# الفصل الاول
# الاطار العام للبحث

## 1-1 مقدمة:

الشمس هي مصدر الحياة على سطح الارض ومصدر الطاقة على الأرض، فالطاقة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض تتحول إلى شكلين رئيسين هما:
طاقة كيميائية وطاقة حرارية وكل منها يتجلى بعده ظواهر تؤدي إلى فشؤ عدد من الطاقات فعند سقوط أشعة الشمس على النباتات تدخلفي النبات على شكل طاقة كيميائية عضوية وتشكل هيكلاً للنبات ومصدراً لغذاء الكائنات الحية بشكل عام.

تتراكم الكميات الكبيرة من هذه الطاقة اما الاثر الحراري للطاقة الشمسية فيتجلى ظاهراً عند سقوط الشعة على الغلاف الجوي فيؤدي لتسخينه تسخيناً متفاوتاً وبالتالي ظهور طاقة الرياح وعندما تتبخر الكميات الهائلة من مياه تشكل مصدراً مائية على الأرض.

أن التسخين المباشر لسطح البحار والمحيطات يؤدي لأرتفاع درجة حرارة السطح مع المحافظة فيالقاع، فالطاقة الناتجة من هذه الظاهرة تعرف بالطاقة الحرارية في البحار والمحيطات وطاقة المد والجزر ترتبط مباشرة مع الشمس ولوبشكل ضئيل أي بمدى قدبها أو بعدها عن الرض ولأن معظم النظريات الحديثة تؤكد أن الأرض تعود في منشأها إلى الشمس فهي إنفصلت عن الشمس (الكوكب) الأم) وبرزت قشرتها الخارجية أمام اعمالها فهي ما زالت ملتهبة تشع الحرارة إلى كافة الجهات.

## 1-2 مشكلة البحث:

اثر استخدام الخلايا الشمسية عموماً وآثره في معالجة مشكلة الطاقة.

## 1-3 اسباب اختيار المشكلة:

-مدى الحاجة إلى التعرف على الخلاياء الشمسية عموماً وتطبيقاته في الحياة اليومية.

-مدى استخدام الخلايا الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية.

-التعرف على أنواع الخلايا

-مدى التطور الحديث في مجال الخلايا ونصوصها في توليد الطاقة الكهربائية.

## 1-4 فروض البحث:

1 تأثير درجة الحرارة على الطاقة الكلية للخلية الشمسية يؤدي إلى زيادة تيارة الخلية.

2 -التوجه العمودي للخلية يؤدي للاستفادة من كل الطاقة الشمسية الساقطة عليها.

3 -تعطي الخلية اقصى قيمة للتيار في منتصف النهار.

4 -هناك علاقة تربط بين التيار وفرق الجهد.

5 -تنخفض كفاءة الخلية الشمسية مع مرور الزمن.

## 1-5 منهج الدراسة:

تجريبي ووصفي

## 1-6 اهمية البحث:

هذا البحث دراسة نظرية تطبيقية لتقديم معلومات كافية عن التأثير الحراري على الخلايا الشمسية وتطبيقاته في توليد الطاقة خصوصاً في الطاقة الكهربائية وكذلك دراسة ومعرفة فوائد الخلايا الشمسية ومستقبله في معالجة مشكلة الطاقة الملوثة (غير نقية)

## 1-7 أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى:

-التعرف على الخلايا الشمسية بصورة عامة.

-التعرف على تطبيقات الخلية الشمسية (معالجة مشكلة الطاقة الكهربائية)

-معرفة ما هو جديد في تطبيقات الخلايا الشمسية في مجال الطاقة الشمسية ومستقبله.

-الدراسة والتطبيق على انواع الخلايا المستخدمة في الدراسة .

## 1-8 محتوى الدراسة:

هذا البحث يحتوي على اربعة فصول دراسية الفصل الاول يتناول الخطة العامة للبحث والفصل الثاني يحتوي على دراسة الطاقات المتجددة بصورة عامة والفصل الثالث عبارة عن تطبيقات الخلايا الشمسية والفصل الرابع يحتوي على موضوع البحث ومعرفة انواع الخلايا المستخدمة في توليد الطاقة الشمسية في علاج مشكلة الطاقة مستقبلاً وفوائد الخلايا ومستقبله في معالجة الطاقات ما توصل اليه العلماء في هذا لمجال.

## 1-9 حدود البحث:

-حدود زمانية: 12/ 2015م – 10/ 2016م

-حدود مكانية ابتداء من

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

جامعة النيلين كلية العلوم

## 1-10 مستخلص البحث:

هذه الدراسة توصلت إلى معرفة الخلايا الشمسية بصورة عامة والخلايا الشمسية المستخدمة في توليد الطاقة الشمسية بصورة خاصة وتطبيقاتها في مجال توليد كهرباء.
وفي هذا البحث تم الترعف على كيفية استخدام الخلايا الشمسية في التوليد الطاقة الشمسية.

# الفصل الثاني

# الاطار النظري

## 2-1 مقدمة:

الطاقة هي كل ما يمد بالنور ويعطينا الدفء وينقلنا من مكان إلى خر، وهي تتيح لنا استخراج طعامنا من الرض وتحضيره، وكذلك هي التي تضع الماء بين ايدينا وتزيد عملية الآلات التي تخدمنا.

فقد عرف الإنسان الطاقة كيف يتحكم بالماء والريح، وقد خطا خطوات في مجال تسخير الطاقة، فخترع الآلة البخارية مهيئاً بذلك وسيلة لاستغلال الطاقة ترتب عليها تحقيق عدد كبير من المنجزات في مجال الصناعة ثم اكتشف مصادر هائلة من النفط حيث أننا نجد الطاقة في اشكالها المختلفة سواء اكانت فحماً أو غازاً أو نفطاً أو كهرباء أو غيرها. فاصبح بعد ذلك النفط من المصادر الرئيسية للطاقة في هذا الوقت، ولكن نجد آن مصادر هذه الطاقة قابلة للنضوب على الرغم من وجود احتياطي كبير وبالتالي لا بد من البحث مصادر جديدة للطاقة.

لذلك قد بدأ العلماء في البحث عن بدائل للوقود الاحفوري سميت بالطاقة المتجددة تتميز عن الوقود الاحفوري بأنها لا تنضب مقارنة مع النفط الذي يتوقع له آنه خلال القرن القادم. كما أن استغلال الطاقة النووية في توليد الكهرباء محفوف بالمخاطر البيئية إضافة إلى آن مصادر اليورانيوم في العالم محدودة ولكن تكفي لمدة طويلة واستغلال الطاقة المتجددة ومنها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة المساقط المائية والطاقة الحرارية وطاقة المدّ والجزر وطاقة الهيدروجين ربما تفي ببعض احتياجات البشر من الطاقة لفترة طويلة من الزمن، وإن كانت مساهمة هذه الانواع في توليد الطاقة من اجمالي

الطاقة المستهلكة في العالم لا يزال محدوداً لآن هذه الانواع من الطاقة المتجددة تحتاج إلى مزيد من التطور التقني لتحسين التكلفة االقتصادية وبالتالي آن تساهم الطاقة المتجددة بصورة فعالة في تشيد الكهرباء وكذلك في التنقل.

## 2-2 مفهوم الطاقة المتجددة:

الطاقة المتجددة هي الطاقة المتجددة من الموارد الطبيعية التي تتجدد والتي لا يمكن ان تنفذ، ومصادر الطاقة المتجددة مختلف جوهرياً عن المصاد الوقود الاحفوري مثل البترول والفحم الغاز الطبيعي وغيرها حيث أن مخلفاتها ونتائج احترافها لاتحتوي على غازات وملوثات آخرى هي في احتراف الوقود الاحفوري والطاقة المتجددة يمكن انتاجها من الرياح والمياه والشمس ويمكن استخدامها في نطاق واسع في جميع الانشطة الانسانية حيث استخدامها في انتاج الطاقة الكهربائية والسيارات والقطارات والسفن ولاقمار الصناعية وغيرها.

## 2-3 مصادر الطاقة المتجددة:

إن المصادر تدفق الطاقة المتجددة هي الظواهر الطبيعية مثل الشمس والرياح والحرارة باطن الأرض وحركة المد والجزر والشلالات والانهار، لكل هذه المصادر خصائصها التي تؤثر على كيفية استخدامها. آن اغلبية تقنيات الطاقة من الطاقة الشمسية، حيث ان النظام الغلاف الجوي للارض في حالة توازن وآن مستوى الطاقة المتساقط داخل نظام الغلاف الجوي للارض يمكن آن نسميه المناخ الرضي آن المياه تمتص جزءا كبيراً من طاقة الاشعاع الشمسي، كما وآن معظم الطاقة الساقطة عن الشمس تكون في خطوط الصف القريبة من خط الاستواء على المدار السنة، ويتم نشر وتوزيع هذه الطاقة الى جميع انماء الكرة الارضية بواسطة الرياح والتيارات المحيطة التي تحاول ان توازن الحرارة على

سطح الارض. والطاقة الشمسية مسؤولة ايضاً عن اماكن تساقط الامطار وكمياتها وتواجد الثلوج وتساقطها لذلك يمكن ان نقول ان أهم مصادر الطاقة المتجددة هي الشمس .

## 2-4 انواع الطاقة المتجددة:

### 2-4-1 الطاقة الحيوية:

وهي الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء نباتية او حيوانية وقد بات بعض الدول بزراعة انواع متعددة من النباتات لاستخدامها في مجال الوقود الحيوي مثل الذرة وفول الصويا واللفت وقصب السكر وزيت النخيل ويتم ايضاً الحصول على الوقود الحيوي من التحليل الصناعي للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات مثل القش والخشب والسماد وقشرة الارز وتحليل الحيونات ومخلفات الاغذية التي يمكن تحويلها إلى الغاز الحيوي عن طريق الهضم اللاهوائي

2-4-2 الطاقة المائية:

الطاقة المائية تستخدم لتوليد الكهرباء باستخدام التوربينات وتمتاز بأنها رخيصة الثمن وقليلة التكاليف وانها خالية من التلوث وانها طاقة متجددة إذ أنها أحدى مصادر الطاقة الشمسية غير المباشرة إلا أنها لا تتوفر إلا في اماكن محددة حيث توجد الشلالات وحيث تقام الالخزانات على الانهار مثل خزان سنار وخزان مروي ويمكن إذا استغلت بكفاءة أن تعطي معظم احتياجات السودان لكن الطاقة المائية بصفة عامة لا عطي احتياجات اي صناعة كبرى.

2-4-3 طاقة الرياح:

هي ايضاً طاقة كتجددة لانها احدى مصادر الطاقة الشمسية غير المباشرة وخالية من التلوث وقد استغلت طاقة الرياح منذ قرنين او كثر في تشغيل طواحين الغلال وعرفت باسم طواحين الهواء وفي القرن الماضي استخدمت في رفع المياه من الانهار والابار وفي توليد

الكهرباء من المولدات الصغيرة لشحن البطاريات وكانت تستخدم بكثرة في مناطق الجزيرة والشمالية وفي مدينة عطبرة استخدمت لرفع المياه بالغرب من نهر عطبرة، واصبحت الان تستخدم في مجموعات كبيرة لتوليد الطاقة الكهربائية بمعدلات مقبولة.

ومنافسة في مناطق مختلفة مكن العالم، لكن الهواء السريع الذي يحرك المراوح الضخمة لا يتوفر الا في اماكن مرتفعة ومكشوفة مثل مناطق شرق السودان وبعض مناطق علىالولايات الشمالية، ولا تعمل المراوح الا اذا زادت سرعة الهواء عن 25 كيلو متر في الساعة ثم تبدأثم تبدأ المراوح في العمل ولم تصل السرعة إلي 45 كيلو متر في الساعه تكون قدرتها فعالة علماً بأن ان قدرة الواط التي يمتلكها كتلة من الرياح مقدارها كيلو جرام واحد وتتحرك بسرعة مقدارها v متر لكل ثانية وكثافتها .... كيلو جرام لكل متر مكعب وتمر في المروحة الهوائيه لها محور دوراني أفقي ومساحة دائريه التي تشملها شفرات المروحه خلال دورانها هي A مترمربع تكون هذه القدره كالأتي :

(2–1) القدرة :

أي أن القدره تتناسب مع مكعب السرعة وهذا يفسر ضرورة إيجاد مكان مناسب لإستغلال الطاقة الهوائيه متجدده وخاليه من أي تلوث أو أضرار للإنسان وقد توفرت أجهزتها تجارياً ومحلياً وعالمياً.

2–4–4 الطاقة النووية:

بدأ استغلال الطاقة النووية في امريكيا منذ القرن العشرين عام 1957 ثم انتقل الى بعض الدول الصناعية هنالك طريقتان لتوليد الطاقة النووية التي تستخدم اساس لانتاج الكهرباء وهي الطاقة الانشطارية والطاقة الاندماجية.

2–4–5 الطاقة الجوفية الحرارية:

هي طاقة موجودة في باطن الارض وتوجد على شكل عيون مائية وكبريتية حارة تستخدم في بعض الدول ..... الامراض الجلدية وامراض العظام والمفاصل وقد استخدمها الهنود الحمر قبل عدة قرون في التدفئة والطبخ والاستخدامات المنزلية، وتستخدم اليوم هذه الطاقة في توليد الكهرباء عن طريق استخدم بخار هذه العيون الحاده فى تدوير توربينات المولدات الكهربائية وكذلك في تدفئة البيوت والفنادق وبعض المرافق السياحية عن طريق مد شبكة من الانابيب التي تحوي بخار هذه العيون في مرافق وغرف البيوت والفنادق .

2-4-6 الطاقة الشمسية:

أن الطاقة الشمسية هي المصدر الرئيسي والأهم من بين المصادر الطاقة المتجددة لأنها المسؤل الأول عن كل أشكال الطاقة علي الارض فهي مسؤلة عن تسخين جو المحيط باليابسة والمحيطات والبحار وتوليد الرياح وتصريفها ، أن الطاقة الشمسية تصلنا إلي الارض على شكل طاقة ضوئية مرئية غير المرئية وعلى شكل طاقة حراية ويمكن أستغلال كل هذه الانواع من الطاقة كبدئل للوقود الاحفورى الذى دمر ولوث شكل الياة على الارض حيث يمكن أستخدام الطاقة الضوئية والطاقة الحراريه عن طريق الانعكاس أو الامتصاص حسب نوع السطوح والاجسام المستخدمة كما يلي

2-4-6-1 استخدام الطاقة الضوئية الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق الخلايا الشمسية التي تصنع من مواد كيميائية مشوبة من مواد اخرى تقوم بتوليد التيار الكربائي عند سقوط الشعاع الضوئي عليها وتستخدم هذه التقنية في الاقمار الصناعية بتزويدها بالطاقة اللازمة لاداء عملها وكذلك في السيارت الكهربائية واجهزة الحواسيب ومحطات توليد الطاقة الكهربائية الضخمة.

2-4-6-2 استخدام ظاهرة الانعكاس للضوء عن السطوح الملساء والفاتحة الالوان وتركيز هذا الضوء في حزمة ضيقة لتوليد طاقة حرارية عليه لتسخين سائل معين الى مرحلة التبخير لتوليد ضغط كبير يدور توربينات توليد الطاقة الكهربائية لذلك تستخدم مجموعة كبيرة من المرايا العاكسة ذات سطوح ملساء لعكس وتجميع الاشعة الضوئية الصادرة من الشمس في نقطة واحدة يوضع فيها المادة المطلوب تسخينها، او توضع المادة المراد تسخينها في انابيب قريبة من المرايا او في بؤرتها تجمع الاشعة واسقاطها على تلك الانابيب فتسخن .

6-1-3 استخدام السطوح الخشنة لا المعتمة لامتصاص الاشعة الشمسية الساقطة وتسخينها ومن خلالها يمكن تسخين المياه او أي سائل اخر يستفاد منه في عملية توليد الطاقة او الطبخ او الاستخدامات المنزلية الاخرى.

# الفصل الثالث

# الخلايا الشمسية

## 3-1 ضوء الشمس والخلايا الشمسية:

تقوم الخلايا الشمسية بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة كهربائية مستفيدة من الخصائص الالكترونية لنوع معين من الهواء تعرف باشباه الموصلات (semiconductors) ابتداءاً من المفاهيم الاساسية وعلى هذه المفاهيم اثبتت المعادلات التي تحدد عملية تحويل الطاقة ويتبعها وصف التقنيات المستخدمة في إنتاج الخلايا الشمسية البخارية في الوقت الحاضر والمبينة في الغالب على شبه موصل محدد وهو السيلكون ثم يوصف التطور المستمر في هذه التقنية والتقنيات البديلة والتي تبشر بتقليل التكلفة.

## 3-2 تطور الخلايا الشمسية:

يعتمد على الخلايا الشمسية على الظاهرة الفوتوفولطائية ( effeetphotovolatic) لقد نشد عن هذه الظاهرة اول مرة 1839 من قبل العالم بيكورل becquerl الذي لاحظ ان الفولتية بين الاقطاب المقمورة في المحلول الالكتروني تعتمد على الضوء الساقط وفي عام 1876 لوحظت هذه الظاهرة في جميع السبائك التي تشمل على مادة السلينينيوم وتبع ذلك ابتكار الخلايا الضوئية (photo ceels) المصنوعة من هذه المادة المادة واكسيد النحاسوز (coupro oxide)

على الرغم من ان اول نشر عن الخلية السليكونية كان عام 1941 فلم يعرف عن الخلية السيلكونية بشكلها الحالي الا عام 1954 واعتبرت هذه البسيطة في حين اعظم الضوء الى طاقة كهربية وكفاءة معتدلة وتم استخدام هذه الخلايا كمصادر قدرة في السفن الفضائية في عام 1958 في بداية الستينيات أصبح استخدام الخلايا للاغراض الفضائية امراً مالوفاً وبقى هذا من اهم استخدامات الخلايا لعقد من الزمن.

شهدت بداية السبعينات في فترة ابداعية لتطوير الخلية السليكونية مع تزايد واضح في كفاءة تحويل الطاقة وفي استخدام هذه الفائض والتطبيقات الارضية، وفي نهاية السبيعانات فاق حجم الخلايا المنتجة للاستخدامات ..... تلك المنتجة للاستخدامات الفضائية، ورافق هذه الزيادة في الانتاج انخفاض كبير في اسعار الخلية الشمسية لقد شهدت بداية الثمنينات انتاج تجريبي لتقنيات احدث تهدف الى خفض في الاسعار يشجع التوسع المستمر في التطبيقات التجارية في استقلال الطاقة الشمسية.

## 3-3 المصدر الطبيعي لضوء الشمس:

تعتبر الطاقة الاشعاعية للمصدر الحيوي للحياة على كوكبين فهي تحدد درجة حرارة سطح الارض او الغلاف الجوي المحيط بها.

إن الشمس في الاساس عبارة عن كرة غازية متهدبه حرارياً بواسطة الاندماج النووي في مركزها وينبعث من االجسام الساخنة عادة اشعاع كهرومغناطيسي بتوزيع طبقي من الاطوال الموجبة المختلفة تجدده درجة حرارة الجسم ويتبع التوزيع الطبيعي للاشعاع المنبعث من جسم كامل السواد ( blak) قانون بلاتك للاشعاع يبين القانون انه تسخين الجسم تتزايد الطاقة الكلية للاشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث ويتناقص الطول الموجبي لذروة الطبق المنبعث وكمثال توضيحي في حياتنا اليومية هو عند تسخين المعدن يتوهج اولاً بلون احمر ثم يصبح اصفر عند زيادة تسخينه.

تقدر درجة الحرارة قرب الشمس (المركز) بحوالي 20.000.000 درجة حرارة مطلقة ومع ذلك فهذه ليست الحرارة التي تحدد صفات الاشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من مركز الشمس يمتص بواسطة طبقة ايونات الهيدروجين السالبة قرب سطح الشمس حيث تقوم هذه الايونات بامتصاص متواصل لمدى كبير من الاطوال الموجبة فينشأ من تجمع الحرارة في هذه المنطقة (الطبقة) تيارات الحمل الحرارية والتي تنقل الطاقة الفائضة خلال البصري وحال

نفاذ هذه الطبقة تعود الطاقة فتشع مرة ثانية خلال الغازات الشفافة نسبياً والواقعة فوق هذه الطبقة.

إن المستري الذي يهيمن نده الاشعاع على النقل بواسطة تيارات الحمل يعرف بالكرة الضوئية (photos phere) وتكون درجة حرارة هذه الكرة الضوئية اقل بكثير من درجات الحرارة داخل الشمس ولكنها عالية نسبياً وتصل الى 6000 درجة مطلقة، تشع الضوئية طبق مشتمر من الاشعاع الكهرومغناطيسي هذا الطبق قريب جداً من طبق الاشعاع المنبعث من الجسم الكامل السواد عند الدرجة الحرارية نفسها.

## 3-4 الثابت الشمسي (the solar cons tama)

إن اقدرة الاشعاعية الساقطة على وحدة المساحة العمودية على اتجاه الاشعاع وعلى بعد متوسط المسافة بين الارض والشمس تعرف بالثابت الشمسي. وتعرف ايضاً باشعاع كتلة الهواء الصغرى.

ان القيمة المقبولة في الوقت الحاضر للثابت الشمسي المحمول بها في الفوتوفولطائية هي (353-1) كيلو واط/م 2 وتم الحصول على هذه القيمة من معدل القياسات باجهزة خاصة مثبتة على طائرات على ارتفاعات عالية وسفن الفضاء.

اخلاف نفازية محيط الشمس للاطوال الموجبة المختلفة وقد تم حديثاً تبين القيم المعمول بها في جداول خاصة ان معرفة التوزيع الدقيق كملونات الطاقة في ضوء الشمس ضرورية بمعرفة عمل الخلية الشمسية لان استجابة هذه الخلايا تختلف باختلاف الاطوال الموجبة للحزم الضوئية.

3-4-1 شدة اشعاع الشمس على سطح الارض:

تقل شدة ضوء الشمس على الاقل بمقدار 30 خلال مروره بالغلاف الجوي لاسباب هذا التوهين هي:

1) تشتت دايلي او التشتت بسبب الجزئيات الموجودة في الجو توصف ضوء الشمس عند جميع الاطوال الموجبة ولكنها تكون اكثر فعالية عند الاطوال الموجية القصيرة.

2) التشتت بسبب الزرات وجسيمات التراب.

3) الامتصاص من قبل المكونات الغازية للغلاف الجوي التي منها الاكسجين والاوزون وبخار الماء وثاني اكسيد الكربون وغيرها.

نموذج التوزيع الطبقي لضوء الشمس على سطح الارض والذي يبين حزم الامصاص ذات العلاقة بالامتصاص الجزئيي.

إن درجة صغيرة جداً واهم عامل يحدد القدرة الكلية الساقطة عند ظروف صافية هو طول مسار الضوء خلال الغلاف الجوي ويصبح هذا اقصر ما يمكن عندما تكون الشمس فوق الراس مباشرة والنسبة بين طول اي مسار حقيقي واقصر مسار تعرف بكتلة الهواء البصري عندما تكون الشمس مباشرة فوق الالراس يعرف باشعاع كتلة الهواء الواحدة (ami) وعندما تصبح الشمس بزاوية o مع عمود الراس فإن كتلة الهواء تحدد وفق العلاقة (airmass).

$$\text{Air mass} = 1/\cos b \qquad (1-3)$$

وعندما b تساوي( ,l tYkhghauhu 60 شة2) واسبط طريقة لتقدير كتلة الهواء تكون عن طريق قياس الظل (د) المتكون لجسم عمودي ذي ارتفاع (h) فإن:

$$\text{Airmass} = \sqrt{1 + (s/h)^2} \qquad (2-3)$$

مع تزايد كتلة الهواء ويتكون المتغيرات لجوية الاخرى تتوهن الطاقة التي تصل الى الارض بكل الاطوال الموجبة مع زيادة ملحوظة في حزم الامتصاص.

لذلك فإن ضوء الشمس الواصل للارض يتغير تقيراً كبيراً حيث الشدة والتركيب الطبقي على عكس ما هو عليه خارج الغلاف الجوي.

والغرض اجزاء مقارنة معقولة بين اداء خلايا شمسية مختلفة عند اختبارها في مواقع مختلفة على الارض، ليجب ان يكون هنالك مقياس ارضي معين بحيث تسبب تنسب اليه جميع القياسات الاخرى، فإن احسن مقياس واوسعها استخداماً الى وقت اعداد هذا الكتاب هو توزيع اشعاع (1.5) am وقد تم اعتبار ذا التوزيع الاشعاعي للاشعاع كمقياس على سطح الارض في البرنامج الامريكي الخاص لدراسة الفوتوقو لطائية كثافة القدرة الكلية المتضمنة هي اكيلواط/م2 وكثافة هذه القدرة تعتبر اعلى قدرة شمسية ساقطة على سطح الارض تقريباً.

## 3-5 خواص الخلايا الشمسية:

تختلف الخلية الشمسية عن الوصلة الثنائية العادية التي تستخدم في تقويم التيار المتردد وغير ذلك من استخدامات في ان السطح الفاصل بين المنقطقة نوع س) م لمنطقة نوع (ج) المعروف بسطح الالتصاق واسع المساحة ومعرض للضوء لذلك تصمم الخلية بحيث يكون السطح كبيراً جداً لامتصاص اكبر قدر ممكن من الاشعاع الشمسي ولامر الثاني الذي يهتم به في التصنيع هو ان يكون هذا السطح قريباً جداً من سطح الخلية المعرض للاشعاع الشمسي اي ان الطبقة التي يدخل بها الاشعاع جب ان تكون رقيقة جداً بحيث لا تمتص الاجزاء صغيراً من الاشعاع كما موضح في الشكل (3-1)

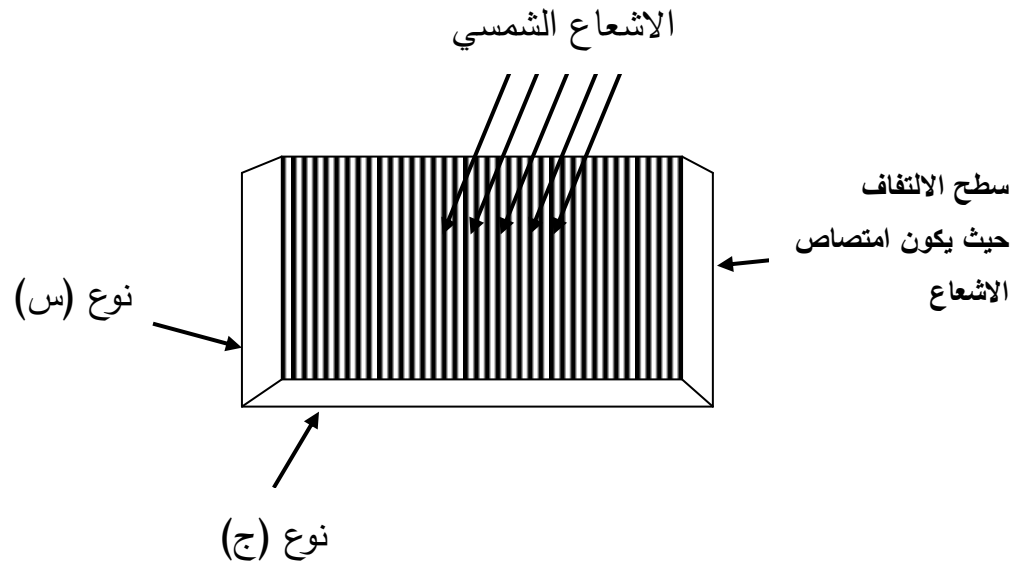
الان سنرى ما يحث عند سقوط اشعاع على بوصلة الثنائية ان امتصاص الفوتون كما هو معروف يؤدي الى توليد الكترون في منطقة الجهد الحاجز يؤدي الى ان تنتقل كل واحدة منها في اتجاه مضاد للاخر، تنتقل الالكترونات المنطقة نوع (س) وينتقل الثقب من المنطقة نوع (ج) ويؤدي ذلك الى مرور تيار كهربائي وتعمل التوصيلات الكهربية المناسبة تولد ذه الخلية طاقة كهربائية من الطاقة الشمسية الساقطة عليها.

وواضح مما سبق ذكره ان التيار الذي تولده الخلية يتناسب مع شدة الاشعاع الشمسي بينما يعتمد فرق الجهد (الفولت) على الجهد الحاجز ( ع ) الذي يكون دائماً اقل من

اشعاع النطاق المحظور الذي يساوي ( 1.1) فولت لمادة السليكون أي أن ( 1.1) الكترون فولت يساوي ع وتعتمد قيمة ع على كمية الشوائب 8 أو 9 التي تضاف عند صناعة الخلية في حالة خلية الشيلكون تكون ع حوالي (0,45) فولت.

ذكرت ان الاشعاع يجب ان يصل السطح الفاصل بين المنطقة نوع (س) والمنطقة نوع (ج) لكي تكون الكفاءة عالية لتحويل كل فولت الى زوج من الالكترونات والثقب ويجب ان تتم عملية التحويل من منطقة لاتزيد عن طول الانتشار الذي cm ($10^{-2}$– $10^{-3}$) في الوصلة الثنائية.

وذلك لكي تتم عملية امتصاص القوتونات في منطقة الجهد الحاجذ للخلية ويؤخذ هذا الشرط بعين الاعتبار عند صناعة الخلية وادخال الشوائب بكميات محكمة وفي درجة حرارة محددة.




الشكل (3–1) يوضح الخلية الشمسية خلية سيكون من وصلة pu ويلاحظ ان مساحة سطح الالتصاق كبيرة وقريبة من السطح الشفاف الذي يتعرض للشمس.

## 3–6 المنحنيات المميزة للخلية الشمسية وكفاءة الخلية:

يمكن دراسة الخواص الكهربية للخلية الشمسية (الكهروضوئية) في الشكل ( 1–2) الذي يوضح الدائرة المكافئة لهذه الخلية والشكل ( 1–3) الذي يوضح نفس الدائرة بعد تبسيطها واهمال المقاومة الموازية التي تتكون من مقاومة ومكثف متوازيين واهمال المقاومة المتوالية تكفي الدائرة المبسطة المكافئة لدراسة عمل الخلية الشمسية ويتضمن ذلك النظرة المايكروسكوبية لعمل الخلية التي تحدثنا عنها سابقاً.

تتكون الدائرة الكافئة المبسطة من مصدر تيار ثابت Is ينتجه الضوء الساقط على الخلية ويتفرع إلى فرعين أحدهما يكون التيار $I_j$ الذي يمر بالمقاومة الغير خطية $R_j$ التي تمثل الوصلة الثنائية والتيار الثاني I وهو تيار $I_S$ تيار الدائرة المغلقة ويساوي التيار الذي يمكن الحصول عليه عندما تكون $R_l = O$ وبما ان:

$$I_S = I_j + I \qquad (3–3)$$

التيار الثابت = $I_S$

$$I_j = I_O \left[e^{ev/\,kt} - 1\right] \qquad (4–3)$$

التيار الكلي = I

تيار الظلام = I

$$I = Is - Ij \qquad (5\text{-}3)$$

$$I = I_S - I_0 \left[e^{ev/\,kt} - 1\right] \qquad (6–3)$$

حين أن I هو التيار الكلي المار في مقاومة الجهد و $I_0$ هو تيار الظلام بما أن الكثافة التيارية J تستخدم عادة بدلاً من التيار I فإننا نحصل على J اذا قسمت المعادلة ( 1–6) على المساحة (A) للخلية أي: $J = J_S - J_i$

الكثافة التيارية J

(7-3)

إذا كانت الدائرة و $J = 0$ لنحصل على اقصى قدرة لفرق الجهد ويسمى بفولت الدائرة المفتوحة $V_{oc}$ حيث أن:

$$V_{oc} = (KT/e)\ L_n\ (J_s/J_o) \qquad (8-3)$$

$$ev / KT$$

$$Js / Jo + 1 = e$$

جهد الدائرة المفتوحة V

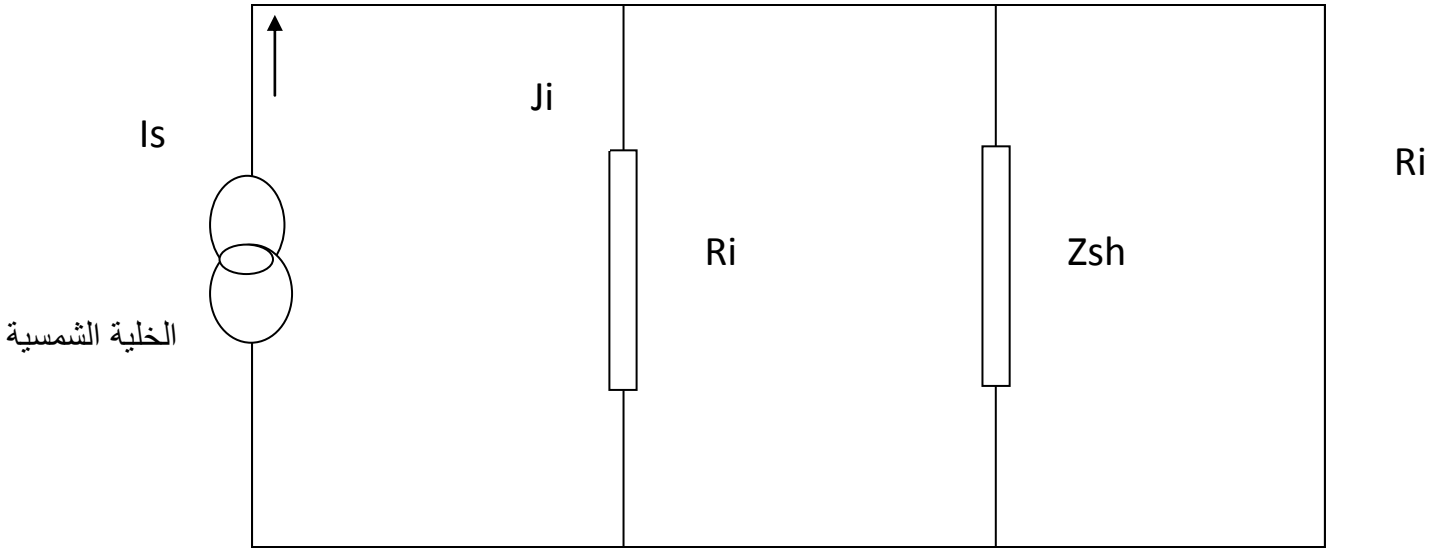
وبما أن القدرة p تساوي حاصلة ضرب التيار في فرق الجهد فإن كثافة القدرة الخارجة تكون: $P_o = J\,V$

$$Po = V\ Js - Jo\ [e^{ev/kt} - 1] \qquad (9-3)$$

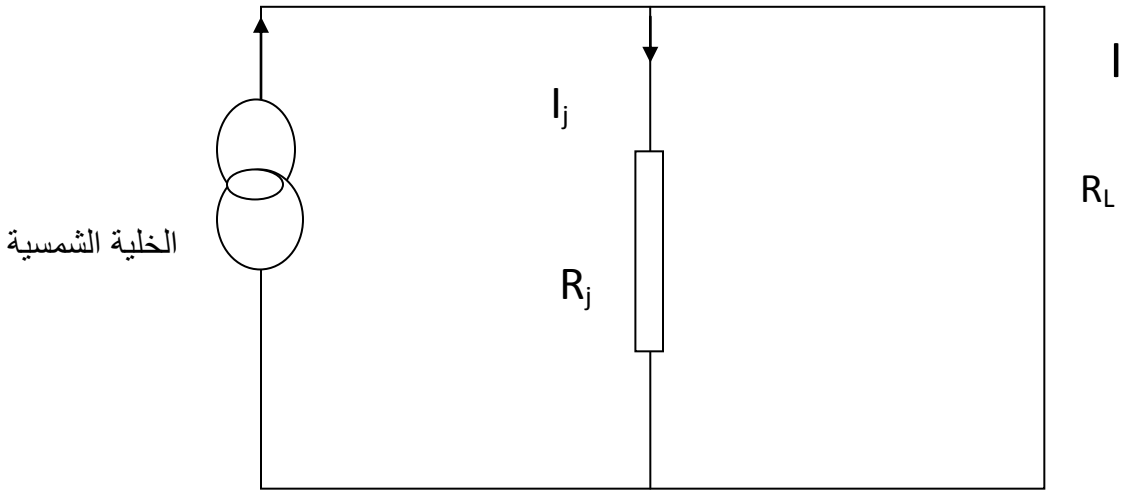
وللحصول على كثافة القدرة القصوى فإن تفاضل المعادلة ( 3+10) بالنسبة إلى ( V) ويصبح الحاصل مساوياً للصف فنحصل على الفولت Vn الذي يعطي اقصى قيمة للقدرة إذا أن:-

$$\frac{dp}{dv} = o\left[\ Js - Jo\ e^{evm/kt} + Jo\ \right] + Vm$$

$$]a^2 + \left(e^{evm}\right)\ KT \qquad (11-3)$$




الشكل (3–2) الدائرة المكافئة للخلية الشمسية




الشكل (3-3) يوضح الدائرة المكافئة المبسطة للخلية الشمسية

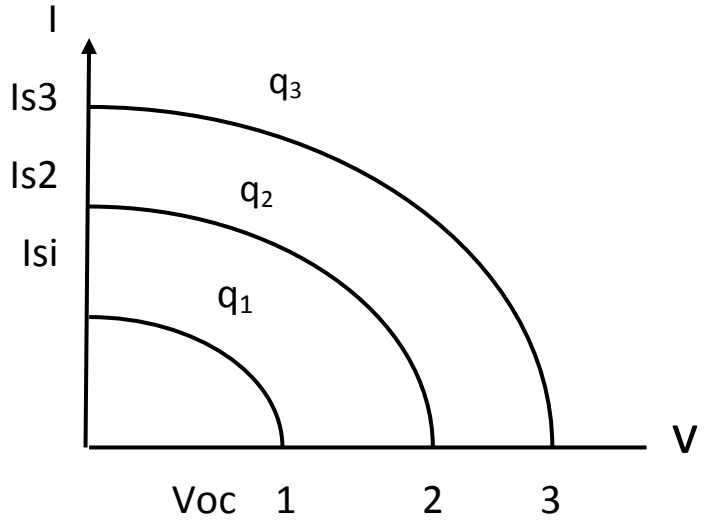
الشكل (3–4) يوضح المنحنيات المميزة للخلية الشمسية عند سقوط الاشعاع الشمسي علماً بأن مقادير الاشعاع الساقطة كما يلي:–

$Q_1 = 50\ W_u\ wcm^{-2}$ , q2 = loomwcm

$Q_3 = 125\ mwcm^{-2}$

وفي كل حالة Pmax ، Voc , Js

هو صفة لكل منحنى

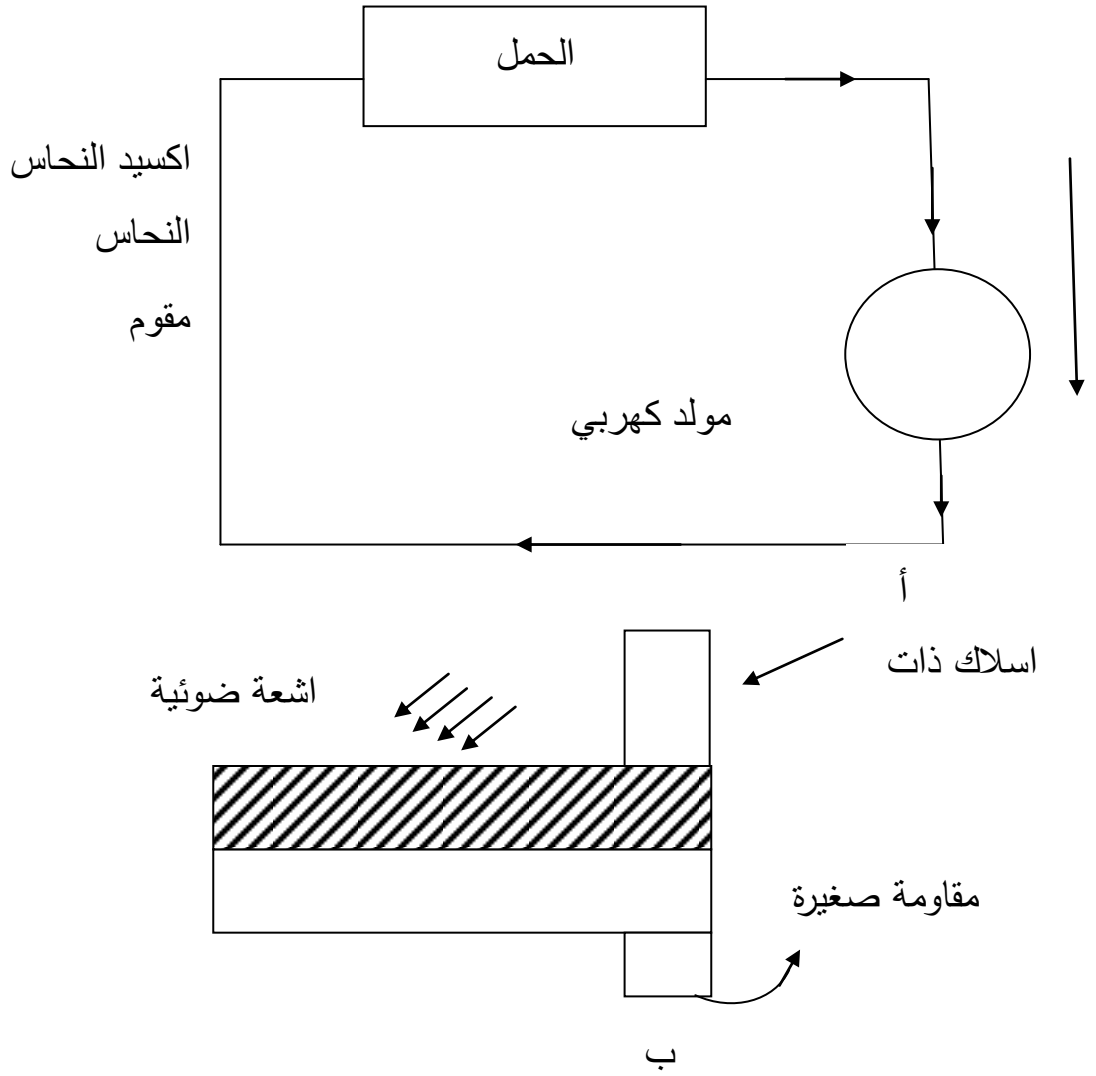



الشكل (3–4) يوضح المنحنيات المميزة للخلية الشمسية عند سقوط الاشعاع الشمسي.

## (3–7) كيف تعمل الخلية:

عندما تكتمل الدائرة وعندما يسقط الضوء على الاكسيد فإنه سيكون هنالك تدفق من الالكترونات (نتيجة للقوة الدافعة الكهربية بين الالواح) من الاكسيد الى النحاس ويكون التيار متناسباً مع شدة الاضاءة.

وما يحدث في هذه الحالة هو عكس ما يحدث لو استخدمت هذه الخلية كمقوم وادخلناها في دائرة تحت ضغط كهربي فإن التيار لن يمر من الاكسيد الى النحاس وإنما يمكن ان يتم بالعكس على النحاس الى الاكسيد.

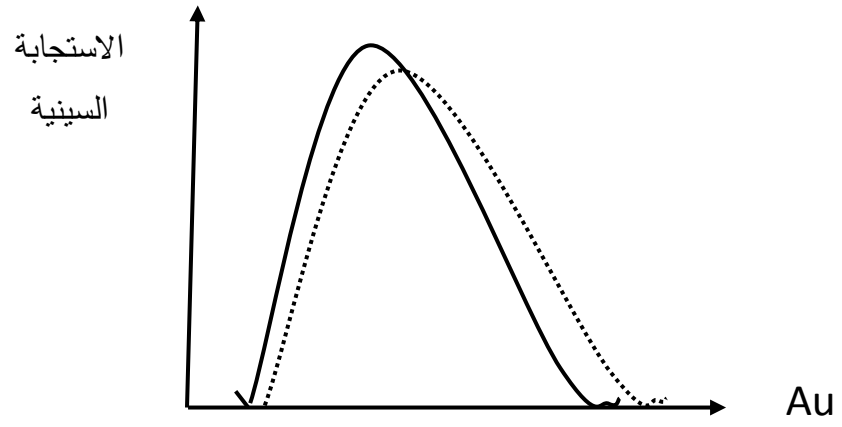



## (3–8) استجابة الخلية للضوء :–

استجابة الخلية للضوء ذو اطوال الموجات المختلفة يشبه لحد كبير استجابة العين للضوء.

الشكل (3–6) يبين المقارنة بين استجابة عين الانسان للضوء واستجابة عينه ضوئية من اكسيد النحاس.

الشكل (3–6) يوضح استجابة الخلية للضوء




## (3–9) مكونات الخلية وتركيبها:

تتكون الخلية من:

1– لوح من النحاس

2– طبقة من اكسيد النحاس

3– فلم رفيع من مادة نصف او شبكة معدنية

وتتكون الخلية من الاجزاء الثلاثة وتركب كلاتي:–

يغطي لوح النحاس بطبقة من اوكس.يد النحاس ثم تغطي طبقة اكسيد النحاس بفيلم رفيع بمادة نصف شفافة او الشبكة المعدنية بحيث نحافظ على الاتصال الكهربائي او التلامس الكهربائي مع طبقة اكسيد النحاس وفي نفس الوقت تسمح للضوء ليسطح عليه.

## (3–10) أسباب اختيار المواد السلكونية:

1 –انها عالية التوصيل الضوئي

2 -التيار الجيد مع الطقس المحيط

3 -عازل ممتاز للكهرباء

4 -عالية القدرة

5 -المقاومة الخطوطية الناتجة عن الاشعة العالية

6 -نقل ضوئي عالي

7 -الخلايا المستخدمة لاتتعرض للناقل

8 -يغطي السطح الخلفي طبقة رقيقة بلاستيكية

## (3-11) مميزات الطاقة الشمسية

1 -طاقة نظيفة

2 -لا تلوث الجو عند استخدامها ميكانيكياً او كهربياً

3 -لا تتاثر الارض بما يستهلك منها

4 -عند التصميم يجب ان تراعى الاعتبارات الاقتصادية وكفاءة التحول عن طاقة شمسية الى حرارية الى ميكانيكية او كهربية.

## (3-12) استخدامات الخلايا الشمسية:

1 -المنظومات الضوئية الفلتائية:

(أ) المساعدات الملاحية

(ب) الامداد بالقدرة لانارة المنازل

(ج) الاستخدام في الاشارات المسموعة

(د) اضواء الضباب

(هـ) إضاءة الارصفة على سواحل الميناء والمنشأت البحرية على الشط وداخل البحر.

2 -مجموعة التلفزيونية التعليمية:

3 -في عملية التكييف والتدفئة بأستخدام مباشرة لهذه الخلايا من الطاقة الحرارية المطرودة منها (في الاعمال البحثية )

4 -في الاتصالات الراديو ومستقبلات الراديو

5 -بوستر الميكرويف

6 -تشغيل طلمبات الري وماء الشرب

7 -علامات الطرق السريعة والسلك الحديدية في الطرق الصحراوية

8 -في اعمال التهوية.

## (3-13) المنظومات الضوئية الفلتائية:

بذلت ابحاث كثيرة ومجهودات وفيرة لتحويل طاقة الاشعاع الشمسي ذي الموجة الغصيرة الى طاقة كهربية مباشرة بدون المرور بأي طاقة وسيطة اخرى بواسطة الخلايا الضوئية الفلانية تحقق ذلك وللخلايا الضوئية الفلتانية السيليكونية كفاءة تحويل من 10 الى 12% آما خلايا الزرنيخ – الجاليوم فقد وصلت الى كفاءة حوالي 23% إذا كان المكان المطلوب فيه استخدام تعمل بالخلايا الضوئية الفلتانية منعزلاً وبعيداً عن الشبكان الكربائية وكانت الحاجة فقط الى قدرة كهربية منخفضة فإن مولدات القدرة الضوئية الفلتانية الشمسية تكون الحل العلمي والتكنلوجي والتطبيقي الامثل وبالتالي الاكثر اقتصاداً بل ويعتمد عليها اكثر من أي مصدر آخر.

## (3-14) مميزات استخدام المنظومات الضوئية الفلتانية:

1 هذه الخلايا الضوئية الفلتانية بسيطة ولا تتضمن اي اجزاء متحركة.

2 -لا تتطلب مولدات القدرة الشمسية اي صيانة تكنلوجية وبالتالي لا توجد تكلفة عملية لصيانة او التشغيل.

3 -لا تتطلب اعادة المل بالوقود

4 -لا تنتج أي عوادم تلوث الهواء

5 -المنظم الفلتائي الضوئي قادر على العمل بكفاءة وجودة عالية في كثير من الاستخدامات.

## (3-15) مكونات الخلايا الضوئية الفلتانية:

تتكون من:

1 واح أو اكثر من الموديو الات او اللواح الشمسية المحاطة على خط عرض المكان وايضاً الى ميل عرض المكان 15.

2 -مجموعة بطاريات

3 -منظم يتحكم في البطاريات المنظومة كلها .

4 -تستطيع البطاريات ان تخزن الكهرباء لمدة تكفي ثلاثة ايام وتعطي قدرة مستمرة في هذه المدة.

## (3-16) استخدامات الخلايا الضوئية الفلتانية:

بدآت صناعة هذه الخلايا في الخمسينيات وقد صنعت الخلية الشمسية الآولى من السيليكونية منذ ذلك الوقت وحتى الان ادخلت تعديلات عديدة في كيفية صناعة هذه الخلايا وكذلك توسيع قاعدة المواد التي صلح لهذه الخلايا التي لا زالت عالية حتى الان ولذلك فإن شيوع استخدامها الحالي الذي يعتبر اقتصادياً من الخلايا التي تنتج من وات إلى 1 كيلو وات وتكون مطلوبة في اماكن منعزلة وهي التي مقارنة بتكلفتها بمصادر الطاقة التقليدية الاخرى.

## (3-17) عيوب الخلايا الشمسية:

1- الخلايا الشمسية لا تغطي كفاءة انتاج للتيار عالية حيث ان تلوث كفاءتها احسن الاحوال أقل من ( 25%) وهذا يؤدي الى تصنيع خلايا شمسية ذات مساحات واسعة لتعويض النقص في الكفاءة .

2- انها تحتاج الى مساحات واسعة لوضع المرايا الكثيرة لعدد للحصول على الحرارة المطلوبة ومشكلة قلة الاشعاع الصادر من الشمس في الايام القائمة وكثرة الغبار المتساقط على المرايا الذي يجب ان ينظف يومياً لزيادة الانعكاسية وكذلك مشكلة الحفاظ على الطاقة ليلاً.

3- عملية الحفاظ على الطاقة الكهربائية المقلدة والتي لا يمكن خزنها وخصوصاً في الليل.

# الفصل الرابع

## النتائج ومناقشتها:

### (4-1) مقدمه:

يتناول هذا الفصل عرض وتفسير النتائج التحليل الإحصائي للمعلومات التي تم جمعها عن طريق التطبيق العلمي، والنتائج التي توصلنا اليها في ضوء الفروض الموضوعة كما تناول هذا الفصل بالنقاش والتحليل تلك النتائج التي توصلت اليها الدراسة، والتحقق من فروض البحث أوتساؤلات البحث، ومن ثم عرض أهم النتائج التي تم التوصل اليها بعد الدراسة العملية وتقديم عدد من التوصيات والمقترحات من الدراسه العملية.

## (2-4) النتائج:

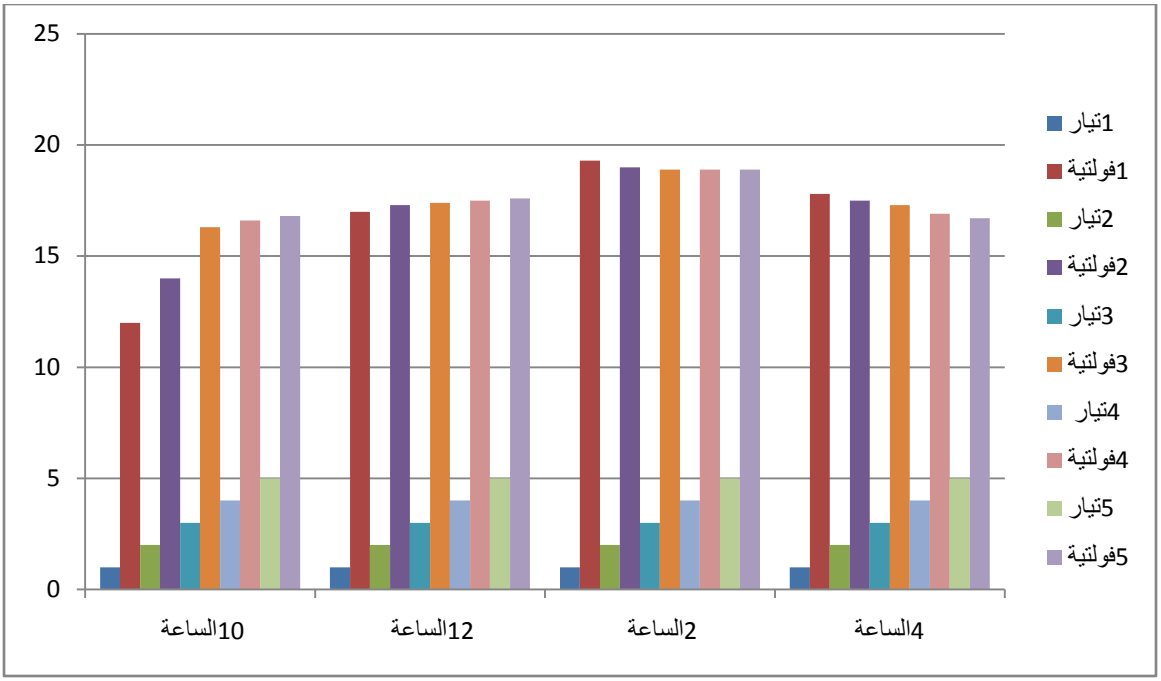
إن النتائج التي تم التوصيل إليها من معمل فيزياء كليه العلوم جامعة السودان للعلوم والتكنلوجيا كما هو موضح في جدول ( 4-1) والتي يبين النتائج التيار والفولتيه والخلفيه الإشعاعية للخليه الشمسيه ، ومن ثم تم تحقق من العلاقه بين التيار والفولتيه في الرسم البياني (4-1)

(4-1) جدول يوضح النتائج التيار والفولتيه والخلفيه الإشعاعيه للخليه الشمسيه:

| الزمن | تيار1 | فولتية1 | تيار2 | فولتية2 | تيار3 | فولتية3 | تيار4 | فولتية4 | تيار5 | فولتية5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 1 | 12 | 2 | 14 | 3 | 16.3 | 4 | 16.6 | 5 | 16.8 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 1 | 17 | 2 | 17.3 | 3 | 17.4 | 4 | 17.5 | 5 | 17.6 |
| 2 | 1 | 19.3 | 2 | 19 | 3 | 18.9 | 4 | 18.9 | 5 | 18.9 |
| 4 | 1 | 17.8 | 2 | 17.5 | 3 | 17.3 | 4 | 16.9 | 5 | 16.7 |

**(4-1) الرسم البياني يوضح العلاقة بين التيار والفولتية**


25
20
15
10
5
0
10الساعة
12الساعة
2الساعة
4الساعة
تيار1
فولتية1
تيار2
فولتية2
تيار3
فولتية3
تيار4
فولتية4
تيار5
فولتية5

## (3-4) المناقشة:

نلاحظ من الرسم البياني ( 4-1) أن ارتفاع درجه الحراره يؤثر علي خواص خلية تأثيراً لا يمكن إهماله إذا يرتفع تيار الخليه إرتفاعا طفيفاً ويحدث إرتفاع تيار الخلية نتيجه لإنخفاض طاقة الفجوه (النطاق المحظور) مع إرتفاع درجه الحراره، ونجد أن هناك إرتفاع في تيار الخلية بسبب تحرر الكترونات الموجوده في دائرة الخلية ويكون درجه حراره الخلية مستقراً في منتصف النهار بسبب الكترونات المتحررة ويتناقص في إنخفاض درجة حرارة الشمس مما يؤدي إلي انقاص في درجه الحراره الخلية وبالتالي تقل كفاءه الخلية .

وبما أن القوه الدافعة الكهربية للخلية الواحدة لا تزيد عن نصف فولت وبالتالي يكون التيار الذي يمكن الحصول عليه صغيراً .

أما فولط الدائره المفتوحة فيزداد زيادة طفيفة مع شدة الأشعاع ولا يعتمد علي مساحة الخلية بل يعتمد علي نوع ومادة الخلية، ويتناسب القدرة مع الأشعاع .

## (4-4) التوصيات:

أن البحث والمثابره في إيجاد بدائل الطاقة الاحفورية ما هو إلا جزء مكمل لإستمراريه السودان للطاقة والحفاظ علي المستوي الذي تتعم به هذه الدول من أجل مواكبة بقية دول العالم في هذا المجال ، نقترح مراعاة التوصيات التالية:

1- الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة السمشية.

2- القيام بإنشاء بنك لمعلومات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لإستخدام الطاقه الشمسية.

3- القيام بمشاريع رائدة وكبيرة نوعاً ما وعلي مستوي يفيد البلد كمصدر آخر من الطاقة وتدريب الكوادر السودانية للإستفادة من جميع تطبيقات الطاقة الشمسية.

4- تنشيط طرق التبادل العلمي بين البلدان الإفريقية وذلك عن طريق عقد الندوات واللقاءات الدورية .

5- تحديث دراسات استخدامات الطاقة الشمسية في السودان وحصد وتقويم ما هو موجود منها.

6- تطبيق جميع السبل ترشيد الحفاظ علي الطاقة ودراسة أفضل طرقها بلإضافة إلي دعم المواطنين الذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم .

7- شجيع التعاون مع الدول المتقدمة في مجال الطاقة الشمسية والإستفاده من خبراتها علي أن يكون ذلك مبنياً علي أساس المساواة والمنفعة المتبادله.

## (5-4) الخلاصة:

الحمدلله رب العالمين والصلاة والسلام علي أشرف خلق الله آجمعين سيدنا محمد وعلي آله وصحبه وسلم تسلماً كثيراً ، الحمد لله الذي وفقنا إلي إتمام هذا البحث بفضل من الله سبحانه وتعالي ، لكن هناك ثمة عوائق كثيرة إعترضت هذا البحث منها عدم وفره المعامل عن الخلايا الشمسية وايضاً الاجهزه الكافيه المساعدة في عمل هذه المنظومة (الخلايا) ادي إلي عدم إتمامها بصورة ترضي الجميع فهناك العديد من الاجهزه لم توجد في المعامل او الجهات المختصة التي تمكننا من عمل وتشغيل الدائرة البسيطه للخلية هذه نرجوا من الله عز وجل أن ينفعنا بما علمنا ونسأل الله ان يجعلنا من النوابغ والمخترعين.

المصادر والمراجع:

1- الطاقهة الشمسية وإمكانيات إستغلالها – بروفيسر احمد خوجلي – استاذ الفيزياء.

2- الطاقة الشمسية – الإشعاعية الحرارية والإحتباس الحراري – الدكتور فريد مصعب الدليمي.

3- الخلايا الشمسية – مارتن كدين – ترجمة – (يوسف مولود حسن ) .

4- أجهزة الطاقة – مهندس إستشاري إبراهيم محمد القرضاوي – خبير بهيئة المكاتب العربية الإستشاريه.

5- انترنت – قوقل.