جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

مستقبل الطاقة الشمسية وإمكانية إستخدامها كمصدر طاقة بديلة في السودان

Prospects of Solar Energy and the Possibility of its Use as an Alternative Energy Source in Sudan

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الفيزياء

إعداد

إيمان بابكر الحسين

إشراف

د0 احمد الحسن الفكي

أغسطس 2015 م

إهـــــــــــداء

(وقل ربي إرحمهما كما ربياني صغيراً)

إلي

أمي وأبي نبع حناني ومصدر أماني

متعكم الله بالصحة والعافية

شكر وتقدير

تلوح في سمائنا دوماً نجوم براقة لايخفت بريقها عنا لحظة واحدة نترقب إضائيتها بقلوب ولهانة ونسعد بلمعانها في سمائنا كل ساعة فأستحقت وبكل فخرأن يرفع إسمها في عليانا أساتذتي الكرماء الشرفاء واخص أستاذي الفاضل الدكتور احمد الحسن الفكي وكل من ساهم في مسيرة نجاحي .

كلمة حب وتقدير وتحية وفاء واخلاص تحية ملئها كل معاني الأخوة والصداقة تحية من القلب الي القلب شكراً من كل قلبي أصدقائي أحبائي زملائي في هذا الدرب .

عمل المعروف يدوم والجميل دائم محفوظ لن انسيً وقفتك الي جانبي دوماً صديق عمري هو عندي كنز من كنوز الدنيا اداام الله المودة .

المستخلص

تشكل الطاقة الشمسية مشكلة إقتصادية وإستراتيجية لجميع دول العالم ،إلا أن هذه المشكلة تشكل بعداً أكثر جدية عند الدول النامية وذلك لإعتمادها الكلي علي الطاقة المستوردة .إضافة الي أن الطاقة المستمدة من المصادر الأحفوية او المفاعلات النووية تكون مصحوبة بتلوث كبير للبئية يعود إنعكاسه علي كل الكائنات الحية مما يزيد في تدهور الظروف الصحية والبئية وظاهرة الإحتباس الحراري وزيادة التصحر.

علي الرغم من الفرق في توزيع الطاقة الشمسية بين خط الإستواء والقطبين إلا أن توزيعها حسب خطوط العرض منتظم تقريباً، ويعتمد علي المنطقة الجغرافية مما يسهل عملية دراستها وإستخدامها.

تعد هذه الطاقة مصدراً نظيفاً للطاقة من حيث تاثيرها علي البئية وغير خطرة الإستعمال مما يستدعي دراستها بصورة أوسع لتكون الطاقة البديلة الأولي في العالم.

Abstract

Sours energy is an economic problem and strategy for all countries of the world. However this problem constitutes a more serious dimension when developing countries and that total on imported energy for adoption.

Add to that the energy derived from sources coach nuclear reactor or be accompanied by pollution health conditions. An environmental and global warming and increasing desertification.

In spite of the difference in energy between the solar alastoaalqtaban line distribution, but the distribution by almost a regular latitude, and ail bated geographic area, making it easier to study and use process.

This is a clean source of energy in term of its impact on an environmental – friendly and non- hazardous, which calls for abrader study are to be the first alternative energy in the world.

فهرس المحتويات

التسلسل	الموضوع	رقم الصفحة

	الاهداء	I
	شكر وتقدير	II
	المستخلص	III
	Subtract	IV
	المقدمة	1
	اساسيات البحث	1
	الفصل الاول	
1-1	نبذة تعريفية	4
1-2	مجمعات الطاقة الشمسية	5
1-3	العوامل المؤثرة علي اداء المجمعات الشمسية	6
1-4	التطبيقات الشمسية	7
	الفصل الثاني	
2-1	محطات الطاقة الكهربائية المائية	9
2-2	مكونات محطات التوليد المائية	9
2-3	محطات توليد الطاقة الحرارية	12
2-4	محطات توليد طاقة الرياح	13
	الفصل الثالث	
3-1	توليد الطاقة الكهربائية	15

3-2	طرق توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقة الشمسية	16
3-3	الخلايا الشمسية	17
3-4	مكونات منظومات الخلية	20
3-5	طريقة عمل الخلية	20
3-6	العوامل المؤثرة علي اداء الخلية	22
3-7	التوليد الكهربائي الحراري الشمسي	23
3-8	تخزين الطاقة الشمسية	25
3-9	اساليب تخزين الطاقة الشمسية	26
3-10	الاعتبارات الاقتصادية والبئية للطاقة الشمسية	26
	الخاتمة والتوصيات	30
	المراجع	32

الـمقـدمـة

خلق الله الشمس والقمر أيتان دالتان على قدرته وعظم سلطانه. وجعل شعاع الشمس مصدرا للضياء على الأرض والشعاع المنعكس من سطح القمر نورا. وقال تعالى في كتابه العزيز" هو الذي جعل ضياءا والقمر نورا وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب ماخلق الله ذلك الا بالحق يفصل الآيات لقوم يعلمون"- سورة يونس الآية 5. فالشمس تجري في الفضاء الخارجي بحساب دقيق حيق يقول الله تعالى في سورة الرحمن "الشمس والقمر بحسبان" الرحمن . أي أن مدار الأرض حول الشمس بشكل دقيق وأي اختلاف في مسار الأرض سيودي غلى تغيرات مفاجئة في درجة حراراتها وبنيتها وغلافها الجوي وقد تحدث كوارث الى حد لا يمكن عندها بقاء الحياة. فقدرة الله وحدها جعلت الشمس الحارقة رحمة ودفئا ومصدر للطاقة حيث تبلع درجة مركزها ملايين الدرجات المئوية" ثم تتدرج حرارتها في الانخفاض حتي تصل السطح لتبلغ 5762 درجة مئوية. (1)

أهمية البحث :-

أعتمد الانسان منذ القدم على طاقة الاشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة مثل تجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل، كما استخدمها في مجالات أخرى وردت في كتب العلوم التاريخية منذ أن أحرق أرخميدس الأسطول البحري الروماني في حرب 212 ق.م. عن طريق تركيز الاشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية. ففي العهد البابلي كانت نساء الكهنة يستعملنا آلة زهبية مسقولة كالمرايا لتركيز الاشعاع الشمسي للحصول على النار. وقام موتوشوت وأركسون وغيرهم باستخدامها في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين الهواء. في مطلع القرن الميلادي الحالي انشئت أول محطة عالمية للري بواسطة الطاقة الشمسية وكانت تعمل لمدة خمسة ساعات في اليوم، وذلك بمدينة المعادي المصرية ، كل ذلك يساعد علي امكانية استخدامها كطاقة بديلة.

أهداف البحث :-

الطاقة الشمسية طاقة بديلة جيدة جدا من حيث الخواص وتمتاز ببساطتها بالمقارنة مع مصادر الاخرى للطاقة وتوفر عامل الامان البيئئ . والسودان يمكن ان يكون من الدول الاولي التي تعتمد علي الطاقة الشمسية بدلا عن الطاقات الاخري نسبة لمناخه مع مواجهة بعض المشاكل التي يمكن ايجاد الحلول لها .وهذا هو الهدف الاساسي من البحث انتاج طاقة كهربائية عن طريق الطاقة الشمسية باقل ما يمكن والتي اصبحت جزء لا يتجزاء من الحياة اليومية في انحاء المعمورة.

دافع البحث :-

الدافع الذي ادي لاختيار هذا البحث ولفت النظر اليه ان ضروريات المستقبل تستدعي البحث عن طاقة بديلة متجددة ونظيفة تتسم بالاستمرارية وتخدم معطيات البئية . فكان لازما ان تستغل هذه الطاقات الاستغلال الامثل وذلك عن طريق تذليل العقبات الاقتصادية والتقنية لهذه الثروات الكامنة بالسودان الذي بات في الاونة الاخيرة يعاني من مشاكل لا حصر لها في انتاج الطاقة الكهربائية, لذا فقد ان الاوان لان تقوم الدولة بدعم هذه الطاقات بتوفير التمويل اللازم ووضع الاطر القانونية والتشريعات.

محتوي البحث :-

يتطلب انتاج الطاقة الكهربية من الطاقة الشمسية عمل مجمعات للطاقة الشمسية ذات كفاءة عالية بمواصفات دقيقية تلائم المناخ المحيط. سنتطرف لطبيعة ومواصفات هذه المجمعات من خلال الفصل الاول.

سوف نتناول أيضا تطبيقات الطاقة الشمسية واستخداماها كطاقة بديلة في السودان بالمقارنة مع الطاقات الأخرى (الطاقة الحرارية والطاقة المائية وطاقة الرياح) من خلال الفصل الثاني. وايضا

نتطرق إلى كيفية تركيب وعمل الخلية الشمسية التي تقوم بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية والنظر الي الاعتبارات الاقتصادية والبئية لها وكيفية التعامل معها اقتصادياً من خلال الفصل الثالث لتكون هي الطاقة الاولي في المستقبل القريب باذن الله.

الفصل الأول

الفصل الأول

الطاقة الشمسية

1-1 مقـدمـة

تبعد الشمس عن الأرض مسافة 150 مليون كلم. وتنبعث منها، بسبب التفاعلات النووية داخل الشمس، طاقة حرارية وضوئية ضخمة جداً. وتساوي هذه الطاقة مقدار $3.66\times10^{26}W$. تبلغ الطاقة المستقبلة على سطح الأرض مقدار $170^{W}/_{m^2}$. يمكن تحويل هذه الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية باستخدام الخلايا الشمسية التي تنتج تيار كهربي مباشر. يمكن تحويل التيار المباشر إلى تيار متردد باستخدام محولات كهربية معروفة.

تنتج الشمس طاقة تتكون من ضوء وحرارة. تنتقل هذه الطاقة من الشمس إلى الأرض حيث تُجّمع بواسطة مجمعات شمسة تُمكن تحويلها إلى أي شكل من أشكال الطاقة. وبناء على هذا المبدأ فإن هذه الطاقة المتجددة يمكن أن تكفي الاحتياجات من الطاقة التي تعادل 650 برميل من البترول سنوياً .

يمكن تقسيم الاستفادة من الطاقة الشمسية إلى قسمين هما: توليد الطاقة الكهربائية وتوليد الطاقة الحرارية، مقدار الطاقة الشمسية المتوفرة للاستخدام يختلف من فصل الي اخر ومن موقع الي اخر إذ يبلغ متوسط الاشعاع الواصل الي الغلاف الجوي الخارجي للكرة الارضيةW/m^2 1353 ونظرا لان متوسط قطر الارض هو 6366 كم فإن مقدار الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض تقدر بTW 174000 . وهذا أكثر من 17000 مرة من مقدار الطاقة الكهربية الكلية المنتجة على سطح الأرض، والتيتبلغ TW 10 تقريبا. (2)

هناك طريقتان لتوليد الطاقة الكهربية بواسطة الطاقة الشمسية، وهما:

الطريقة الاولى: هي الطريقة المباشرة وذلك باستخدام الخلايا الشمسية وهي توليد الكهرباء مباشرة من اشعة الشمس عن طريقة ظاهرة التاثير الضوئي. ينمو سوق تقنية الخلايا الشمسية بمعدل 25% سنويا والذي يقلل انتشارها بصورة أكبر هو الكلفة العالية للطاقة المنتجة وذلك نظرا لارتفاع سعر تصنيع مسطحات الخلايا الشمسية وقلة كفاءتها.

الطريقة الثانية: وهي الطريقة غير المباشرة وذلك عن طريق المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربية. وهي عبارة عن تحويل الطاقة الشمسية الي حرارة عن طريق اللواقط أو العاكسات الشمسية، لتوليد البخار ومن ثم تدوير المرواح البخارية والتي بدورها تدور المولد الكهربائي، وهذه الطريقة هي الاكثر شيوعا واعتمادية والاقل كلفة من الخلايا الشمسية.

1-2 مجمعات الطاقة الشمسية:

تحتاج الطريقتان لمجمعات شمسية ضخمة. تصف هذه المجمعات بعدة طرق أهمها نطاق درجة حرارة المائع العامل في المجمع الشمسي. ودرجة الحرارة هذه تكون:

* منخفضة: تتراوح بين بضعة درجات مئوية الي 100 درجة مئوية، فوق حرارة الوسط المحيط، وتستخدم لاغراض التسخين واحيانا التبريد (اغراض منزلية).

** متوسطة: تكون أعلى بقليل وتتراوح بين 100 درجة الي 170 درجة مئوية، وتستخدم في التبريد.

*** مرتفعة: تكون أعلى من 170 درجة ويصل بعضها الي 3000 درجة مئوية وتستخدم هذه في توليد الطاقة الكهربائية. (2)

3-1العوامل المؤثرة علي اداء المجمعات الشمسية:

يعرف كفاءة المجمع بكفاءة تجميعه للطاقة الشمسية، ودرجة حرارة خروج المائع منه. بطبيعة الحال هناك العديد من العوامل التي تؤثر على اداء المجمع يمكن تصنيفها الي ثلاثة اصناف:

(1) **عوامل جوية** : يتحسن اداء المجمع بزيادة كل من الاشعاع الشمسي ودرجة حرارة الجو بينما ينخفض ادائه بزيادة سرعة الرياح وذلك لتفاقم مركبة الفقد الحراري بالحمل، كما أن احتواء الهواء على الغبار يؤثر في الاداء الحراري للمجمع الشمسي، أشار جراج في 1974م أن الغبار يقلل النفاذية بمعدل 8% لغطاء زجاجي مائل بزاوية 45 درجة، لاخذ تاثير الغبار على المجمع بالحسبان فانه يقترح خصم 1% من الاشعاع الشمسي الممتص من قبل الصفيحة الماصة للمناخ المعتدل وبخصم 2% للمناخ الجاف المتغير.

(2) **العوامل التصميمية** : تشمل كل من: نوع المجمع الشمسي، خصائصة البشري، ابعاد وترتيب مكوناته. وتعبر الاغطية الشفافة من افضل الطرق لتقليل الفقد الحراري بالحمل نتيجة للرياح وخاصة في المناطق الباردة، علما بأن اضافة الأغطية تقلل النفاذية الكلية للنظام وهذا يقلل من شدة الاشعاع الشمسي الممتص من قبل الصفيحة الماصة.

(3) **العوامل التشغلية** : من أهم عوامل التشغيل تاثيرا على اداء المجمعات الشمسية هي : زاوية ميل المجمع، معدل تدفق ودرجة حرارة دخول المائع، ويعتبر معدل تدفق المائع لوحدة مساحة المجمع العامل الرئيس في العوامل التشغيلية، في كل الاحوال لا يمكن تحديد معدل التدفق للمجمعات الشمسية وذلك لان المجمعات تكوت متصلة مع اجهزة اخري لتكون مجتمعة منظومة شمسية والتي يكون لها وظيفة محددة. أما عند تاثير درجة حرارة دخول المائع على المجمع فالعلاقة عكسية بين درجة حرارة الدخول والكفاءة فتكون الكفاءة اعلى ما يمكن عند دخول المائع بدرجة الهواء الجوي. (3)

4-1 تطبيقات الطاقة الشمسية:

إن للطاقة الشمسية تطبيقات عديدة يمكن اجمالها في المجالات التالية:

1- مفاعلات الطاقة:

تستخدم في مفاعلات الطاقة العادية مصادر طاقة غير متجددة لغلي الماء وجعله في صورة بخار وبالتالي تقوم التوربينات بالتدوير لتوليد الكهرباء. وبالمثل يمكن تطبيق الطاقة الشمسية للقيام بنفس هذه العملية. ولتحويل ضوء الشمس باستخدم الألواح الشمسية إلى كهرباء يلزمنا أستخدام تكنلوجيا كهروضوئية وحرارية، الخ...

2- المنازل

تستخدم الطاقة الشمسية في الاحتياجات المنزلية مثل تزويد المنازل بالماء الساخن خلال خلية فولتية مركبة على سطح المنازل التي تستقبل الضوء وتخزن طاقته في بطاريات للاستخدام اليومي للاغراض المختلفة. وتقلل هذه الطريقة تكاليف الطاقة الكهربائية.

3- انظمة التهوئة

يمكن استخدام الطاقة الشمسية في احيان كثيرة في أغراض التهوئة. تساعد هذه الطاقة الشمسية في تتدوير مراوح الحمامات ومراوح الأرضيات ومراوح السقف في المباني. تقوم هذه المرواح بتزويد المباني بالهواء الرطب والتحكم فيه بطرد الهواء من داخله.

4- مضخات الطاقة

يمكن استخدام الطاقة الشمسية في تمرير الماء خلال طلمبات الضخ. المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية نوعان اولاها تعمل باسلوب النقل الفعال والاخري باسلوب الطرد المركزي، وكلا النوعين يقسم الي طرازين طراز المضخات الغاطسة والمضخات السطحية.

5- السيارات الشمسية

يمكن تحريك السيارات بواسطة خلايا شمسية توضع على سطوح السيارات حيث تحول ضوء الشمس إلى تيار كهربائي يخزن في بطاريات على ظهر هذه السيارات تعمل كمصدر لتحريك السيارة مثل تتك الديزل في السيارة.

6- الأماكن النائية

تأتي أهمية الطاقة الشمسية في تزويد الأماكن البعيدة التي يصعب وصول كوابل الضغط العالي لها مثل المناطق الخلوية، الجبلية، المشاريع الزراعية الطرفية، القرى (المدارس دور اللهو والعبادة والمستشفيات وصالات الألعاب والمناسبات) بالطاقة الشمسية.

تلجأ كثير من الدول للتزود بالطاقة الكهربية إلى استخدام الطاقة الشمسية بسبب القصور في انتاج الطاقة من المصادر الأخرى (خزانات، سدود، المحطات الحرارية) والتي يكلف انتاج الطاقة منها مبالغ طائلة ووقت أطول.

7- شبكات الاتصالات والمراقبة

يمكن استخدام الطاقة الشمسية لتزويد شبكات الاتصالات المختلفة بالطاقة الكهربية لتشغيلها حيت تتمكن من عملية البث (تلفوني، اذاعة، اتصالات، الخ). يمكن ايضا استخدام الطاقة الشمسية في مجال المراقبة والرصد والمسح للانشطة المختلفة. تستخدم الطاقة الشمسية في التطبيقات الفضائية حيث تستخدم في تزويد المركبات الفضائية بالطاقة الكهربية. (4)

الفصل الثاني

الفصل الثاني

مصادر الطاقة الكهربائية

يعتمد في توليد الطاقة الكهربية علي المصادر المائية (السدود والخزانات) والرياح والحرارية. وتمثل المصادر المائية للطاقة النسبة الأساسية في تغطية الاحتياجات للطاقة الكهربية في الوقت الحالي، وتتوزع هذه المصادر في المحطات التالية:

2-1 محطات الطاقة الكهربائية المائية

تعتبر الطاقة المائية من أكثر الطاقات استخداما في التوليد وتمثل 15 % من الطاقة في العالم. وتعتبر من أقل الطاقات تكلفة وأكثرها نقاء رغم ما تسببه السدود من أضرار بيئية متعددة، مثل الفيضانات أو جرف مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية.

تقام السدود عندما يكون مجرى النهر ذو انحدار كبير حيث يتم في هذه المحطات تأمين طاقة الوضع الكامنة في الماء الموجود على ارتفاع السد إلى طاقة حركية في عملية سقوط الماء. وإذا سلطت هذه المياة وهذه الطاقة على التربين المائي فإنه يدور بسرعة عالية، ويتكون على محور التوربين طاقة ميكانيكية. ونظرا إلى أن العمود الدوار للمولد مربوط على محور التوربين في ظل وجود مجال مغناطيسي. وتتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية. (5)

2-2 مكونات محطات التوليد المائية

- **الخزانات والسدود:**

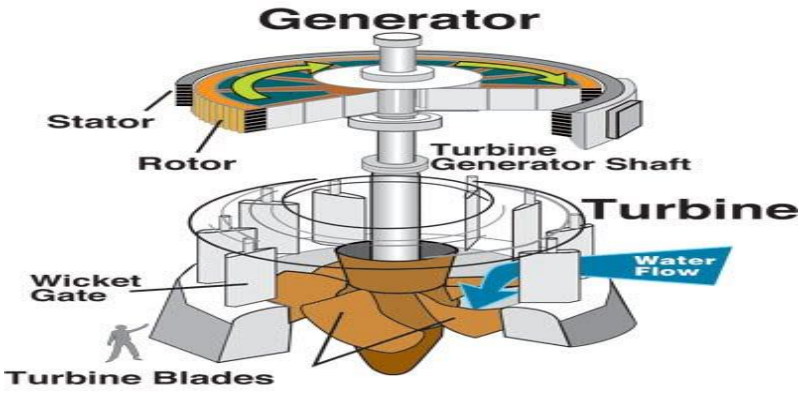
يستخدم السد لحجز الماء من أجل زيادة طاقة الوضع لكمية الماء المحتجزة خلفه. فكلما زاد ارتفاع السد زادت طاقته.

- **مساقط المياة (المجرى المائي):**

هو عبارة عن أنبوب مائل يصل بين أعلى وأسفل السد يأخذ الماء من أعلى السد إلى مدخل التوربين، ويسير الماء خلال هذا الأنبوب بسرعة كبيرة يمكن التحكم فيها بواسطة صمام في أعلى الأنبوب وآخر في آخره. فكلما زادت فتحة الصمام قلت سرعة الماء، وكلما قلت الفتحة زادت سرعة تدفق الماء.

- **التوربين :**

معظم التوربينات المائية تديرها شلالات مائية أو مياه مخزّنة خلف سدود. وتستخدم هذه التوربينات في تشغيل مولّدات كهربائية في محطّات القدرة الكهرومائية. يوضع التوربين والمولد عموما في مكان واحد ، حيث يُركّب المولد فوق التوربين وعندما يفتح الصمام في أسفل الأنبوب تتدفق المياة بسرعة كبيرة تضغط المياه على ريشة التوربين فتدور ويدور معها العمود الدوار في المولد. تغذي ملفات المولد بتيار مستمر فتنتج مجال مغنطيسي ثابت ومع دورانه يتحول المجال المغنطيسي الثابت لإلى مجال دوار. ويقطع هذا المجال ملفات العمود الثابت فيولد فيه قوة دافعة كهربية مستحثة (EMF). وتودي هذه القوة إلى امرار تيار كهربي في ملفات العمود الثابت ففتولد الطاقة الكهربية.



شكل 1-2 يوضح التوبين والاجزاء المتصلة

- **أنبوبة السحب**

بعد أن تعمل المياة المتدفقة في تدوير التوربين لابد من سحبها إلى الخارج بسرعة ويسر حتى لاتعوق الدوران. لذا توضع أنابيب بأشكال خاصة لسحبها للخارج بالسرعة اللازمة. (6)

- **المعدات والآليات اللازمة**

تحتاج محطات التوليد المائية إلى العديد من الاليات المساعدة، مثل المضخات والبوابات والمفاتيح ومعدات تنظيم سرعة الدوران وغيرها.

تعطى القدرة الكهربية المنتجة في المحطة الكهرمائية بالعلاقة

$$P = 0.09\,F\,H$$

حيث H هو إرتفاع مستوى الماء من التوربين و F هو كمية الماء المتدفقة في الثانية.

ومن أشهر السدود والخزانات في السودان هي:

1- سد مروي (1500 MW) .

2- خزان الرصريرص(600 MW) .

3- خزان سنار (500 MW) .

لكن بالرغم من هذا الانتاج الا ان هذه الطريقة تواجه بعض الصعوبات وهي ارتفاع مستوي النيل بسبب الامطار والفيضانات والسيول فترتفع نسبة الطمي بصورة عالية تودي الي اغلاق البوابات وتوقف التوربين عن العمل فيحدث تلف في بعض الاوقات قد تودي الي الصيانة او التبديل وكلاهما عالي التكلفة .

3-2 محطات توليد الطاقة الحرارية

تنتج معظم المحطات الحرارية الحرارة بنفسها عن طريق حرق الوقود اوطريق استغلال الحرارة الناتجة من تفاعل نووي في محطة نووية, كما يمكن استغلال مصادر طبيعية مثل الاشعة الشمسية او الطاقة الحرارية الارضية , ومن اشكالها :

- **الطاقة الحرارية الجوفية :**

هي مصدر طاقة بديلة وهي طاقة حرارية مرتفعة ذات منشأ طبيعي مختزنة في الصحاري في باطن الأرض حيث يقدر أن أكثر من 99% من كتلة الكرة الأرضية عبارة عن صخور تتجاوز حرارتها 1000 درجة مئوية تعمق بمقدار 2.7 لكل 100م في جوف الأرض، أي أنها تصل إلى معدل 27 درجة مئوية على عمق الكيلومتر الواحد، وهكذا يستفاد من هذه الطاقة بشكل أساسي في توليد الكهرباء. ويتطلب ذلك حفر أنابيب إلى أعماق تصل نحو 5 كيلومتر. يمكن تحويل هذه الطاقة إلى طاقة كهربائية ولكنها من الناحية العملية تكاليفها باهظة وذلك بسبب صعوبة عملية الحفر الي هذه الأعماق، مع أن المادة الأولية لهذه الطاقة مجانية ومتوفرة بكثرة نجد أن الحصول عليها صعبا.

- **الطاقة الحرارية البخارية والغازية :**

المحطة الحرارية البخارية محطة توليد طاقة كهربايية تعمل باندفاع البخار ,المحطة الحرارية تعمل علي تسخين المياه وتحويله الي بخار مضغوط يوجه في ضغط عالي لتدوير توربين بخاري ويكون التوربين غالبا موصل بمولد كهربي , بعد ان يخرج البخار من التوربين يتم تكثيفه في مكثف حراري ويعاد تدويره مرة اخري الي الغلابة لتسخينه من جديد وتسمي دورة (رانكن) .

معظم المحطات الحرارية هي محطات بخارية لانتاج الطاقة الكهربية وتوجد اشكال اخري للاليات البخارية المختلفة عن التوربين البخاري مثل الالة البخارية القديمة او الات لا تحتاج الي الماء او البخار مثل محرك الديزل او المحرك الغازي او محطات توليد غازية , العامل المشترك بينهما هي الدورات التيرموديناميكية لمادة التشغيل والتي تكون مغلقة في المحطات الحرارية البخارية ومفتوحة في محطات التوليد الغازية .

تكمن ايجابيات استخدام الطاقة الحرارية في قلة التكلفة الانشايية والحصول علي طاقة كهربايية عالية بوقود اقل وبالمقابل توجد سلبيات تلخص في تلوث البئية والتكلفة التشغيلية العالية مقارنة مع المائية والكفاءة التشغيلية اقل .

من المشاكل التي تواجه توليد الطاقة من الطاقة الحرارية صعوبة الحصول علي المعدات والاسبيرات الخاصة بها.

ومن أشهر محطات الطاقة الحرارية في السودان هي:

1- محطة بحري الحرارية (بخارية) : تنتج الطاقة الكهربايية علي ثلاثة مراحل كل مرحلة ماكينتين (الاولي 60mw الثانية mw120 الثالثة mw200).
2- محطة قري الحرارية (بخارية ,غازية ,مشتركة).
3- محطة كوستي (بخارية). (6)

4-2محطات توليد طاقة الرياح

يمكن اسغلال الرياح في الاماكن التي تعتبر مجاري دائمة لهذه الرياح في تدوير مراوح كبيرة وعالية لتوليد الطاقة الكهربائية. وتنتشر مراوح توليد الكهرباء باستخدام طاقة الرياح في عدة دول شاطئية، وذلك لثبات سرعة الرياح في معظم أيام السنة، وثبات اتجاهها لعدم تأثرها بالعوامل الجغرافية كالجبال. ولكن بدأت محاولات من الدول غير الشاطئية بتركيب أنظمة بعيدة عن الشاطي وذلك بالاستعانة بتوربينات ومراوح قادرة على التكيف مع المتغيرات التي تطرأ على حركة الرياح. يتكون نظام توليد الكهرباء بواسطة الرياح من توربين يرتبط برموحة عملاقة لتدويره وينصب النظام على أعمدة عالية قد يصل ارتفاعها غلى أكثر من 250 متر وذلك بناء على قطر المروحة المستخدمة. يزود التوربين بصندوق تروس لتنظيم الحركة وبنظام كوابح لتخفيف سرعة الدوران في الأيام العاصفة.

هناك ثلاثة مشاريع لطاقة الرياح بقدرة اجمالية 300 ميغاواط اكتملت كل الدراسات التقنية والاقتصادية لها بالسودان وهي :

1/ مشروع طاقة رياح دنقلا في شمال السودان بقدرة 100 ميغاواط مساحته 49 كلم مربع .

2/ مشروع طاقة رياح نيالا في غرب السودان بقدرة 20 ميغاواط مساحته 1 كلم مربع .

3/ مشروع طاقة رياح البحر الاحمر في شرق السودان بقدرة 180 ميغاواط والمشروع الان في مرحلة القياسات لسرعات الرياح . (7)

الشكل 2-2 يوضح توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الرياح

الفصل الثالث

الفصل الثالث

الطاقة الشمسية واستخدامها كطاقة بديلة

1-3 توليد الطاقة الكهربائية

لعل من اهم دلائل تقدم الشعوب هو مقدار استهلاكها للطاقة الكهربية , فانها سهلة التوصيل والتحويل لاي صورة من الطاقات الاخري , ومتوفرة بمجرد الضغط علي المفتاح وما زالت تعتبر المصدر الرئيسي للاستخدامات المنزلية والتجارية وفي معظم التطبيقات الصناعية . تمثل الطاقة الكهربائية ما نسبته 40% من المجموع العالمي للطاقة المستهلكة وتعتبر قياس جيد لتقدم الاقتصاد القومي.

وتواجه معظم الدول النامية عدة تحديات في سبيل الحصول علي مصدر امداد طاقوي آمن لتلبية احتياجات الطاقة لديها في ظل التزايد السريع للنمو الاقتصادي في تلك الدول , بالاضافة الي العديد من المشاكل المتزامنة مع الزيادة في التوليد الكهربائي , واخص بالذكر منها الدعم المادي ومشاكل البئية . اما في الدول المتقدمة فالضغوط تتزايد لايجاد بدايل للطاقات التقليدئية وزيادة كفاءة الانتاج والاستهلاك في قطاع الطاقة الكهربائية في محاولة للحد من انبعاثات الغازات القادمة من مداخل محطات الطاقة التي تسبب دمار في البئية ليس فقط محليا" وانما ينتشر الضرر ايضا" عالميا" كما هو الحال في ظاهرة الاحتباس الحراري الكوني الذي تعاني منه الكرة الارضية . وللحد من هذا الثلوث سنت الكثير من الدول قيودا صارمة علي انتشار غاز ثاني اكسيد الكربن co2 المتهم الاول في في ظاهرة الاحتباس الحراري للرجوع الي نسب تركيزه في الهواء الجوي الي عام 1995م . (8)

3-2 طرق توليد الطاقة الكهربية بواسطة الشمسية

هناك طريقتان اساسيتان لاستخدام الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية:

اولهما:

يمكن تحويل الطاقة الشمسية الى كهربائية وحرارية من خلال التحويل الكهروضوئي والتحويل الحراري للطاقة الشمسية. ويقصد بالتحول الكهروضوئي تحويل الاشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة الي طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية. وكما هو معلوم هناك بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئي تدعي أشباه الموصلات كالسليكون والجيرمانيوم والالمونيوم وغيرها. واكتشفت هذه الظاهرة من قبل علماء الفيزياء في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي، حيث وجدوا أن الضوء يستطيع تحرير الالكترونات من بعض المعادن، وعرفوا أن الضو الأزرق له قدرة أكبر من الضوء الأصفر. وقد نال العالم آنشتين نوبل للفيزياء في عام 1921م لجهوده في تفسير هذه الظاهرة.

لقد صنعت نماذج كثيرة من الخلايا الشمسية تستطيع انتاج الكهرباء بصورة علمية , وتتميز الخلايا الشمسية بأنها لا تشمل أجزاء متحركة، ولاستهلك وقودا ولا تلوث البئية. كما ان الخلايا الشمسية لها عمر أطول ولا تتطلب الا القليل من الصيانة وهذه من اهم الميز التي تجعلها افضل من الطاقات الاخري من حيث الاستخدام .

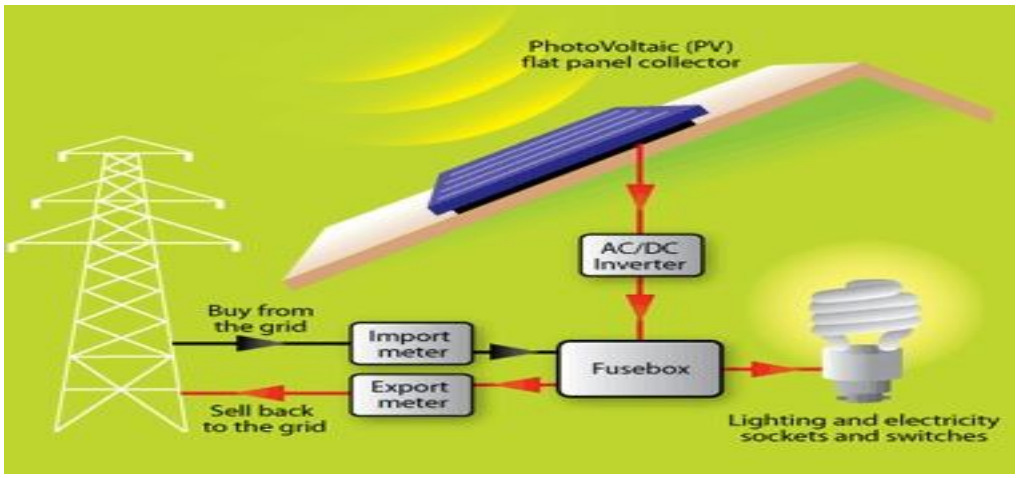
استخدمت الخلايا الشمسية بنجاح لعدة سنوات في برامج الفضاء , حيث الكفاءة والكلفة لاتمثل الدوافع الاساسية وراء استخدام الطاقة الشمسية . في الوقت الحالي الطاقة الكهربائية المنتجة من الخلايا الشمسية ليست بالحل العملي والاقتصادي للطلب الكبير علي الطاقة , ويرجع السبب في ذلك الي قلة كفاءة الخلايا نسبيا" , بالاضافة الي الكلفة العالية لتقنيات الخلايا الشمسية .

ثانيهما:

التحويل الحراري للطاقة الشمسية ويعتمد على تحويل الاشعاع الشمسي الى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الاطباق الشمسية) والمواد الحرارية. فاذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول الي الاشعاع الشمسي فانه يمتص الاشعاع وترتفع درجة حرارته ليستفاد منها في التدفئة والتبريد وتوليد الكهرباء

علي المدي القريب , تعتبر الطاقة الشمسية الحرارية الامل الاكبر اقتصاديا", حيث تنتشر حول العالم محطات طاقة حرارية شمسية , تولد الطاقة الكهربائية باسعار منافسة لتلك المولدة من المحطات التقليدية , واقل بكثير من تكلفة الطاقة الكهربائية المتولدة من الخلايا الشمسية اي انها الخيار الامثل لانتاج الطاقة الكهربائية علي المستوي الخم الذي يصل الي عدة مئات من الميغاوات . (9)

3-3 الخلايا الشمسية



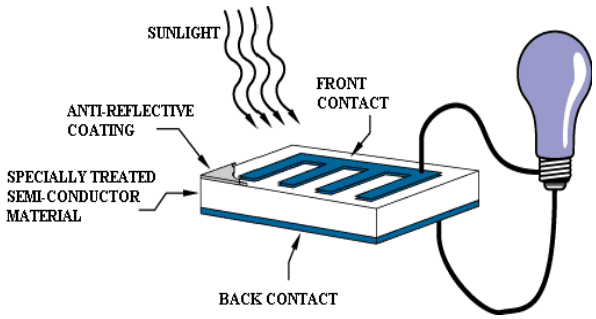
الشكل 1-3 خلية شمسية تعمل علي تحويل الطاقة الشمسية الي كهربائية

يمكن انتاج الطاقة الكهربائية مباشرة عن طريق استخدام الخلايا الفوتوضوئية او م يعرف بالخلايا الشمسية ، وهي نبائط اكترونية مصنوعة من مواد اشباه الموصلات التي لها القدرة علي تحويل الاشعاع الشمسي الي طاقة كهربائية علي اساس النظرية الكمية في تحويل طاقة الفوتونات الضوئية الي طاقة

كهربائية علي اسا النظرية الكمية في تحويل طاقة الفوتونات الضوئية الي طاقة كهربائية . ولقد تم ملاحظة ظاهرة تالتاثير الفوتوضوئي في سنة 1839م ، وتم تصنيع ال خلية شمسية من مادة اشباه الموصلات سنة 1950م ، بكفاءة تحويل وصلت الي 6% . واختصر استخدام الخلايا الشمسية في بداياتها علي توفير الطاقة الكهربائية في المركبات الفضائية . الا ان الاهتمام بهذه التقنية الجديدة وازداد عالميا بعد ما سمي بازمة النفط في سنة 1973م ، واتسع مجال استخداماتها لتشمل العديد من التطبيقات منها : الحماية المهبطية لانابيب نقل الفط والغاز في قطاع النفط في حفظ اللقحات والامصال في المناطق النائية الصحراوية في مجال الطب وضخ الماء من الابار ، والمحطات السنتمترية واعادة البث في قطاع الاتصالات ، وتجاوزت هذه التطبيقات الصغيرة لتصل الي التطبيقات الكبيرة في امداد المناطق النائية المزولة عن الشبكة العامة للكهرباء ، كما شملت وحدات توليد للكهرباء مربوطة مع الشبكة العامة ، وغيرها من التطبيقات الاخري . (10)

ان الكلفة العالية للخلايا الشمسية حصرت استخدامها وجعلته يختصر علي تزويد المناطق النائية البعيدة عن الشبكة العامة للكهرباء وبقدرات صغيرة ، الا ان التطور الكبير في تقنيات انتاج الخلايا الشمسية سوف يخفض من ثمنها ويجعلها من الطرق الواعدة لتوليد الطاقة الكهربائية .

تقوم الخلايا الشمسية بتحويل الطاقة الضوئية (الشمسية) إلى طاقة تيار كهربي (إلكترونات متحركة). وكان العالم ألكساندر بكرل أول من لاحظ هذه الظاهرة وذلك في عام 1839 م. وتعتبر الخلايا الشمسية أنواع مختلفة من الثنائيات الضوئية (Photodiodes). وتوجد هذه الخلايا مجمعة في لوح شمسي مكون من عدد كبير من هذه الخلايا. تتكون هذه الخلايا من السيلكون ومواد أخرى.



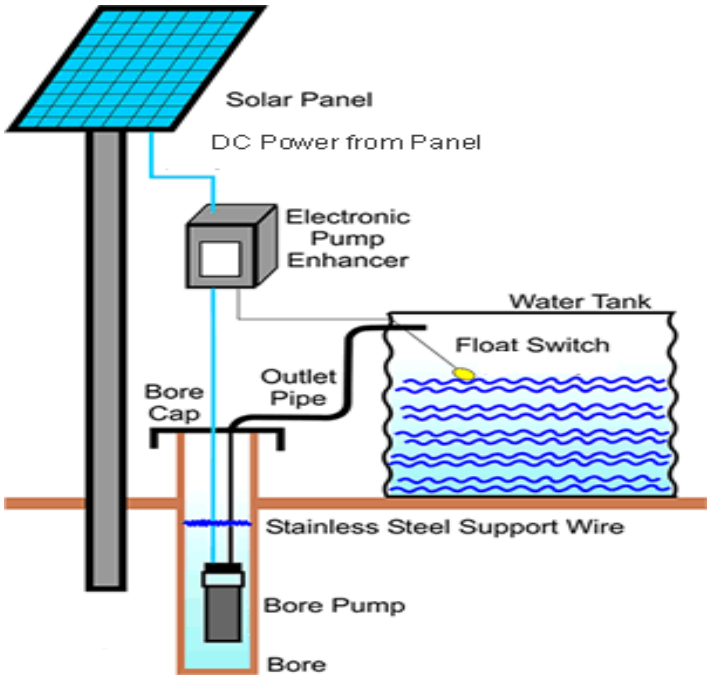
الشكل 2-3 يوضح خلية شمسية كهربية بسيطة

تقاس الخلية الشمسية بكفاءتها والتي تعطى بالعلاقة

$$\eta = \frac{P}{E\,A}$$

حيث P هي أكبر قدرة خارجة من الخلية و A مساحة سطح الخلية و E فيض الطاقة الساقطة عليها. لقد كانت اكبر كفاءة سجلتها خلية شمسية عام 2011 م هي 43.5%. من عيوب الخلايا الشمسية أنها تتصدع بسبب الأجهاد الحراري. وبسبب ظروف السودان المناخية لا تعمل هذه الخلايا بصورة جيدة بسبب الأتربة والأمطار وظروف الطقس الأخرى.

الجدير بالذكر أن الطاقة الشمسية تعبر من أنظف الطاقات المتاحة حالياً. ويسهل حمل أدواتها لخفة وزنها. تذكر أن الطاقات الأخرى تتسبب في تلويث البيئة المحيطة بالمنشأة. (8)



الشكل 3-3 يوضح طاقة شمسية مائية {7}

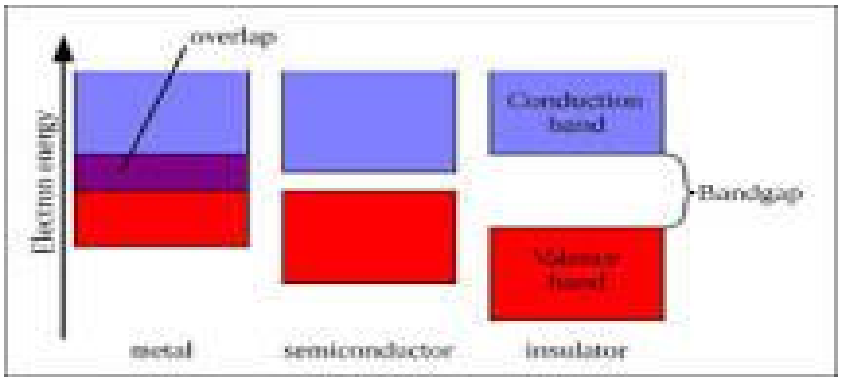
3-4 مكونات منظومات الخلية الشمسية

ان مساحة الخلية الشمسية الواحدة تعتبر صغيرة جداً بالنسبة للمساحة المعرضة للشمس علي الارض حيث تبلغ حوالي 0.06 متر مربع وكذلك الطاقة التي تولدها الخلية الشمسية صغيرة جداً بالنسبة لاحتياجاتنا للطاقة حيث تتراوح بين 0.5 الي 0.6 فولت، الامر الذي يستدعي استعمال عدد كبير من الخلايا الشمسية ترتب علي شكل منظومة شمسية ويتم ربطها بالشكل الذي يؤمن فولتية وتيار الحمل المطلوب تغطيته ، بالاضافة الي سهولة نقلها . يتكون السطح الامامي للمسطح الشمسي من زجاج ذي شفافية عالية . لتكون الخلايا الشمسية جاهزة للاستخدام ، يجب ان تضاف بعض الاجزاء الاخري الضرورية. (8)

3-5 طريقة عمل الخلية الشمسية

يعتبر السيليكون البلوري أهم أشباه موصلات الخلية الشمسية وذلك لأن نطاق التوصيل له يساوي 1.1 eV. يتم هذا الاختيار لكي تمتص الخلية الشمسية أكبر نسبة من الضوء الساقط، وبالتالي يفضل المواد التي لها نطاق توصيل أقل ما يمكن. وفي الوقت نفسه يفضل الخلايا التي تنتج اكبر فرق جهد والتي تتطلب نطاق توصيل أكبر. ولذلك يحبذ عمل خلايا شمسية من مواد لها نطاق توصيل مابين 1-1.7 eV. وتكون الالكترونات في هذا حرة من غير انتاج حرارة كبيرة. تختلف طاقة الضوء باختلاف اطواله الموجية فيغطي الضوء المرئي (من الأشعة تحت الحمراء إلى فوق البنفسجية) طاقة تتروح من 2.9 eV – 0.5. ويعزي سبب نقصان كفاءة الخلية من نسبة 100% بسبب أن المواد شبه الموصلة لا تستجيب إلى كل طيف ضوء الشمس. فلا يمتص أي فوتون تكون طاقته أقل من طاقة نطاق توصيل السيلكون. ويتم ضياع حولى 18% من الطاقة الساقطة على الخلية. وكذلك الطاقة التي تكون من نطاق التوصيل تضيع في صورة حرارة أو ضوء وذلك بسبب الانعكاسات المستمرة. ويفسر هذا ضياع حوالي 49%. وعليه تضيع طاقة مقدارها 67% من طاقة ضوء الشمس الأصلية، ويستفاد فقط من 33% في صورة طاقة كهربية في حالة الخلايا المثالية. يمتص الفوتون في الخلايا الشمسية في طبقة –P وبالتالي لابد من ضبط هذه الطبقة حتى تتجانس مع

طبيعة الفوتون الساقط حتى يتم امتصاص أكبر ما يمكن من الفوتونات لتحرير أكبر ما يمكن من الالكترونات.

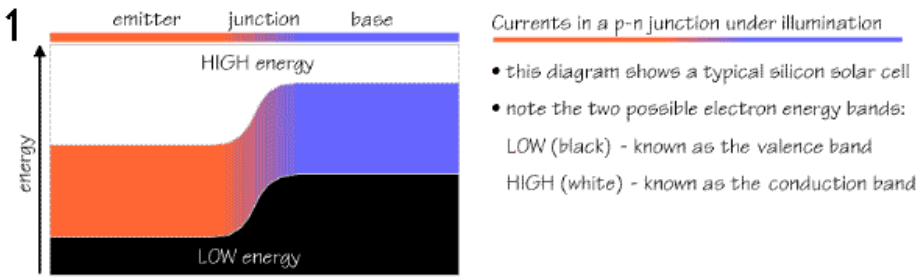


الشكل 4-3 يوضح اجزاء الخلية الشمسية

يوضح الجدول 1-3 التالي الخصائص الكهربية بعض أشباه الموصلات

المادة	الرمز	نطاق التوصيل (eV)
السيلكون	Si	1.11
كادميوم توليرايد	CdTe	1.48
كاديوم سيولارايد	CdSe	1.73
أكسيد النحاس	CuO	1.20
جاليوم ارسنايد	GaAs	1.43
فوسفيد الانديوم	InP	1.35
السيلينيوم	Se	1.74

الشكل أدناه يوضح توزيعات الطاقة في الخلية الشمسية (الثنائي الضوئي) لخلية شمسية من السيلكون: يوضح المستوى الأسفل نطاق التكافؤ والمستوى الأعلى نطاق التوصيل



3-6 العوامل المؤثرة علي اداء الخلية الشمسية

ان استجابت الخلية الشمسية تتغيربموجب عدة عوامل منها :شدة الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الخلية ، درجة حرارة سطحهاومقدارالحمل المربوط عليها. من التجارب المعملية وجد ان الجهد يزداد قليلاً بزيادة الاشعاع الشمسي ، اما التيار فانه يتناسب طردياً مع كثافة الاشعاع الشمسي والمحصلة تكون زيادة في قدرة الخرج الكهربائي للخلية . ولدرجة الحرارة تاثيرمخالف ، حيث يتناسب فرق جهد الخلية تناسباً مع درجة حرا رة سطحها ، بينما يزداد التيار زيادة طفيفة لذلك ، وتكون انخفاض قدرة الخلية الكهربائية.

فإن قدرةالخلية الشمسية تتاثر تاثيراً كبيراً بدرجة حرارة سطحها . والمسبب في ذلك هو شدة الاشعاع الشمسي والحمل.فالخلية الشمسية بحد ذاتها، تعمل وكانها صفيحة سوداء ماصة للاشعاع الشمسي .ولذافانه عند تصميم المنظومات الكهربائية الشمسية يجب ان يؤ خذبعين الاعتبار مقدار ماقد تصل اليه درجة حرارة سطح الخلية والتي تحت معظم ظروف التشغيل الحقيقة تكون اعلى من ظروف الاختبار القياسية stc والمذكورة في كتب مواصفات (درجة حرارة سطح الخلية =25ْ، شدة الاشعاع الشمسي=1000 واط/متر مربع . من الضرةري معرفة درجة سطح الخلاياالشمسيةالعاملة تحت الظروف الحيقية للتشغيل والمناخ للمنطقة لإجراء التصحيحات اللا زمة (zahedi,2004).

ليس بالسهولة تعين درجة حرارةسطح الخلية بدقة وذلك لارتباطها بعدة عوامل :جوية ،تشغيلية وتصنيعية.وغالباً ما تعتمد العلاقة التجريبة التي تربط درجة حرارة سطح الخلية مع كل من درجة حرارة الجو وشدة الاشعاع الشمسي في الموقع المحدد. لدرجة حرارة سطح الخلية اثر كبير على فعاليتها واعتماديتها و على خصائص اخلايا الشمسية، واخص بالذكرفرق الجهد ،القدرة، والكفاءة . (9)

3-7 التوليد الكهربائي الحراري الشمسي

ان م نسبته 1% من صحاري العالم كافية لتزويد العالم كله بالطاقة الكهربائية من محطات الشمسية للتوليد الحراري للطاقة الكهربائية . الامل معقود مع انشاء مثل هذه المحطات في الدول التي تقع في نطاق المنطقة المفضلة للتطبيقات الحرارية الشمسية والتي حددها العلماء (نصار وسالم2002م)الطريق ممهد بعد ذلك لتوزيع الطاقة اكهربائية المنتجة الي كافة العالم عبر شبكة الكهرباء الدلية التي تربط العديد من دول العالم بعضها ببعض مثل شبكات انابيب النفط والغاز.

هناك العديد من انواع المحطاتالطاقة الحرارية معظمها من نوع المركزات والمستقبلات المركزية الشمسية solar chimney والتي اثبتت نجاحا اقتصاديا في اسبانيا.

- **المستقبلات المركزية**

تستخدم للمنظومات ذات درجات الحرارة المرتفعة وتوضع علي قمة برج تكون بؤرة حقل المرايا التي تعكس الاشعة الشمسية الي المستقبل المركزي في المجمعات الطبقية . يتتبع المجمع الشمسي بواسطة الدوران علي محورين والاشعة الشمسية تنعكس وتتجمع في البؤرة يتدفق المائع خلال البؤرة ويسخن ,وتستخدم الحرارة الناتجة لتشغيل محرك مبدئي تكون محركاته العاملة لها كفاءة تصل الي حتي 30%وتولد طاقة تتراوح من 8-50 ك و س .

يمكن للمستقبلات الشمسية ان تمدنا بالطاقة النظيفة بدون انبعاثات وهي الوحيدة القادرة علي خزن الطاقة الشمسية بكفاءة عالية .

- **المدخنة الشمسية**

في عام 1968 اقترح البروفسور (J.Schlaich) محطة قدرة تعمل علي مبداءالمدخنة الشمسية, تحاط قاعدة مدخنة مركزية طويلة بواسطة بيت زجاجي دائري يتكون من غطاء شفاف مثبت علي بعد بضعة امتار فوق سطح الارض بواسطة هيكل معدني , تمر الاشعة الشمسية خلال الغطاء

الشفاف مسبة دفع هواء الي الاعلي عبر المدخنة المركزية مدورا بذلك توربينا هوائيا موضوع من قاعدة الفي المدخنة يعوض باستمرار بهواء جديد يسحب الي داخل البيت الزجاجي بفعل التفريغ الحاصل فيه.

وتعتبر احدي وسائل توليد الطاقة وذلك عن طريق استخدام الاشعة الشمسية لزيادة الطاقة الداخلية للهواء المار من خلال المنظومة وبهذا فهي تحول الطاقة الشمسية الي حركية تحول بعدها الهواء الي طاقة كهرباية باستخدام توربين مناسب .

تتكون المدخنة الشمسية من ثلاث اجزاء رئيسية :-

1- المجمعات الشمسية او البيت الز جاجي .

2- المدخنة .

3- التوربين .

تثبت المجمعات الشمسية علي بعض امتار عن سطح الارض وتغطي بزجاج ششفاف هدفها الرئيسي هو تجميع الاشعة الشمسية لتسخين الهواء بداخل البيت الزجاجي . قوي الطفو تقود الهواء الساخن للمدخنة التي تقع في منتصف المجمعات الشمسية . يوضع توربين في طريق سريان الهواء لتحويل طاقة طاقة الحركة للهواء الي طاقة كهربائية لاستمرار الانتاج الكهربائي ليلا".

تعتبر المناطق الصحراوية الصخرية من افضل الاماكن المناسبة لانشاء مثل هذه المنظومات الشمسية والتي تكون فيها شدة الاشعاع الشمسي تتراوح ما بين 500-600 واط/متر مربع . (9)

تستخدم الطاقة الشمسية في السودان في نطاقات ضيقة تشتمل على:

1- ادوات الطهي (موقد محلي للطبخ)

2- تدوير مضخات المياة التقليدية

3- الإنارة (المنازل والمؤسسات)

4- المستشفيات (حفظ اللقاحات والعاقيير الطبية) في المناطق النائية

3-8 تخزين الطاقة الشمسية

من اكبر الصعوبات التي تواجه استخدامات الطاقة الشمسية هي كونها مصدر غير منتظم من حيث المقدار والاستمرارية، بحيث يوجد فائض منها في فترات زمنية معينة (نهاراً صيفاً) ونقص في فترات اخري (ليلاً شتاءً)، مما يسبب في قلة الاحتمالية كمصدر للطاقة. فالحاجة للطاقة للعديد من التطبيقات تتراوح مع الزمن من اقصي الي ادني مستوياتها وكذلك الحال بالنسبة للطاقة الشمسية. لكنه لا يوجد اي ضمانات للتقابل الزمني بين العرض (الطاقة الشمسية) والطلب (الحمل). على سبيل المثال نحتاج للماء الساخن ليلاً ولا وجود للطاقة الشمسية ليلاً، وحوجة لتدفئة المنازل شتاءاً في الوقت الذي لا تتوفر فيه الطاقة الشمسية، كما انه ليس من الملائم تصميم منظومة تدفئة كبيرة الحجم لتغطية الحمل الشتوي بالكامل فقط.(9)

تكتسب تقنية التخزين أهمية كبيرة في تحسين كفاءة اداء واعتمادية منظومات الطاقة الشمسية وتعتبر المفاتح الرئيسي لاستغلال الطاقة الشمسية بصورة واسعة على نطاق تجاري. ان معظم المنظومات الشمسية الحرارية منها او الكهربائية تستخدم شكل او اكثر من نظم تخزين الطاقة. يتضمن مخطط المنظومة الشمسية العناصر الاساسية التالية:

(1) منظومة تحويل الطاقة الشمسية (مجمع شمسي في حالة التحويل الحراري)، الخلايا الفوتوضوئية للتحويل الكهربي).
(2) منظومة تخزين الطاقة الشمسية في صورتها الأخيرة
(3) منظومة التحكم
(4) منظومة الطاقة الاحتياطية
(5) منظومة استهلاك الطاقة
(6) منظومة توزيع الطاقة

إن اهمية هذا الموضوع تكمن في ضرورة تخزين الطاقة الشمسية في خزانات لاستخدامها حين الطلب عند وجود او عجز العرض، وذلك لتلبية متطلبات الحمل.

3-9 أساليب تخزين الطاقة الشمسية

يمكن تخزين الطاقة الشمسية على اي شكل من اشكال الطاقة (حرارية، كيمائية، ميكانيكية، كهربائية).

- الخزن الحراري يتمثل عن طريق نقل الطاقة المفيدة المكتسبة من المجمعات الشمسية الي وسط التخزين، حيث تقوم بزبادة الطاقة الداخلية للوسط. قد يحدث هذا بتغير الطور او بدونه.
- الخزن الكيمائي يمكن ان يصنف خزن كيمياحراري أو كيماكهربائي ينتج عنه مواد كيميائية يمكن تخزينها كانتاج غاز الهيدروجين.
- الخزن الميكانيكي يمكن تحويل الطاقة الكهربية من المجمع الي طاقة ميكانيكية تدور عمود دوران يمكن تخزينها على صورة طاقة داخلية (هواء مضغوط) أو طاقة وضع (ضخ الماء من مستوى منخفض الي أعلى) أو حركية، هذه الصور يمكن اعادتها ثانية الي ميكانيكية يمكن استخدامها مباشرة لتوليد الطاقة الكهربائية.
- الخزن الكهربي اهم التطبيقات الشمسية (الخلايا الكهروضوئية) للتخزين. (10)

3-10 الاعتبارات الاقتصادية والبيئية للطاقة الشمسية

تصنف الطاقة الشمسية بانها مرتفعة التكاليف الابتدائية وقليلة تكاليف التشغيل لذلك تكمن المشكلة في مقارنة الاستثمار والتشغيل، لعدة بدائل للطاقة. ومعظم المنظومات الشمسية بحاجة الي مصدر اضافي للطاقة تقليدي (غير شمسي) وبهذا فإنه يتضمن معدات الطاقة الشمسية والتقليدية والحمل السنوي يغطي بواسطة مشاركة المصدرين.

جوهر الموضوع يكمن في شراء معدات الطاقة الشمسية في الوقت الحاضر لتقليل شراء الوقود والغازات السامة الضارة بالبئية المنبعثة نتيجة لحرق الوقود الاحفوري التقليدي في المستقبل علما لمقدار التلوث الذي تحدثه محطات توليد الطاقة الكهربائية التقليدية وناخذ في الاعتبار المقارنة بين:

1/ التحليل الاقتصادي

هناك القليل من المعايير الاقتصادية الشائعة الاستخدام لمقارنة الاستثمار في عدة بدائل، على سبيل المثال الطاقة الشمسية والطاقة التقليدية وهذه المعايير كالآتي(هاشم 1981م):

- تكلفة دورة الحياة (LCC) وهي طريقة مكافئة توضع فيها كافة التكاليف الحالية والمستقبلية، لجميع البدائل على اساس مشترك للقيمة الحالية وبالتالي يمكن اجراء مقارنة عادلة.
- توفير خلال دورة الحياة (LCS) وهو عبارة عن الفرق بين تكاليف دورة الحياة (LCC) لنظام الوقود التقليدي فقط وهذه التكاليف (LCC) لنظام الطاقة الشمسية مع الطاقة الاضافية. إن النظام الذي يكون توفيره أكبر خلال فترة عمر النظام سيكون هو البديل الافضل اقتصاديا.
- زمن استرجاع راس المال ويعرف بأنه الوقت اللازم الذي يصبح فيه التوفير في الوقود.

2/ الزمن وقيمة النقود

قيمة النقود اليوم افضل من قيمتها في المستقبل وذلك بسبب أن النقود الآن يمكن استثمارها والحصول على بعض الفائدة منها وبالتالي تصبح قيمتها أكبر في المستقبل. على العكس من ذلك فان النقود او السيولة المالية في المستقبل ستنخفض وبالتالي في تساوي اقل من قيمتها الحالية. السيولة بعد مرور n سنة من الآن تقل عن قيمتها الحالية على اساس المعادلة التالية

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \qquad (1)$$

حيث تمثل P القيمة الحالية للنقود و F القيمة المستقبلية للنقود و i الفائدة.

وبهذا سيولة بقيمة 100 وحدة نقدية قيمتها بعد 5 سنوات من الان تساوي فقط 68.06 وحدة نقدية بمعدل فائدة 8%.

التضخم هو مؤشر اقتصادي يعني ان كيمة النقود اللازمة لشراء سلعة معينة تزيد مع الزمن وذلك بسبب فلز قيمة النقود بمعدل تضخم سنوي j ، فان تكلفة الشراء E في نهاية السنة الاولي ستصبح في نهاية عدد n من السنين بتكلفة مستقبلية F بناء على العلاقة التالية

$$F = E(1+j)^{n-1} \qquad (2)$$

وبهذا ما ستكلفه 100 وحدة نقدية في نهاية السنة الاولي سيصبح بثمن 126.5 وحدة نقدية بعد مرور خمسة سنوات بتاثير معدل تضخم 6%.

تكاليف دورة الحياة تتضمن كل من راس المال الابتدائي وتكاليف التشغيل السنوية، ويعرف بأنه مجموعة التكاليف التالية خلال عمر النظام:

1- تكاليف شراء المعدات

2- تكاليف النقل والتركيب

3- تكاليف التشغيل الوقود الخ

4- دفعات الفائدة (اذا تم اقترض المال)

5- الصيانة والتامين والضرائب الملكية والمبيعات

6- قيمة الاجهزة بعد استيفاء مدة العمر (سالبة القيمة)

3/ التكاليف الابتدائية للمنظومة الشمسية

1- المجمعات الشمسية: السعر – التسليم – متطلبات خاصة للتركيب

2- الخزان الحراري: السعر – التسليم – متطلبات خاصة للتركيب

3- المضخات أو المراوح، الأنابيب، الصمامات: التركيب

4- المبادلات الحرارية

5- أجهزة التحكم والتوزيع

6- الاسلاك

7- قيمة الجزء المستخدم من المبنى لاقامة المنظومة الشمسية

8- هياكل اضافية لتركيب وتثبيت المجمعات الشمسية

9- الاختبارات والتاكد من عمل المنظومة

10- اجور العموال والفنيين

4/ التكاليف المستقبلية للمنظومة الشمسية

عوائد المنظومة خلال العمر المنتج للمنظومة الشمسية تسمي بالتكاليف المستقبلية وتتضممن:

1- صيانة – عمال – موارد

2- ترميم

3- قطاع غيار

4- تكلفة الطاقة لتشغيل المضخات والمراوح واجهزة التحكم

5- الضرائب والتأمين

الحجم المثالي للمنظومة الشمسي يتطلب بان تكون كل اجزاء المنظومة ذات احجام بحيث تكون الطاقة المتحصل عليها المشتركة (من النظام الشمسي , الاضافي التقليدي) أقل مايمكن. (10)

الخاتمة والتوصيات

إعتمادا علي نتائج مسح المصادر وتحليل العوائق الفنية والإقتصادية فقد تم عمل خطة طويلة المدي للطاقة المتجددة 2015م -2031م لإستغلال المصادر الطبيعية المختلفة للطاقة التي يزخر بها الكون لتوليد الكهرباء واخص بالذكر السودان .

تستهدف الخطة حتي عام 2031م انشاء محطات للتوليد من طاقة الرياح بطاقة 680 ميقاواط ومن الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الشبكة القومية والشبكات المعزولة بطاقة 666 ميقاواط . كما تستهدف تنفيذ مشروع تجريبي للتوليد من الطاقة الشمسية الحرارية بطاقة 50 ميقاواط . وتستهدف الخطة انشاء مشاريع للتوليد من الطاقة المائية الصغيرة بطاقة 56 ميقاواط ومن الكتلة الحيوية والنفايات بطاقة 121 ميقاواط .

يبلغ اجمالي الاستثمار / التمويل المطلوب لتنفيذ مشاريع الخطة طويلة المدي للطاقة المتجددة حوالي 3.3 مليار دولار من المتوقع ان تحقق صافي عائد يفوق الثلاثة مليار دولار .

ادركت منذ البدء في هذا البحث انه ليس بالعمل اليسير فالطاقة الشمسية مجال رحب يصعب ان يجمع بين صفحات بحث ، بالاضافة الي التوجيهات الدولية الحديثة للتطبيقات الشمسية معتمدة في ذلك علي مراجع علمية متخصصة حديثة .

نوقشت في هذا البحث بعض المواضيع اخص بالذكر منها :

1. تم اجراء مقارنة تقنية – اقتصادية – بيئية بين تقنيات انتاج الطاقة الكهربائية المختلفة التقليدية منها والبديلة .
2. تم ادراج التاثير البيئي لانتاج الطاقة الكهربائية من محطات انتاج الطاقة الكهربائية التقليدية والبديلة في الحسابات الاقتصادية لسعر الطاقة الكهربائية المنتجة .
3. تم اجراء مقارنة اقتصادية بين تقنيات انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية، وذلك من خلال دراسة تحليلية لكافة المنظومات الشمسية لانتاج الطاقة الكهربائية .

4. تم مناقشة موضوع التصميم المثالي للمنظومات الشمسية الحرارية ، من خلال تعين مساحة المجمعات الشمسية المثالية لتغطية جزء معين من حمل التدفئة وتسخين المياه وتحديد معدل تدفق المائع المثالي خلال المنظمة .
5. تم سرد المواصفات التقنية والابعاد القياسية لبعض محطات الطاقة الشمسية العاملة في العالم .

ومما ذكر أعلاه نوصي بالاهتمام بالطاقة الشمسية لأنها تناسب معظم الدول النامية بئيةً وبالاخص وطني السودان الحبيب وظروفه الجغرافية والإقتصادية، مما سينعكس ايجابا على مناطق السودان المختلفة التي لا يمكن تزويدها بالطاقة الكهربية المنتجة من الطاقات الأخرى في الوقت الحالي.

المراجع

1- **Kearney, D., Solar Electric Generating Stations, Power Engineering Review, IEEE Volume 9, No. 8, 1989**

2- **Jones, J., Solar Trough Power Plants, National Renewable Energy Laboratory, 2000.**

3- ***Cohen, Gilbert, IEEE May Technical Meeting, Las Vegas, Nevada: Solargenix Energy. p. 10, 2006.***

4- ***G. N. Tiwari, Sangeeta Suneja: Solar thermal engineering systems. Narosa Publ. House, London 1997.***

5- ***Ronald E. West, Economic analysis of solar thermal energy systems. MIT Press, Cambridge, Mass. 1988.***

6- ***Antonio Luque (ed.): Handbook of photovoltaic science and engineering. Wiley, Chichester 2003.***

7- ***Bolton, James,*, Solar Power and Fuels. Academic Press, Inc., 1977.***

8- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير الوطني عن تطور أنشطة الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، 1999.

9- طه محمود سري، الطاقة الجديدة والمتجددة، حاضرها ومستقبلها، 1990.

10- حسين على غالب، الطاقة الشمسية المتجددة، الحوار المتمدن الاصدار 10 العدد 07، 2006