الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف بالمسيلة

كلية: العلوم

قسم:علوم المادة

الرقم:

مذكرة مكملة لنيل شهادة ماستر اكاديمي

من اعداد الطلبة:

- امجدل خيرة.
- بلحوت سناءسكينة

تحت عنوان:

التحليل الكهربائي للماء باستخدام الطاقة الشمسية

امام لجنة المناقشة المكونة من السادة الاساتذة

اسم ولقب الاستاذة	الرتبة	الجامعة	الصفة
أ.د بن يحي عز الدين	.....	جامعة المسيلة	رئيسا
جريو عمار	.....	جامعة المسيلة	مشرفا ومقررا
د. دغفل نذير	.....	جامعة المسيلة	مناقشا

السنة الجامعية: 2021-2022

شكر وتقدير

نشكر الله على توفيقه وكرمه على أن أتممت هذا العمل

وامتثالا لقول المصطفى عليه الصلاة والسلام

" من لا يشكر الناس لا يشكر الله "

أتقدم بخالص عبارات التقدير والشكر للأستاذ " جربو عمار "

لقبوله الإشراف على هذه المذكرة والتي منحنا ثقته

ولم يبخل علينا بنصائحهي وتوجيهاته القيمة فله منا جزيل الشكر

والعرفان.

والشكر موصول إلى كل من ساعدنا من قريب

أو بعيد على إنجاز هذا العمل المتواضع ولو بكلمة طيبة.

الإهداء

أهدي ثمرة هذا الجهد:

إلى أعز الناس وأغلاهم إلي بفضلهم بعد

الله عز وجل وصلنا

الى ما وصلنا إليه.

الحمد لله رب العالمين و الصلاة و السلام على خاتم الأنبياء و المرسلين

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم .

أهدي خلاصة عملي و ثمرة جهدي المتواضع إلى :

الوالدين الكريمين أمد الله في عمرهما.

إلى كل أفراد عائلتي الكريمة و سندي في الحياة.

كما لا أنسى أصدقائي و زملائي .

و إلى كل من مد لي يد المساعدة من قريب أو بعيد.

فهرس الدراسة

فهرس المحتويات

شكر وتقدير

اهداء

فهرس الدراسة

فهرس الاشكال

فهرس الجداول

مقدمة

الفصل الاول : انتاج الهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي

1.الماء:..... 3

1.1. تعريف الماء:..... 3

2.1. خصائص الماء 3

1.2.1. الفيزيائية:..... 3

2.2.1. الكيميائية:..... 4

3.1. انواع المياه: 5

4.1. مصادر المياه:..... 8

2. التحليل الكهربائي للماء: 9

1.2. مفهوم تحليل الماء كهربائيا: 9

2.2. اجزاء خلايا التحليل الكهربائي: 9

3.2. طريقة عمل خلايا التحليل الكهربائي: 10

4.2. انواع التحليل الكهربائي: 11
1.4.2.التحليل الكهربائي القلوي:..... 11
2.4.2. التحليل الكهربائي عالي درجة الحرارة:..... 12
3.4.2. التحليل الكهربائي للحمض:..... 13
5.2. العوامل المؤثرة على اداء الخلية:..... 14
3. الطاقة الشمسية:..... 15
1.3. مفهوم الطاقة: 15
1.1.3 مفهوم الطاقة المتجددة:..... 16
2.1.3. مميزات وخصائص الطاقة المتجددة:..... 16
3.1.3. فوائد الطاقة المتجددة: 16
2.3. الطاقة الشمسية: 16
1.2.3. مميزات الطاقة الشمسية: 17
2.2.3. عيوب الطاقة الشمسية:..... 18
3.2.3. استخدامات الطاقة الشمسية: 19
3.3 . الطاقة الشمسية الكهربائية: 25
4.3. الظاهرة الفولطا ضوئية: 25
5.3. الخلية الشمسية:..... 25
6.3. مكونات الخلية الشمسية: 26
7.3. انواع الخلايا الشمسية: 28
8.3. مبدأ عمل الخلية الشمسية:..... 28

الفصل الثاني :عموميات حول الهيدروجين و دراسات سابقة لإنتاج الهيدروجين الشمسي في منطقة الوادي

1.عموميات حول الهيدروجين:..... 30

1.1. مقدمة: 30

2.1. تعريف الهيدروجين:..... 30

3.1. الخصائص الفيزيائية لغاز الهيدروجين:..... 31

4.1. الخواص الكيميائية لعنصر الهيدروجين:..... 31

2. استعمالات الهيدروجين:..... 31

1.2.محركات الهيدروجين الحرارية:..... 31

2.2.مجالات النقل:..... 32

3.2. مجالات الالكترونيات: 33

4.2. في مجالات توليد الكهرباء: 33

3. طرق انتاج الهيدروجين: 33

4. افاق انتاج الهيدروجين: 34

5.دراسة النتائج وتحليلها في منطقة الوادي 35

1.5.دراسة درجة الحرارة بدلالة الزمن.....35

2.5.دراسة جهد الالواح الكهرو شمسية..... 36

4.5.دراسة التيار الكهربائي:..... 36

5.5.دراسة كمية الهيدروجين المنتج..... 37

8.الخلاصة:..... 38

الفصل الثالث : اقتراح انتاج الهدروجين الشمسي في منطقة عين الملح-المسيلة-1

1.مقدمة:..... 39

2.الهدف من التجربة:..... 39

3.التعريف بمنطقة عين الملح: 39

4.عناصر النظام: 40

5.طريقة العمل: 42

6.المقادير المقاسة: 43

7.النتائج والتحاليل: 43

1.7.دراسة درجة حرارة الوسط: 43

2.7. دراسة جهد الالواح الكهرو شمسية:..... 44

3.7. دراسة التيار الكهربائي المار للمحلل :..... 45

4.7. دراسة كمية الهيدروجين المنتج:..... 46

8. الخلاصة :..... 47

خاتمة 48

فهرس الاشكال

الشكل 1.1 : المياه العذبة 5

الشكل2.1: مياه البحر 6

الشكل 3.1: المياه العسرة 7

الشكل 4.1 : مياه الشرب 7

الشكل 5.1: التحليل الكهربائي للماء 9

الشكل 6.1: مبدا عمل خلية التحليل الكهربائي القلوي..... 11

الشكل 7.1: مبدا عمل خلية التحليل الكهربائي (SOEC) 12

الشكل 8.1: خلية التحليل الكهربائي (PEM) 13

الشكل 9.1: تسخين المياه بالطاقة الشمسية 20

الشكل 10.1: فرن شمسي 21

الشكل 11.1: معالجة المياه بالطاقة الشمسية 22

الشكل 12.1:استخدام الطاقة الشمسية في النشاط الزراعي 23

الشكل 13.1:الاستخدامات الكهربائية للطاقة الشمسية 24

الشكل 14.1: تركيب الخلية الشمسية..... 26

الشكل 15.1: سليكون مطعم بكل عنصر البورون والفوسفور غلى الترتيب..... 27

الشكل16.1: مبدا عمل الخلية الشمسية..... 29

الشكل1.2: تغيرات درجة الحرارة بدلالة الزمن 35

الشكل2.2: تغيرات الجهد بدلالة الزمن..... 36

الشكل3.2:تغيرات التيار بدلالة الزمن 36

الشكل4.2: تغيرات حجم الهيدروجين بدلالة الزمن 37

الشكل1.3 : موقع منطقة عين الملح –المسيلة-.....40

الشكل2.3: الواح كهرو شمسية..... 40

الشكل3.3: جهاز التحليل الكهربائي البسيط..... 41

الشكل4.3: جهاز متعدد القياس 42

الشكل5.3: البروتوكول التجريبي 42

الشكل6.3:تغيرات درجة الحرارة بدلالة الزمن..... 44

الشكل 7.3 : تغيرات الجهد بدلالة الزمن .....

الشكل8.3:تغيرات التيار بدلالة الزمن 45

الشكل9.3:تغيرات كمية الهيدروجين المنتج بدلالة الزمن..... 46

فهرس الجداول

الجدول1.1: انواع الخلية الشمسية 28

الجدول 1.3:تغيرات درجة الحرارة بدلالة الزمن 43

الجدول 2.3.تغيرات الجهد بدلالة الزمن..... 44

الجدول3.3تغيرات التيارالكهربابي المار للمجللة بدلالة الزمن..... 45

الجدول 4.3..تغيرات كمية الهيدروجين بدلالة الزمن 46

مقدمة

مقدمة:

يعد البحث في موضوع الطاقات المتجددة من المواضيع الأكثر أهمية في وقتنا الحالي كونها طاقات مجانية ودائمة وكحل بديل للطاقة الأحفورية الملوثة والاخذة في النفاذ، اضافة لأنها تعد أمرا متاحا في بلادنا العربية خاصة الطاقة الشمسية التي تشكل خزن الطاقة الرئيس لها.

ونظرا لأن الطاقة الشمسية دائمة لا تنضب وأنظف مصادر الطاقة بفضل الله، ويمكن تحويلها إلى طاقة حرارية وكهربائية، ولذلك ركزت الأبحاث والدراسات على تطوير طرق الاستفادة منها، لأنها تستعمل لإنتاج الهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي للماء حيث يعتبر الهيدروجين صديق للبيئة نظرا لأن كل من إنتاجه وتخزينه ونقله واستخدامه النهائي لا ينتج عنه ملوثات أو الغازات الدفيئة او أي تأثيرات ضارة أخرى على البيئة، وهذا من شأنه أن يجعله حامل مثالي للطاقة.

في هذه الدراسة نحن بصدد استغلال مشكلة من أكبر المشكلات التي لا تزال تعاني منها الجزائر، ألا وهي استغلال الطاقات المتجددة(الطاقة الشمسية)كبديل عن الطاقات النفطية ،وعليه قمنا بدراسة تجريبية تتمثل في انتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة الشمسية بمنطقة الوادي وعين المح(المسيلة)،وذلك بهدف استغلال الطاقات المتجددة(الطاقة الشمسية)للحصول على الهيدروجين لإنتاج الكهرباء.

حيث نتطرق في هذا البحث:

الفصل الاول: يتضمن عموميات حول الماء واهم خصائصه وانواعه ومصادره، كما يتضمن تعريف التحليل الكهربائي للماء انواعه أبرز العوامل المؤثرة عليها، و يتناول اهم المفاهيم التي تخص الطاقة الشمسية ومميزاتها وانواعها وطرق استخدامها، ومكونات الخلية الشمسية ومبدا عملها.

الفصل الثاني: يتضمن عموميات حول الهيدروجين واهم خصائصه الفيزيائية والكيميائية.

وافاق انتاج الهيدروجين كما يتناول دراسة تجارب سابقة لإنتاج الهيدروجين الشمسي في منطقة الوادي ودراسة ومناقشة النتائج.

الفصل الثالث: يقدم وصف كامل لاقتراحنا تجربة انتاج الهيدروجين الشمسي في منطقة عين الملح(المسيلة) حيث يبين تعريف منطقة عين الملح كما يبين الاجهزة المستخدمة، وطريقة العمل _البرتوكول التجريبي _ ويتضمن تحليل ومناقشة النتائج المقترحة.

يتم ختم البحث بخاتمة عامة تتناول اهم النتائج المتوصل اليها .

الفصل الاول : انتاج الهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي

1.الماء :

1.1. تعريف الماء :

يعرف الماء بأنه مادة كيميائية تتكون من عنصري الهيدروجين والأكسجين، ويتواجد الماء في الطبيعة بالحالة السائلة، أو الصلبة أو الغازية، وتكون حالته الطبيعية سائلة عند درجة حرارة الغرفة دون طعم أو رائحة، ويعد الماء من أكثر المركبات الكيميائية في الطبيعة، كما يعتبر أهم مادة في حياة الكائنات الحية، حيث أنه مذيب فعال للعديد من المواد الكيميائية في العمليات الضرورية لحياه الكائن الحي ' مثل العمليات البيولوجية التي تعتمد على المحاليل المائية ' كالدم والعصارات الهضمية. (1)

يتكون جزيء الماء من ذرتي هيدروجين صغيرتين موجبتي الشحنة وذرة أكسجين كبيرة سالبة الشحنة، أي أنه جزيء غير متماثل الشحنة يكون أحد طرفيه موجب الشحنة والأخر سالب، ويسمى هذا الفرق في الشحنة والذي يحدد كيفية تفاعل الماء مع المركبات الأخرى بالقطبية، (2) وقد يبدو الماء عديم اللون عند تواجده بكميات صغيرة، إلا أن لونه الحقيقي هو الأزرق الناتج عن امتصاصه للضوء بشكل بسيط عند الأطوال الموجية الحمراء (1)

2.1. خصائص الماء

1.2.1. الفيزيائية(3):

للماء العديد من الخصائص الفيزيائية التي جعلت له قيمة كبيرة سواء في الحياة والزراعة والصناعة وغيرها من المجلات الأخرى، ومن أهم خصائصه نذكر ما يلي :

- **الاذابة**: *يعتبر الماء من المواد المذيبة، أي أنه يمكن إذابة العديد من الأملاح والمواد فيه، إذا أن الماء الموجود في الطبيعة غالبا لا يكون نقيا 100% وذلك بسبب وجود الأملاح والغازات فيه والتي يستمدها من الطبيعة.*
- **الحرارة النوعية**: يتميز الماء بامتصاصه للحرارة قبل أن يسخن لذلك نرى أصحاب بعض المحلات التجارية يرشون الماء في الأيام الحارة.

- **الشذوذ:** هي خاصية فريدة تتمثل بتمدد الماء في حالة الجليد خلال تجمده فيزيد حجمه وتنخفض كثافته، ويطفو على سطح الماء السائل، ولذلك فائدة عظيمة لكائنات المائية التي توجد في المناطق المتجمدة كونها تشكل عازلا طبيعيا بين الغلاف الجوي البارد والماء الموجود أسفل الحوض.
- **التوتر السطحي:** يلاحظ أن قيمة التوتر السطحي للماء مرتفعة جدا بسبب قوى التجاذب بين جزيئاته، فالتوتر السطحي هو الذي يجعل الماء يرتفع بنفسه في الأوعية الشعرية في النباتات، فيحمل الماء بواسطتها الغذاء الى خلايا النبات لارتفاعات عالية، بالإضافة إلى أن هذه الخاصية مسؤولة عن تحريك الماء عبر الفراغات والمسامات والشقوق والأقنية وفي الصخور والتربة للأعلى لتتساوى قوة التوتر السطحي للماء مع الجاذبية الأرضية، مما يسهل على الجذور النباتية للحصول على الماء خاصة في المناطق الصحراوية والجافة.

2.2.1. الكيميائية(4):

الخاصية الكيميائية هي تلك الخاصية التي يمكن رصدها فقط إذا حدث تغير كيميائي يغير من التركيب الداخلي للمادة، وتستخدم لوصف سلوك المادة عند تعريضها لبعض المواد مثل الهواء والماء والحموض والقواعد وغيرها، من الأمثلة على الخصائص الكيميائية:

- **التعادل الحمضي (5):** درجتا القاعدية والحمضية(في الانجليزية تسمى PH)تساوي سبعة ،وهذا يعني أن الماء متعادل كيميائيا ، ولا يعد مادة قاعدية لة حمضية ،كما أن ارتفاع أو انخفاض درجة الحموضة بشكل كبير يكون على الغالب ضارا لاستخدام المياه ،ارتفاع درجة الحموضة يسبب طعم مر، وتزداد الترسبات الكلسية داخل انابيب المياه والأجهزة التي تستخدم الماء ،ويقلل فعالية تطهير الكلور، مما يؤدي انخفاض درجة الحموضة إلى تآكل أو إذابة المعادن والمواد الأخرى وبالتالي يمكن أن تضر الحيوانات والنباتات التي تعيش داخل التجمعات المائية .

- **عسر الماء(6):** يمكن وصفه على أنه كمية الكالسيوم والمغنيزيوم المذابة في الماء، وكلما زادت نسبة العسورة تقل قدرة الصابون على الذوبان في الماء
- **القلوية(4):** وهي خاصية تعتمد على وجود مواد كيميائية معينة في الماء، مثل البيكربونات والكربونات والهيدروكسيدات، وتعد مقياسا لقدرة الماء على معادلة الحموضة والقواعد إذا اضيفت اليها، والتحول المفاجئ في الرقم الهدروجين غير صحي للاماك والكائنات الحية التي تعيش في الماء، كما ان المياه ذات القلوية العالية قدرة اكبر على الحفاظ على درجة الحموضة ثابتة الى حد ما.

3.1. انواع المياه:

- **المياه العذبة(7):** المياه العذبة هي تلك المياه التي تحتوي في مكوناتها على ما نسبة 1%من ملح كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)، او تحتوي على العديد من الأملاح الاخرى مثل الكالسيوم، و المغنيزيوم، وقد تكون المياه العذبة ظاهرة على سطح الارض، او موجودة في باطنها.

الشكل 1.1 : المياه العذبة

- **مياه البحر (8):** مياه البحر هي تلك المياه التي تشكل نسبة % 70 من مساحة سطح الأرض ، وهي مكونة من مياه البحار والمحيطات،

وتشكل الاملاح في هذه المياه ما نسبته 2.5%من النسبة الكاملة لمحتوياتها ،كما انها تحتوي على نسبت 1% من المواد الأخرى كالمواد العضوية وغير العضوية الذائبة ، والقليل من الغازات ، وتمتاز مياه البحر باحتوائها على العديد من العناصر المهمة التي تستخدم في التجارة ،كالمغنسيوم ،وكلوريد الصوديوم الذي يعرف بملح الطعام ، والبروميين ،وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن استخدام مياه البحر للشرب ، وذلك عن طريق تحليتها بواسطة محطات التحلية المتخصصة .

الشكل2.1: مياه البحر

- **المياه المقطرة (9)** : المياه المقطرة هي المياه التي لا تحتوي على المعادن، حيث يتم تنقية المياه المقطرة وإزالة المعادن المختلفة منها من خلال عملية التقطير، فيتم غلي الماء حتى يبدأ يتبخر، ثم يتم جمع البخار وتكثيفه لإنتاج الماء المقطر، وتجدر الإشارة إلى أن عملية التقطير تسمح بإزالة الأملاح والشوائب الموجودة في الماء، ولكنها لا تستطيع إزالة بعض المواد التي تختلط بالماء كالمواد العضوية المتطايرة، والزئبق.

- **المياه العسرة(10):** المياه العسرة هي تلك المياه التي تتواجد عند التقاء المياه العذبة بمياه البحر أو المحيط، بحيث تصبح هذه المياه أقل ملوحة من ماء البحر، وأكثر ملوحة من المياه العذبة.

الشكل 3.1: المياه العسرة

- **مياه الشرب(7):** مياه الشرب هي تلك المياه التي تتم معالجتها لجعلها صالحة للشرب، ويتم استخدام العديد من المواد البيولوجية لمعالجة هذه المياه وتعقيمها من البكتيريا، كاستخدام مادة الكلور، ومادة الأوزون، كما يتم التخلص من بعض المكونات المعدنية الأخرى لتصبح مياه الشرب متوافقة مع الأسس الدولية المتعارف عليها.

الشكل4.1 : مياه الشرب

4.1. مصادر المياه (11):

بعض مصادر المياه واضحة مثل البحيرات والأنهار بينما هناك مصادر أخرى أقل شيوعا مثل الأنهار الجليدية، إن فهم مصادر المياه المتاحة للاستخدام البشري يكشف مدى محدودية المياه العذبة في الواقع، وعلى الرغم من الكم الهائل من المياه على الأرض فان القليل منها مناسب للاستهلاك، ويمكن توضيح أبرز مصادر المياه فيما يأتي:

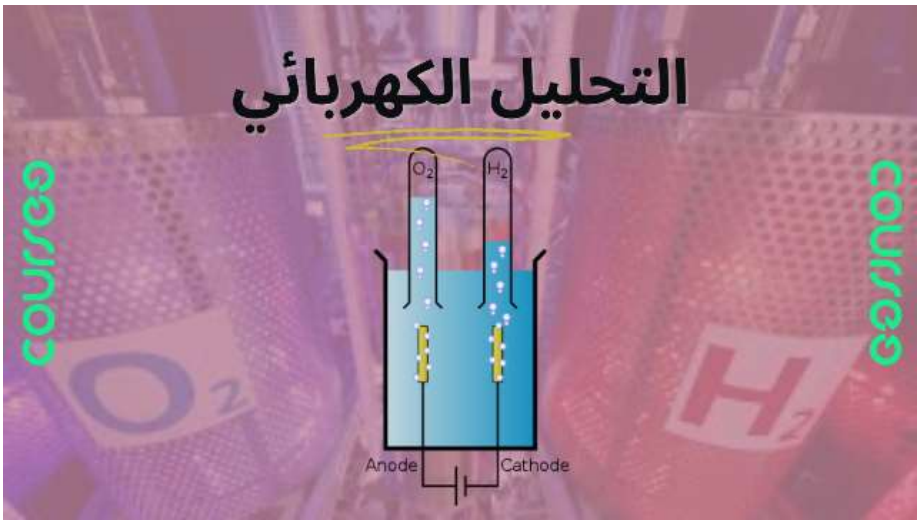
- **المياه الجوفية (11):** تشير المياه الجوفية إلى أي مصدر للمياه يقع تحت طبقة التربة، ويمكن ان توجد المياه الجوفية في التربة نفسها أو بين الصخور والمواد الأخرى ،3% فقط من المياه على الأرض هي مياه عذبة مع وجود 30% فقط من تلك الكمية الصغيرة كمياه الجوفية.
- **المياه السطحية (11):** يمكن أن تشمل مصادر المياه السطحية أي مجموعة من المياه فوق الأرض مثل الأنهار والبحيرات والبرك، وتمثل المياه السطحية 80% من المياه التي يستخدمها البشر.
- **مياه المحيطات(11):** على الرغم من أن مياه المحيط تشكل حوالي 97% من جميع المياه الموجودة على الأرض فإنها ليست مصدرا صالحا لمياه الشرب ما لم تتم إزالة الملح والشوائب الأخرى.

- **مياه الأنهار الجليدية (11):** إن 70% من المياه العذبة محصورة حاليا في الأنهار الجليدية والقلنسوات الجليدية، ومن الناحية النظرية يمكن إذابة واستخدام الأنهار الجليدية لكن كمية الطاقة اللازمة لصهر ونقل كميات هائلة من الجليد تجعله غير عملي واقتصادي، وتلعب الأنهار الجليدية والقلنسوات الجليدية أيضا دورا حيويا في تنظيم مناخات الأرض ودرجات الحرارة العالمية.

2. التحليل الكهربائي للماء :

1.2. مفهوم تحليل الماء كهربائيا (12):

يمكن تعريف تحليل الماء كهربائيا على أنها العملية التي تجرى من أجل تقسيم الماء (H_2O) وفصل مكوناته إلى غاز هيدروجين (H_2) وأكسجين (O_2) منفصلين تماما من خلال تطبيق الطاقة الكهربائية، وتزداد الطاقة الكلية اللازمة لتحليل الماء كهربائيا بازدياد درجة الحرارة، وتعود الحاجة إلى مثل تلك العملية بسبب زيادة كلفة الوقود الاحفوري وقلة توفره، وبالتالي الحاجة لغاز الهيدروجين كمصدر مثالي للطاقة، ولا يلوث الهواء عند احتراقه.



الشكل 5.1: التحليل الكهربائي للماء

2.2. أجزاء خلايا التحليل الكهربائي (13):

على الرغم من أن تعريف خلايا التحليل الكهربائي ليس معروف لدى الجميع، إلا أنه يتم استخدام هذه بشكل يومي دون المعرفة الكبيرة فيها، وتتكون هذه الخلايا من عدة أجزاء تعمل مع بعضها البعض لتحقيق الهدف المراد من العملية، وما يأتي أجزاء خلايا التحليل الكهربائي:

- **أقطاب كهربائية:** تحتوي جميع خلايا التحليل الكهربائي على قطبين كهربائيين صلبين يطلق عليهما المهبط والمصعد يتكونان من المواد التي تشارك في

التفاعل الكيميائي كالنحاس والفضة والزنك وتسمى في هذه الحالة الأقطاب النشطة، كما يمكن أن تصنع هذه الأقطاب من المواد الخاملة كيميائيا كالجرافيت والسيلكون والبلاتين، وتوصل هذه الأقطاب في خلية التحليل بمصدر للطاقة الكهربائية كالبطارية، ويتميز المهبط بامتلاكه للشحنة السالبة دائما أما المصعد فان شحنته موجبة.

- **محلول التحليل الكهربائي:** يعد المحلول الكهربائي أحد أجزاء خلايا التحليل الكهربائي، ويتميز السائل المستخدم بأنه موصل للتيار الكهربائي بسبب احتوائه على أيونات ذائبة حرة الحركة حول أنحاء هذا السائل.

3.2. طريقة عمل خلايا التحليل الكهربائي (13):

تزود البطارية الموصولة الخلايا بمصدر للطاقة الكهربائية وتدفع الإلكترونات على المهبط الأمر الذي يجعله مشحونا بشحنة سالبة ،كما تسحب الإلكترونات من المصعد الأمر الذي يجعله مشحونا بشحنة موجبة ونتيجة لذلك يبدأ تفاعل الأكسدة والاختزال، ويحدث تفاعل التأكسد عل المصعد وتطلق الإلكترونات التي تنجذب للمصعد موجب الشحنة، أما تفاعل الاختزال فيحدث على المهبط عن طريق تراكم الإلكترونات عليه.

بشكل عام، يتم استخدام أجهزة التحليل الكهربائي القلوية وتكون تفاعلات القطب كما يلي:

*عند القطب السالب $H_2O+4e^- \longrightarrow 2H_2 +4OH^-$

*عند القطب الموجب $\longrightarrow 2H_2O \quad O_2 \quad + \quad 4e^-$

$+ \quad 4OH^-$

يتطلب تقسيم الماء محتوى الحراري يصل إلىDH(298K)=286KJ/MOL، والذي يوافق طاقة كهربائية تعادل V=1.482v

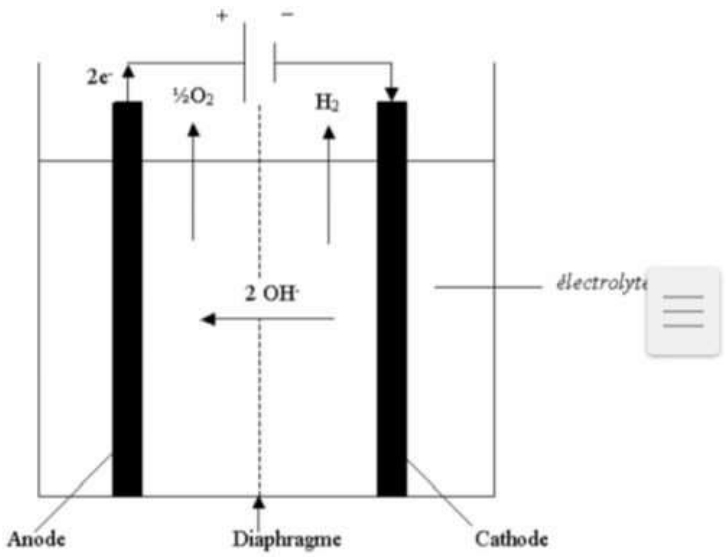
4.2.أنواع التحليل الكهربائي:

1.4.2.التحليل الكهربائي القلوي (14):

يعد التحليل الكهربائي القلوي أكثر تقنية وانتشارا لإنتاج الهيدروجين الكهربائي، حيث يعتمد هذا النوع أساسا على محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المركز (KOH)، ويستخدم OH^- لنقل الشحنات بين الاقطاب الكهربائية حيث تحدث ردود الفعل التالية:

Cathode $4H_2O+4e^- \longrightarrow 2H_2+4OH^-$

Anode $4OH^- \longrightarrow 2H_2O + O_2 +4e^-$



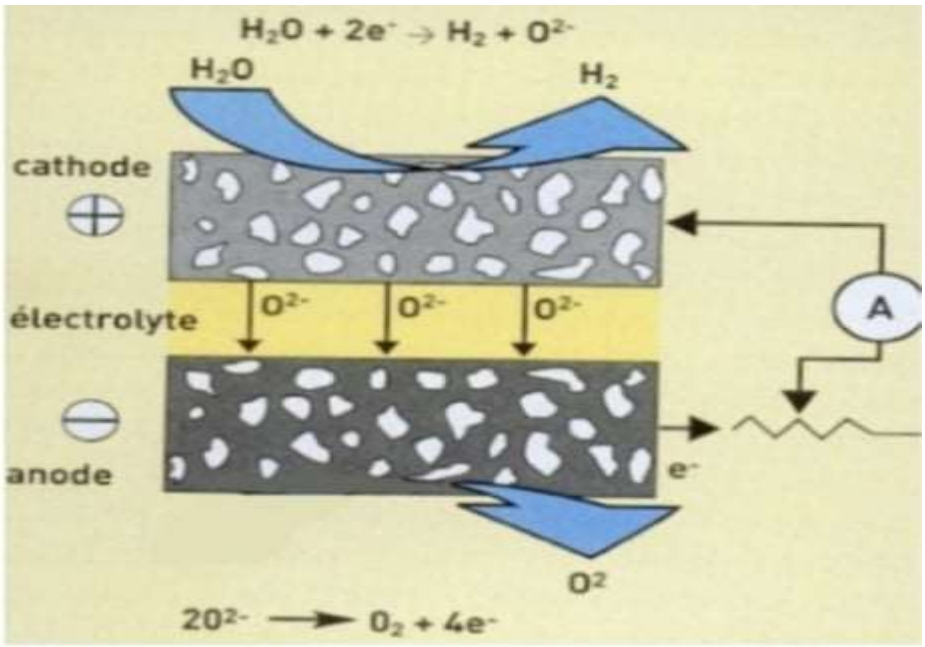
الشكل 6.1: مبدا عمل خلية التحليل الكهربائي القلوي

للسماح بفصل غازات الهيدروجين والأكسجين، يتم فصل القطبين بواسطة الحاجز (الغشاء)، حيث يجب أن يسمح الحاجز بمرور الماء والأيونات باستثناء الغازات، وبما أن هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)قاعدة قوية، فإنه يتسبب في تأكل عدد من المواد، وعادة ما تكون الأقطاب الكهربائية مصنوعة من النيكل أو حتى الكوبالت، بعد معالجة الغازات الناتجة في مخرج المفاعل يتم التحصيل على درجة نقاء أكبر 99%

2.4.2. التحليل الكهربائي عالي درجة الحرارة:

يعتمد التحليل الكهربائي عالي درجة الحرارة على تكنولوجيا خلايا الوقود ذات درجة الحرارة العالية، حيث أن الطاقة الكهربائية اللازمة لتقسيم الماء عند $1000C^0$ (درجة مئوية) أقل بكثير من التحليل الكهربائي عند $100C^0$ (درجة مئوية)، هذا يعني أن المحلل الكهربائي ذو درجة الحرارة العالية يمكن أن يعمل عند كفاءات عملية أعلى بكثير من المحلل الكهربائي العادي ذي درجة الحرارة المنخفضة**(15)**.

التكنولوجيا النموذجية في هذا الباب هي خلية التحليل الكهربائي للأكسيد الصلب والتي هي في مرحلة أقل تقدما اليوم، تهدف إلى تحقيق كفاءة عالية في تحويل الكهرباء إلى هيدروجين، حيث يتم اجراء التحليل الكهربائي عند درجات الحرارة العالية ($700\ C^0$ إلى $800C^0$درجة مئوية)، مما يسمح لتقليل استهلاك الكهرباء بشكل كبير، ومع ذلك تتطلب درجات الحرارة المرتفعة استخدام مواد محددة.



الشكل 7.1: مبدأ عمل خلية التحليل الكهربائي (SOEC)

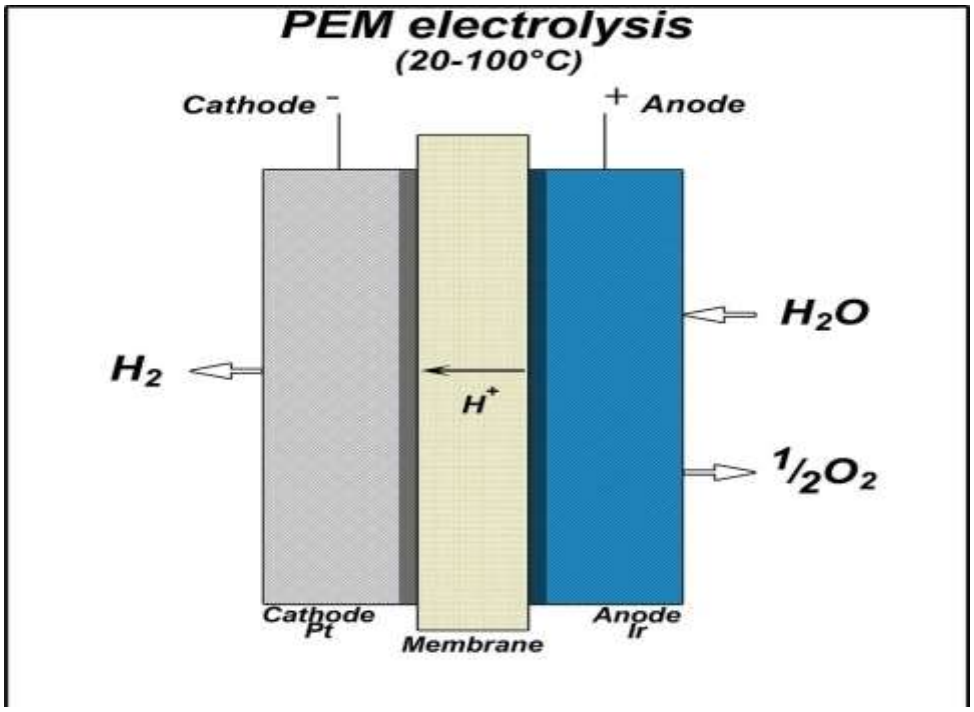
بعد إدخال بخار الماء إلى الكاثود حيث يتم إنتاج الهيدروجين H_2 وأيونات الأكسجين O^{2-}، تهاجر أيونات O^{2-}عبر الغشاء الإلكتروليتي نحو الأنود ويتم تشكيل الاكسجين حسب التفاعلات التالية **(16)**:

Cathode $H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + O^{2-}$

Anode $2O^{2-} \longrightarrow O_2 + 4e^-$

3.4.2.التحليل الكهربائي للحمض(14):

في خلية التحليل الكهربائي PEM(غشاء تبادل البروتون)، يتم فصل قطبين (الانود والكاثود) بغشاء بوليمر كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل 8.1:خلية التحليل الكهربائي (PEM)

عند تمرير الماء في الخلية وتطبيق فرق جهد كهربائي كاف بين هذين القطبين، يحدث التحليل الكهربائي للماء حيث يتأكل ، وتهاجر البروتونات عبر الغشاء تحت تأثير المجال الكهربائي، ويتم اختزالها إلى عند الانود الكاثود وفقا للتفاعل التالي :

Anode $H_2O \longrightarrow \frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^-$

Cathode $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

يتم تغطية الأقطاب الكهربائية بمحفزات مصنوعة من معادن نادرة مثل البلاتين أو الايرديوم ، حيث يعتمد أداء جهاز التحليل الكهربائي PEM بشكل أساسي على خصائص الغشاء والمحفزات المستخدمة، ولا يزال هذان المكونان يشكلان اليوم الحواجز التكنولوجية الرئيسية للتحليل الكهربائي .PEM

5.2.العوامل المؤثرة على اداء الخلية (17):

تعتمد عملية التحليل الكهربائي على انتقال التيار الكهربائي المتمثل في انتقال الإلكترونات من الكاثود إلى الانود والعكس، وتعتمد عملية التحليل الكهربائي على عدة عوامل كالتفاعلات الكيميائية المعتادة، وفيما يأتي توضيح لأهم هذه العوامل:

***الجهد الزائد:** فالجهد الناتج عن عملية التحليل الكهربائي ربما يكون أعلى بكثير من المتوقع، وقد تكون القدرة المفرطة ضرورية للتغلب على التفاعلات التي تحدث على القطب نفسه .

***نوع الإلكترود** : القطب الكهربائي الخامل يعمل كسطح لحدوث تفاعل ،ولا يشارك في التفاعل الكيميائي ،بينما يصبح الالكترود النشط جزءا من نصف التفاعل ،وهذا قد يؤثر على عملية التحليل الكهربائي .

***تفاعلات الإلكترود في وقت واحد:** إذا كان هناك زوجان مختلفان من ردود الفعل النصفية يحدثان مرة واحدة، فيجب التخلص من بعض ردود الفعل النصفية لتحديد زوج واحد من ردود الفعل الأكثر ملائمة لإجراء عملية التحليل الكهربائي.

***حالة المواد المتفاعلة:**إذا كانت المواد المتفاعلة في حالات غير قياسية، فقد يختلف جهد نصف الخلايا عن مقدار الكمية القياسية وفي هذه الحالة، قد يحتوي محلول خلية أنود

النصف على درجة حموضة أعلى أو أقل من الرقم الهيدروجيني القياسي 4 والذي قد يؤدي الجهد الغير قياسي أيضا يؤثر في مجموعة العوامل التي ينتج منها تعريف عملية التحليل الكهربائي.

3. الطاقة الشمسية:

1.3.مفهوم الطاقة (18):

تعد الطاقة عصب الحياة الحديثة، والمحرك الرئيسي للتقدم الصناعي بصفة خاصة والتقدم الاقتصادي بصفة عامة، حيث أنها تلعب دورا هاما في حياة الإنسان بحيث أصبح الإنسان الحديث لا يستطيع الاستغناء عنها، غير أن استغلال الطاقة ليس بالأمر الحديث حي استعملها الإنسان منذ وجوده .... وللطاقة وحدات قياس مختلفة تساعد على معرفة نوع الطاقة وحجمها وقوتها.

حيث تعددت تعاريف الطاقة ونذكر منها:

***تعرف الطاقة على انها:** قابلية انجاز تأثير ملموس، وهي تؤخذ على أنواع منها طاقة الرياح وطاقة جريان الماء ومساقطها، ويمكن أن تكون الطاقة مخزنة في مادة كالوقود التقليدي (فحم، غاز، النفط).

ويمكن تعريفها أيضا على أنها: المقدرة على القيام بعمل ما، وهناك صور عديدة للطاقة، ويتمثل أهمها في الحرارة والضوء، الصوت أيضا عبارة عن طاقة، وهناك الطاقة الميكانيكية التي تولد الآلات والطاقة الكيميائية التي تحرر عند حدوث تغيرات كيميائية، ويمكن تحويل الطاقة من صورة إلى صورة اخرى، فعلى سبيل المثال:

كفيك معا في الجو البارد فإنهما تصبحان دافئتين، إن الطاقة الميكانيكية الناتجة عن فرك الكفين بالاحتكاك قد تحولت إلى حرارة، وكمية الطاقة الموجودة في العالم ثابتة على الدوام، فالطاقة لا تفنى ولا تستحدث وعندما تبدو الطاقة قد استنفذت، فإنها في حقيقة الامر تكون قد تحولت إلى صورة أخرى.

1.1.3مفهوم الطاقة المتجددة (19):

الطاقة المتجددة هي الطاقة المستمدة من المصادر الطبيعية التي تجدد أي التي لا تنفذ وتنتج هذه الطاقة من الرياح والشمس والمياه كما يمكن إنتاجها من الأمواج والمد والجذر أو من طاقة حرارية أرضية وكذلك من المحاصيل الزراعية والأشجار المنتجة للزيوت.

2.1.3. مميزات وخصائص الطاقة المتجددة:

- تتوفر في جميع دول العالم.
- تعد مصدر محلي ولا يمكن نقله ويتناسب مع تنمية احتياجات وواقع المدن والمناطق الريفية.
- مصدر مضمون توفره وضمن اسعار منظمة ومناسبة.
- توفر التقنيات المستخدمة في تصنيعها بالدول النامية.
- تحافظ على نظافة البيئة والصحة العامة ليس لها مخلفات تسبب التلوث.

3.1.3. فوائد الطاقة المتجددة :

- الطاقة المتجددة صديقة البيئة.
- تستخدم لإعادة تدوير منتجات النفايات.
- أدت الطاقة المتجددة إلى استقرار أسعار الطاقة العالمية.
- تقوم بحماية المياه والثروة السمكية.

2.3. الطاقة الشمسية(20 . 21) :

يمكن تعريف الطاقة الشمسية على أنها الطاقة المنتجة والمتولدة من الشمس (الحرارة والضوء) والتي تصل الأرض على شكل إشعاع شمسي، تستقبل الطبقات العليا من الفضاء

المحيط بالكرة الأرضية ما يساوي 174بيتا واط من الطاقة الشمسية، ينعكس منها بفعل الغلاف الجوي قرابة 30%تعود لفضاء ويمتص الباقي والبالغ 122 بيتا واط من قبل الغيوم والبحار والمحيطات وسطح الأرض للإشعاع الشمسي فترتفع درجة حرارتها.

إن الطاقة المستلمة من الشمس خلال ساعة واحدة تعادل ما تحتاجه الكرة الأرضية من طاقة لمدة عام تقريبا وأن الطاقة المستلمة في عام واحد تعادل ضعفي المستخدم والمكتشف والمقدر من طاقة الفحم والنفط والغاز وطاقة اليورانيوم النووية

1.2.3.مميزات الطاقة الشمسية(22) :

الطاقة الشمسية التي توفرها الشمس لكوكب الأرض لمدة ساعة يمكن أن تلبي احتياجات الطاقة العالمية لمدة سنة كاملة، لهذا السبب يجب أن تتم استغلالها وتخزينها بشكل جيد فهي مصدر قوي للطاقة النظيفة المتجددة، كما تمتلك هذه الطاقة عدة ميزات منها:

***الطاقة الشمسية مصدر متجدد لا ينضب للطاقة:** الطاقة الشمسية متوفرة كل يوم لا يمكنها أن تنتهي، فالطاقة الشمسية موجودة طالما أن الشمس تشرق من جديد وهذا التوفر الدائم يشجع على استغلالها والاستفادة منها.

***يمكن استخدام الطاقة الشمسية في تطبيقات متنوعة:** يمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية فيتولد الكهرباء عن طريق الخلايا الكهروضوئية وتوليد الحرارة عن طريق الطاقة الحرارية التي تصدر من الشمس كما يمكن استخدامها لتقطير المياه وعدة استخدامات اخرى.

***تكاليف الصيانة للطاقة الشمسية منخفضة:** لا تتطلب أنظمة الطاقة الشمسية بشكل عام الكثير من الصيانة، يجب الحفاظ عليها نظيفة فقط ولهاذا فإن تنظيفها لعدة مرات في السنة كافي للحفاظ عليها وفي حال كان الشخص لا يعلم كيفية تنظيفها بشكل تام أن يطلب المساعدة من شركات مختصة بتنظيف الألواح الشمسية، وبهذا تكون تكاليف الصيانة قليلة جدا بعد أن يتم تغطية التكاليف الأولية لتركيبها.

***الطاقة الشمسية متطورة باستمرار:** تقدم التكنولوجيا في صناعة الطاقة الشمسية باستمرار حيث يمكن للابتكارات الفيزيائية الجديدة والمستمرة أن تطور وتزيد من فعالية الألواح الشمسية بشكل دائم.

***الطاقة الشمسية تحافظ على البيئة:**استخدام الطاقة الشمسية يقلل من الاعتماد على المشتقات النفطية والفحم والغاز الطبيعي من أجل إنتاج الكهرباء، وبما أن الطاقة لا تنتج تلوث فهي تحمي البيئة بشكل كبير كما أنها توفر مصدر كبير للطاقة لا يضر بالطبيعة ولا بطبقة الازون.

***الطاقة الشمسية توفر الكهرباء بشكل دائم:**من الممكن تغطية احتياجات المنزل من الكهرباء بواسطة الطاقة الشمسية وذلك من خلال تركيب الألواح الشمسية على سطح وبهذا نحصل على الطاقة الشمسية نهارا وليلا ايضا لأن هده الطاقة تخزن في بطاريات، حيث ينتج عن تركيب الطاقة الشمسية استقلالية الطاقة.

2.2.3. عيوب الطاقة الشمسية(23) :

- تكلفة شراء مكونات النظام الشمسي مكلف جدا الى حد ما.
- كفاءة الخلايا الشمسية المنخفضة، حيث تقدر بحوالي 20 بالمئة فقط.
- تعتمد على حالة تقلبات الجو على مدار الساعة لليوم، مما يجعلها غير ثابت.
- تحتاج الالواح الشمسية إلى مساحة واسعة للتركيب، حيث تعتمد المساحة المطلوبة على عدد الألواح واستطاعة الطاقة المراد تحويلها
- ارتفاع تكلفة البطاريات التي تستخدم لتخزين الطاقة الكهربائية لكي تستفيد منها ليلا في تشغيل الاجهزة الكهربائية.

3.2.3. استخدامات الطاقة الشمسية:

تعرف الطاقة بأنها الطاقة التي يمكن توليدها بعد امتصاصها من خلال الاشعة الواصلة من الشمس إلى الألواح الشمسية، وتتنوع استخدامات الطاقة الشمسية المتجددة، كما يأتي:

1.3.2.3.الاستخدامات الحرارية:

- **تسخين المياه بالطاقة الشمسية(24) :**

تستخدم الطاقة الشمسية لتسخين المياه عبر السخان الشمسي، والذي يعد وسيلة أكثر نظافة وأقل تكلفة من تشغيل المواقد التي كانت تستخدم لهذا الهدف، والتي كانت تعتمد على حرق الخشب أو الفحم.

وعلى الرغم من انخفاض تكلفة النفط والغاز الطبيعي في أوائل القرن العشرين، ولجوء بعض البلدان لاستبدال سخانات الماء الشمسية بهما، إلا أن بعض البلدان الأخرى كأستراليا، وإسبانيا ما توال تطلب استخدامها في أي بلد جديد

إلى جانب ذلك فإن ما يقارب 28 دولة نامية تستغل الطاقة الشمسية في تطهير المياه لجعلها صالحة للشرب بصورة يومية ولكن عن طريق تعبئة المياه في الزجاجات البلاستيكية ثم تعريضها لأشعة الشمس لعدة ساعات.

الشكل 9.1: تسخين المياه بالطاقة الشمسية

- **الطهي بالطاقة الشمسية(25) :**

يعد الطهو باستخدام الطاقة الشمسية من التقنيات سهلة الاستخدام والمجزية اقتصاديا، كما أنها لا تتطلب العديد من الأدوات، وهي من الطرق المتعارف عليها من القدم وتنقسم الى طريقتين.

الأفران الكهربائية عبارة عن صناديق معزولة بأغطية زجاجية قابلة للفتح مع مرايا ثانوية تمكن من عكس الأشعة الشمسية داخل الفرن، ويعزل الجزء الداخلي من الفرن لتجنب فقدان الحرارة.

المركزات الشمسية تتطلب وجود عاكس دائري يتراوح بين 1/0.5 م يوجه الى الشمس مباشرة، ويعمل على جمع الأشعة الشمسية وتركيزها على منصة الطهي.

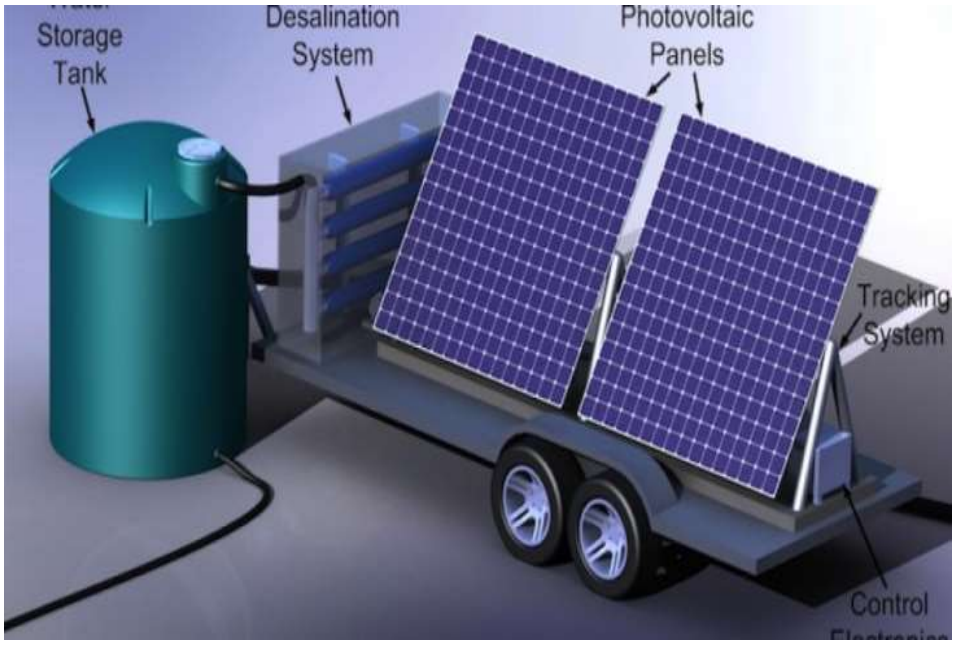
الشكل 10.1: فرن شمسي

- **معالجة الماء(26) :**

يستخدم التقطير الشمسي لجعل الماء المالح والماء الغث صالحا للشرب ،وأول من استخدم هذا الأسلوب علماء الكيمياء العرب في القرن السادس عشر ، وقد تم تأسيس أول مشروع تقطير شمسي ضخم في عام 1872 في مدينة "لأس ساليناس " الشيلية المتخصصة في التعدين ،ويتطبع المصنع الذي تبلغ منطقة تجميع الطاقة الشمسية الموجودة به 4700 متر مربع ما يصل الى 22700 لتر ماء نقي يوميا لمدة 40 عاما ، ومن أنواع التصميمات الفردية لأجهزة التقطير الشمسي للأجهزة ذات السطح المنحدر المفرد والمزدوج (التي تشبه

الصوية الزجاجية) والأجهزة الراسية والمخروطية وذات الألواح الماصة العكسية ومتعددة التأثير .

وتنصح منظمة الصحة العالمية بالقيام بعملية تطهير الماء باستخدام الطاقة الشمسية لمعالجة الماء الشرب العادية المستخدمة يوميا. ويمكن معالجة ماء الصرف الصحي التي تعمل بالطاقة الشمسية على نطاق صغير في محطات صغيرة كما يمكن استخدام الطاقة الشمسية مع برك الماء الراكد لمعالجة الماء المتسخ دون استخدام مواد كيميائية أو كهرباء، ومن المميزات البيئية الأخيرة لهذا الأسلوب أن الطحالب تنمو في مثل هذه البرك علاوة على ذلك يتم باستخدام الطاقة الشمسية أيضا في إزالة السموم من الماء الملوث بواسطة التحليل الضوئي، ولكن تكاليف هذه العملية محل نقاش وجدل.



الشكل 11.1::معالجة المياه بالطاقة الشمسية

- **الاستخدام في النشاط الزراعي(27) :**

يسعى المعنيون بتنمية الزراعة وتطويرها لزيادة معدل انتاجية النباتات المزروعة، فبعض التقنيات التي تمثل في تنظيم مواسم الزراعة حسب أوقات العام وتعديل اتجاه صفوف النباتات المزروعة وتنظيم الارتفاعات بين صفوف وخلط أصناف نباتية مختلفة يمكنان تحسن انتاجية

المحصول. واستخدامها في ادارة ماكينات ضخ الماء وتجفيف المحاصيل وتربية السماد العضوي للدجاج كما انه تم استخدام الطاقة المتولدة بواسطة اللوحات الشمسية في عمل عصائر الفاكهة وتتمثل اهم مميزات انشاء البيت المحمي في:

- إنتاج محاصيل الخضروات في غير موسمها العادي على مدار العام
- إنتاج شتلات مبكرة للزراعات الحقلية
- زيادة انتاج مع زيادة كثافة النباتات
- إنتاج ثمرات ذات مواصفات تسويقية عالية
- السيطرة على الآفات الزراعية مقارنة بالزراعة المكشوفة وعلى الأعشاب يدويا أو كيميائيا
- إنتاج الكثير من الأزهار والنباتات الداخلية على مدار العام
- التوفير في الأيدي العاملة اللازمة للإنتاج

الشكل 12.1:استخدام الطاقة الشمسية في النشاط الزراعي

2.3.2.3. الاستخدامات الكهربائية(28) :

تعد الخلايا الشمسية من أهم وسائل تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، وتمتاز هذه المنظومات بسهولة النصب والتشغيل والموثوقية في الإنتاج وعدم الاحتياج إلى الصيانة المستمرة وعدم تلوث البيئة وعمرها التشغيلي أكثر من 25. ويمكن تقسيم هذه المنظومات حسب القدرة الكهربائية الى ما يلي:

1. **تطبيقات ذات قدرة منخفضة تشمل الاجهزة والمنظومات التالية:** الحاسبات والألعاب الإلكترونية والساعات، أجهزة الإذاعة المسموعة وشاحنات وسائط القدرة المنخفضة.
2. **تطبيقات ذات قدرة متوسطة وتشمل المنظومات التالية:** الإنارة، أجهزة الإذاعة المرئية ، ثلاجات اللقاح والأمصال، اشارات المرور والإنذار، مراوح الاسقف (والتهوية)، هواتف الطوارئ، شاحنات السياج الكهربائي

3. **تطبيقات ذات قدرة متوسطة وعالية وتشمل المنظومات التالية:** ضخ المياه، محطات اتصالات الموجات السونتميترية، محطات الأقمار الصناعية الأرضية، الوقاية المهبطية لحماية أنابيب النفط والغاز والمنشات المعدنية من التآكل، تغذية شبكة الكهرباء العامة

الشكل 13.1:الاستخدامات الكهربائية للطاقة الشمسية

3.3. الطاقة الشمسية الكهربائية(20) :

تسمى ايضا بالطاقة الكهروضوئية وهي عملية تحويل الاشعاع الشمسي (ضوء الشمس) الى طاقة كهربائية. مباشرة بواسطة الألواح أو الخلايا الشمسية التي تتميز بالخواص الالكترونية لبعض المواد او المركبات والتي تصنف ضمن انباء الموصلات.

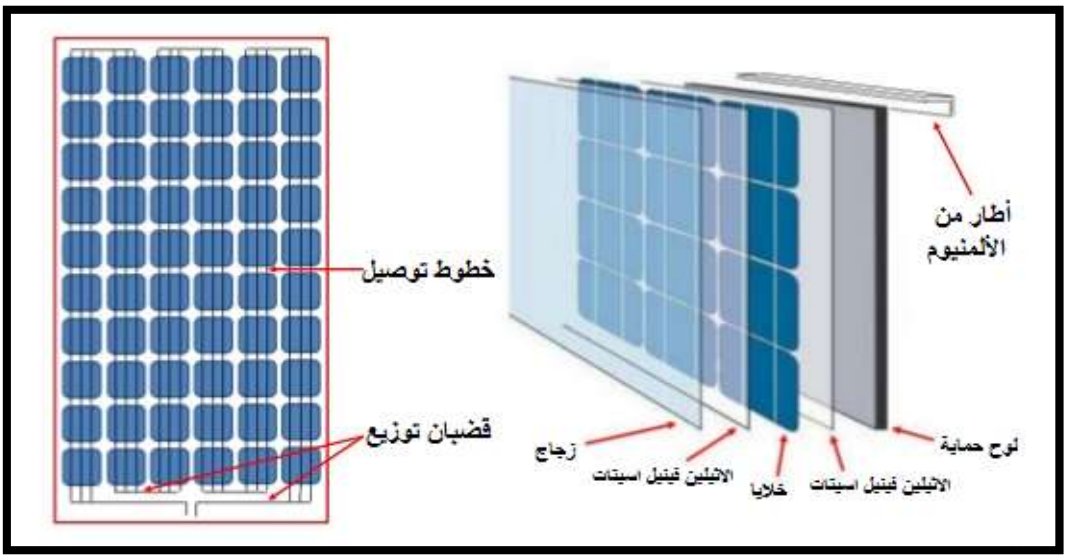
4.3.الظاهرة الفولط ضوئية(29):

الفولط ضوئية هي التحويل المباشر للأشعة إلى كهرباء ،وحيث أن الكهرباء تستخدم بشكل متزايد كمصدر للطاقة ،فإن الفولط ضوئية ستؤدي دورا مهما في مجال الطاقات المتجددة ،وتقنية الفلط ضوئية هي عبارة عن أجزاء مركبة (أي أن الأنظمة الموجودة قابلة للتوسيع) ،ولها عمر زمني طويل (تمنح المصانع ضمانة إلى حد 25 سنة) هادئة وخالية من الانبعاثات

في أثناء الاستخدام . وهناك احتمال كبير لانخفاض التكلفة بسبب تكنولوجيا اشباه الموصلات المعروفة، اضافة إلى ذلك، فإن عمليات الإنتاج الحالية يمكن جعلها تقنيات ذات كفاءة أكثر وتطوير أرخص للإنتاج الواسع.

5.3.الخلية الشمسية(30):

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 امامي وخلفي ناقل للكهرباء، تصنع هذه الخلايا بجمع أوضم نوعية من أشباه النواقل أحدهما سلبي من النوع (n)والأخر ايجابي من النوع (p)، حيث يصنع نصف الناقل (n)لاحتواء أيونات سالبة ونصف الناقل (p)لاحتواء أيونات موجبة، وهذه الأيونات السالبة والموجبة تهيئ البيئة الضرورية لمرور تيار كهربائي يتحرك ضمن الخلايا الشمسية

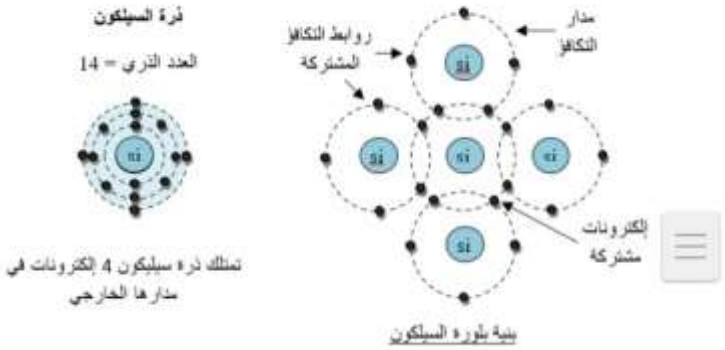


الشكل 14.1:تركيب الخلية الشمسية

6.3. مكونات الخلية الشمسية:

- **مادة السيلكون(31) :**

تحتوي ذرة السيلكون على 14 إلكترون مرتبة في ثلاث طبقات مختلفة وأول طبقتين هما الأقرب إلى المركز ممتلئين تماما، أما الطبقة الخارجية فهي الطبقة النصف ممتلئة بها 4 الكترونات. تقوم ذرة السيلكون بالبحث عن إلكترونات لتملا طبقتها الأخيرة (والتي تكون 8 إلكترونات) وليتم ذلك تشترك بأربعة إلكترونات مع ذرة السيلكون التي تقع بالقرب منها،وهذا وصف السيلكون البلوري الصافي. والذي يوصف أيضا بأن جميع الإلكترونات محبوسة قي التركيب البلوري



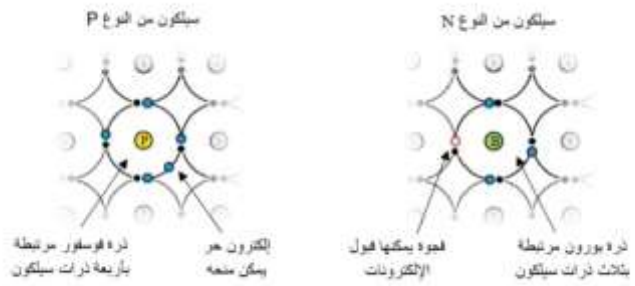
الشكل 15.1: تركيبة السليكون البلوري الصافي

- **بلورتي الخلية الشمسية(32) :**

إن السيلكونفي تركيبه المستقر المنتظم (الصافي)، لا يكون ناقل للتيار الكهربائي لعدم وجود الكترونات حرة فيه، وعليه فإنه يطعم بذرات عنصري الفسفور والبورون وغيرهما من الشوائب، وذلك للحصول على بلورتي الخلية الشمسية. العليا وتكون سالبة أي تحوي إلكترونات حرة فائضة تسعى للتخلص منها، وبلورة سفلى موجبة أي تحوي فجوات، وتسعى أن تمتلئ بالإلكترونات.

يطعم السيلكون النقي بكمية لا تتعدى جزءا من المليون من عنصر الفوسفور (p) الذي يحتوي على خمس إلكترونات في مداره الخارجي، وبدخوله التركيب البلوري لذرات السيلكون، يتشارك مع أربع ذرات منها بأربعة إلكترونات ،ويبقى الإلكترون السالب الخامس حرا .وبذلك يتم التحصيل على سليكونية مطعمة بالفوسفور من النوع السالب ويرمز لها بالرمز N.

كما تطعم بلورات السيلكون النقية بعد صهرها بذرات أحد عناصر المجموعة الثالثة كالبورون (B)وترتبط كل أربع ذرات من السيلكون مع ذرة واحدة من البورون بأربعة روابط تشاركية، ولأن البورون لا يحوي مداره الخارجي سوى ثلاث إلكترونات أي لا يمتلك إلكترونا من أجل الرابطة التشاركية الرابعة، فتتكون فجوة حرة موجبة، ويكون عددها مساويا لعدد الذرات عنصر البورون المضاف، وبذلك يتم التحصيل على بلورة سيليكونية مطعمة بالبورون من النوع الموجب ، ويرمز لها بالرمز P



الشكل 15.1:سليكون مطعم بكل عنصر البورون والفوسفور على الترتيب

7.3. انواع الخلايا الشمسية(33) :

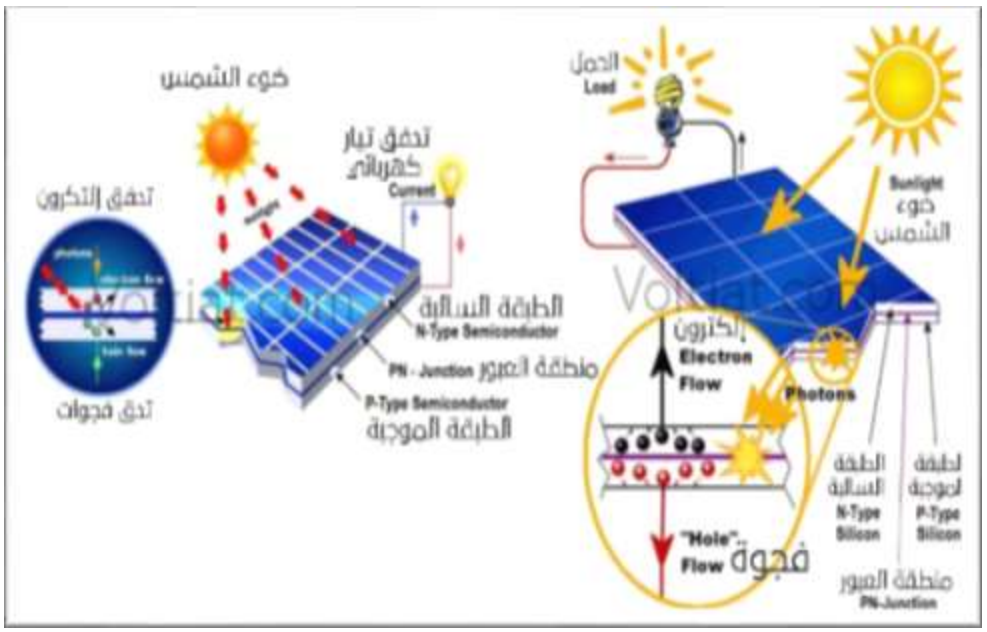
التصنيف الرئيسي للخلايا	شكل الخلية	وصف الخلية	لون الخلية	كفاءة طاقة الخلية
احادية البلورة Mono-crystalline Silicon cell		خلية قطعت من خلية سيلكون منفردة ذات شكل مربع او دائري بأبعاد 10-15 سم	الاسود الازرق	اكبر كفاءة اكبر 14-24% انتشارا واقل تكلفة
متعددة التبلور Poly –crystalline Silicon cell		رقائق من السيلكون كشطت من بلورات سيليكونية اسطوانية عولجت في افران لزيادة خواصها الكهربائية ,ثم غطت بمضادات الانعكاس	متداخلة الالوان الازرق المزركش لها اشكال مختلفة وأبعاد صغيرة	في الظروف 13-18% القياسية

غير متبلورة (اموفية) Amorphoussilicon Cell		تتكون من شرائح طولية بينهما موصلات كهربائية	درجات الرمادي حسب انواع الشفافية	في الظر وف 6-13% القياسية وتقل بعد شهر

الجدول1.1: انواع الخلية الشمسية

8.3. مبدأ عمل الخلية الشمسية(34) :

يعد مبدأ العمل في الخلايا الشمسية قائما على تحويل الطاقة الضوئية في الفوتونات وحدات الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية متولدة في الإلكترونات بعد اصطدام الفوتونات بها ،ويحصل ذلك في لخلايا الشمسية من خلال ما يعرف بالخلايا الفولتية الضوئية, ويسمى أيضا ضوء جهد الكهربائي، ويصنع هذا النوع من الخلايا من مواد شبه موصلة للكهرباء ،ومنها مادة السيلكون التي تستخرج من الرمل النقي ،وهي أكثر المواد الحالية شيوعا والمستخدمة في تكوين هذه الخلايا، وتضرب الفوتونات الالكترونات السطحية لمادة السيلكون عند سقوط الاشعة الشمسية على جزء منها ,ويعد سير الالكترونات في هذه الخلايا هو المسؤول عن تولد التيار الكهربائي ,وتنظم الخلايا بطبقة تسمح بحركة التيار الكهربائي المتولد في اتجاه معين يسمح بالاستفادة منه ،وتوضع وصلات معدنية في اعلى وأسفل هذه الخلايا ،ثم تسحب لجعل هذا التيار مناسبا للاستعمال الخارجي .



الشكل16.1:مبدا عمل الخلية الشمسية

الفصل الثاني :عموميات حول الهيدروجين و دراسات سابقة لإنتاج الهيدروجين الشمسي في منطقة الوادي

1.عموميات حول الهيدروجين :

1.1. مقدمة :

يلعب الهيدروجين دورا رياديا في المستقبل لأنه كطاقة نظيفة يسمح بالتأكيد بتخفيض كبير للمشاكل المرتبطة بتلوث ويمكن انتاج الهيدروجين من مصادر تقليدية أو مصادر متجددة ومن أهم المصادر هو انتاجه عن طريق التحليل الكهربائي للماء باستخدام الطاقة الشمسية ،وفي هذا الفصل سنتطرق إلي عموميات حول الهيدروجين ودراسات سابقة لإنتاج الهيدروجين الشمسي في منطقة الوادي.

2.1. تعريف الهيدروجين (35) :

الهيدروجين هو عنصر كيميائي رمزه H2 وهو غاز عديم اللون والرائحة وغير سام وهو من العناصر الموجودة في الطبيعة وكتلته الحجمية فهو أخف من الهواء بحوالي 14مرة ، وله قدرة كبيرة على الانتشار في الجو وزنه الذري 1.0079 وله نظائر الديتريوم والتيتريوم ، ومع ذلك فهو يتواجد في تركيبة مع العناصر الأخرى.

الهيدروجين ليس مصدرا رئيسا للطاقة. ومع ذلك يصبح حاملا جذابا ومهما للطاقة عندما ينفصل عن العناصر الأخرى باستخدام مصادر للطاقة ،ومن المفترض الوقود النظيف للطاقة مستقبلا وخاصة لأغراض التخزين ونقل الطاقة.

ويعتبر الهيدروجين الأكثر انتشار في الكون اذ يمثل 75%من كتلة الكون و 90% من الجزيئات التي تكونه، ويندر وجود الهيدروجين في شكل عنصر نقي في الطبيعة بل يوجد على شكل مركبات متحدة.

3.1. الخصائص الفيزيائية لغاز الهيدروجين (36):

يعد الهيدروجين غاز عديم اللون والرائحة والطعم له كثافة هي الاقل بين العناصر الكيميائية 0.08999 جم/لتر ،مقارنة بحجم كثافة الهواء التي تبلغ 1.29 جم /لتر فان كثافة الهواء تزيد بمقدار 14 مرة عن كثافة الهيدروجين يتحول الهيدروجين.

من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عند درجة حرارة 252.77 درجة مئوية أو422.99 درجة فهرنهايت . ويتحول إلى الحالة الصلبة عند درجة حرارة 259.2 درجة مئوية أو درجة فهرنهايت 434.6. يذوب الهيدروجين بدرجة قليلة في الماء والكحوليات والقليل من السوائل الشائعة

4.1. الخواص الكيميائية لعنصر الهيدروجين(36):

يحترق الهيدروجين في جو من الأكسجين مكونا الماء. وهو أيضا يمتزج بسهولة مع اللافلزات مثل الكبريت و الفوسفور والهالوجينات .الهالوجينات هي العناصر الواقعة في المجموعة17(7A) من الجدول الدوري ،وتحتوي على العناصر الأتية (الفلور، الكلور، البروم، اليود، الأستاتين).

2. استعمالات الهيدروجين :

يعتبر استخدام الهيدروجين من أهم المسائل خصوصا في مجال التنمية المستدامة لأنه حلقة وصل بين مختلف أنواع الطاقة وبديل للوقود أو الغاز الطبيعي

1.2.محركات الهيدروجين الحرارية (37):

تعمل المحركات الحرارية، المعروفة بمحركات الاحتراق الداخلي ، باحتراق غاز الفحم أو الغاز الطبيعي أو حتى المزيد من نواتج التقطير البترولية ،ومنه يمكن لجميع هذه المحركات القائمة على الاحتراق ان تعمل بالهيدروجين لإنتاج الطاقة الميكانيكية ،و إن قدرة هذه المحركات ذات الاحتراق الداخلي للهيدروجين عند عملها ينتج عنها انبعاثات منخفضة

جدا من اكاسيد النيتروجين(N_{ox}) ، وتعتبر اكاسيد النيتروجين هي الانبعاثات الوحيدة الغير المرغوب من نواتج هذه المحركات

2.2خلايا الوقود (38 . 39):

- خلية الوقود هي جهاز كهروكيميائية يحول الطاقة الكيميائية الناتجة عن تفاعل وقود الهيدروجين مع أكسجين الهواء مباشرة الى طاقة الى طاقة كهربائية ذات جهد منخفض بالإضافة الى حرارة الى الحرارة و الماء ،حيث تعتبر تقنية حديثة للتوليد المباشر للطاقة الكهربائية وبكفاءة عالية ،ومنه لا تختلف البنية الأساسية لخلية الوقود عن البنية الأساسية لأي خلية كهروكيميائية أخرى ،فهي تتكون من : مصعد ومهبط يفصل بينهما عازل الكتر وليتي لمنع اختلاط الوقود والأكسجين.
- أما عن مبدأ عملها فهو عكس مبدأ عمل التحليل الكهربائي للماء ، حيث يقوم هذا الاخير بتحليل الماء الى مركبتيه الأكسجين والهيدروجين مع استهلاكه قدرا معينا من الطاقة الكهربائية.
- بينما تقوم خلية الوقود بتركيب الماء من الهيدروجين و الأكسجين مع انتاجه قدرا معينا من الطاقة الكهربائية

3.2.مجالات النقل (40) :

في البداية بدأ استخدام خلايا الوقود في المركبات ذات الأحجام الكبيرة مثل الحافلات وذلك لكبر حجم الخلية في بدايتها، ولكن مع التطور المستمر قل حجم الخلية الوقود لدرجة أنها تصلح في استخدام السيارات، وتعد الشركات لإنتاج السيارات الكبرى في العالم من أكثر الجهات التي عل ابحاث الخلايا الوقود، حيث انها انتجت سيارة تعمل بخلايا الهيدروجين

4.2.مجالات الالكترونيات (40) :

تعتبر خلايا الوقود من أنسب مصادر الطاقة الكهربائية للأجهزة الإلكترونية، وذلك نظرا لصغر حجمها، وقدرتها على توليد كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية بالنسبة إلى الحجم الصغير، كما عرضت الشركة العالمية موتورولا هاتف المحمول الذي يعمل بخلية وقود من خلال تزويد الهاتف بخزان وقود على شكل أنبوب صغير يشبه أنبوب قلم الحبر والذي يمكن أن يشغل الهاتف لفترة أطول.

5.2.في مجالات توليد الكهرباء (41) :

التور بينات الغازية هي التي تنتج الحركة الدورانية اللازمة لدوران المولد وبالتالي تولد كهرباء، وقد تم اكتشاف أنه يمكن بتزويد التور بينات الغازية بمجموعة مضغوطة من خلايا الوقود، فإن ذلك يساعد على توليد الكهرباء بجهد مرتفع نسبيا، وبالتالي تحسين كفاءة الكهرباء للمولد، حيث يستغل بخار الماء ذو درجات حرارة عالية في إدارة التور بينات البخارية.

وبهذا يمكننا استخدام خلايا الوقود لتغذية المنازل والمستشفيات وكذلك المناطق السكنية البعيدة والوعرة والتي يصعب معها إنشاء أبراج التوزيع لطبيعة هذا المكان.

3. طرق انتاج الهيدروجين (42. 43):

يمكن انتاج الهيدروجين من مجموعة متنوعة من المواد الأولية، وتشمل هذه الأخيرة الموارد الأحفورية، مثل الغاز الطبيعي والفحم وكذلك الموارد المتجددة مثل أشعة الشمس والرياح والطاقة المائية والكتلة الحيوية، كما تجدر الاشارة أن التكنولوجيا التجارية الأولى لإنتاج الهيدروجين هي التحليل الكهربائي للماء ويعود تاريخها إلى أواخر عام1920، وفي عام 1960 تحول الانتاج الصناعي من الهيدروجين ببطء نحو وسيطه القائم على الوقود الاحفوري، والتي هي المصدر الرئيسي لإنتاج الهيدروجين اليوم.

إن انتاج الهيدروجين بالطرق الكلاسيكية أي من خلال الطاقة الأحفورية ليس له أهمية كبيرة لأنه يؤدي إلى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، كما أنه من المفيد استعمال الطاقة

الأحفورية مباشرة دون المرور بالهيدروجين. وتأتي طرق إعداد الهيدروجين من الفيزياء والكيمياء أو من البيولوجيا ويمكن تلخيص طرق إنتاج الهيدروجين فما يلي، تصنف هذه الاخيرة في مجموعتين أساسيتين تتمثل في الطرق الكيميائية الحرارية التي تعتمد على الوقود الأحفوري والمجموعة الثانية تتمثل في تحليل الماء إلى مكونيه :

خزن الهيدروجين ونقله: بعد إنتاج الهيدروجين يتم تخزينه ونقله من اجل الاستعمال النهائي سواء في توليد الكهرباء أو النقل غيرها من الاستعمالات وهنالك ثلاث طرق سائدة لخزن الهيدروجين :

- كغاز هيدروجين في خزانات ذات ضغط عال وهذه الطريقة لها الأفضلية.
- كسائل مبرد جدا.
- كمزيج من سائل بارد وهيدروجين صلب.
- إمكانية خزن الهيدروجين من خلال امتصاصه في سائلة او اصلية.

4. آفاق إنتاج الهيدروجين :

يتمثل احد اهداف هذا العمل في تقييم الاثر البيئي والجدوى الاقتصادية لاستخدام الهيدروجين كمتجه للطاقة البديلة ، في هذا المنظور للتنمية المستدامة ومع مراعاة ما ثم شرحه اعلاه ،سنقوم بدراسة انتاج الهيدروجين باستخدام التحليل للماء باستخدام الطاقة الشمسية .(44)

ان الانتاج العالمي للهدروجين كبير ومتزايد على الصعيد العالمي أكثر من 50 مليون طن، وقد بلغ الهيدروجين من التحليل الكهربائي أكثر من 255.3 مليون متر مكعب عام 2020 (45).

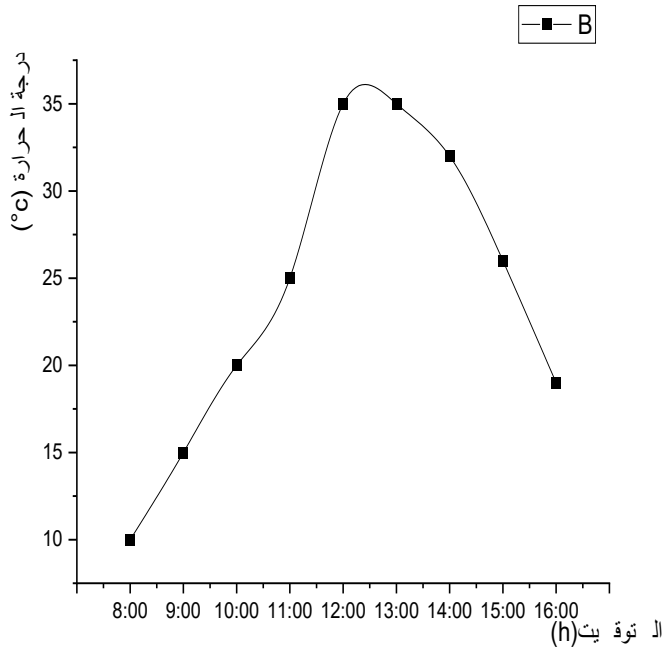
يستخدم التحليل الكهربائي تيار مستمر لتفكيك الماء الى اكسجين وهيدروجين، وبما ان هذه العملية تستخدم الماء كمصدر لها ممكن تنتج اكسجين وهيدروجين نقي يصل الى

99.9995، حيث أنه لإنتاج 1Kg من الهيدروجين نحتاج إلى 39kW من الطاقة الكهربائية و8.9L من الماء في درجة حرارة 25 درجة مئوية و 1Pa ضغط جوي.(46)

ولدت فكرة استخدام الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء المستخدمة في التحليل الكهربائي في أوائل عام 1900، حيث أنه يمكن إنتاج الهيدروجين والأكسجين عن طريق تحليل الكهربائي من الكهرباء المولدة من طاقة الرياحية(47).

5.دراسة النتائج وتحليلها في منطقة الوادي

1.5. تغيرات درجة الحرارية بدلالة الزمن

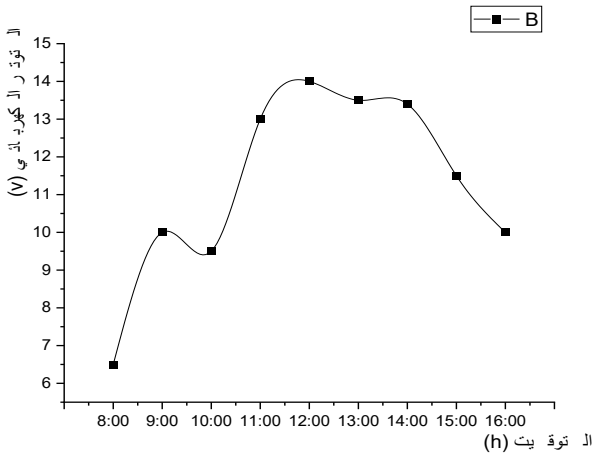


الشكل1.2: تغيرات درجة الحرارة بدلالة التوقيت

- **التحليل**

يبين المنحنى السابق ان حرارة الوسط تزداد كل ما زاد اشعاع الشمس وتكون في الذروة عند الظهيرة ثم تبدأ بالتراجع مساءا.

2.5.دراسة جهد الالواح الكهرو شمسية

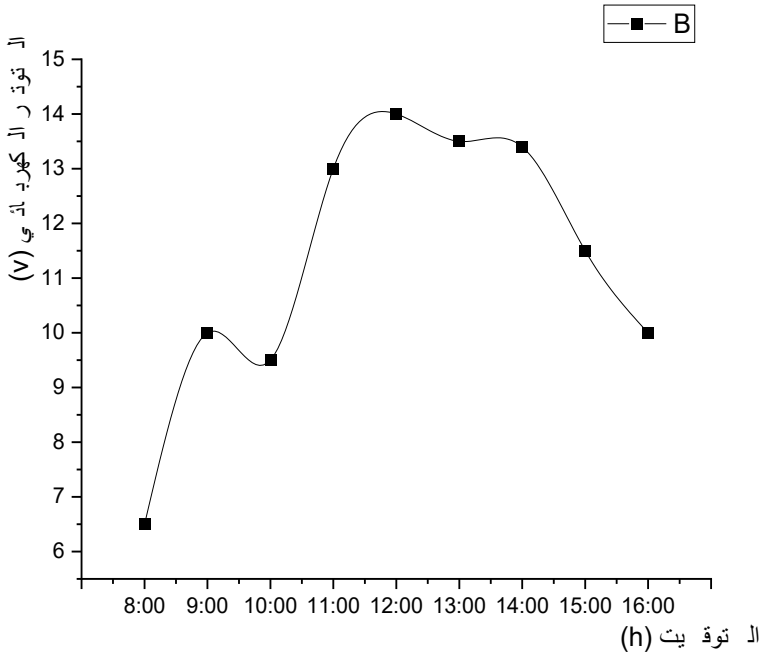


الشكل2.2: تغيرات الجهد بدلالة التوقيت

- **التحليل:**

يبين المنحنى ان التوتر الكهربائي يزداد كل ما زاد اشعاع الشمس ويكون في الذروة عند الظهيرة ثم يبدا بالتراجع مساءا

3.5.دراسة التيار الكهربائي:

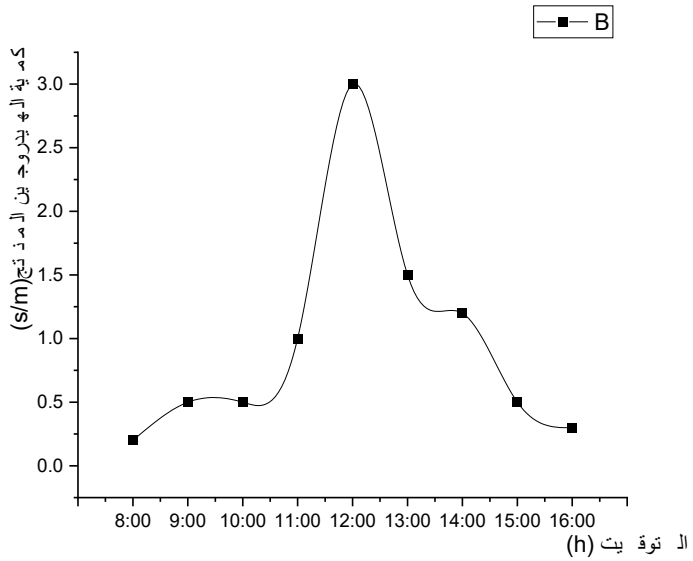


الشكل3.2:تغيرات التيار بدلالة التوقيت

- **التحليل :**

يبين المنحنى السابق ان شدة التيار الكهربائي يزداد كل ما زاد اشعاع الشمس ويكون في الذروة عند الظهيرة ثم يبدأ بالتراجع مساءا

4.5.دراسة كمية الهيدروجين المنتج



الشكل4.2:تغيرات حجم الهيدروجين بدلالة التوقيت

- **التحليل:**

يبين المنحنى السابق أن تدفق الهيدروجين يزداد كل ما زاد اشعاع الشمس ويكون في الذروة عند الظهيرة ثم يبدا بالتراجع.

8.الخلاصة:

من خلال التجارب السابقة نلاحظ أن درجة حرارة المحلول وكمية الاشعة الساقطة على اللوح الشمسي وكذلك المساحة الخاصة باللوح، لها علاقة طردية مع كمية الهيدروجين

الناتج فنلاحظ أن بداية تدفق الهيدروجين يكون أسرع عند وصول المحلول الأكثر حرارة وكذلك عند ساعة الذروة في منتصف النهار سيكون تدفق الهيدروجين في ساعات أول النهار أو اخره.

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

الفصل الثالث : اقتراح انتاج المدروجين الشمسي في -منطقة عين الملح-المسيلة

1.مقدمة :

يتم في هذا الفصل دراسة تطور انتاج الهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي باستخدام الطاقة الشمسية، حيث يلعب هذا الاخير دورا كبيرا في مجال الطاقة، ويسمح بالتأكيد بتخفيض كبير للمشاكل المرتبطة بالتلوث، ومن ثم حماية البيئة، بداية بالهدف يليه دراسة والتعريف بالمنطقة ثم الاجهزة المستخدمة، مرورا بالمقادير المقاسة وتحليل النتائج وصولا الى العوامل المؤثرة على انتاج الهيدروجين .

2.الهدف من التجربة :

الهدف من هذه هو انتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة الشمسية لأنه يجب أن يعتمد مستقبلنا الطاقوي على الطاقات النظيفة والمتجددة لأننا نحن بحاجة إلى حلول طاقوية بديلة ومستدامة.

3.التعريف بمنطقة عين الملح (48) :

* **التسمية:** عين الملح مدينة قديمة يعود أصل تسميتها الى الماجن الذي كان بالأمس القريب مصدر رزق الأهالي من خلال مقايضة مادة الملح التي ينتجها ببقية المواد الغذائية التي يجلبها السكان من المناطق المجاورة

* **الموقع:** تقع مدينة عين الملح بالجنوب الغربي لولاية المسيلة وهي منطقة فلاحية رعوية تبعد عن مقر الولاية بحوالي 120كم وقد أصبحت مقرا للدائرة خلال التقسيم الإداري لسنة 1974وتضم 5 بلديات تحادي ولايتي الجلفة غربا وبسكرة جنوبا. ويتميز سطح دائرة عين الملح بالارتفاع الكبير، فيقدر ب 1000م على مستوى البحر.

المساحة والمناخ: تقع عين الملح في منطقة سهبيه رعوية تتربع على مساحة قدرها 278.50كم مربع وحسب الإحصاء الأخير فقد بلغ عدد سكانها 37021نسمة

أما بالنسبة للمناخ فإن المنطقة يسودها مناخ قاري، يتميز بالبرودة الشديدة في فصل الشتاء، والحرارة في فصل الصيف نضرا لارتفاعها الكبير عن مستوى سطح البحر

الشكل 1.3. : موقع منطقة عين الملح – المسيلة –

4.عناصر النظام:

يتكون نظام العمل من عناصر اساسية هم:

الواح كهر وشمسية: هي المسؤولة عن تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية، حيث نستعمل لوح شمسي واحد ونضعه بزاوية ميل 30نحو الجنوب والوحدة الكهرو شمسية المستخدمة من -TE500P ذو استطاعة 55 واط مكون من 36 خلية شمسية مرتبة بأربعة صفوف كل صف يحتوي 9 خلايا مربوطة على التوالي.

الشكل2.3: الواح كهرو شمسية

لوحة التغذية الرئيسية:هي الحلقة الواصلة بين الالواح الشمسية والمحللة الكهربائية للياء ويتم استخدامها ايضا لتوصيل الالواح الشمسية على التسلسل والتوازي.

محلل كهربائي: تتكون من حوض التحليل الكهربائي مصنع من البلاستيك قطره 107 وعمقه 96ملمتر، واسطوانتين لغاز أقطاب المحللة مصنعة من الألمنيوم.

الشكل3.3: جهاز التحليل الكهربائي البسيط

المحلول المستخدم: في هذه التجربة يتم استخدام عينة الماء المقطر

جهاز متعدد القياس: يحتوي هذا الجهاز الشامل على الاجهزة التالية بالشكل الاساسي :

امبير متر – لقياس التيار الكهربائي

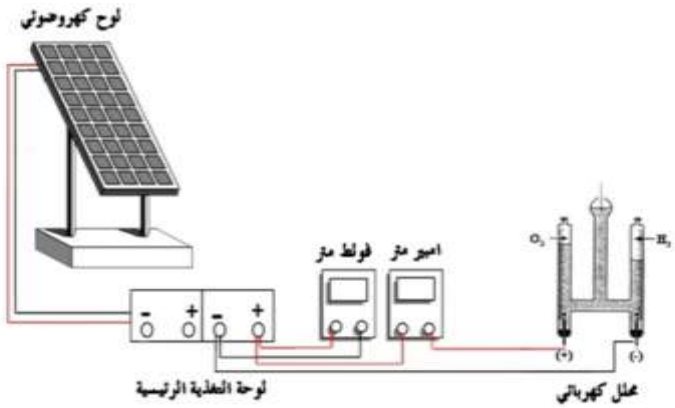
فولطمتر – لقياس الجهد الكهربائي

اوم متر –لقياس المقاومة الكهربائية

الشكل4.3:جهاز متعدد القياس

5.طريقة العمل :

نعرض الألواح الكهرو شمسية إلى الاشعاع الشمسي خلال النهار تمتص خلاياه طاقة الاشعاع وتحولها إلى طاقة كهربائية نستغلها لعملية التحليل الكهربائي حيث يتم فصل المحلول المائي في المحللة إلى غازي الهيدروجين والأكسجين لينفصل غاز الهيدروجين إلى القطب السالب وغاز الأوكسجين عن القطب الموجب



الشكل5.3: البروتوكول التجريبي

6.المقادير المقاسة:

يتم في العمل التجريبي قياس أربعة مقادير بدلالة الزمن لها علاقة كبيرة في إنتاج الهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي للماء باستخدام الطاقة الشمسية.

- درجة الحرارة.
- الجهد الكهربائي للألواح الكهرو شمسية المستخدمة.
- التيار الكهربائي المار خلال المحلل الكهربائي.
- حجم الهيدروجين المنتج.

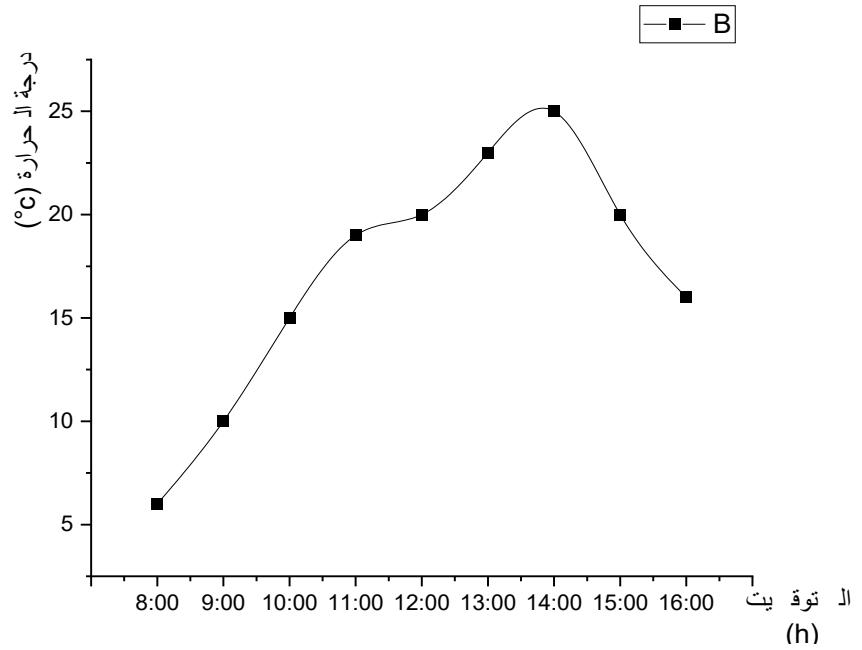
7.النتائج والتحاليل:

تمثل الجداول و المنحنيات النتائج المتحصل عليها من خلال التجربة التي اجريت في شهر افريل 2022 التي استعملنا فيها النظام الكهروضوئي لإنتاج الهيدروجين مع عدة عوامل وقيم.

1.7.دراسة درجة حرارة الوسط:

التوقيت	°(c) درجة الحرارة)
8:00	6
9:00	10
10:00	15
11:00	19
12:00	20
13:00	23
14:00	25
15:00	23
16:00	16

الجدول 1.3:تغيرات درجة الحرارة بدلالة التوقيت



الشكل.6.3: تغيرات درجة الحرارة بدلالة التوقيت

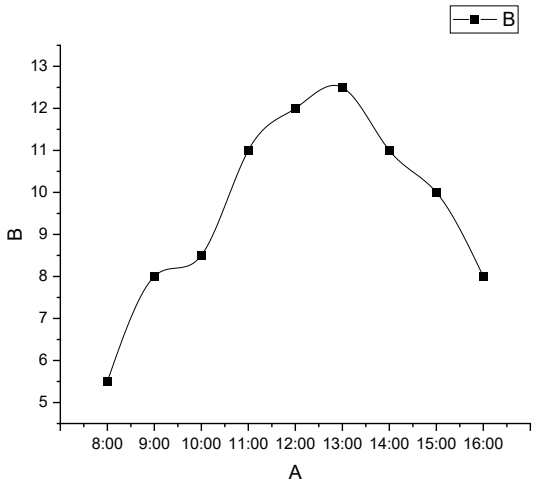
- **التحليل :**

يبنى المنحنى والجدول السابق تغير درجة حرارة الوسط بدلالة الزمن حيث نلاحظ ان درجة الحرارة تكون منخفضة في الصباح ثم تبدأ ترتفع بدلالة الزمن الى ان تبلغ قصواها وقت الظهيرة (13:إلى 14:00) ثم ترجع تنخفض .

2.7. دراسة جهد الالواح الكهرو شمسية:

التوتر الكهربائي	التوقيت
5.5	8 :00
8	9 :00
8.5	10 :00
11	11 :00
12	12 :00
12.5	13 :00
11	14 :00
10	15 :00
8	16 :00

الجدول3.2 :تغيرات الجهد بدلالة التوقيت



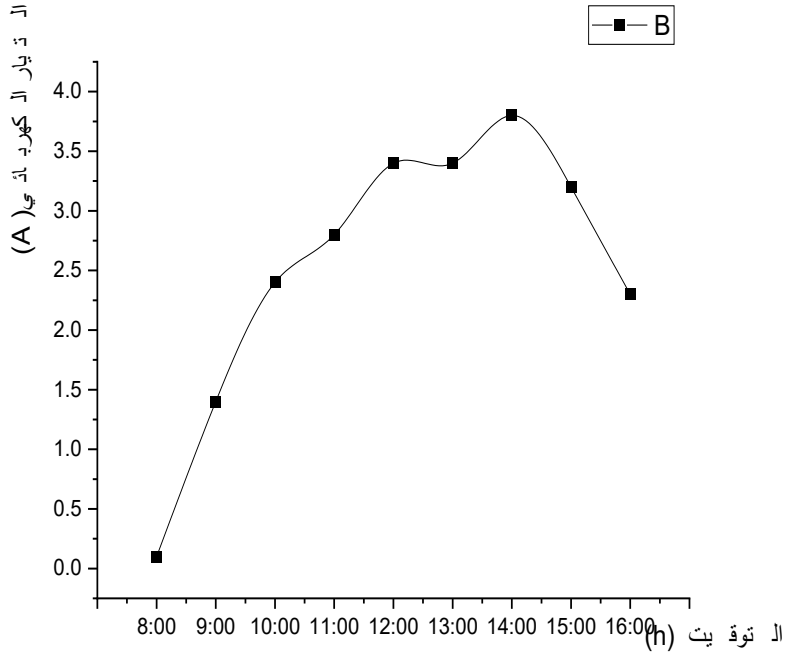
الشكل 7.3 : تغيرات الجهد بدلالة التوقيت

- التحليل: يمثل المنحنى تغيرات الجهد بدلالة الزمن حيث نلاحظ أن الجهد يزداد حيث يبلغ أقصاه في الظهيرة (12:00–13:00) ثم يبدا بالتراجع مساءا

3.7. دراسة التيار الكهربائي المار للمحلل :

التوقيت	التيار الكهربائي (A)
8 :00	0.1
9 :00	1.4
10 :00	2.4
11 :00	2.8
12 :00	3.4
13 :00	3.4
14 :00	3.8
15 :00	3.2
16 :00	2.3

الجدول3.3: تغيرات التيار الكهربائي بدلالة التوقيت



الشكل.8.3: تغيرات التيار الكهربائي بدلالة التوقيت

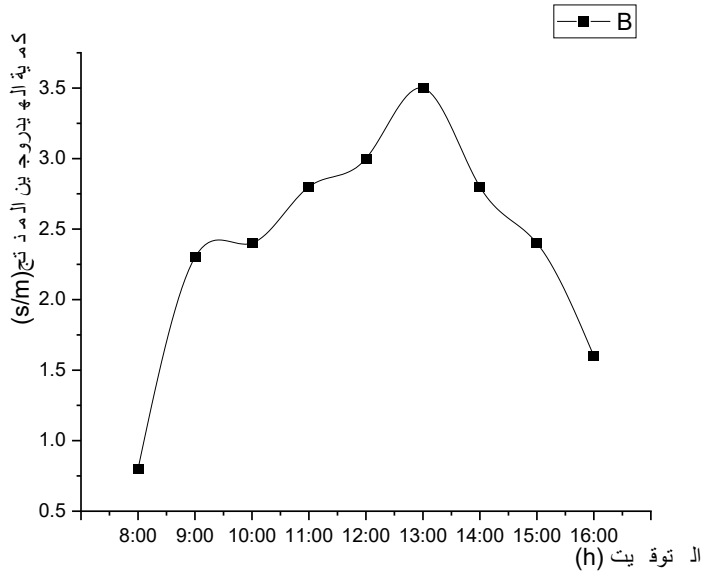
- **التحليل :**

يمثل المنحنى والجدول السابق تغيرات التيار الكهربائي بدلالة الزمن حيث نلاحظ ان التيار الكهربائي يزداد كلما زاد اشعاع الشمس ويبلغ اقصاه في الظهيرة (13:00الى 14:00)ثم يبدأ بالتراجع مساءا.

4.7. دراسة كمية الهيدروجين المنتج:

التوقيت	كمية الهيدروجين المنتج
8 :00	0.8
9 :00	2.3
10 :00	2.4
11 :00	2.8
12 :00	3
13 :00	3.5
14 :00	2.8
15 :00	2.4
16 :00	1.6

الجدول 4.3: تغيرات كمية الهيدروجين بدلالة التوقيت



الشكل.9.3: تغيرات كمية الهيدروجين المنتج بدلالة التوقيت

- **التحليل:**

يبين المنحنى السابق كمية الهيدروجين المنتج بدلالة الزمن حيث ان كمية الهيدروجين تكون قليلة في الصباح ثم تزداد في كل ازداد اشعاع الشمس حتى تبلغ اقصاها في الظهيرة (13:00الى 14:00) ثم تبدأ بالتراجع مساءا

8. الخلاصة :

من خلال التجارب السابقة نلاحظ درجة حرارة المحلول وكمية الاشعة الساقطة على اللوح الشمسي وكذلك المساحة الخاصة باللوح، علاقة طردية مع كمية الهيدروجين الناتج . نلاحظ ان بداية تدفق الهيدروجين يكون اسرع عند وصول المحلول الأكثر حرارة وكذلك عند

ساعة الذروة في منتصف النهار سيكون تدفق الهيدروجين أكثر في ساعات أول النهار اواخره .

من المنحنيات المتحصل عليها لاحظنا أن حجم الهيدروجين يزداد طرديا بدلالة الزمن على زيادة التيار الكهربائي وزيادة الجهد .

خاتمة

خاتمة

تتمع الجزائر بقدرات هائلة من الطاقة الشمسية بسبب اتساع مساحتها وتموقعها ضمن الحزام الشمسي ،مما جعلها من بين أهم الدول التي يعول عليها في إنتاج الطاقة الشمسية والتي يمكن من خلالها تلبية الاحتياجات والمتطلبات الضرورية المحلية، وقد لجأت على غرار دول العالم إلى استغلال إمكانيتها الوفيرة من الطاقة الشمسية المتجددة على وجه الخصوص ويمكن استخدام الهيدروجين لتخزين الكهرباء لفترة طويلة وللاستفادة من ذروة انتاج الكهرباء من مصادر الطاقة الشمسية من اجل تشغيل عملية التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين من الماء .حيث ان كفاءة تحويل الطاقة الكهربائية إلى هيدروجين تتراوح ما بين 50% إلى 70% بهدف إنتاج الهيدروجين عن طريق تحويل الطاقة الشمسية وهذا باستخدام المعطيات المناخية بولاية الوادي ومنطقة عين الملح بولاية المسيلة والنتائج المتحصل عليها تدل على أنا الهيدروجين حامل و جيد غير مضر للبيئة وله تطبيقات عديدة ومختلفة حيث يمكن أن يدخل في مركبات استخدامه مباشرة في محركات ذات الاحتراق الداخلي أما الاستخدام الغير مباشر يخص خلايا الوقود الهيدروجين ، كما يمكنه أن يكون وسيلة فعالة لتخزين الطاقة من مصادر متجددة حيث تعتمد استخدامات الفرعية للهيدروجين اليوم في صناعات مختلفة

قائمة المراجع

(1) Steven Zumdahl (2 : 6 .2020) « water » www.britanica.com retrieved 27.10.2020 edited .

(2) Molly Sargen (26.09.2019) « Biological Roles of Water,Why is water neccessary for life ? » www.sitn.hns.haveard.edu retrieved 27.10.2020 edited.

(3) Physical Properieties of water , www.physicalgeography.net retrieved 14.07.2018 edited .

(4) Samantha Ma (24.05.2016) « Physical au Chemical Properties of watter » www.chem.libretes.org retrieved 29.08.2018

(5) Haward Perlmain (08.08.2018) « PH-Water Properties » www.water.ugs.gore retrieved 29.08.2018 edited .

6) Haward Perlmain (05.12.2016) « Water Hardness » www.water.usgs.gov retrieved 29.08.2018 edited .

(7) Types of water , corrosion-doctors.org , retrieved11.01.2019.edited.

(8)www.britannica.com , retrieved 11.01.2019 edited .

(9) Anne Marie Helmenstine , ph,D,(28.12.2018) « The Différent Between Ditilled and Deionized water » www.Thoughtco.com , retrieved 11.01.2019 edited .

(10) Brackish Water : Definition Salinity Density , www.study.com retrieved (11.01.2019 edited.

(11) Different Sources Water , sciencing.com retrieved 09.01.2020 edited .

(12) Electrolysis of water , chem libretescts , retrieved 15.07.2019 edited .

(13) Electrolytic cells , study .com , retrieved 15.07.2019 edited .

(14) Labbé,Julien, L'Hydrogéne électrolytique comme moyen de stockage d'électricité pour systémes photovoltaiques isolés, Diss 2006 .

(15) Tzimas, Evangelos, et al , « Hydrogen Storage : state-of-the-art and future perspective » , « EU Commission , JRC Petten , EUR 20995 EN (2003).

(16) De Dianous , Valerie , Sylvaine Pique , and Benno Weinberger . « Comparative study of regulation , guides and standars regarding hydrogen electrolyzers and storage . Study report » (2016).

(17) Electrolysis, chem, pipretescts.org, retrieved 15.07.2019 , edited .

(18) هاني عبد القادر عمارة ، الطاقة و عصر القوة ، دار غيداء للنشر و التوزيع ، الأردن، 2012 ، ص 33-34 .

(19) محمد etal ، الطاقة المتجددة- طاقة الرياح Diss ، جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا ، 2018 .

(20) وكاع فرمان ، الطاقة الشمسية دعوة استغلالها قبل فوات الأوان ، مجلة فياليديا الثقافية، جامعة فياليديا ، الأردن .

(21) معلومات حول الطاقة الشمسية ، من https://maurd)03 أخذت ب 2019.01.29

(22) مقال " 5 مزايا الطاقة الشمسية " منشور sunsun.com تمت مراجعته بتاريخ 06.10.2020

(23) Solar Power : 101 Adreantage – Disadreantage Emeivommental science, retrieved 29.06.2021 edited /

(24) Kimberly Dumke (21-01-2021) The power of the sun , www.nationalgeographic.org retrieved 08.08.2018 edited .

(25) Solar Cookers , science direct , retrieved 04.10.2021 .

(26) هاني عبد القادر عمارة ، الطاقة و عصر القوة ، دار غيداء للنشر و التوزيع ، الأردن، ص 107-108 .

(27) تقرير حول : اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية ، مركز الدراسات و البحوث ، غرفة الشرقية السعودية ، 2009 ، ص 5 .

(28) عمر شريف ، استخدامات الطاقات المتجددة و دورها في التنمية المستدامة ، دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر ، أطروحة دكتوراه ، كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير ، قسم العلوم الاقتصادية ، جامعة الحاج لخضر باتنة ، الجزائر ، 2018 .

(29) الظاهرة الفولطا ضوئية ، تأليف ستيفان ك و كراوت ، بيروت أذار مارس 2011

(30).هاني + تجاني ، إنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة الشمسية ، مذكرة لنيل شهادة ليسانس ، جامعة الوادي 2014 .

(31) كاميليا يوسف محمد ، الطاقة الكهروشمسية ، مراجعة محمد صلاح السبكي ، دار الكتب و الوثائق العلمية ، مصر ، 2 .

(32) حسن عزالدين بلال ، الطاقة الشمسية و استخداماتها ، الهيئة العامة السورية للكتاب ، دمشق 2 .

(33) سمير محمد حسن ، ريهام محمد ، الخلايا الشمسية (الغلوتوفولية) احدى نظم الطاقات الشمسية النشطة الموجية ، journal of the egyptian society of engineers 58,3 , 2019,189-181 .

(34) Solar Cell , britannica retrieved 27-11-2019 edited .

(35) Strategy based on short-term generation scheduling for a renewable microgrid using /

(36) Titanium , Chemical Element . Chemistry Explained , retrieved november 30.2019 , from http://chemistryexplained.com/elements/c-k/hydrogen.html

(37) Darkrim Lamari (chargée de recherche au CNRS) et P.Malbrunot (directeur du comité technique à L'AFH2) techniques de l'ingénieur : article BE8565 et BE8566 : combustible hydrogéne : production et utilisation – 2006

(38) Lakeman,J.B , and Browning,D.J, (2001) Global Status of Hydrogen Research London : DTI , ETSU F/03/00239/REP

(39) https://www.researchgate.net/profile/Yasser-Diab4/puplication/265599746-Electric-energy-storage-courses-and-exercises/links/54804d8c0cf250fledc01ac6/Electric-energy-storage-courses-and-exercises.pdf

(40) http://www.saadawil.net/index.php?view:topics-action:topics.art:id:art:98

(41) http://kawngraup.com/feul-cells

(42) International Energy Agency , Hydrogen Production and Storage , Paris,France , 2006,p5-6 .

(43) أمال رحمان ، فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية ، ص 5-6 .

(44) Ram B.Gupta , « Hydrogen fuel production , transport , and storage » , CRC Press Taylor& Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, suite 300 Boca Raton , FL 33487-2742 , International Standard Book Number , 13 :978-1-4200-4575-9, Hardcover .

(45) New York City , 2014 . N.Lymberopoulos , « hydrogen production from renewables » ,Center for Renewable Energy sources (C.R.E.S) , Pikermi Attiki, Project Technichal Assistant .

(46) Framework Contract EESD Contract No : NNE5-PTA-2002-003/1 , september 2005 , Technologie Brief : Analysis of Current-day Commercial Electrolyzers .

(47) FREL, Golden , CO NREL/FS-560-36705, P.Hoffman,Tomorrow's Energy-Hydrogen,Fuel Cells, and the prospects for .

(48) https://nrme.net/detail1040183123.html