل طاقة نظيفة ومؤمنة لضمان إمدادات الطاقة الإقليمية والعالمية.

- أن الهيدروجين كطاقة نظيفة سوف يسمح بالتأكيد بتخفيض كبير للمشاكل المرتبطة بالتلوث ومن ثم حماية البيئة. وبذلك فأن اقتصاد يعتمد على الهيدروجين و يستند إلى هيدروجين قابل للتجديد وغير ملوث هو هدف بيئي ذو جاذبية هائلة. فحسب الكثير من الخبراء فأن الهيدروجين هو مصدر لطاقة المستقبل لأنه يمثل احد أشكال الطاقة الأقل إضرار بالبيئة ويستعمل في الكثير من المجالات.
- إن إنتاج الهيدروجين من مصادر متجددة وخصوصا من الطاقة الشمسية يفتح أفاقا واعدة في مجال حماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة، كون الطاقة الشمسية متوافرة يكفي فقط استثمارها بالشكل الأمثل.
- أن دول العالم ومن بينها الجزائر وجدت نفسها اليوم أمام احتياج حقيقي لتطوير قطاع الهيدروجين الشمسي ، ليس فقط من جانب الوسائل المالية وإنما أيضا من جانب الكفاءة ، المعرفة العميقة لكيفية التصرف وتحويل التكنولوجيا[11].

III- الإمكانيات التي تحوزها منطقة الوادي في مجال الطاقة الشمسية :

تتوقع ولاية الوادي شمال شرق الصحراء الجزائرية في خطي طول 6.86 و 6.52 شرق ودائرتي عرض 33.36° و 33.22° شمال و التي تتربع على مساحة km^2 44586.8ويبلغ عدد سكانها حوالي 771900 نسمة. تتميز هذه المنطقة عادة بمناخها الحار عادى مدار السنة مما يجعل تطبيق الطاقة و خاصة الطاقة الشمسية في هذا الموقع الجيد.

حسب دراسات قام بها أساتذة جامعة الوادي حول تدفق الإشعاع الشمسي على سطح ارض المنطقة خلال سنة كاملة ،حيث وجد إن متوسط الإشعاع سنوي يقدر ب 4.85 كيلو واط ساعي في المتر المربع بقدرة

عزل إجمالية قدرها 3900ساعة في السنة. منذ اكتشاف الكهرباء إلى وقتنا الحالي يعتبر الوقود الاحفوري الوسيلة الرئيسية لتوليد الطاقة الكهربائية ، فمعظم إنتاج الطاقة في العالم يعتمد عليه ، لكنه مصدر غير دائم لتوليد الطاقة بالإضافة إلى انه يسبب مشاكل بيئية وتذبذب في أسعار الطاقة العالية في استخدام النفط ونقله. وفي الآونة الأخيرة أصبح العالم يدرك ضرورة التوجه إلى مصدر طاقوي نظيفة ودائمة لتوليد الطاقة الكهربائية كطاقة الرياح والطاقة الشمسية التي يتم استغلالها عن طريق الألواح أو الخلايا الشمسية.

– للمناخ علاقة وطيدة بالوسط البيئي و الاجتماعي لأنه يؤثر و يتأثر بعناصرها الأساسية و يقع وادي سوف ضمن المناخ الصحراوي الذي يتميز بشدة الحرارة صيفا حيث تصل درجة الحرارة أحيانا إلى 50 درجة حتى تكون الرمال متوهجة ، و البرودة شتاء بسبب قلة التساقط حيث تنخفض درجة الحرارة أحيانا إلى ما دون 0 خاصة في الليالي البيض حين تغطي طبقة من الجليد وجه الأرض الذي يتميز بالجفاف و انخفاض كبير في معدل الرطوبة. و لابد أن نميز في هذا العنصر بين ما يلي :

أ . الحرارة : تتراوح درجة الحرارة بين 4.4 كأدنى حد لها و 42.6 كأقصى حد لها.

ب . الرياح : للرياح دور أساسي و واضح يظهر على الكثير من أجزاء الطبيعة و أكبر مثال على ذلك الدور الرئيسي الذي تلعبه في تشكيل المظاهر الخارجية لسطح الأرض بفعل التعرية و النقل و الترسيب كما أن الرياح تؤدي دورا مساعدا في الزراعة بما لها من تأثير فعال على عملية التلقيح وحسب المعطيات المستقاة من محطة الرصد الجوي بقمار و الموضحة في الجدول نلاحظ أن الرياح ذات الاتجاه (شرق . شمال شرق) هي السائدة تليها الرياح ذات الاتجاه (جنوب . غرب) و تمتاز بحرارتها و المعروفة محليا باسم "الشهيلي " أو "القبلي "[10].

الفصل الثاني: إنتاج الهيدروجين

I–الهيدروجين:

أن الهيدروجين كطاقة نظيفة سوف يسمح بالتأكيد بتخفيض كبير للمشاكل المرتبطة بالتلوث ومن ثم حماية البيئة. وبذلك فأن اقتصاد يعتمد على الهيدروجين و يستند إلى ذو مصدر متجدد وغير ملوث وهو هدف بيئي ذو جاذبية هائلة. فطاقة الهيدروجين يمكن إنتاجها من مصادر تقليدية أو من مصادر متجددة كالطاقة الشمسية. أن دول العالم ومن بينها الجزائر وجدت نفسها اليوم أمام احتياج حقيقي لتطوير قطاع الهيدروجين ، ليس فقط من جانب الوسائل المالية وإنما أيضا من جانب الكفاءة ، المعرفة العميقة لكيفية التصرف وتحويل التكنولوجيا.

من المنتظر أن يلعب الهيدروجين دورا رياديا في مجال الطاقة في المستقبل، ولاسيما وأن المواد الأولية لإنتاجه غزيرة ، ودائرة إنتاجه واستعماله تمتاز بتوافق عالي مع شروط التنمية المستدامة. وبإمكان نظام طاقوي يعتمد على الهيدروجين كحامل طاقوي أن يجعل المصادر الطاقوي المتجددة في متناول المستهلك. والتطور التكنولوجي المتزايد الذي نتابعه في مجالات إنتاج الهيدروجين وأساليب تخزينه وطرق نقله وميادين استعماله سيفرضه حتما على نطاق واسع. أن الهيدروجين كطاقة نظيفة سوف يسمح بالتأكيد بتخفيض كبير للمشاكل المرتبطة بالتلوث ومن ثم حماية البيئة. وبذلك فأن اقتصاد يعتمد على الهيدروجين و يستند إلى هيدروجين ويستند إلى هيدروجين قابل للتجديد وغير ملوث هو هدف بيئي ذو جاذبية هائلة.

وتعتبر الجزائر حاليا من الدول الأساسية في العالم المنتجة للهيدروجين من خلال المحروقات (النفط ، الغاز الطبيعي)،ولكن توافرها على طبقة مياه جوفيه (غير مستغلة كليا) في الجنوب ومياه البحر في الشمال بالإضافة إلى الحقل الشمسي الضخم حيث أن المدة المشمسة كبيرة وهي من بين اكبر الفترات المشمسة في العالم، ناهيك عن توفر مساحات كبيرة في صحراء الجزائر لإقامة المنشآت الضرورية لجمع وتحويل الطاقة الشمسية و كذا توفر الأنابيب لضخ الهيدروجين الشمسي من مناطق الجنوب إلى الشمال. . . كل هذه العوامل تتيح فرصة للجزائر لتطوير طاقة يكون الطلب العالمي المستقبلي عليها كبير جدا ،كما أن هذا يفتح للجزائر أفاقا واعدة في مجال التحول إلى الهيدروجين الشمسي[11].

I-1 الهيدروجين كمصدر للطاقة :

اقتصاديات الهيدروجين :

كأن العالم البريطاني هنري كفنديشأول من اكتشف الهيدروجين في مداخلة في الجمعية الملكية في لندن عام1776 ، ثم كتب عنه جول فيرن سنة 1874 حيث تنبأ بقدوم عهد للهيدروجين : "اعتقد أن الماء سيصبح يوما وقودا و الهيدروجين و الأكسجين المكونة له ستعمل منفردة أو متحدة و ستكون مصدر للحرارة و الضوء لا ينضب و بكثافة لا يملكها الفحم. . . . الماء هو فحم المستقبل "

أن الهيـدروجين هـو العنصـر الأكثـر انتشـارا في الكـون إذ يمثـل 75%مـن كتلـة الكـون و 90 %من الجزيئات التي تكونه. حيث يندر وجود الهيدروجين على شكل عنصر نقي في الطبيعة بل يوجد على شكل مركبات متحدة فيها مع معادن وعناصر أخرى قد يزيد عددها عن 92 عنصر ، وقد يكون من ابرز تلك المركبات اتحاد الهيدروجين مع الأكسجين مشكلا الماء الذي يغطي نحو ثلاثة أرباع مساحة الكرة الأرضية ، كما يختزن في جوفها متحدا مع الكربون مكونا النفط والغاز الطبيعي ، وقد يكون ممتصا على شكل هيدريدات بواسطة بعض المعادن كالليثيوم و التيتانيوم. . . الخ. وهكذا فأن هذا العنصر يمكن أن يلعب دورا هاما كمصدر للطاقة البديلة.

أن اقتصاد الهيدروجين هو نظام مقترح لتوزيع الطاقة باستخدام الهيدروجين. بما أن الهيدروجين غير متوافر بشكل حر في الطبيعة لذلك لا بد من إنتاج الهيدروجين من التحليل الكهربائي للماء أو احد الطرق المعروفة الأخرى. وعدم توافره في الطبيعة يجعل منه حاملا للطاقة (مثل الكهرباء) وليس مصدرا رئيسا للطاقة (مثل الفحم). أن الفائدة من اقتصاد الهيدروجين تعتمد على القضايا المتعلقة بمصادر الطاقة مثل : استخدام الوقود الاحفوري و التغير المناخي وتوليد الطاقة المتجددة.

أن جميع البلدان الصناعية في العالم تسعى اليوم لتمويل مشاريع تطوير قطاع الهيدروجين ، حيث هذا الأخير يوما بعد يوم كحامل مستقبلي للطاقة وقادر على الحلول محل الطاقات الأحفورية على المدى المتوسط و الطويل. هذه الوضعية الجديدة نتجت عن تفاعل مجموعة من العوامل منها :

- الاستتراف المتزايد لمصادر الطاقة الأحفورية.

- تزايد الطلب العالمي على الطاقة خصوصا في الدول السائرة في طريق النمو.
- إمكانية تحويل جميع مصادر الطاقة الأولية (أحفورية، نووية، متجددة) إلى هيدروجين ما يعطي هذا الأخير خاصية حامل شامل للطاقة.
- غياب التلوث المرتبط بالتكنولوجيات الجديدة لاستعمال الهيدروجين والضرورة الملحة لحماية البيئة وخاصة تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.
- ضرورة البحث عن تكنولوجيات مستدامة وتطوير مصادر الطاقة المتجددة.
- خلق مناصب عمل والفرص الجديدة المرتبطة بالتطور في القطاع الصناعي للهيدروجين.
- الآثار الاقتصادية و المالية الناتجة عن هذا القطاع الجديد الذي هو في مرحلة تطور .
- الفوائد المتوخات من التطور الملحوظ المسجل في السنوات الأخيرة في تكنولوجيات استعمال الهيدروجين خصوصا في مجال خلايا الوقود.

I-2 مراحل صناعة الهيدروجين:

I-2 -1 طرق إنتاج الهيدروجين:

نظرا لعدم تواجد الهيدروجين غاز بالطبيعة فيستوجب توفير الطاقة الأزمة لتحرره من الجزيئات التي يدخل في تكونها. تحتل المصادر الأحفورية الصدارة من بين المصادر المستعملة في إنتاجه ينتج96% من الهيدروجين عن طرق الكيمياء الحرارية، و منها 48% من الغاز الطبيعي 30% عن طرق روفورماج للمواد الكربوهيدراتية، و 18% عن طرق تحويل الفحم إلى غاز أي إلى ما يسمى بتغور الفحم. 4% الباقي من إنتاج الهيدروجين يتم عن طريق التحليل الكهربائي للماء. ولقد وصل حجم الإنتاج العالمي من الهيدروجين سنة 2002إلى500 مليار متر مكعب تحت ظروف الضغط و الحرارة العادية

لقد كأن الغاز الطبيعي ارخص مصدر للهيدروجين تاريخيا و في هذه الحالة يرسل ثاني أكسيد الكربون المنتج ببساطة، هذا ويمكن أن يكون ثاني أكسيد الكربون مصدرا ثمينا لرفع نسبة استخلاص النفط من الممكن، وذلك إذا كأن بإمكان إنشاء مصانع لإنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي المصاحب للنفط حلقيا. يصبح الفحم الخيار الثاني عندما لا يتوفر الغاز الطبيعي، وقد كأن الفحم الوقود الأصلي لإنتاج غاز الماء قبل قرنين من الزمن ثم تطورت شركة تكساكو الطريقة الحديثة لإنتاج الهيدروجين من

الفحم قبل أن تصبح جزء من شيفرون /تكساكو. وبطريقة التحليل الكهربائي يبدو إنتاج الأكسجين والهيدروجين أسهل شيء في الوجود، فالطريقة معروفة منذ مائتي سنة وقد استخدمت تجاريا لخمسة وسبعين سنة من هذه السنين.

أن إنتاج الهيدروجين بالطرق الكلاسيكية أي من خلال الطاقة الأحفورية ليس له أهمية كبيرة لأنه يؤدي إلى انبعاث غازات الاحتباس الحراري، كما انه من المفيد استعمال الطاقة الأحفورية مباشرة دون المرور بالهيدروجين. و من ثم فأن إنتاج الهيدروجين سوف يكتسي أهمية بالغة إذا تم إنتاجه بطرق نظيفة أي باستعمال الطاقات المتجددة (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة الحرارة الجوفية. . .) من اجل إنتاج الكهرباء الضرورية للتحليل الكهربائي.

تأتي طرق إعداد الهيدروجين من الفيزياء والكيمياء أو البيولوجيا ويمكن تلخيص طرق إنتاج الهيدروجين فما يلي :

- **التحليل الكهربائي**: وهي الطريقة الأكثر شيوعا ويتم ذلك عن طريق تمرير تيار كهربائي في الماء مما يؤدي إلى تحليله إلى عنصريه، وتصل نسبة الكفاءة هنا إلى80% تنخفض إلى30% بحساب كفاءة عملية توليد الكهرباء من مصدر آخر. ومن ثم فأن البعض يرى أن الاستخدام الناجح للمصادر الأولية للطاقة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها والتي قد تكون في مناطق بعيدة عن مراكز العمر أن يكمن في استخلاص الهيدروجين الذي ينقل بشتى الطرق إلى تلك المراكز لاستهلاكه.
- **التحليل الحراري** : ويتم ذلك بتسخين بخار الماء إلى2500°م وعندئذ يتحلل الماء إلى الهيدروجين والأكسجين، يتم الحصول على الأول والتخلص من الثاني إذا لم تكن هناك حاجة إليه، لكن المشاكل التي تتعرض هذه الطريقة تتمثل في الحصول على الحرارة اللازمة لهذه العملية والتي لا تتوفر حتى في المفاعلات النووية فمياه وغازات التبريد لا ترتفع حرارتها إلى أكثر من 800°م، كذلك فأن الطاقة الشمسية وغيرها لا توفر هذا القدر من الطاقة، وتوفير الأجهزة والأدوات القادرة على تحمل درجات الحرارة هذه هي أيضا مشكلة أخرى.

- **الطريقة الكيميائية الحرارية:** وتعتمد على تفاعل الماء مع بعض المركبات الكيميائية في درجات حرارة عالية تصل إلى 800°م مما يؤدي إلى تحلل الماء بعد سلسلة من التفاعلات. وتعترض هذه الطريقة مشكلة الحرارة العالية من ناحية و إجراء سلسلة من التفاعلات بعد الحصول على الهيدروجين لإعادة المواد والمركبات المستخدمة إلى طبيعتها الأولى.
- **التركيب الضوئي والتركيب الضوئي للطحالب** : تتم عملية التركيب الضوئي بطريقة عكسية في الماء عما يحدث في الهواء الطلق حيث تطلق الطحالب الهيدروجين بدلا من الأكسجين وهذا يعني انه يمكن الحصول على الهيدروجين دون الحاجة إلى مصادر طاقة أخرى غير الشمسية ولكن يعاب على هذه الطريقة انخفاض نسبة 1-2% في الطبيعة و9% في المعامل كما أنها بحاجة إلى مساحات كبيرة جدا من المناطق المزودة بالطحالب لتوفير كميات كبيرة اقتصادية من الهيدروجين.

يمكن لإنتاج الهيدروجين على طريق التحلل الحراري أو التحويل بالكيمياء الحرارية للكتلة العضوية أن يستجيب لطلب محدود وموقعي على الهيدروجين كحامل للطاقة. أما إنتاج الهيدروجين عن طريق التحلل الكهربائي للماء فهو جد واعد ما دام هذا الإنتاج يهدف إلى خزن الطاقة من أصل متجدد وغير منتظم في الإمداد. يستعمل الفائض من الطاقة الكهربائية المنتجة بشكل وفير وغير منتظم في الزمان في إنتاج الهيدروجين وتخزنه إلى حين الحاجة إليه أو نقله إلى مكان الطلب.

I-2 -2 خزن الهيدروجين ونقله:

هناك ثلاث طرق سائدة لخزن الهيدروجين :

- ✓ كغاز هيدروجين في خزانات ذات ضغط عالي وهذه الطريقة لها الأفضلية.
- ✓ كسائل مبرد جدا.
- ✓ إمكانية خزن الهيدروجين من خلال امتصاصه في مادة سائلة أو صلبة.

أن الطريقتين الأوليتين هما قيد الاستخدام إلا إنهما تحتاجان إلى ظروف محكمة ، فضغط الخزان يكون عادة بين 34. 5إلى69 ضغط جوي.

لكي نتمكن من الاستخدام الفعال للهيدروجين كحامل للطاقة في المستقبل ، فلا بد من اعتماد نظام موثوق به قادر على خزن الهيدروجين دونما خطر تسربه وقادر على الاستجابة للمتطلبات الطاقوية سواء من ناحية الجودة أو التكاليف وتنكب حاليا مجموعات من فرق البحث على هذه المسالة التي رصد لها ميزانيات هامة ضمن برامج البحث والتطوير في هذا الميدان. فخزن الهيدروجين على العموم لا يطرح أي مشكل تقني أكثر من الغاز الطبيعي. إلا أن التكلفة الطاقوية لتسيل نفس الكمية من الهيدروجين هي أكبر أربعة أضعاف منها عند ضغط الهيدروجين إلى700 بار. فضغط الهيدروجين إلى700 بار يستوجب 10% من الكمية الطاقوية المتوفر عليها الغاز قبل ضغطه في حين يستوجب تسييل الغاز 40% من الطاقة الأصلية للغاز قبل تسييله. يعتبر الخزن الكيماوي للهيدروجين في مواد هيدروجينية عن طريق الامتصاص أو الخزن الفيزيائي عن طريق الاهتزاز في كريات دقيقة أو في مواد كربونية ذات بنيات مكونة من أوعية دقيقة ، من التقنيات الواعدة و المترشحة لأن تلعب دورا هاما في مجال تخزين الهيدروجين وخاصة في ما يخص استعماله في النقل. لا يتعدى حاليا إنتاج الهيدروجين حاجيات محدودة. سواء كأن إنتاجه في نفس مكان الاستعمال والخاص ببعض الصناعات التي تستهلك كميات كبيرة منه. ينقل كذلك على شكل سائل في حاويات خاصة أو في شاحنات خزانة لمسافات قصيرة أو في باخرات خاصة لنقل الهيدروجين سائل لمسافات طويلة وفي ظل نقل الهيدروجين مضغوط في حاويات للغاز مقتصرا بالخصوص على تغطية حاجيات المختبرات. ومن المنتظر أن تستعمل القنوات الخاصة بنقل الغاز عبر الدول والقارات بشكل واسع ، وأن تقوم بنقل الكميات الكبيرة من الهيدروجين غاز الذي ستنتجها المركبات الشمسية في المستقبل. يوجد حاليا العديد من القنوات المستعملة غاز الأكسجين وغاز الآزوت وكذلك غاز الهيدروجين لمئات الكيلومترات ، 1500كيلو متر من هذه القنوات توجد بأوروبا و 700 كيلومترات توجد بألو.م.ا[11].

II- إمكانية الجزائر في استعمال الهيدروجين كمصدر للطاقة :

II -1 فجر اقتصاد الهيدروجين ذو المصدر المتجدد :

يوجد نوعان من حوامل الطاقة هما الكهرباء والتي تتمثل ربع الاحتياج للطاقة في العالم و الوقود يمثل ثلاثة أرباع الاحتياج الكلي للطاقة. ويعتقد العلماء بأن الوقود المناسب الذي من شانه المحافظة على البيئة من التلوث و ذا الكفاءة العالية كوقود و كحامل للطاقة هو الهيدروجين. فالهيدروجين وسط لنقل وتخزين الطاقة وحلقة وصل بين الطاقة والمستهلك. ويعتقد بأنه الحل الأمثل لتخزين الطاقات المتجددة المتقطعة أو التي لا تتصف بالديمومة مثل الإشعاع الشمسي و الرياح. كما انه وسيلة لنقل الطاقة من أماكن توافرها إلى أماكن استخدامها. وفكرة إنتاج الهيدروجين ليست جديدة و إنتاجه من بعض مصادر الطاقة المتجددة أيضا قديمة، فقد اقترح هالدين عام 1923إنتاج الهيدروجين من تحليل الماء كهربائيا و ذلك باستخدام طاقة الرياح كمصدر للمحلل الكهربائي ومن ثم استخدام الهيدروجين كوقود. وفي عام 1927 اقترح ستيوارت إنتاج الهيدروجين بواسطة المساقط المائية و استخدامه أيضا كوقود. أما المهندس الألمانيادجستي فقد أوضح بأن نقل الطاقة في شكل هيدروجين ارخص من نقلها عبر خطوط الكهرباء.

II – 2 أهم الانجازات العالمية في مجال الهيدروجين الشمسي :

في الوقت الحاضر ينتج الهيدروجين بواسطة الطاقة الشمسية الملتقطة بالعناصر الضوئية لإنتاج الهيدروجين كانت في السعودية. في ألمانيا برامج أعدت برامج كبيرة لاستغلال الهيدروجين الشمسي منها البرنامج السعودي الألماني و الذي يتم دعمه من قبل أمانة العلوم و الفنون وأمانة البحث و التقنية في ألمانيا بما قيمته 25% من المشروع لكل منها و تساهم السعودية بقيمة 50% الباقية و بدأت الخطوات التنفيذية للمشروع عام 1986. انتهى المشروع عام 1992 وأصبح ينتج 17000م^3 سنويا من الهيدروجين.

وترتب على هذا البرنامج إقامة مشاريع تجريبية في كل من ألمانيا والسعودية. أحد هذه المشاريع أقيم بستيتغارت حيث يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي 1000كيلوات ساعي للمتر المربع / سنة وبقدرة 10كيلوات، والأخر بقدرة 2 كيلو وات الملك عبد العزيز بالسعودية ، كما أقيم مشروع 35 كيلو وات

في قريـة شمسـية في السـعودية قـرب الريـاض حيـث يبلـغ متوسـط الإشـعاع الشمسـي 2300-2500كيلوات ساعي للمتر الربع / سنة. هذه المشاريع تهتم بتطوير استخدام الهيدروجين الشمسي و التخطيط لاستخدامه. ومن المشاريع الأخرى القائمة في ألمانيا مشروع (solar-wasserstoff-Bayern) و الذي تساهم فيه 5 شركات ألمانية ، ويهدف المشروع إلى اختبار منظومة إنتاج هيدروجين شمسي متكاملة تحت ظروف الإشعاع الشمسي في أوروبا و تطوير المنظومة لأفضل الأداء. ويبلغ متوسط الإشعاع الشمسي في هذا الموقع (جنوب ألمانيا) 1100كيلوات ساعي للمتر الربع / سنة

بالإضافة إلى هذه المشاريع قامت ألمانيا ببناء منزل شمسي لإنتاج الهيدروجين ، وتم تغطيته 40م من سطحه بالخلايا الشمسية التي تقوم بإنتاج التيار الكهربائي وتخزينه في مدخرات ومن ثم استخدام لإنتاج الهيدروجين والأوكسجين حيث يتم تخزين كل منها في أوعية خاصة ، والطاقة المختزنة يمكن استخدامها في الشتاء من اجل الطبخ أو تسخين المياه أو التدفئة ويتوقع أن ينقل الهيدروجين المستخرج بالطاقة الشمسية مستقبلا مثل النفط والغاز في أنابيب.

II – 2–1 الهيدروجين الشمسي في الجزائر:

أن الهيدروجين في الجزائر الذي كأن ولا يزال أن ضح التعبير إلى حد الآن ذو طابع تصويري ، هذا الأخير عرف مبادرات كبرى منذ 2003 ولكن لا يزال الوقت مبكرا لاستخلاص النتائج ، ولكن اجتماع الرهانات الطاقوية ، البيئية و المناخية بالإضافة إلى فرص السوق على المدى القصير والمتوسط بالنسبة لخلايا الوقود يعطي نوع من القوة لهذه الانطلاقة. أن تأثير استعمال هذا المورد الجديد على الحضارات ، المؤسسات الاقتصادية ، السياسية و الاجتماعية يقودنا اليوم لرؤية واضحة للميادين الأساسية للبحث والتطوير التكنولوجي والتي يمكن أن تدمج في مراكز البحث و الجامعات بالتعاون مع البلدان الأكثر تطورا في هذا المجال. أن الجزائر وجدت نفسها اليوم أمام احتياج حقيقي لتطوير الهيدروجين ، ليس فقط من جانب الوسائل المالية وإنما أيضا من جانب الكفاءة ، المعرفة لكيفية التصرف و تحويل التكنولوجيا.

و تعتبر الجزائر حاليا من الدول الأساسية في العالم المنتجة للهيدروجين من خلال المحروقات (النفط، الغاز الطبيعي) ، ولكن توافرها على طبقة مياه جوفية (غير مستغلة كليا) في الجنوب ومياه البحر في

الشمال بالإضافة إلى الحقل الشمسي الضخم (المدة المشمسة كبيرة وهي من اكبر الفترات المشمسة في العالم إذ يصل متوسط الإشعاع الشمسي فيها إلى3000ساعة مشمسة / سنة وبمعدل شدة إشعاع تقدر ب 2000كيلوات ساعي للمتر المربع /سنة) كل هذه العوامل تتيح فرصة للجزائر لتطوير طاقة يكون الطلب العالمي المستقبلي عليها كبير جدا، كما أن هذا يفتح للجزائر أفاقا واعدة في مجال التحول إلى الهيدروجين الشمسي. كما يمكن من للجزائر إنتاج الهيدروجين من طاقات متجددة أخرى كطاقة الرياح و الطاقة الجيوحرارية إذن لها احتياطيات مهمة من هذه المصادر.

الفصل الثالث

دراسة تجريبية حول

إنتاج الهيدروجين

بإستخدام الطاقة الشمسية

مقدمة:

يعد الوقود التقليدي أهم مصادر الطاقة كما يعد المصدر الرئيسي لاضطراب الحياة المعاصرة بسبب تزايد معدل استهلاكه وارتفاع أسعاره وتوقع استنزافه ونضوب مصادره خلال العقود القليلة القادمة، وتعد نواتج احتراقه المنبعثة إلى الغلاف الجوي ومنها ثاني أوكسيد الكربون أهم أسباب التلوث البيئي وظاهرة الاحتباس الحراري إذ تمتص جزيئاته الإشعاع الشمسي الضوئي ثم تبعثه بشكل إشعاع حراري يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض عن معدلها محدثا تغيرات مناخية تؤثر شكل سلبي في مجمل حياة الكائنات الحية على الأرض والذي جعل المؤسسات البحثية تسعى لإيجاد بدائل غير ملوثة يمكن إنتاجها بموارد غير ناضبة تلبي متطلبات الحياة من أشكال الطاقة وأحد هذه الخيارات هو الهيدروجين لأن نواتج أكسدته أو احتراقه خالية من الملوثات وهي طاقة وبخار ماء ،طرق إنتاج الهيدروجين التي تعتمد موارد متجددة. تشترك في استعمال الماء والإشعاع الشمسي في إنتاجه أو استخلاصه من أنواع الوقود المختلفة .

I- عموميات حول الهيدروجين :

اسم الهيدروجين مكون من كلمتين :هيدرو تعني "ماء " و جين" مكون. "عرف لأول مرة كمادة متميزة عن غيرها من الغازات القابلة للاشتعال حتى تم اكتشافه عام 1776 من قبل عالم الفيزياء البريطاني هنريك افنديش، وهويعتبر أخف عنصر كيميائي لأنه يمتلك بنية ذرية بسيطة ذرته تتكون من إلكترون وحيد سالب الشحنة يدور حولب روتون موجب الشحنة حيث يأخذ المكان الأول في الترتيب الدوري مندلييف، وهو غاز ثنائي الذرة ويعتبر الأكثر وجودا في الكون بنسبة % 75 من حجمه 12

الجدول التالي يوضح الخصائص الفيزيائية للهيدروجين.

I–1الخصائص الفيزيائية للهيدروجين :

الخصائص الفيزيائية	
الرمز	H
الطور	غاز
اللون	عديم اللون
الكتلة الحجمية	0,085Kg/m^3
الكتلة الذرية	1,00794 g/mol
الحرارة النوعية	10,3 KJ/Kg K
كثافة الغاز	273 K عند 0,08988 Kg/m^3

II الجانب التجريبي:

أجريت الدراسة التجريبية للإنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية في شهر مارس2017، تضمنت منظومة شمسية تتكون من لوح خلايا شمسية ومحللة كهربائية كما في الشكل (I–10).

- اللوح الشمسي من نوع-TE500P-وذو استطاعة 55 واط مكون من 36 خلية شمسية مرتبة بأربعة صفوف كل صف يحتوي على 9 خلايا مربوطة على التوالي
- المحللة الكهربائية تتكون من حوض التحليل مصنع من البلاستيك قطره 107 مليمتر وعمقه 96 مليمتر ، اسطوانتين للغاز (أنابيب اختبار) ، أقطاب المحللة المصنعة من الألمنيوم مساحتها السطحية78.5مم^2 وطولها 79 مم.
- فولطمتر ، امبيرمتر .

تقدر زاوية ميل الشاقولي ب 33^0 حتى تكون شدة الإشعاع الواصلة للوح أعظمية.

II –1 طريقة العمل :

عند تعرض لوح الخلايا الشمسية إلىالإشعاع الشمسي خلال النهار تتمص خلاياه خلال طاقة الإشعاع وتحوله إلى طاقة كهربائية (بشكل جيد و تيار) تستغل لإجراء التحليل وفصل المحلول المائي في المحللة

إلى غازي الأوكسجين والهيدروجين ، حين يصبح الجهد المتولد في لوح الخلايا اكبر من أدنى جهد مطلوب لعملية التحليل ، يسمح فرق الجهد الناشئ بين قطبي المحللة بمرور التيار خلال المحلول الملحي (10g من ملح الطعام المذاب في 1.51 ماء مقطر) لينفصل غاز الهيدروجين عن القطب السالب وغاز الأوكسجين عن القطب الموجب حسب المعادلة :

$$H_2O + (liquide) \longrightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$$

التفاعلات على مستوى القطبين :

- **القطب الموجب** : تحرير أيونات الهيدروكسيد (OH^-) يحرر معه الكترونات و انبعاث للأكسجين و فقا للمعادلة التالية :

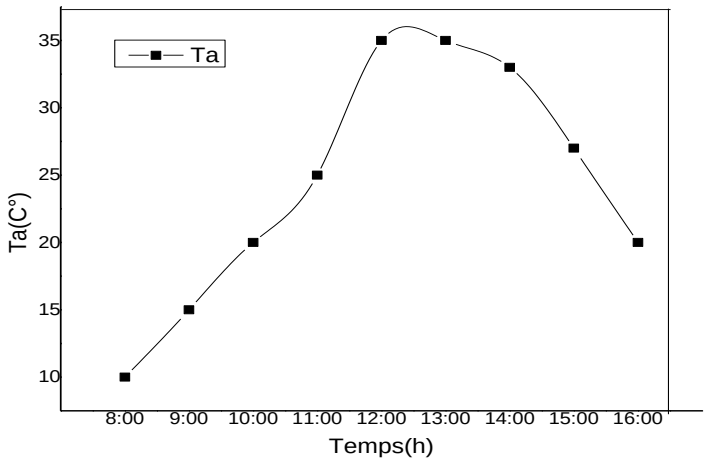
$$2OH^- \longrightarrow 2e^- + H_2O + \frac{1}{2} O_2 \nearrow$$

- **القطب السالب** : تفاعل الارجاع لجزيء الماء يحرر الهيدروجين :

$$2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2\,OH^- + H_2 \nearrow$$

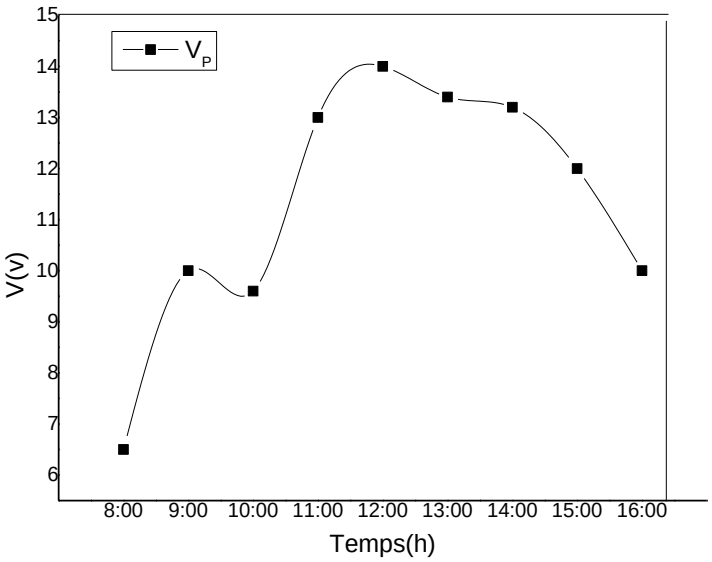
الشكل (I-10) المنظومة الشمسية لإنتاج الهيدروجين الشكل (I-11)المحلل الكهربائي

II-2 النتائج و التحاليل : تمثل المنحنيات من I-10 الى I-15 النتائج المحصل عليها من خلال التجربة التي أجريت في شهر مارس 2017 التي استعملنا فيها النظام الكهروضوئي لإنتاج الهيدروجين مع عدة عوامل و قيم كما يلي :



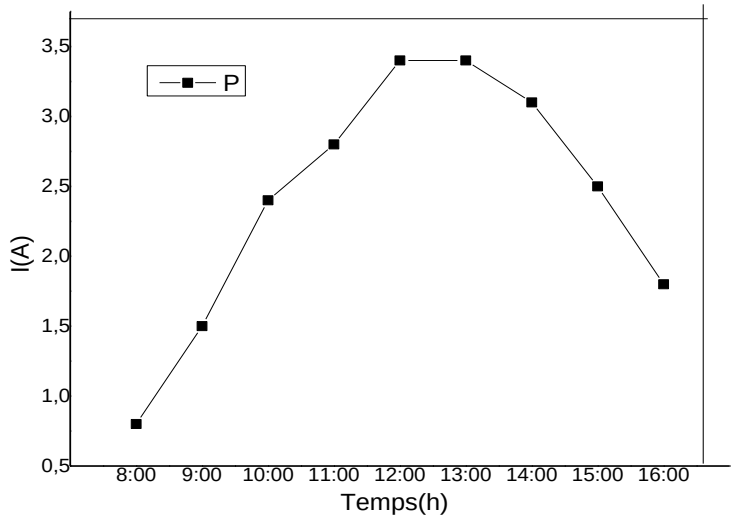
(الشكل (I-12) تغير حرارة الوسط بدلالة الزمن

يبين المنحى السابق أن حرارة الوسط تزداد كل ما زاد اشعاع الشمس و تكون في الذروة عند الظهيرة ثم تبدأ بالتراجع مساءا



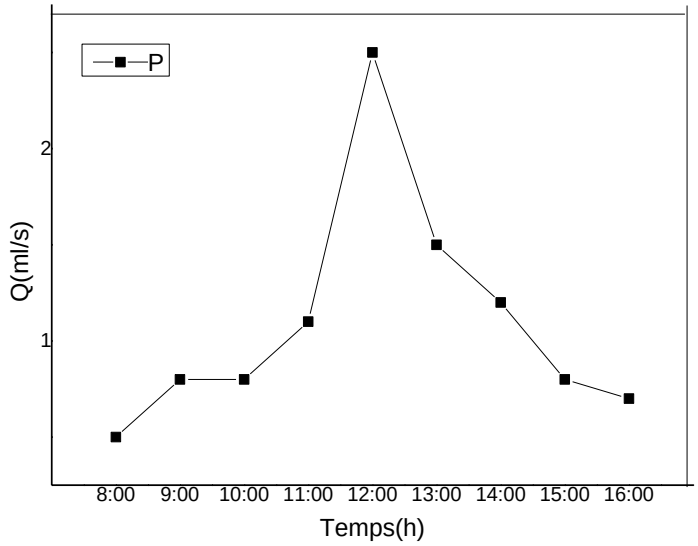
الشكل (I-13) تغير التوتر الكهربائي الناتج عن اللوح الشمسي بدلالة الزمن

يبين المنحى السابق أن التوتر الكهربائي يزداد كل ما زاد اشعاع الشمس و يكون في الذروة عند الظهيرة ثم يبدأ بالتراجع مساءا



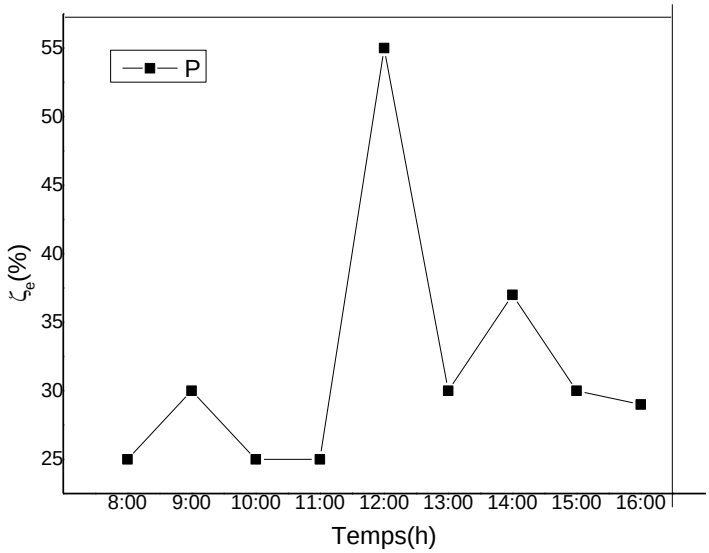
(الشكل (I-14) تغير شدة التيار الكهربائى بدلالة الزمن

يبين المنحى السابق أن شدة التيار الكهربائي يزداد كل ما زاد اشعاع الشمس و يكون في الذروة عند الظهيرة ثم يبدأ بالتراجع مساءا



يبين المنحى السابق أن تدفق الهيدروجين يزداد كل ما زاد اشعاع الشمس و يكون في الذروة عند الظهيرة ثم يبدأ بالتراجع مساءا

(الشكل (I-15) تغير تدفق الهيدروجين الناتج بدلالة الزمن



(الشكل (I-16) تغير مردودية المحلول و مردودية النظام الشمسى بدلالة االزمن

يبين المنحى السابق أن مردودية النظام الكهروضوئي يزداد كل ما زاد اشعاع الشمس و يكون في الذروة عند الظهيرة ثم يبدأ بالتراجع مساءا

- **حساب المردودية :**

$$Q = V_{(H2)} / 0.9$$

- **مردودية النظام الشمسي :**

$$\eta_s = QE / (HA)$$

- **مردودية المحللة الكهربائية :**

$$\eta_e = QE/(I_L V_L)$$

الخلاصة:

من خلال التجارب السابقة نلاحظ ان درجة حرارة المحلول وكمية الاشعة الساقطة على اللوح الشمسي وكذلك المساحة الخاصة باللوح ، لها علاقة طردية مع كمية الهيدروجين الناتج فنلاحظ ان بداية تدفق الهيدروجين يكون أسرع يكون اسرع عند وصول المحلول الأكثر حرارة وكذلك عند ساعة الذروة في منتصف النهار سيكون تدفق الهيدروجين أكثر في ساعات أول النهار أو آخره .

من المنحنيات المتحصل عليها لاحظنا ان حجم الهيدروجين يزداد طرديا بدلالة الزمن على زيادة التيار الكهربائي وزيادة الجهد حيث ان معد انتاج الهيدروجين يقدر ب 0.5 ملل في الساعة .

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

التحويل الكهرو ضوئي واحد من النماذج الأكثر أهمية في استعمال الطاقة الشمسية ويسمح بالحصول على الكهرباء بشكل مباشر يجب أن يعتمد مستقبلنا الطاقوي على طاقات نظيفة و بالتالي نحن بحاجة إلى إيجاد حلول طاقوية بديلة ومستدامة ولا تشارك الاحتباس الحراري و تمكن وصول الكهرباء على نطاق واسع خصوصا في البلدان النامية يقابلها خفض استهلاك الوقود الأحفوري الهدف العام من هذا العمل هو إنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة الشمسية في ولاية الوادي حيث تكونت المنظومة من لوح شمسي و محلل كهربائي فوجدنا إن معدل إنتاج الهيدروجين في يوم مشمس يقدر ب 0.5 ملل في الساعة وكانت الاستطاعة المقدرة ب 12.4 وات وهذا بالاستخدام المعطيات المناخية لولاية الوادي النتائج المتحصل عليها تدل على إن الهيدروجين حامل طاقوي جيد غير مضر للبيئة يمكنه تعويض عدة مصادر طاقوية أخرى .

قائمة المراجع :

[1] KHAZEN+GUITOUBI- :Production d hydrogéne par un systeme photovltaique

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d 'ingénieur d'état – Université de Ouargla 2006.

[2] نبيل شهيد: حساب الإشعاع الشمسي الساعي لمساعدة الحاسوب.

المعهد العالمي للمهن الشاملة – الجزائر.

[3] من موقع الانترنت- 2017/02/28- Hpp.www.wikippidia.or

[4] (هاني + تجاني): إنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة الشمسية مذكرة لنيل شهادة الليسانس . جامعة الوادي2014 .

[5] (خلايفة+ روضة): دراسة عامة حول استخدام الطاقة المتجددة لولاية الوادي . مذكرة لنيل شهادة الماستر. جامعة الوادي . 2015

[6] فاطمة سليمان بابكر، كفاءة الخلية الشمسية والمقاومة الضوئية في قياس شدة الإضاءة، بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء 2012

[7] Bouziane khadidja , Etude d'installation photovoltaique de production d'Hydrogene par electrolyse de l'eau, mémoire magisterUniversite ourgla 2011.

[8] Sekiou yasmine .dimensionnement d' une instalation de Production d hydrogene photovltaique dans la rigion ourgla

Mémoire academique Universite ourgla 2013.

[9] عاشور رحال انجاز سخان شمسي و دراسة تجربة كبديل للسخان الكهربائي في المنطقة

مذكرة تخرج لنيل شهادة دبلوم دراسات عليا – المركز الجامعي بالوادي 2009 .

[10] تاريخ وادي سوف – عبد العزيز حسونة .

[11]لعمى احمد رحال أمال مداخلة بعنوان مستقبل الهيدروجين الشمسي في الجزائر

جامعة ورقلة 2012

ملخص :

- الهيدروجين سيصبح وقود المستقبل بدلا عن البترول حيث انه منبع للطاقة الكهربائية و الحرارية ، وينتج انطلاق من التحليل الكهربائي في الماء .
- ان ولاية الوادي في صحراء الجزائر لديها موقع مناسب ، حيث لها مدة اشعاع شمسي كبير وطاقة شمسية مهمة جدا يجعلها مكان مناسب لإنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية وهذا الانتاج سبب فقط باستخدام طاقة نظيفة ولكن الاهم هو زيادة مصادر الطاقة .
- في هذه المذكرة استخدمنا الخلايا الشمسية وجهاز التحليل الكهربائي في الهيدروجين ، النتائج المتحصل عليها تبين ان كمية الهيدروجين تناسب طرديا مع كمية الاشعاع الساقط على الخلايا الشمسية .

كلمات مفتاحية :الطاقة الشمسية، هيدروجين شمسي، المحلل الكهربائي للماء، إنتاج الهيدروجين، نظام الكهروضوئية.

Résume :

L'hydrogène, il remplacera les carburants fossiles usuels et sera une source incontournable d'énergie électrique et thermique .ce combustible est obtenu directement par l'électrolyse de l'eau.

Dans ce travail, un panneau photovoltaïque associé à une cuve d'électrolyser a été utilisé pour produire de l'hydrogéné par l'électrogène d'une solution de soude . le système a été testé plusieurs jours et il a montré sa convenance et sa capacité à produire de L'hydrogène. La quantité de L'hydrogène produite dépend de l'intensité de la radiation solaire reçue par le panneau photovoltaïque

Mots clés: énergie solaire, hydrogène solaire, électrolyse de l'eau, production d'hydrogène ,Photovoltaïque.