وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل – كلية العلوم

قسم الفيزياء – المرحلة الرابعة

الطاقات البديلة

مشروع بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم _ قسم الفيزياء

كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علم الفيزياء

من قبل الطالبة

بأشراف

1445هـ **2024م**

Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Babylon
College of Science
physics department

Alternative energies

A research project submitted to the Council of the College of Science – Department of Physics

As part of the requirements for obtaining a Bachelor's degree in Physics

student name

Zahraa Abdel Zahra Rashid Mohsen

Supervisor

Dr. Hayder Mohammed Abduljalil

1445 A.H 2024 A.D

الخلاصة

من خلال استعراضنا في البحث العلمي هذا إلى الأهمية الاقتصادية للطاقات البديلة بمختلف أنواعها في العالم يمكننا القول بأن الطاقات البديلة رغم سلبياتها إلى أنها ستكون المصدر الأول لإمداد الطاقة في العالم حيث ان الطاقة غير المتجددة هي الطاقة المُستمدّة من موارد طبيعية تنفد عند استخدامها، إذ تكون ذات كميات محدودة المصدر، قد تكونت في الأرض منذ ملايين السنين ولها مخزون محدد سينتهي باستهلاكها، ولا يمكن تجديدها في فترة زمنيه قصيرة , أذ أن النقط هو العمود الفقري لنموذج الطاقة لما له من أهمية إستراتيجية إذ يعتبر الوقود لكل الأنشطة الاقتصادية التي تعتمد على الطاقة في إنتاجها و في توزيعها و في تصريفها و كوقود لكل أنواع المواصلات المستخدمة في كل انحاء العالم اسواء كانت مركبات خاصة أو جماعية . وعليه فإن النفط يبقى أفضل مصادر الطاقة حاليا وهذا رغم ارتفاع أسعاره , حيث أنه لا يمكن الاستغناء عنه في المستقبل وذلك لتعدد استعمالاته وأسهلها استخداما .

Conclusion

Through our review in this scientific research of the economic importance of alternative energies of various types in the world, we can say that alternative energies, despite their drawbacks, remain the primary source of energy supply in the world. Where non-renewable energy is energy derived from natural resources that are depleted when used, as it has limited quantities of source, it has been formed in the earth for millions of years and has a specific reserve that will end with its consumption, and it cannot be renewed in a short period of time, as points are the backbone of the energy model. Because of its strategic importance, it is considered the fuel for all economic activities that depend on energy in its production, distribution, and disposal, and as a fuel for all types of transportation used in all parts of the world, whether private or collective vehicles. Therefore, oil remains the best source of energy currently, despite attempts to increase its prices, as it cannot be dispensed with in the future due to its multiple and easiest uses.

الفصل الاول

1-1 المقدمة Introduction

من المعلوم ان الانسجام كان حاصلا منذ زمن بعيد بين (الانسان والبيئة) عند تعامل الانسان مع الموارد البيئية بعيدا عن الاستنزاف والهدر والتلوث، ولكن بعد ظهور الثورة الصناعية والتقدم التكنولوجي مكن الانسان من رفع مستويات معيشته في المدن الصناعية التي ادت الى جذب اعداد كبيره من السكان، وبالنظر لملائمه الظروف الصحية والتعليمية زاد عدد سكان العالم بالمقابل قله الموارد البيئية نتيجة للاستهلاك العالي والمفرط، فظهرت مشكلات بيئية مختلفة مما اصاب البيئة وموارها ضرر, وقد دلت المعلومات الإحصائية ان الاستهلاك العالي للطاقة التقليدية منذ سنه (1966- 1969) كان (26%) من النفط و (14%) من الطاقة الكهربائية والوقود الصلب (7و2 %) وارتفع معدل الاستهلاك للفرد الواحد من الطاقة في عام 1969 بمعدل (7و1%) طن من الفحم والكهرباء (1285) كيلوا واط / ساعه في الدول الصناعية بينما في الدول النامية (3) كيلوواط / ساعه، وكذلك هناك إحصائية اخرى عام 1985 تقول انه بلغ الاستهلاك العالمي للطاقة (10 تيرواط) وان سكان العالم سيكون حوال (2و8) مليار بحدود سنه (2025) انهم سيحتاجون الى (14) تيراواط اي (4) منها في البلدان النامية واكثر من (9) تيرواط في البلدان الصناعية اي ما يزيد ب (40%) في عام 1980 [1] .

تأسيسا على ما تقدم بدا العالم يقلق بشان استنزاف الموارد الطبيعية وبخاصه الطاقة التقليدية (الفحم، النفط، الغاز الطبيعي) حيث ان هذه المصادر قابله للنفاذ خلال السنوات القادمة، ومن الملاحظ ان النفط المستخرج من اعماق باطن الارض في بعض البلدان سيكون مكلف الثمن، وكذلك احتوى الفحم بنسبه عالية من الكبريت مما يترك اثر في تلوث البيئة [2] .

ان الاستهلاك العالمي للطاقة سوف يزداد وتصبح مشكلتنا في الحاضر والمستقبل هي مشكله الطاقة والتلوث والاستنزاف والتكنولوجيا مع العلم ان العالم ينمو ويتطور في ميادين الحياه الاقتصادية والاجتماعية مما يؤدي ذلك الى زياده الطلب على الطاقة التقليدية، فالنفط والغاز الطبيعي قد يتفوق على الفحم كمصادر للطاقة حيث بلغ نصيب الفرد من الطاقة العالمية في الوقت الحاضر(الفحم (3%) (والنفط 50%)(والغاز 17 %) (والكهرباءمائيه 32%) من الطاقة في العالم للأغراض التدفئة والإضاءة و22% لوسائط النقل والسفن والسيارات والطائرات[3] .

ان موضوع الطاقة من المواضيع التي شغلت اذهان كثير من العلماء والباحثين وطرحت اطر وفلسفات في التخطيط والتنمية وفي كيفية معالجة الطاقة على مستوى العالم ومنها الوطن العربي، واذا ما علمنا ان معظم الطاقة التقليدية (الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعية والوقود النووي) وهي محدودة الكمية في الطبيعة وكذلك معرضة للاستنزاف والتلوث, حيث تشير الدراسات الاحصائية ان احتياطيات العالم من البترول سوف يأخذ بالاستنزاف حيث سيستنزف معظمه ما بين عامي (2075- 2100) واما الفحم فان معدلات الاستهلاك الحالية, تبلغ ملاين الاطنان سنويا, وتشتير الاحصائيات انه في عام 2000 وصل استهلاك الفحم بحدود (17-18) الف مليون طن سنويا وانه سوف يزداد في السنوات المقبلة, واما الوقود النووي الذي يتطلع العالم اليه اليوم كوقود للمستقبل والذي ينتج الطاقة من خلال عمليتي شطرة ذرة اليورانيوم (233)

وذرة الثوريوم (239) في توليد الطاقة من خلال الاندماج النووي, وباندماج نواتي (اليتريوم والثورنيوم) في ظل المفاعلات النووية التقليدية والسريعة سوف تنتج الاف الاطنان من الطاقة غير ان هذه الطاقة لها تأثيرات واضحة على البيئة خصوصا اذا استخدمت للأغراض الحربية ومنها في صنع الاسلحة النووية وبذلك فأنها تهدد البيئة والبشرية جمعاء.

2-1 الطاقات البديلة

ان الإنسان، اكتشف مصادر الطاقة البديلة المعروفة (الفحم، النفط، الغاز الطبيعي، الوقود النووي والكهرباء)، ففي القرن الثاني عشر استخدم الإنسان القوه البخارية في ادارة الآلات كما اخترع الآلات البخارية واستعمل القوة البخارية من جراء توليد بخار الماء الى درجة الغليان من حرق الفحم الذي عد أول مصدر من مصادر الطاقة في توليد البخار, وأصبح الفحم رمز القوة الصناعية في العالم،غير ان أهمية الفحم قلت نسبيا في النصف الثاني من القرن التاسع عشر وذلك لاكتشاف البترول الذي دخل في الاحتراق الداخلي، ثم دخلت الكهرباء المائية في الصناعة بعد اختراع التوبينات التي تولد الكهرباء عن طريق قوة دفع المياه. [4]

واخيرا ففي القرن العشرين استخدم الإنسان الطاقة الشمسية والطاقة الذرية, وبذلك زاد استهلاك الانسان لمصادر الطاقة وخاصة الطاقة البديلة بعد ان قطع الإنسان شوطا كبيرا في التقدم الصناعي والتكنولوجي.

من المعلوم، ان المجتمع الدولي بدا يفكر في ايجاد مصادر للطاقة البديلة وذلك باتباع اساليب وطرق علمية حديثة وذلك للحد من استنزاف هذه المصادر ذات الكميات المحدودة في الطبيعة, حيث ان الاحصائيات تشير ان ميزانية الطاقة العالمية توزع بالشكل الاتي (البترول 40% والفحم 24% والغاز الطبيعي 18% والطاقة النووية من 3-4%).

وبناءا على ما تقدم, ان هذه المصادر الطاقية هي ناضبة ولابد من ايجاد مصادر جديدة مستمدة من الطبيعية بحيث لا تستنزف ولا تلوث البيئة وحق للأجيال القادمة الاستفادة منه انظر الى الجدول رقم (1) يمثل مصادر الطاقة البديلة وكمية الاستهلاك ونسبتها العالمية عام 1978 .

ان الطاقة البديلة المتمثلة ب(الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي والوقود النووي .... الخ) زاد استهلاكها في عقد الثمانينات، حيث زاد انتاج العالم السنوي من الطاقة، انظر الى الجدول (2) يمثل انتاج العالم السنوي من الطاقة. [5]

الجدول (1) يمثل مصادر الطاقة البديلة وكمية الاستهلاك[5]

ت	مصادر الطاقة	كمية الاستهلاك	نسبة الاستهلاك العالمية
-1	الفحم الحجري	1811 مليون طن	%27
-2	النفط	2078 مليون طن	%46
-3	الغاز الطبيعي	1240 مليون طن	%18.6
-4	القوة المائية	403 مليون طن	%6
-5	الطاقة النووية	152 مليون طن	%2.3

الجدول (2) يمثل انتاج العالم السنوي من الطاقة.[6]

ت	مصادر الطاقة	كمية الانتاج	
-1	الفحم	2022	مليون طن مكافئ بترول
-2	البترول	2893	مليون طن مكافئ بترول
-3	الغاز الطبيعي	1380	مليون طن مكافئ بترول
-4	الطاقة المائية	430	مليون طن مكافئ بترول
-5	الحطب	410	مليون طن مكافئ بترول

وتأسيسا على ما تقدم سوف يسلط الباحث الضوء على الطاقة التقليدية في البلاد العربية والعراق والإسلامية والعالم وازمتها وقد عرضها بالشكل الاتي :-

اولا :- طاقة الفحم.

ثانيا :- طاقة النفط.

ثالثا :- طاقة الغاز الطبيعي.

رابعا :- الطاقة الكهربائية.

خامسا :- الطاقة النووية.

3-1 طاقة الفحم

من المعروف ان الفحم هو من صخور رسوبية كربونية، وبالأصل من نباتات متبقية من الغابات القديمة التي ترسبت في بحار داخلية او مستنقعات هبطت وغطتها المياه وانعزلت عن آلهواء ثم تحولت بمرور الزمن وتحت الضغط والحرارة الشديدين خلال ملايين السنين الى طبقات فحمية تتفاوت في السمك من بوصة واحدة الى اقل من (100) قدم او اكثر.

ومن الملاحظ ان الفحم في البلاد العربية لا يوجد بشكل يمكن اعتباره احد مصادر الطاقة بشكل اساسي الا في الجزائر الذي ينتج منه (15) الف طن وفي المغرب الذي ينتج من (475) الف طن ويوجد بكميات قليلة في العراق في المنطقة الشمالية (كفري، وشرانش) ويوجد في كل من المملكة العربية السعودية وكذلك في سوريا. [7]

ومن المعلوم, انه لا توجد معلومات او بيانات إحصائية للفحم في البلاد العربية الا بسيطة ان البلاد العربية انتجت منه ما يقارب نصف الانتاج العالمي وتقف في مقدمه بلاد المغرب، وبناءا على ما تقدم يرى الباحث ان الفحم الحجري لابد وان ينضب وهناك عوامل تحد من التوسع في استخدامه وهي:-

ا- تلويث الهواء بسبب زيادة كمية ثانية اوكسيد الكربون وما ينتج عنه رفع متوسط حرارة الارض أي ظاهرة الدفيئة.

ب- ان تحويل الفحم الى وقود سائل على شكل احماض, يحتاج الى رؤوس اموال هائلة وكميات ضخمة من الماء الذي يمكن استخدامه في السقي والزراعة.

الفحم الحجري صخر أسود أو بني اللون قابل للاشتعال والاحتراق. وعند احتراق الفحم الحجري فإنه يعطي طاقة على شكل حرارة. ويمكن استعمال الحرارة الصادرة عن احتراق الفحم الحجري في تدفئة المنازل، وكوقود للقاطرات في بداية عهد اختراع الآلة البخارية. والاستخدام الأساسي اليوم لهذه الطاقة هو في إنتاج الكهرباء. وتعطيمحطات إنتاج الكهرباء باحتراق الفحم الحجري ثلثي الكهرباء المستهلكة في العالم. ويستعمل الفحم الحجري كذلك في إنتاج فحم الكوك وهو مادة خام أساسية في صناعةالحديد والفولاذ. وتنتج مواد أخرى عن عملية إنتاج فحم الكوك، يمكن استعمالها في صناعة الأدوية والأصباغ والأسمدة.[8]

الشكل (1-1) يوضح الفحم الحجري[9]

وكان الفحم الحجري في فترة ماضية المصدر الرئيسي للطاقة في جميع البلدان الصناعية. وقد أنتجت المحركات البخارية التي تعمل بالفحم الحجري، معظم القدرة اللازمة لهذه البلدان منذ بداية القرن التاسع عشر وحتى القرن العشرين. ومنذ بداية القرن العشرين، أصبح النفط والغاز الطبيعي المصدرين الرائدين للطاقة في معظم أرجاء العالم. وعلى نقيض الفحم الحجري ؛ فإن النفط يمكن تحويله إلى بنزين وديزل ومواد أخرى لازمة لتشغيل وسائل المواصلات الحديثة. وقد حل استعمال الغاز الطبيعي محل الفحم الحجري لتوليد الطاقة الحرارية، ولكن الاستهلاك الحالي لموارد العالم من النفط والغاز الطبيعييجري بسرعة. وإذا استمر الاستهلاك العالي على المستوى الحالي فإن موارد النفط ستستهلك وتنضب خلال النصف الأول من القرن الحادي والعشرين. كما أن موارد الغاز الطبيعي ستنضب بدورها في أواسط القرن الحادي والعشرين. أما مصادر العالم من الفحم الحجري فهي باقية وتكفي لحوالي 220 سنة مقبلة، وذلك وفق معدلات الاستهلاك الحالية.[10]

1-3-1 تكوّين الفحم الحجري

سقوط كميات كبيرة من النباتات, وتراكُمها في قاع المستنقع, ودفنها سريعاً مع الرسوبيات الأخرى كالرمل والطين. وبفعل البكتيريا اللاهوائية , تتحلل المركبات العضوية النباتية جزئياً, أي يزداد فيها تركيز عنصر الكربون ويفقد منها الأكسجين والهيدروجين. وتسمى هذه المواد النباتية المحللة جزئياً بالخثِّ " peat "

دفن الخث تحت غطاء من الرسوبيات إلى عمق يتوقف عنده النشاط البكتيري . وترتفع درجة الحرارة ويزداد الضغط كلما زاد عمق الدفن, مما يساعد على حفظ الخثّ وطرد الغازات منه. وتؤدي تفاعلات كيميائية إلى زيادة نسبة الكربون في, وتسمى هذه العملية بالتفحم, ومنها ينتج الفحم الحجري البني تستمر عملية التفحم بازدياد عمق الدفن فيتكون الفحم الحجري الصلب.[11]

وفي النهاية, وبارتفاع درجة الحرارة والضغط إلى درجة كبيرة يخرج مُعظم الهيدروجين والأكسجين والنيتروجين من الفحم الحجري السابق, ويتكون فحم الانثراسيت. " anthracite"

2-3-1 استعمالات الفحم الحجري

يستعمل الفحم الحجري في عدة مجالات من أهمها :

محطة توليد الطاقة, وقديما كان يستعمل في تسيير القطارات والسفن البخارية. وبسبب صعوبة استعمال الفحم الحجري في أغراض الحياة اليومية تُجرى بعض المحاولات والتجارب لتحويله إلى وقود سائل أو غازيّ سهل الاستعمال.

ومن ناحية أخرى, يمكن الاستفادة من الفحم الحجري بتحويله إلى مواد مفيدة وثمينة, وقد دخلت هذه المواد العضوية في صناعة المنسوجات والبلاستيك والأدوية والأسمدة والعطور..

وقد يسدُّ الاستعمال المتنامي للفحم الحجري في إنتاج الكهرباء النقص المتزايد لكل من الغاز والنفط. ومع ذلك، فإن استعمال الفحم الحجري يحمل في طياته مشاكل من نوع آخر إذ إن احتراقه سببًا رئيسيًا لتلوث الهواء وزيادة تسبة ثاني أكسيد الكربون. وقد طُوِّرت وسائل عديدة للتقليل من التلوث ولكنها مكلفة ولم تثبت جدواها حتى الآن.

ولابد من تحسين هذه الطرق والأساليب قبل التوسع الكبير في استعمال الفحم الحجري. وبالإضافة لهذا فإن بعض الفحم الحجري يوجد في طبقات عميقة تحت سطحالأرض، حيث يصعب استخراجه.[12]

3-3-1 استخراج الفحم الحجري

في الماضي كانت الوظائف التي تعد أكثر خطورة وصعوبة من وظيفة عامل في منجم فحم حجري تحت سطح الأرض قليلة. ففي القرن التاسع عشر الميلادي كان عمال المناجم يعملون عشر ساعات يوميًا تحت الأرض ولمدة ستة أيام كل أسبوع. وكانت المعاول هي الأدوات الوحيدة التي تستعمل في تكسير وتفتيت الفحم الحجري. وكان على عمال مناجم الفحم الحجري أن يجرفوا الفحم الحجري المستخرج وينقلوه في عربات. وفي حالات عديدة كان الأطفال دون سن العاشرة يجرُّون عربات الفحم الحجري من المناجم. كما عملت النساء في عمليات التحميل والنقل بالعربات. ومع مرور الزمن فقد الآلاف من الرجال والنساء والأطفال حياتهم في حوادث المناجم. كما مات آلاف آخرون جرّاء إصابتهم بأمراض الرئتين بسبب استنشاق رماد الفحم الحجري طوال حياتهم العملية في المناجم .[12]

الشكل (1-2) يوضح استخراج الفحم الحجري[13]

وتُنفِذ الآلات هذه الأيام معظم الأعمال في مناجم الفحم الحجري، كما تحسنت إجراءات الأمان في المناجم، وقلّت ساعات العمل، وتم حظر تشغيل الأطفال في المناجم قبل نهاية القرن التاسع عشر الميلادي. وانخفضت نسبة الوفيات بسبب حوادث المناجم بصورة كبيرة في القرن العشرين. وفي كل هذه الأحوال فإن مهنة استخراج الفحم الحجري من مناجمه ما زالت مهنة المخاطر.

من الصعب جداً استخراج طبقة الفحم الحجري بإزاحة ما يعلوها من صخور رملية وطينية, حيث يتم ذلك بحفر نفق من سطح الجبل باستخدام آلات الحفر الخاصة, بحيث يتم الوصول إلى طبقة الفحم الحجري فتكسر وتعبأ في الشاحنات وتنقل خارج النفق .[14]

4-1 طاقة النفط

يشكل النفط في البلاد العربية اهم انتاجه في العالم حيث بلغ انتاجه عام 1974 حوالي (7, 919) مليون طن اي حوالي (32%) من مجموع الانتاج العالمي ويتوزع انتاجه في البلدان العربية والإسلامية (السعودية، الكويت، العراق، ليبيا، قطر، عمان، دبي، مصر، سوريا، تونس، البحرين، الشارقة) .[15]

ومن الملاحظ ان النفط العربي يتميز بعدة مزايا هي:-

ا- غزارة النفط في الابار.

ب- انخفاض تكاليف إنتاجاته.

ج- انخفاض تكاليف الانتاج وغزارة الابار البترولية, وسهولة نقله.

د- ارتفاع انتاج النفط العربي اذ يشكل حوالي (30%) من الانتاج العالمي.

ه- ضخامة الاحتياط من النفط العربي اذ يقدر حوالي (60%) من احتياط العالم.

و- قلة استهلاك العرب للنفط, اذ يقدر حوالي (5%) من اجمالي النفط وضخامة الفائض للتصدير اذ يدخل (60%) من النفط العربي للسوق العالمية طول عمر البترول العربي, اذ يقدر بحوالي(85) عاما, ويبلغ حوالي (200) مليار دولار سنويا ترصد معظمها في بنوك الدول الاستعمارية.

وبذلك ان هذه المميزات جعلت من النفط العربي يأخذ مكانة مرموقة من بين النفوط العالمية، كما يصدر النفط في البلاد العربية بكميه (681) ميلون طن الى دول غرب اوروبا والشرق الاقصى بنسبة (32%) حسب إحصائية عام 1977.

ان النفط في البلاد العربية قد اكتشف في ثلاثينيات القرن وبذلك تكالبت عليه الدول الاستعمارية في استغلاله ولاسيما (امريكا وبريطانيا وفرنسا).[15]

1-4-1 استخدامات النفط

يستخدم النفط مادة اولية وكمادة للوقود وقد عرضها الباحث بالشكل الاتي:-

1- **النفط كمادة اولية في الصناعة :** اي كمادة اولية لكثير من الصناعات التالية:

أ- صناعة البتروكيمياويات، الاسمدة، المطاط الصناعي، النايلون.

ب- صناعة المبيدات الحشرية والمنظفات والعقاقير والمراهم.

ج- صناعة الاسفلت في رصف الطرق وتعبيدها.

د- مادة الشحوم (زيوت الشحوم لمقاومة الحرارة الناتجة من الاحتكاك).

2- **النفط كمادة للوقود** وفي المجالات التالية [16]:-

أ- وقود نار في طهي وتدفئة المنازل .

ب- وقود المحركات ذات الاحتراق الداخلي في السيارات والقطارات والسفن والطائرات.

لذلك نقول ان البلاد العربية تحتوي نصف مدخرات العالم من النفط، مما يجعل استراتيجية العالم تقوم على تدفق النفط العربي ولسد حاجاته الماسة باعتباره مصدر رئيسيا للطاقة ومادة خام في الصناعات .

وبذلك يمكن ان نضع بعض المؤشرات على النفط العربي كمصدر للطاقة:

1) زاد الانتاج العربي من البترول في عام 1975 بنحو (19.5) مليون برميل يوميا، ويقدر انه عام 1980 سيكون بنحو(36.3) مليون برميل يوميا، أي بنسبة (13.4) من الانتاج السنوي وتتوزع الزيادة من انتاج النفط بين الدول العربية (العراق، الكويت، عمان، قطر، السعودية، الامارات العربية، البحرين، سورية).
2) ان الانتاج العالمي للبترول سوف يصل الى اعلى مستوياته في نهاية الثمانينيات وبداية التسعينات وحيث يصل الاستهلاك الصافي السنوي الى (25) مليار برميل أي ضعف المعدل السنوي.
3) زاد انتاج النفط العربي مقارنة بدول العالم عام 1992 اما الدول العربية فكانت الزيادة كالاتي (الامارات 2.2 البحرين 0.2 تونس 0.1 الجزائر 0.8 السعودية 8.3 سورية 0.5 عمان 0.7 قطر 0.4 الكويت 1 ليبيا 1.4 مصر 0.8 اليمن 0.2) وبلغ انتاج العرب (17.2) امام العالم (58.4).
4) بلغ انتاج النفط الخام في الدول العربية عام 1995 بنحو (18260) الف برميل يوميا، أي ما يعادل (27.8%) من الانتاج العالمي، في حين بلغ احتياط النفط العربي بحوالي (660) برميل، أي (6106%) من الاحتياط العالمي.

5-1 طاقة الغاز الطبيعي

من المعلوم ان الانسان العراقي القديم عرفه في منطقه بابا كرر في شمال العراق واستخدمه في اغراض الوقود والسفن الشراعية وفي الدواء وتخزن البلاد العربية نسبة عالية منه وبخاصه الدول النفطية (السعودية والعراق والكويت وليبيا والجزائر) ان الغاز الطبيعي لم يستثمر بشكل تجاري الا في حدود الجزائر هذا من جهة وان الحاجه الى النفط الذي يتميز بالاحتراق الداخلي من جهة اخرى، ولكن التوجه الحالي اليه يمكن استخدامه في مجالات شتى، ان الغاز الطبيعي في العراق مصاحب للنفط ولم يستغل الا في عام 2016 ويمكن ان يستخدم الغاز الطبيعي في معظم الصناعات البتروكيماويات، ويقدر احتياط العراق من الغاز الطبيعي بحوالي (93) الف بليون قدم مكعب في الحقول الشمالية والجنوبية وقد دخل الغاز في الصناعات الاخرى. [16]

وبذلك يمكن تحديد المؤشرات على الغاز الطبيعي في البلاد العربية :-

1. ان الغاز الطبيعي في البلاد العربية لم يستثمر بشكل تجاري الا في حدود ضيقة كما هو في الجزائر.
2. ان الغاز الطبيعي في بعض الدول لم يستثمر كونه مصاحب النفط وقد يتلف ويحرق في الهواء.
3. ان الغاز الطبيعي يستخدم في معظم الصناعات البتروكيمياويات.
4. ان الغاز الطبيعي لم تستخدم فيه التكنولوجيات البيئية التي تحاول ان تحد من تلوث البيئة واستنزافه.

6-1 الطاقة الكهربائية

عرف الانسان منذ القدم الكهرباء من خلال مصدرين هما[16] :

- **الكهرباء الحرارية:** وتمثل (70%) من مجموع الطاقة الكهربائية المستخدمة في العالم ومن ضمنها البلاد العربية وتعتمد الكهرباء الحرارية على الفحم والنفط والغاز الطبيعي في توليد البخار وتحريك المولدات.
- **الكهرباء المائية:** وتمثل (30%) من مجموع الطاقة الكهربائية في العالم ومنها البلاد العربية وتعتمد في توليد الطاقة الكهربائية على القبوة المسلطة في جداول الانهار وانحدارها وباستخدام التوربينات التي تقوم بتوليد الطاقة الكهرومائية.

من الملاحظ انه توجد امكانيات في البلاد العربية والإسلامية معتدلة في توليد الطاقة الكهرومائية وبخاصة المناطق حيث توجد الامكانيات المعتدلة في توليد الطاقة الكهربائية وبخاصة في المناطق ذات الظروف الطبيعية الملائمة (الطاقة المائية – المساقط والشلالات) فهي متوفرة في كل من المغرب والجزائر وشمال العراق وليبيا، الا ان بعض الظروف الفنية والاقتصادية في بعض هذه الاقطار حالت استخدامها بالشكل الامثل ان الطلب على الطاقة في الوطن العربي سوف يزداد في المستقبل وتشير الاحصائيات في البلاد العربية انه يستهلك كميات كبيرة منه وتختلف من دولة لأخرى وبعض الدول تحصل على الطاقة الكهربائية عن طريق المولدات المستخدمة في السدود ومنها السد العالي في مصر، وسد ام الربيع في المغرب, اضافة الى استخدام التوربينات المنتجة للطاقة في بعض الانهار الجارية كما في الكثير من الدول العربية وتشير التقارير ان الطاقة الكهربائية في الوطن العربي تواجه مشكلتين هما[17] :-

1. عجز في الطاقة العربية: اذ لاتزال جميع مدن وقرى الوطن العربي تشهد عجز في ايصال الطاقة الكهربائية، كما ان هناك انارة ضعيفة ومتقطعة في معظم الدول العربية.
2. ارتفاع كلفة الكهرباء المعطاة الى المنازل او المصانع.

يضاف الى ذلك ان نسبة الطلب على الطاقة الكهربائية بين الدول العربية تختلف من دولة لأخرى، كما ان هناك فوارق كبيرة في توزيع واستهلاك الطاقة بالنسبة لفرد الواحد بين الدول العربية وحيث ان نصيب الفرد في السودان مثلا يختلف منه في دول اخرى وعليه نقول ان استهلاك اقطار الوطن العربي من الطاقة قد يبلغ حد الاستنزاف وآلهدر وتلويث البيئية والدليل على ذلك هو تضاعف الاستهلاك ووجود مشاكل فنية وطبيعية في تجهيز الطاقة وهذا يتطلب وضع سياسية واضحة المعالم تحدد مسؤوليات كل من الفرد والدولة والمجتمع المحلي والعالمي.[18]

1-6-1 طرق توليد الطاقة الكهربائية

هناك سبع طرق أساسية للتحويل المباشر لأشكال مختلفة من الطاقة إلى طاقة كهربائية:

1) الكهرباء الساكنة، بواسطة الفصل المادي للشحنات الكهربائية ونقلها (أمثلة: كهرباء الاحتكاك والبرق)
2) الحث الكهرومغناطيسي، الذي بواسطته يحول المولد الكهربائي، أو الدينامو، أو مولد التيار المتردد (المتناوب) الطاقة الحركية (طاقة الحركة) إلى كهرباء. هذا هو الشكل الأكثر استخداماً لتوليد الكهرباء، ويستند إلى قانون فاراداي. ويمكن تجربته ببساطة بواسطة اِستِدارة مغناطيس في قلب دائرة مغلقة من مادة موصلة (مثل الأسلاك النحاسية).
3) الكيمياء الكهربائية، وهو التحويل المباشر للطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، كما هو الحال في البطارية، وخلايا الوقود أو النبض العصبي
4) التأثير الكهروضوئي، وهو تحويل الضوء إلى طاقة كهربائية، كما هو الحال في الخلايا الشمسية.
5) التأثير الكهروحراري، وهو التحويل المباشر للاختلافات في درجة الحرارة إلى كهرباء، كما هو الحال في المزدوجات الحرارية، الركائز الحرارية (الترموبيلات)، والمحولات الثرميونية.
6) تأثير الكهرضغطية، بواسطة الإجهاد الميكانيكي للجزيئات اللا متجانسة كهربياً في شتي الاتجاهات أو البلورات. وقد طور الباحثون في مختبر لورانس بيركلي الوطني (مختبر بيركلي) التابع للوزارة الأمريكية للطاقة مولد كهرضغطي كافي لتشغيل عرض بلوري سائل باستخدام أغشية رقيقة من عاثية (بكتريوفاج) M13.
7) التحويل النووي، وهو الإحداث والتسريع لجسيمات مشحونة (أمثلة: المولدات البيتافلطائية أو الانبعاث الألفا جسيمي)

كانت الكهرباء الساكنة هي أول شكل للطاقة يتم اكتشافه والتحقيق فيه، ومازال المولد الكهروستاتيكي يستخدم حتى مع الأجهزة الحديثة مثل مولد فان دي غراف ومولدات إم إتش دى (مولدات للطاقه باستخدام الهيدروديناميكية المغنطيسية). في تلك العملية يتم عزل حاملات الشحنة ونقلها فعلياً إلى موضع يكون فيه زيادة في الجهد الكهربائي.[18]

تقريباً كل الطاقة الكهربائية المولدة على نطاق التجاري تستخدم الحث الكهرومغناطيسي، الذي تقوم فيه الطاقة الميكانيكية بدفع مولد كهربائي للدوران. هناك العديد من الطرق المختلفة لاكتساب تلك الطاقة الميكانيكية، منها المحركات الحرارية، والطاقة المائية وطاقة الرياح وطاقة المد والجزر.

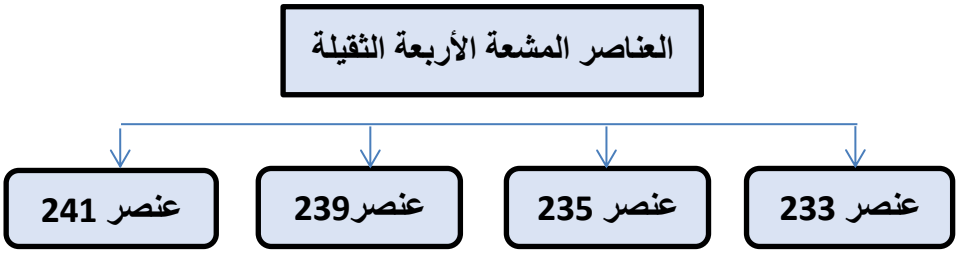
يتم استخدم التحويل المباشر لطاقة الوضع النووية إلى كهرباء بواسطة النشاط الإشعاعي لتحلل بيتا على نطاق ضيق فقط. ففي محطات الطاقة النووية الضخمة، يتم استخدام الحرارة الناتجة من التفاعل النووي لتشغيل محرك حراري. وهذا المحرك يقوم بدفع مولد كهربائي للدوران، والذي بدوره يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية بواسطة الحث المغناطيسي.

أغلب التوليد الكهربي يكون مدفوع بواسطة محركات حرارية. وتزود معظم تلك المحركات بالحرارة اللازمة للتشغيل من خلال عمليات الاحتراق للوقود الأحفوري، مع جزء آخر معتبر منها يزود بالحرارة من خلال الانشطار النووي وبعض مصادر الطاقة المتجددة. التوربينات البخارية الحديثة (التي اخترعها السير تشارلز بارسونز في عام 1884) تولد حالياً نحو 80٪ من الطاقة الكهربائية في العالم باستخدام مجموعة متنوعة من المصادر الحرارية.[19]

7-1 الطاقة النووية

تنتشر الطاقة النووية في التفاعلات النووية التي يتم فيها تحول انوية العناصر المشعة الثقيلة الى إنوية عناصر اخف منها، ويوجد اربعة نظائر مشعة انظر الى المخطط رقم (1) يمثل العناصر المشعة الاربعة الثقيلة وتحويلها الى اربع عناصر اخف منه .

المخطط (1) يمثل العناصر المشعة الاربعة الثقيلة وتحويلها الى اربع عناصر اخف منا .[20]



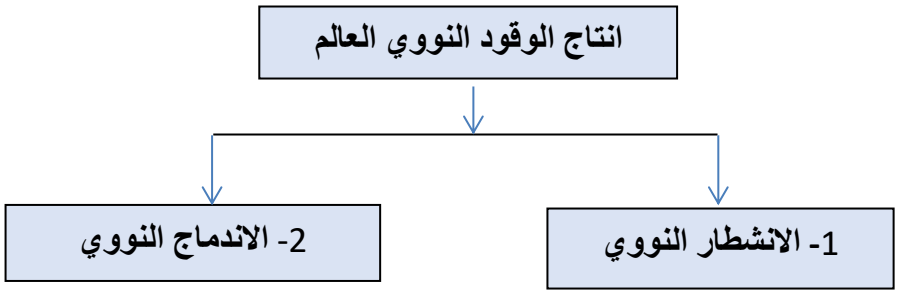
لقد زاد الاهتمام بالطاقة النووية كمصدر رئيس للطاقة في العالم وبخاصة بعد معاناة ازمة النفط عام 1973 والطاقة النووية مهمة بلغ استخدامها لا تستطيع ان تسد النقص الحاصل في الطاقة اذا ما احسن استخدامها للأغراض السلمية في المعامل والمنشئات الضخمة.

ومن الملاحظ انها استخدمت في تحلية مياه البحر عام 1969 بمقدار (61) مليون كيلوواط / ساعة وازداد اهتمام العالم بها كمصدر للطاقة, ولكن هذه الطاقة تعتمد على اوكسيد اليورانيوم واوكسيد الثرنيوم وهو من المواد المعرضة للنضوب, ويقدر احتياطي العالم بمليون طن.

وهناك اراء حول استخدام الطاقة النووية في العالم [21]:-

- **الراي المؤيد:** هم اصحاب الصناعات الضخمة والثقيلة حيث ان حاجتهم للطاقة النووية هي القادرة على مواجهة النقص الحاصل في الطاقة ومن المعلوم ان الولايات المتحدة الامريكية تستهلك هذه الطاقة ومن المحتمل ان يتعرض الى زيادة حادة في الاستهلاك.
- **الراي المعارض:** هم اصحاب الصناعات البسيطة والاستهلاكية وحجتهم ان الطاقة النووية هي طاقة ملوثة وان احتياط اليورانيوم مهدد بالنضوب خلال فترة زمنية قصيرة وان العالم خلال سن' 2000 يحتاج الى (4) مليون طن من اليورانيوم لأجل استخدام الطاقة في تحلية المياه. انظر إلى المخطط رقم (2) يمثل انتاج الوقود [22]

المخطط (2) يمثل انتاج الوقود

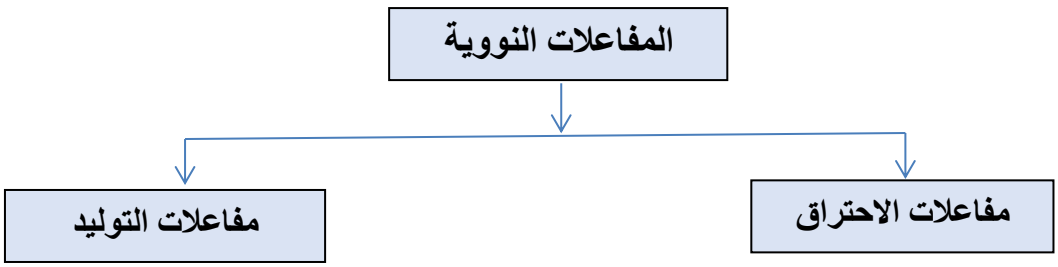


اولا:- الانشطار النووي

من الواضح ان الطاقة النووية الانشطارية دخلت في حياة الانسان منذ الاربعينيات, كبديل للطاقة التقليدية, وقد تطورت تصميمها ومبانيها ومفاعلاتها النووية بعد ان بذل الانسان العلمي جهود كبيرة في تحويلها إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية وتسخيرها لخدمه البشرية.

وفي ضوء ما تقدم يمكن تقسيم الطاقة النووية حسب المفاعلات النووية الى عدة انواع, انظر الى المخطط رقم (3) يمثل انواع الطاقة النووية المتولدة في المفاعلات النووية [22]

المخطط (3) يمثل انواع الطاقة النووية المتولدة في المفاعلات النووية .



1- مفاعل الماء المغلي: وهي المفاعلات التي تنتج مواد انشطارية اكثر مما تستهلك.

2- مفاعل الماء المضغوط وتنقسم الى قسمين هما: -

- ❖ مفاعل توليد سريعة .
- ❖ مفاعل توليد حرارية.

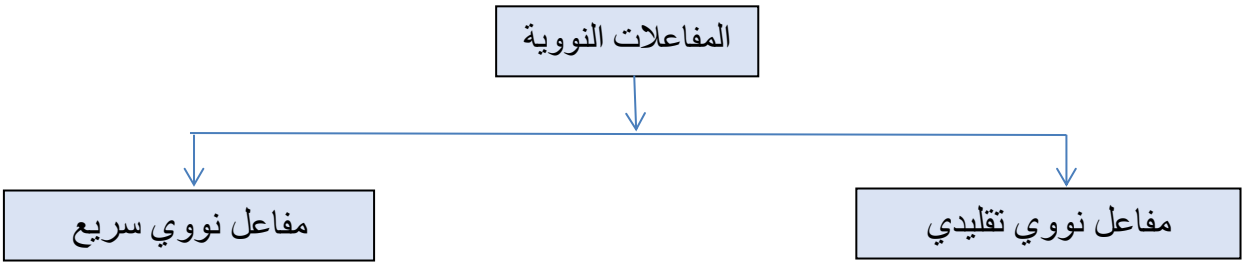
3- مفاعل الماء الثقيل.

4- مفاعل الغازات العادية من اليورانيوم(238) من (233) وتمدنا

5- مفاعل الغازات ذات الدرجات الحرارية العالية ب- اليورانيوم (233) الثورنيوم

من المعروف ان عنصر اليورانيوم له ثلاثة نظائر وممكنات توجد متلازمة في الطبيعة والعناصر المشعة وبانشطار اليورانيوم (235) تنطلق كميات هائلة من الطاقة, حتى يقال ان رطل واحد من اكسيد اليورانيوم ينتج طاقة حرارية تساوي طاقه ثمانية اطنان من الفحم ويصل حجم المصادر العالمية المؤكد حوالي (730) الف طن يورانيوم ومع مصادر اضافية تصل الى (680) الف طن يورانيوم, ورصيد العالم (1.4) مليون من اليورانيوم (1.6) بليون طن اكسيد اليورانيوم يكفي للوفاء بالاحتياجات العالمية, حتى اواخر الثمانيات طبقا للمعدلات لاستهلاك العالمي, ولا يدخل هذ الرصيد في الدول الشيوعية باسيا والاتحاد السوفيتي ولا توجد بيانات معلنة وعلية ان الانشطار الذري يحدث في المفاعلات هي نوعان انظر الى المخطط رقم (4) الذي يمثل انواع المفاعلات .[23].

المخطط (4) الذي يمثل انواع المفاعلات



1- مفاعل النووي التقليدي : يستخدم الطاقة النووية المتحررة في الاغراض السلمية لإنتاج الكهرباء، وتتألف المحطة النووية عندئذ من مولد ضخم للكهرباء يحركه بخار الماء الذي يحصل علية من تسخين الماء بالطاقة الحرارية المصاحبة للانشطار النووي ويعتبر انتاج الكهرباء بهذه الطريقة اقتصاديا جدا وارخص من تكلفة انتاجها بالطرق الاخرى المعروفة، شرط ان تكون كمية الكهرباء التي يحتاجها البلد كبيرة وذات جدوى اقتصادية كبيرة ايضا، حيث تزيد على ما يقرب (الف ميغاواط).

2- مفاعل النووي السريع: يعتمد المفاعل النووي (الانشطار الذري) لانشطار اليورانيوم (238) والبولونيوم باستخدام المفاعل السريع (Fast breader Reactor) حيث ان مفاعل التولد السريع يكون قدرة اليورانيوم اعطاء تفاعلات اكثر

من (25) مرة في المفاعلات النووية العادية، أي يعطي المفاعل النووي السريع (طن واحد من اليورانيوم) طاقة تساوي مايعطيه مليونان من طن الفحم الحجري, ان هذا بلا شك سيكون قفزة نوعية في التقدم العلمي والتكنولوجي النووي في توليد الطاقة بالنسبة للعالم وسد حاجاته.

وبذلك يمكن تحديد المؤشرات على الوقود النووي [24]:-

تشير الدراسات الميدانية، انه ثبت وجود اكاسيد اليورانيوم والثوريوم في كل من (الصومال في منطقة مد صوع) ويقدر احتياطي اكسيد اليورانيوم بحوالي (5) الف طن وكذلك في مصر توجد معادن ذرية في صخور القاعدة الوسطى وجنوبي الصحراء الشرقية وفي الحجر الرملي بجبل قطراني شمال الفيوم، وفي الرمال السوداء على شاطي البحر الأبيض المتوسط، ويقدر احتياطات اكسيد الثوريوم (344.6) الف طن, واكسيد اليورانيوم ب (25.5) الف طن وتوجد معادن ذرية في السودان وكذلك في السعودية والمغرب والجزائر, وموريتانيا ولم يتم بحثها وحساب احتياطاتها، وعليه تقوم بعض البلدان العربية بأجراء البحث والدراسات عن مصادر اليورانيوم والثريوم وكذلك الغازات المساعدة اللازمة للصناعات الذرية مثل (الزركونيوم، والبريل والليثيوم) وجميعها موجودة في البيئية العربية.

ثانيا:- الاندماج النووي

من المعلوم ان الطبيعة التي خلقها الله سبحانه وتعالى تمدنا بالإشعاع الموجود في المعادن نتيجة لامتصاص اشعة الشمس وانعكاس سطحها اضافة الى عوامل اخرى فيزيائية وكيمياوية.

دخل الاندماج النووي بجهود قام بها الانسان العلمي بهدف تسخير الطاقة الهيدروجينية بعملية اندماجية, حيث ان آلهيدروجين الثقيل موجود بوفرة في مياه المحيطات, وبذلك بتحويل الهيدروجين الى الحالة الرابعة للماد الحالات الثلاثة اي (الصلبة، السائلة، الغازية والحالة الرابعة هي البلازما) لقد تم بناء اول مفاعل اندماجي تجريبي عام 1985 بجهود اوربية لإنتاج القنبلة آلهيدروجينية ذات الطاقة التدميرية العالية من معطيات البحث العلمي والتكنولوجي, حيث ان هذا المشروع يكلف مبالغ طائلة لا تستطيع دولة واحدة ان تقوم بهذا المشروع على انفراد علية انقسم المجهود العالمي في مجال الاندماج النووي الى اتجاهين هما [24]:-

- ❖ اتجاه يحبذ استخدام المجال المغناطيسي لاحتواء الاندماج النووي للفترة زمنية ما.

ان الاتجاه الاول يلاقي اكثر اتفاق وتعاون لطابعه السلمي وهناك وجهات نظر حول احتواء البلازما في مجالات مغناطيسية ثنائية الاطراف على شكل حلقة يمنع هروبها من الاطراف وقد نجح الجهد في حالة جهاز (التوكا مالك) في الوصول الى مرحلة متقدمة جدا في طريق الحصول على طاقة من البلازما.

- ❖ اتجاه يحبذ استخدام شعاع الليزر لتسخين البلازما بدون الحاجة الى احتواء البلازما الناتجة.

ان الاتجاه الثاني يحاول جاهدا على العمل السري في انتاج اجهزة ليزرية قوية تستخدم في المجالات الحربية وعلية يرى الباحث كل الطاقة النووية لابد لها ان تنضب, عوامل تحد من التوسع في استخدامها وهي [24]:-

أ- ان المفاعلات النووية التقليدية التي يوجد منها حوالي (250) في العالم تستند الى اليورانيوم وهو مصدر غير متجدد، ان تشغيل المفاعلات يصاحبها عدة مشكلات وهي اخطار النفايات وانعدام وجود حلول لمشكلات المخلفات النووية، ان في حالة تصميم اقامة مفاعل نووي لابد من مراعاة شروط البيئية وهي (ان تكون بعيدة عن التجمعات السكانية, وموافقة السكان, اضافة الى ذلك تحتاج الى مصدر مائي كبير لتبريد المفاعل ومعالجته واتخاذ التحوطات الأمنية من تسرب الاشعاع.. الخ).[25]

8-1 تطوير الطاقات البديلة

ان تطوير الطاقات البديلة يتم من استخدام اسلوبين هما:-

اولا:- ترشيد الاستهلاك لهذه الطاقة وذلك من خلال:-

1) التعامل مع مصادر الطاقة البديلة وفق احتياجاتنا بشكل علمي لتقليل معدلات استنزافها ثم الطاقم مع المعطيات التي ستفرضها مصادر الطاقة البديلة.
2) اتباع سياسات حفظ الطاقة وذلك من خلال اتباع اساليب علمية لرفع كفاءة استخدامها.
3) رفع اسعار البترول من الاستخدام المستمر.
4) ربط مصادر الطاقة بالخطط التنمية الوطنية والقومية.
5) فرض ضرائب على الافراد والشركات الملوثة للبيئية والحد من الاستنزاف لمصادر الطاقة.
6) فرض ضريبة على الطاقة الناضبة.
7) البحث عن مصادر بديلة للطاقة، ويفضل ان تكون مستمدة من الطبيعة وقلية التلوث ...الخ.

ثانيا:- ادخال التكنولوجيات البيئية النظيفة / خالية من التلوث والاستنزاف

من المعلوم، ان العلم نظام متطور تاريخيا،عرفه الانسان ن طريق الكشف للحقائق الموضوعية بواسطة تحليل القوانين والنظريات ثم تعميمها بالممارسة, واصبح العلم جزء مهما من تاريخ المجتمع وكفاحه وبذلك قوة الانسان الانتاجية والكامنة ارتبطت بالتكنولوجيا التي تعني (الوسيلة المستخدمة في العلم وبتحويل الجوانب النظرية إلى جوانب تطبيقية وفي كافة ميادين الحياة)، وكذلك عدت التجربة كمنهج علمي وبرهان علمي من خلال التجربة التكنولوجية).[26]

لقد احتل العلم والتكنولوجيا المكانة الاولى والرئيسة باعتبارها المحرك الاساسي لتسريع عجلة التقدم والتطور للأمم والشعوب واستخدام العلم والتكنولوجيا في خطط التنمية الشاملة.

ساهم البحث العلمي والتكنولوجي في سد حاجات المجتمع من خلال زيادة انتاج السلع ولخدمات النافعة للبشر، وبهذا الصدد تشير الدراسات والابحاث التي اجريت حول تقدير تأثير العلم والتكنولوجية في التقدم والتطور الاقتصادي والاجتماعي خصوصا في الدول التي تمتلك ناصية العلم والتكنولوجيا، ومنها على سبيل المثال الولايات المتحدة الاميركية, ان التقدم العلمي والتكنولوجي ساهم في زيادة انتاجية العمل ما بين (80-90%) بينما كانت الزيادة الانتاجية في راس المال ما بين (10-20%) وبذلك زاد الدخل القومي في الولايات المتحدة خلال الفترة (1929-1957) ب(20%) (الحبيب 1981). [27]

وعليه يرى الباحث ان العلم والتكنولوجيا دخلت في مجال التنمية الشاملة ومنها الطاقة والتنمية وذلك من خلال الكشف على مصادر جديدة للطاقة وتطوير عملية الحصول عليها وتحسينها:-

- دخلت في مجال الطب والبيولوجيا والكيمياء والفيزياء وتطورت البحوث والعلاجات.
- دخلت في مجال الخدمات النقل والمواصلات والزراعة والصناعة.
- دخلت في مجال البيئة وساهمت في تحديد الملوثات ومكافحة التلوث ...الخ.

9-1 الدراسات السابقة

❖ **دراسة لـ إيمان علي محفوظ محمد العجوزة حول "على الأفاق المستقبلية لدور الطاقة الجديدة والمتجددة فى تلبية الاحتياجات من الطاقة" (بالتطبيق على قطاع الكهرباء بمصر) رسالة دكتوراة فى فلسفة الإقتصاد ، كليةالإقتصاد والعلوم السياسية ، جامعة القاهرة ، 2005 .**

وتناولت فى فصلها الاول علاقة الطاقة بالتنمية الاقتصادية ثم قدرت الباحثة الاحتياجات المستقبلية لقطاع الكهرباء من المصادر التقليدية فصلها الثانى ، ثم تناولت فى الفصل الثالث دور الطاقة الجديدة و المتجددة فى مجال توليد الكهرباء فى مصر ، ما يتعلق بالتكنولوجيات ثم الانعكاسات الاقتصادية لاستخدام تلك الطاقة .

ثم بحثت التكلفة المقارنة لمصادر الطاقة الجديدة والمتجددة فى توليد الكهرباء فى الفصل الرابع عن طريق بحث عناصر المفاضلة بين البدائل التكنولوجية لمصادر الطاقة الجديدة والمتجددة بالمقارنة بالمصادر التقليدية . ثم تناولت تحليل الحساسية للبدائل التكنولوجية لمصادر الطاقة هذه بتلك من حيث أثر زيادة أو تخفيض معدل الفائدة ،واثر زيادة او تخفيض معدل الخصم ، أثر زيادة أو تخفيض سعر الوقود وخلصت لخروج الطاقة الشمسية بنوعيها وطاقة الرياح من المنافسة، وأن المصدر الذى سيقع عبء تلبية الاحتياجات من الطاقة يتمثل فى الطاقة النووية .

وقد انتهت الباحثة أن الطاقة النووية أكثر المصادر قدرة على تلبية الاحتياجات المستقبلية من الطاقة البترولية ، وطلب قطاع الكهرباء على الطاقة البترولية ، ،يليها طاقة الرياح ، ثم الطاقة الشمسية ، كما تبينت من خلال التحليل ، أن مصادرالطاقة الجديدة و المتجددة قادرة على تحقيق فائض قومى

واتضح للباحثة أن أعلى تكاليف رأسمالية للكيلووات المركب فى المحطات الحرارية هى المحطات النووية ، أما أقل تكلفة فهى للمحطات الغازية ، فى حين تكون تكلفة الوقود للمحطات الغازية أعلى مقارنة بالمحطات الحرارية التى تعمل بالوقود النووى

وانتهت الباحثة إلى خروج الطاقة الشمسية و طاقة الرياح من المنافسة ، وأرجعت ذلك إلى إرتفاع التكاليف الاستثمارية ومن ثم تكلفة وحدة الكيلووات فى الساعة [28].

- **دراسة لـ مريم بوعشير حول "دور وأهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستديمة"، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة منتوري قسنطينة ،الجزائر ، 2011**

وتبلوت إشكالية الدراسة فى تتمحور إشكالية هذا البحث حول الطاقات المتجددة والدور الذي يمكن أن تلعبه حاليا ومستقبلاً، في تحقيق التنمية المستديمة , وبدات الباحثة فى الفصل الأول باستعراض بعض الأساسيات المتعلقة بالتنمية المستديمة من حيث جذورها، مفهومها وأبعادها وأهم المبادئ التي تقوم عليها، بالإضافة إلى إطارها النظري وأهم المؤشرات المعتمدة في حسابها.

ثم خصصت الفصل الثانى لدراسة العلاقة ما بين الطاقة والتنمية المستديمة وتم في بداية الفصل دراسة بعض المفاهيم المتعلقة بالطاقة والتحديات التي تواجه استدامة هذا القطاع، ليتم في ما بعد دراسة العلاقة التي تربط الطاقة بعملية التنمية المستديمة بشقيها الإيجابي والسلبي هذا الأخير استدعى بذل جهود دولية للتخفيف من حدته, كما تم استعراض بعض التحديات التي تواجه وضع الطاقة في خدمة التنمية والسياسات والإستراتيجيات المتبعة لتحقيق ذلك وتأثيرها على السياسة الاقتصادية الكلية.

أما الفصل الثالث والأخير والذي كان تحت عنوان الطاقات المتجددة: مفهومها, آثارها اقتصادياتها ودورها في تحقيق التنمية المستديمة, فقد تمّ فيه دراسة خمس نقاط رئيسية: النقطة الأولى تتعلق بالطاقات التقليدية واقتصادياتها باعتبارها أساس المشكل المطروح, أما النقطة الثانية فتناولنا من خلالها الآثار الإيكولوجية للطاقات التقليدية ودوافع البحث عن مصادر بديلة, ليتم خلال النقطة الثالثة استعراض بعض الجوانب المتعلقة بالطاقات المتجددة كالمفهوم والأنواع والخصائص والعيوب التي تميز كل نوع منها, لتخصص النقطة الموالية لدراسة اقتصادياتها. أما النقطة الأخيرة فنستعرض فيها دور الطاقات المتجددة في خدمة التنمية المستديمة بصفة عامة وكذا دورها في تحقيقها في الجزائر .

قد كان مما انتهت إليه الدراسة أن قطاع الطاقة مصدر التمويل الرئيسي للخزينة والاقتصاد ككل مما سيضعها في وضع حرج جدا إذا لم يتم الإعداد الجيد لفترة ما بعد البترول، وبالنظر إلى كل ذلك تحاول الجزائر بذل جهود معتبرة في مجال تطوير واستغلال الطاقات المتجددة خاصة وأن لها إمكانات هائلة منها وبالأخص في الطاقة الشمسية، وأن إن تحقيق تنمية

سواء أكانت اقتصادية أم مستديمة يحتاج إلى توفر خدمات الطاقة بالشكل الكافي، ونظرا لهيكل الطاقة السائد في العالم والمعتمد على الطاقات الأحفورية في تلبية الطلب العالمي المتزايد، أصبحت اليوم مهددة بالنضوب خلال عقود قليلة قادمة مما سيخلق أزمة طاقة غير محمودة العواقب.

وان هناك ثلاث دوافع رئيسية تدفع الأسواق نحو استعمال الطاقات المتجددة هي : أمن الطاقة العالمي والخوف من التغيرات المناخية والثالث متعلق بانخفاض تكلفتها نتيجة لتطور التكنولوجي المحقق. وان الطاقات المتجددة هي الحل الأمثل للمزاوجة مابين تحقيق الأهداف الاقتصادية والبيئية لذا يجب بذل المزيد من الجهود الفعلية والفاعلة من أجل تطويرها واستغلالها استغلالا اقتصاديا أمثل على المجتمع الدولي تغيير سياسات الطاقة السائدة والعمل على التنويع الفعلي لسلة الطاقة العالمية من أجل المحافظة على البيئة وعلى حقوق الأجيال القادمة من الطاقة سواء أكانت تقليدية أو متجددة. بالرغم من الجهود المبذولة في الجزائر في مجال تطوير واستغلال الطاقات المتجددة إلا أنها تبقى بعيدة عن مستوى الإمكانيات المتوفرة لديها[29].

- **دراسة لـ تكواشت عماد حول واقع وآفاق الطاقة المتجددة ودورها فى التنمية المستدامة فى الجزائر ، رسالة ماجستير ، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير،جامعة الحاج لحضر- باتنة ، الجزائر ، 2012.**

وكانت مشكلة الدراسة الرئيسة : إلى أي مدى يمكن للطاقة المتجددة أن تساهم في الميزان الطاقوي وما هي انعكاساتها الاقتصادية في إحداث التنمية المستدامة في الجزائر ؟

حيث تناولت الدراسة فى فصلها لأول، كل من الطاقة التقليدية و الطاقة المتجددة ، و الأهمية النسبية في استخداماتها المتعددة .

ثم فى فصلها الثانى دراسة عن تطور العرض والطلب على الطاقة في الجزائر ،وإبراز أهم دراسات التنبؤ بالطلب على الطاقة والصعوبات التي تواجهها تلك الدراسات ، بالإضافة الى التطرق إلى اقتصاديات الطاقة في الجزائر بإعطاء بعض مؤشرات كل من احتياطي وإنتاج واستهلاك الطاقة التقليدية . أما الفضل الثالث فأبرت الدور و الإمكانيات المتاحة في الجزائر من أجل استغلال الطاقة المتجددة ، وأهم الأسباب التي دفعت بالاهتمام بالطاقة المتجددة ، ثم تطرقت إلى أهم موارد الطاقة المتجددة المتوفرة بالجزائر .

وخصص الفصل الرابع الى دراسة مدى مساهمة الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة بالإضافة إلى أثارها على الاقتصاد الجزائري ، وذلك بوضع أهم الانجازات والاستثمارات المنجزة في هذا الجانب من الطاقة في بعض ولايات الجزائر ، ودراسة مستقبلية لمدى إنعكاسات الطاقة المتجددة على الاقتصاد الوطني ، بالنظر الى إسهامهافي تحقيق التنمية المستدامة وبالخصوص في جانبها البيئى و الاقتصادي.

وقد أوصت الدراسة بالإستخدام الرشيد لمصادر الطاقة ، وهو ما يعرف بإسم الحفاظ على الطاقة والتحول إلى منتجات وعمليات أقل إستنزافا لها والقيام بعمليات التدوير والعيش وضرورة زيادة البحث والتطوير في مجال تقنيات الطاقة المتجددة مع الأخذ في الإعتبار أن التقنيات الواعدة هي الخلايا الشمسية وطاقة الرياح، وإلى حد ما طاقة المادة الحيوية .

وأنه يجب على الحكومات والقطاع الخاص الإسراع في توفير مصادر متجددة للطاقة على النطاق التجاري، والتشجيع على الإستخدام الأكفأ للطاقة، ويتعين عليها زيادة الإنفاق على البحث والتطوير وتقديم المعلومات، ودعم الإنفاق من خلال علاقات شراكة، على الصاعدين المحلي والدولي [29].

❖ **دراسة لـ صباح براج حول دور حوكمة الموارد الطاقوية في إعادة هيكلة الاقتصاد الجزائري في ظل ضوابط الاستدامة ،كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير ، جامعة فرحات عباس – سطيف ، الجزائر ، 2012**

وتبلورت إشكاليته حول : كيف يمكن إعادة هيكلة الاقتصاد الجزائري في إطار ضوابط الإستدامة الإقتصادية انطلاقا من إستراتيجية متكاملة لحوكمة الموارد الطاقوية وما هي أهم الإمكانيات المتاحة من مصادر الطاقة المتجددة؟ وهل يمكن أن تكون بديلا تاما استراتيجي للمصادر التقليدية للطاقة؟ أم تقتصر الفترة الحالية على رفع الكفاءة الإستخدامية واعتماد التكنولوجيا النظيفة لاستغلال الطاقات التقليدية والإدماج التدريجي للطاقات المتجدد؟ وما هي حدود الاستخدام (الإنتاج، الاستهلاك وتوجيه العوائد) للموارد الطاقوية الناضبة، ليكون مجدي إقتصاديا، مقبول إجتماعيا وسليم بيئيا من أجل خلق فرص التنويع الطاقوي المستدام نتناول في الفصل الأول مختلف الجوانب النظرية المتعلقة بنموذج التنمية المستدامة وأهم المفاهيم التي عالجت ارتباط ملف الطاقة بنموذج التنمية المستدامة في إطار الجوانب البيئية، الإجتماعية والإقتصادية،

كما تم التطرق لموضوع الطاقة ضمن النموذج الإقتصادي- الإيكولوجي، حيث تم الانتقال لأهمية التحليل الإقتصادي للموارد الطاقوية وأبرز النماذج التي عالجت مفهوم الاستنزاف الأمثل للموارد غير المتجددة المصادر الطاقوية الكلاسيكية .

أما الفصل الثاني، فتم من خلاله التطرق إلى الجغرافية الإقتصادية وأهم القوى المحركة للطلب على الطاقات التقليدية الناضبة، كما تم تسليط الضوء على مفهوم حوكمة هذه الطاقات الناضبة في ظل ضوابط السياسية البيئية العالمية التي تستجيب لمختلف المواثيق الدولية لنموذج الإستدامة، وأهمية للجوء إلى إدم اج الطاقات المتجددة وإدارة عوائد الطاقة بفعالية لنقل المكاسب عبر الزمان والمكان وعالج الفصل الثالث أهم الامكانيات التي توفرها الطبيعة من مصادر الطاقة المتجددة والإشارة إلى أهمية تطبيقاتها، ومزايا أسواقها التي بدأت تتشكل ملامحها في ظل التحول التدريجي للعالم إلى خيار الإمداد الطاقوي المستدام , والإشارة إلى آلية التنمية النظيفة التي تم طرحها من خلال برتوكول كيوتو كأحد الحلول لدعم أواصر التعاون بين العالم المتقدم ودول العالم الثالث للتقليل من آثار التغير المناخي ومحاولة تأهيل اقتصاديات الدول النامية من خلال تنشيط حركة الإستثمار الأجنبي المباشر الذي يمس مجالات التنمية المستدامة وفي الأخير تم حوصلة أهمية حوكمة قطاع الطاقة وفق الصيغة المقترحة في إعادة هيكلة القطاعات الإقتصادية وفق نمط الإستدامة.

وفي الفصل الرابع تم محاولة إسقاط أهم النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة النظرية على قطاع الطاقة في الجزائر؛ مسح عام لمصادر الطاقة التقليدية وإمكانيات الطاقات المتجددة في الجزائر وأهم السيناريوهات لمنحنى الاستخدام في ظل القوى المحركة للطلب (التطور السكاني، حركة العمران، نمو القطاعات الاساسية ...)، تم إسقاط مفهوم الحوكمة وفق التصور المقترح في هذه الدراسة على سياسة الطاقة في الجزائر وبرامجها لترقية الكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة وأهمية إدماج الطاقات المتجددة ضمن مزيج الطاقة وأهم المداخل لتحسين إدارة مصادر الطاقة مع الإشارة إلى انخراط الجزائر في المنظومة العالمية للتنمية المستدامة .

وأوصت الدراسة بالمضيقدما في اتخاذ مختلف الاجراءات والأساليب والتدابير التي تمكِّن الجزائر من الاستفادة من الامكانيات من المتاحة من المصادر الطاقوية المتجددة؛ وان السياسة الطاقوية في الجزائر بحاجة إلى إصلاحات عميقة، لاسيما فيما يخص تعزيز الشفافية المشاركة والمساءلة من خلال استحداث هيئة خاصة للتسيير المشترك بين الحكومة وفئات المجتمع المدني من أجل ضمان الإدارة الجيدة للموارد الطاقوية وعوائدها؛ كما أقترحت ترقية البحث العلمي ورفع الميزانية المخصصة للارتقاء بالتكنولوجيات الحديثة وخاصة في مجال الطاقات المتجددة، فضلا عن أخذ المبادرة لانفتاح الجامعة الجزائرية على المؤسسات والقطاعات الاقتصادية للاستفادة من الأبحاث والنتائج المتوصل إليها؛

وأوصت بدراسة المقاربة الأورو- متوسطية للطاقة من أجل دراسة المكاسب الممكن تحقيقها من الربط الكهربائي لإمداد أوربا بالكهرباء الخضراء؛ وترقية دورالقطاع الخاص وإشراكه مع القطاع العام لتطوير قطاع الطاقة وزيادة فعاليته؛ وأن علىالجزائر أن تتخذ استراتيجية بعيدة المدى لاستثمار العوائد والجباية الطاقوية من أجل دعم القطاعات الاقتصادية في المساهمة في نمو الناتج الداخلي الخام كمؤشر على النمو الاقتصادي [30].

9-1 الهدف من البحث

1. التعرف على الطاقات البديلة وكيفية أستفاذة منه .
2. التعرف على أنواع الطاقات البديلة .
3. وكذلك عمل تجربة على الخلية الشمسية والتعرف عليه .
4. كيفية توليد الطاقة الكهربائية من الخلية الشمسية .

الفصل الثاني

1-2 المقدمة Introduction

تناولت في الفصل الاول عن الطاقات البديلة بشكل عام وفي هذا الفصل نتناول كيفية عمل الخلية الشمسية وطريقة تولد الطاقة الكهربائية عن طريق الخلية الشمسية .

2-2 تصنيع المفرق الهجين Made of Heterojunction

إن المفارق الهجينة عمـــوماً تحضر بوساطة التنمية الفوقية (Epitaxial growth) لأحد المواد شبه الموصلة على مادة شبه موصلة أخرى مختلفة وهناك تقنيات عديدة لتصنيع المفـارق الهجينة وتشمل [27]:

1- طريقة التسبيك Alloying Method

2- طريقة إنماء المحلول Solution Growth Method

3- الطريقة الكيميائية بانتقال البخار Chemical Vapour-Transport Method

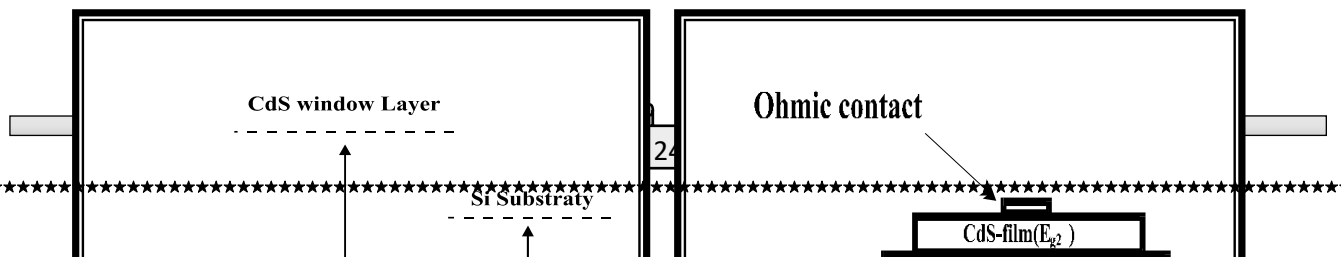
4- طريقة الترذيذ Sputtering Method

5- طريقة التبخير في الفراغ Vacuum Evaporation Method

إن كلاّ من هذه الطرائق تمتلك خصـــائص ومميزات تعتمد على خصـــائص المفرق الهجين الذي يتمّ تحضـــيره ، لذا فان اختيار طريقة تصنيع المفرق تكون ذات أهمية خاصة إذ تكون خصائص المفرق الهجين دالة للطريقة التي يتمّ بها التصنيع التي تكون مرتبطة بالتركيب الدقيق للمادتين شبه الموصلتين ومتطلبات التنمية الفوقية مثل درجة التبلور والمثالية وتركيز الشـــوائب... الخ ومن أهم هذه الطرق هي طريقة الترذيذ المغناطيسي . [28]

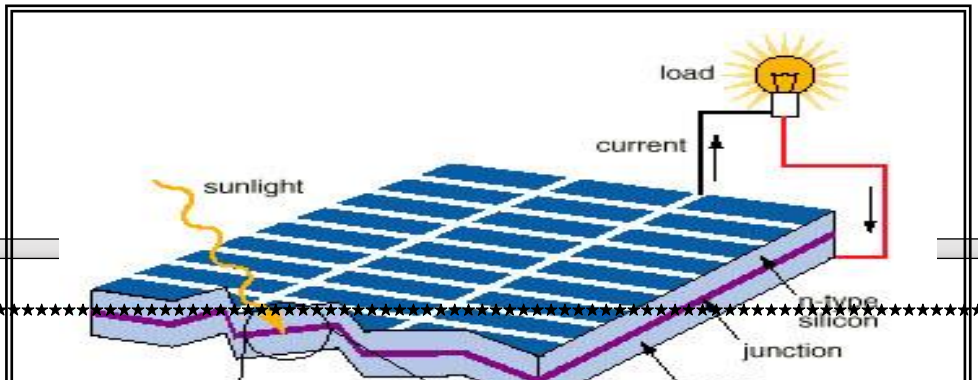
3-2 الخلية الشمسية ذات المفرق الهجين Hetrojunction Solar Cell

تتكون الخلية الشمسية ذات المفرق الهجين من مادتين شبه موصلتين بطاقات فجوة حزمة مختلفة ويوضح الشكل (2-1) الخلية الشمسية ذات المفرق الهجين نوع CdS/Si فعند سقوط الفوتونات عمودياً على سطح المفرق فإن الفوتونات ذات الطاقة العالية ستمتص داخل المادة شبه الموصلة ذات فجوة الطاقة العالية (E_{g2}) بينما تنفذ الفوتونات ذات الطاقة الواطئة خلال المادة ذات فجوة الطاقة العالية وتمتص داخل المادة ذات فجوة الطاقة الواطئة (E_{g1}) وإذا كان معامل الامتصـــاص عالياً في شبه الموصل ذي الفجوة الأقل فإن الحاملات تتولّد في منطقة النضوب أو في المنطقة القريبة منها مما يجعـــل كفاءة التقاط الحاملات عالية ، وتعرف هذه الظاهرة بتأثير النافذة , لأن المادة ذات فجوة الطاقة العالية تعد نافذة بصرية تمرّ من خلالها الفوتونات ذات الطاقة الواطئة دون أن تمتص ، والشـــكل (2-2) يوضـــح تركيب النافذة للمفرق الهجين CdS/Si إذا ما أضـــيء في جهة غشـــاء (CdS) حيث أن أحد محاسـن اسـتخدام نبائط تأثير النافذة هو انخفاض عمليات إعادة اتحاد السطح للحاملات الأقلية بسبب إمكانية جعل شبه الموصل ذي فجوة الطاقة الواطئة بعيدا عن السطح .



4-2 التأثير الفوتوفولتائي في الخلية الشمسية Photovoltaic Effect in Solar Cell

عند سقوط فوتونات ضوئية ذات طاقة أكبر من فجوة الطاقة (E_g) ، فان شبه الموصل يمتصها ، كما إن كلَّ فوتون يولّد زوجا من الكترون - فجوة ، وتتحد هاتان الشحنتان بسرعة ونتيجةً لذلك يتحول الفوتون إلى حرارة . وبوجود منطقة الحاجز فإن الإلكترون المتولّد من امتصاص الفوتون ، يتجه نحو الموصل الخارجي في منطقة (n) وتتجه الفجوة نحو الموصل الخارجي الآخر في منطقة (p) . وتتجمع هذه الالكترونات والفجوات على الطرفين ، فيتولّد جهد يؤدي إلى مرور تيار كهربائي بوجود حمل خارجي كما في الشكل (3-2) .[30].



فعند تصميم الخلية الشمسية يجب مراعاة الفعل المتبادل بين الضوء وشبه الموصل . إذ يتكون الضوء من فوتونات ، ذات مدى معين من أطوال الموجات ، وهناك حالات عديدة لتعامل شبه الموصل مع الفوتون كما موضح في الشكل (4-2) ، إذ :

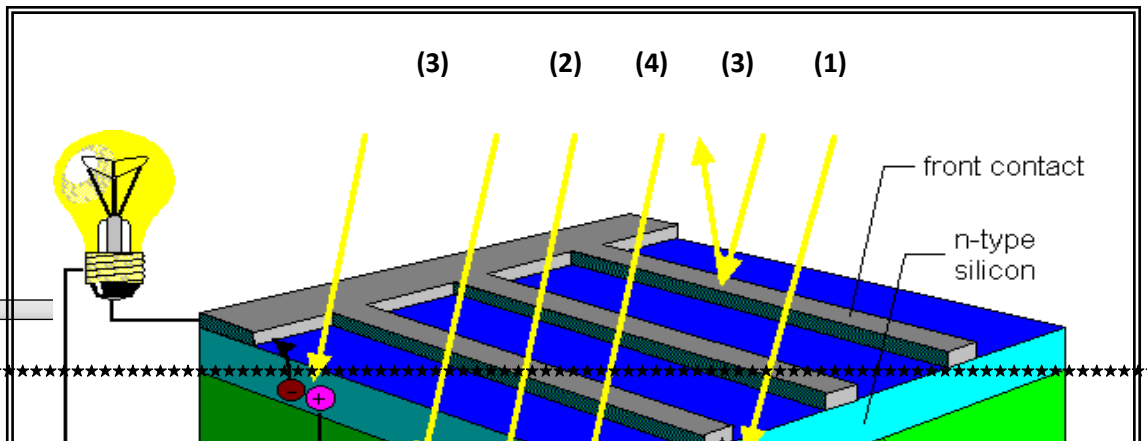
1- ينعكس الفوتون من سطح الخلية الخارجي .

2- يمتص شـــبه الموصـــل الفوتون، فيتولد زوج من الكترون- فجوة لكل فوتون .ثم يتحد زوجا الإلكترون مرة ثانية مع الفجوة قبل أن يصلا إلى الحاجز(p-n)، فتتحول طاقتهما إلى طاقة حرارية .

3- يمتص الفوتون ويكوّن زوجا من الكترون- فجوة ضـــمن طول انتشـــاري ($L_{e,h}$) من حاجز الجهد ، بحيث تنفصـــل الحاملات بسبب المجال الكهربائي خلال منطقة الاستنزاف ، فيتجه الإلكترون إلى منطقة (n) والفجوة إلى منطقة (p) .

4- لا يملك الفوتون طاقة كافية لتحرير زوج من الكترون- فجوة إذ يمرّ خلال الخلية من دون أن يســـبب عملية توليد ، ويتحول إلى حرارة عندما يصل إلى الموصل الخلفي .

الحالة (3) تمثل تولّد الطاقة الكهربائية ، أما الحالات الثلاث الأخرى (1,2,4) ، فتمثل خسـارة أو فقدان ميكانيكية تحويل الطاقة .

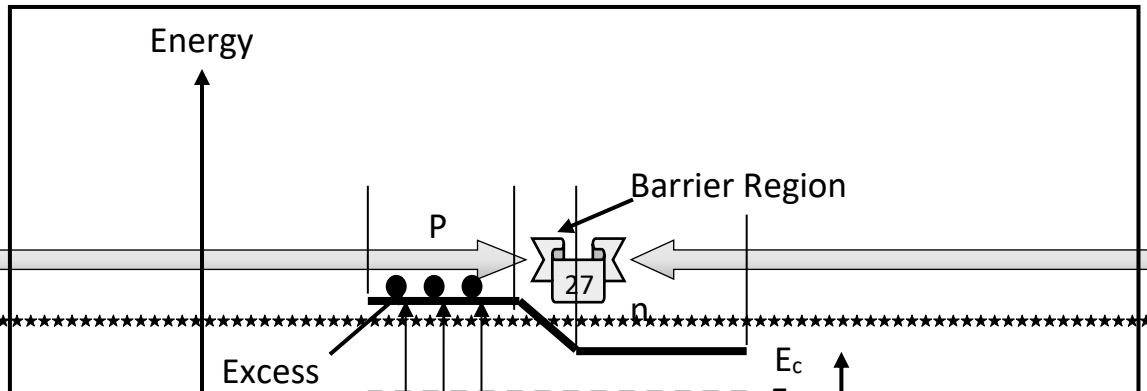


الشكل (4-2) مبدأ الخلايا الفوتوفولتائية [30] .

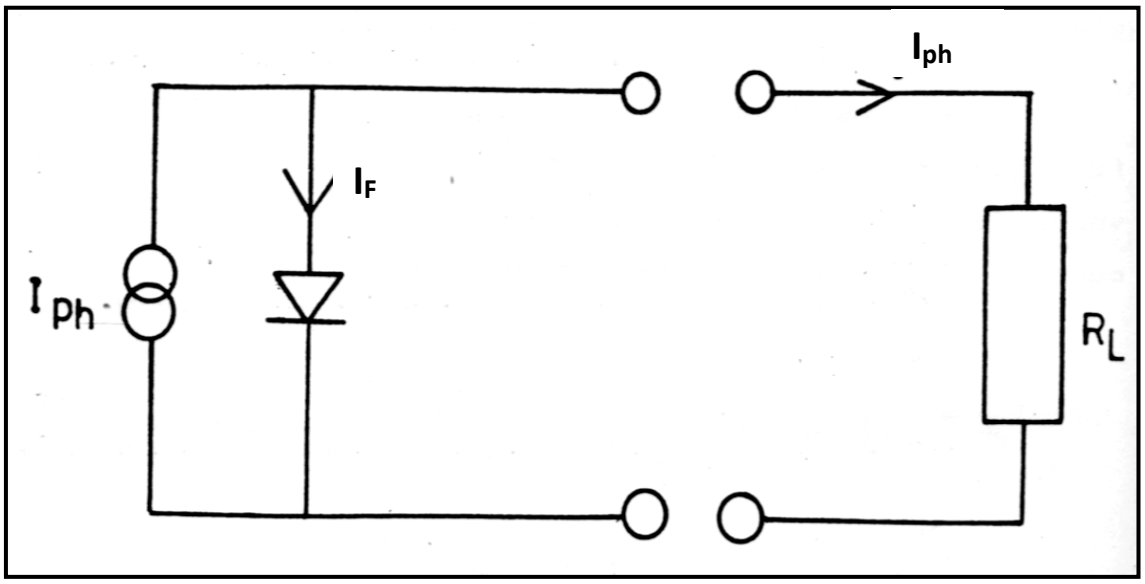
إن الخلايا الشمسية عبارة عن نبائط تعمل على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ولا يتطلب وجود مصدر فولتية خارجية بل إنها تحوّل إلى مصدر فولتية عندما تتعرض لإشعاع بتوزيع طيفي معين وتعتمد عمل الخلايا الشمسية على الظاهرة الفوتوفولتائية (Photovoltaic effect) فقد عرفت هذه الظاهرة لأول مرة على يد العالم (بيكورل) عام (1839) الذي لاحظ أن الفولتية بين الأقطاب المغمورة في محلول الكتروليتي تعتمد على الضوء الساقط .[31]

ثم طور كفاءة الخلية الشمسية أولا العالم (.Chapin et al) في عام (1954) حيث بلغ مقدارها (6%) باستخدام مفرق سليكوني متجانس (p-n) ، وكواحد من إمكانيات تحسين كفاءة التحويل للخلية الشمسية اقترح العالم (Wolf) استعمال خلية المفرق الهجين مع طبقة السطح لمادة ذات فجوة طاقة واسعة .

تعتمد الخلية الشمسية على الفوتونات الساقطة عليها من ضوء الشمس لإنتاج التيار الكهربائي المستمر فهناك عدة عمليات يخضع لها الفوتون الساقط كما موضحة في الفقرة (2-5) ويوضح الشكل (2-5) مخطط توضيحي لمستوي الطاقة في الخلية الشمسية السليكونية.[31]



أما الشكل (2-6) يوضح دائرة مكافئة لخلية شمسية مثالية حيث تمثل : I_{ph} تيار الدائرة الضوئي ,I_F التيار الأمامي ,R_L مقاومة الحمل .



الشكل (2-6) دائرة مكافئة لخلية شمسية مثالية [33].

5-2 كفاءة الخلية الشمسية Efficiency of Solar Cell

تعرّف كفاءة الخلية الشمسية بأنها النسبة بين القدرة الكهربائية الخارجة من الخلية عند نقطة القدرة العظمى (Maximum power point) إلى القدرة الداخلة مضروبة × 100% .

إن كفاءة تحويل القدرة في الخلية الشمسية تعطى بالمعادلة الآتية :

$$\eta = \frac{P_m}{P_{in}} \times 100\% \quad \text{..... (2-1)}$$

$$\eta = I_m V_m / P_{in} \times 100\% \quad \text{..... (2-2)}$$

حيث تمثل P_m القدرة الكهربائية الخارجة أما P_{in} فتمثل القدرة الضوئية الساقطة على الخلية . عند النظر إلى الشكل البياني (2-7) نجد أن I_{sc} تمثل أقصى تيار ممكن للخلية الشمسية و V_{oc} تمثل أقصى فولتية ممكنة لها وحاصل ضرب $(I_m \times V_m)$ يمثل القدرة الكهربائية الخارجة (P_m) والنسبة بين $(I_m V_m / I_{sc} V_{oc})$ تدعى عامل الملء (fill factor) وتعطي بالمعادلة الآتية :[34]

$$F.F = \frac{I_m V_m}{I_{sc} V_{oc}} \quad \text{..... (2-3)}$$

وإن أفضل قيمة لعامل الملء ذلك عندما يساوي (F.F=1) أي (100%) وهذا يعني أن مستطيل القدرة العظمى يتطابق مع منحني خصائص الضوء . ويعدّ عامل الملء (Fill Factor) مقياساً للحدة (Sharpness) للركبة في بياني خصائص التيار- الفولتية للخلية الشمسية المبين في الشكل (2-7) ، وفي الخلايا المثالية يكون عامل الملء دالة لفولتية الدائرة المفتوحة ، وبتحديد الفولتية المعيارية ν_{oc} بالمعادلة :

$$\nu_{oc} = \frac{V_{oc}}{\left(\frac{kT}{q}\right)} \quad \text{.....(2-4)}$$

والعلاقة التي تربطها تجريبيا مع عامل الملء هي :

$$F.F. = \frac{\nu_{OC} - \ln(\nu_{OC} + 0.72)}{\nu_{OC} + 1} \quad \text{.....(2-5)}$$

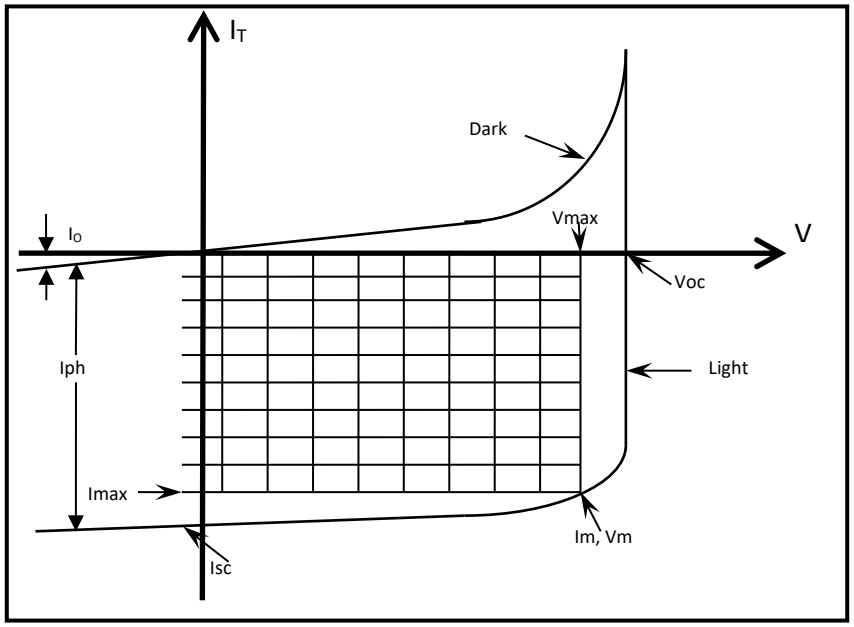
وقيمته بالنسبة إلى الخلايا ذات الكفاءة المقبولة تكون بين (0.85 - 0.70) .

وبترتيب المعادلة (2-3) تمّ الحصول على العلاقة الآتية:

$$I_m V_m = F.F.\ I_{sc} V_{oc} \quad \text{.....(2-6)}$$

وبتعويض المعادلة (6-2) في المعادلة (2-2) يمكن إعادة كتابة كفاءة الخلية الشمسية بالصيغة الآتية:

$$\eta = \frac{F.F \times I_{sc} \times V_{oc}}{P_{in}} \times 100\% \quad \text{.....(2-7)}$$



شكل (2-7) خصائص التيار- الفولتية للخلية الشمسية المثالية [35].

6-2 بعض العوامل المؤثرة على كفاءة الخلية الشمسية :

هناك عدّة عوامل تؤثر على كفاءة الخلية , منها العوامل الطبيعية مثل شدة الضوء الساقط ومدة شروق الشمس وزاوية ميل الخلية بالنسبة إلى الشمس , والزمن ودرجة الحرارة وموقع الخلية يضاف إليها الحالة الجوية , والعوامل غير الطبيعية مثل كفاءة البطارية المستعملة لخزن القدرة الكهربائية الخارجة ومقاومة الحمل والخسائر التي تحدث داخل الخلية , أو العوامل الناتجة من تصنيع الخلية , وكذلك متغيرات الدائرة المكافئة التي تعتمد على طرائق التصنيع وهي :

1-6-2 فولتية الدائرة المفتوحة Open- Circuit Voltage (V_{oc})

هي أقصى قيمة من الفولتية يمكن الحصول عليها على طرفي الخلية الشمسية عندما تكون الدائرة الكهربائية للخلية مفتوحة أي إن مقاومة الحمل ($R_L=\infty$) يمكن تمثيلها بالمعادلة :

$$V_{OC} = \frac{k_B T}{q} \ln\left(\frac{I_L}{I_o} + 1\right) \cdots\cdots\cdots (2-8)$$

إذ q شحنة الإلكترون ، k_B ثابت بولتزمان ، T درجة الحرارة المطلقة, I_L التيار المتولد ضوئيا , I_o تيار الإشباع للثنائي .

إن فولتية الدائرة المفتوحة لها تأثير واضح ومباشر على كفاءة الخلية الشمسية كما هومشار إليه في المعادلة (2-7) إذ إنه بزيادتها تزداد كفاءة الخلية ، ويمكن الاستنتاج بأنها تزداد بصورة واضحة بنقصان قيمة R_S و $1/R_{SH}$ [36] .

2-6-2 تيار الدائرة القصيرة Short – Circuit Current (I_{SC})

يمثل أقصى قيمة ممكنة من التيار الضوئي يمكن الحصول عليها من الخلية الشمسية عند الظروف المثالية عندما يكون قطبا الدائرة الكهربائية للخلية مغلقين إذ إن التيار الضوئي الكلي سيرجع خلال الدائرة الخارجية ويتلاشى تيار المفرق وبذلك تكون الفولتية على قطبي الخلية تساوي صفراً ويمكن تمثيله بالمعادلة الآتية :

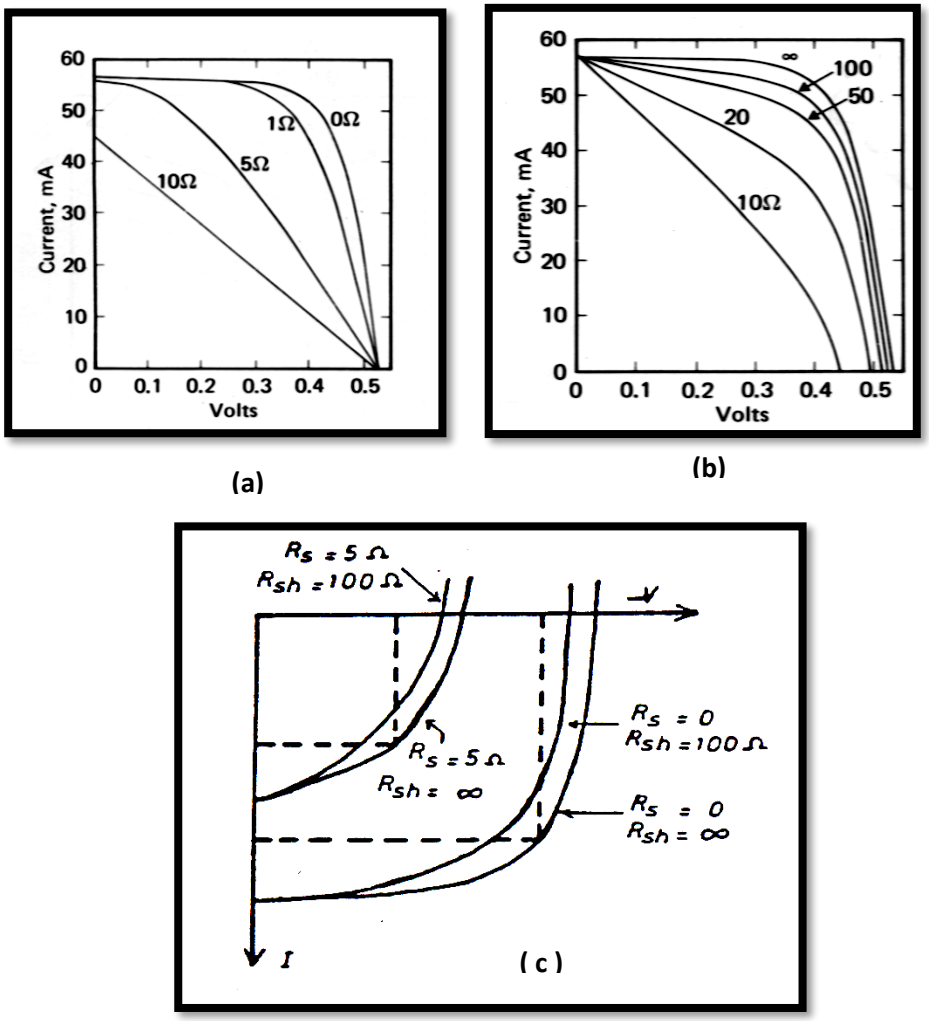
أن تأثير تيار الدائرة القصيرة مماثل لتأثير فولتية الدائرة $I_{SC} = I_o(e^{qV_{OC}/k_BT} - 1) \cdots\cdots\cdots (2-9)$ المفتوحة على الكفاءة كما في المعادلة (2-7) فعند زيادته تزداد كفاءة الخلية الشمسية بالنسبة نفسها .

3-6-2 مقاومة التوالي ومقاومة التوازي

Series Resistance and Shunt Resistance

إن مقاومة التوالي ناتجة عن مقاومة الموصل الأمامي والموصل الخلفي ، ومن مقاومة منطقة القاعدة ذاتها ويفضل أن تكون قيمة مقاومة التوالي أقلّ ما يمكن . تؤثر المقاومة المتوالية في الخلية على عامل الملء وعلى تيار الدائرة القصيرة ، إذ يوضح تأثيرها في الشكل (2-8a) ، إذ عند ازدياد R_s لا تتغير فولتية الدائرة المفتوحة ، ولكن يقلّ عامل الملء بصورة ملحوظة ويحدث انخفاض في تيار الدائرة القصيرة إلى أقل من قيمة التيار الضوئي ، بسبب تيار الظلام المعاكس للتيار الضوئي ، وذلك نتيجة انخفاض الفولتية خلال المقاومة المتوالية عند الانحياز الأمامي [36], وأما المقاومة المتوازية فإنها ناتجة عن التسرب السطحي على جانبي الخلية وكذلك من عيوب الخلية وتسرب الشوائب الغريبة في الوصلة , وان قيمة (R_{sh}) يفضل ان تكون عالية والمقاومة المتوازية لا تؤثر على تيار الدائرة القصيرة ، وإنما تؤثر على كلٍّ من عامل الملء وفولتية الدائرة المفتوحة , أي كلما ازدادت قيمة (R_{sh}) فان فولتية الدائرة المفتوحة أيضا تزداد وهذا يؤدي إلى زيادة في عامل الملء .إن المقاومة المتوازية لا تغير من قدرة الخلية بصورة كبيرة ، بينما تؤثر المقاومة المتوالية على القدرة بشكل كبير ، ففي حالة وجود مقاومة متوالية مثلا (5Ω) فان القدرة سوف تقلّ بنسبة (30%) . ويوضح الشكل (2-8b) تأثير المقاومة المتوازية [37] . إن تأثير المقاومتين في القدرة الخارجة للخلية تحت الضوء موضح في الشكل (2-8c) إذ عندما تكون قيمة ($R_{sh}= \infty$) و($R_s = 0$) يتمّ الحصول على أحسن حالة فبتغير إحدى هاتين المقاومتين تنخفض الفولتية أو ينخفض التيار فيحدد الأداء الكلّي للخلية وقد تعتمد المقاومة المتوالية على عمق الانتشار وتراكيز الشوائب للمناطق p وn وعلى ترتيب الموصلات الأومية للسطح الأمامي ولكي نقلل المقاومة المتوالية يجب زيادة كثافة التطعيم ، وتعدّ هذه الحالة معاكسة للظروف اللازمة لكفاءة جمع تيار عالٍ وقد وجد الحل بجعل منطقة الانتشار رقيقة ولكنها مطعمة

بتركيز عالٍ ، وفي الوقت نفسه يجب تحسين شكل شبكة الموصل الأومي [37] . فالمقاومة المتوالية والمقاومة المتوازية لهما تأثير واضح على كفاءة الخلية الشمسية ، حيث الكفاءة العالية تتطلب (R_s) و($1/R_{sh}$) واطئة جدا .



الشكل (2-8) يبيّن (a) تأثير المقاومة المتوالية على منحني التيار - الفولتية للخلية الشمسية (b) تأثير المقاومة المتوازية على منحني التيار- الفولتية للخلية الشمسية (c) تأثير المقاومة المتوالية والمتوازية على القدرة الخارجة [38].

2-6-4 الانعكاس من السطح Surface Reflection

الانعكاس من سطح الخلية له تأثير في نقصان كفاءة الخلية لذلك يجب تقليله بشكل كبير من خلال طلاء الطبقة العليا للخلية بطبقة أو طبقتين من مادة غير عاكسة التي لها نفاذية عالية مثل (TiO) وهذا بدوره يزيد من كمية الضوء الممتص وزيادة الكفاءة , بالنسبة إلى السليكون فالخسارة في الضوء الساقط تصل إلى 34% عند الأطوال الموجية الطويلة (1.1μm) وتزداد إلى 54% عند الأطوال الموجية القصيرة (0.4μm) فاستخدام طلاء طبقة رقيقة واحدة من مانع الانعكاس يمكن أن يقلّل من الانعكاس 10% فوق معدل هذه المدى من الأطوال الموجية في حين أن طبقتي الطلاء يمكن أن تقلّل أكثر من الانعكاس إلى حوالي 3% بالنسبة إلى الطلاء من طبقة واحدة أو أن سطح الخلية يبنى على شكل هرم مما يزيد من فرصة إعادة عكس الفوتون الساقط إلى داخل الخلية .

2-6-5 مقاومة الحمل Load Resistance

هي من أهم العوامل التي تؤثر على كفاءة الخلية الشمسية وتتحكم بصورة مباشرة بالقدرة الخارجة من الخلية ، لذلك يجب معرفة قيمة هذه المقاومة لكلّ شـــدّة ولكلّ ربط معين وتعرّف بأنها مقاومة الحمل عند نقطة القدرة العظمى لخصـــائص التيار- الفولتية (المقاومة التي يتمّ عندها نقل أعظم قدرة من الخلية إلى الحمل المرغوب فيه لشدة معينة) .[38]

6-6-2 تأثير درجة الحرارة Effect of Temperatures

إن درجة حرارة الخلايا الشمسية تختلف من مكان إلى آخر إذ أن (I_{sc}) للخلية الشمسية لا يعتمد بدرجة كبيرة على درجة الحرارة إذ يتزايد بدرجة طفيفة عند زيادة درجة الحرارة ويرجع ذلك إلى امتصـاص الضـوء بسـبب تناقص فجوة الطاقة الناتج عن زيادة درجة الحرارة . أما فولتية الدائرة المفتوحة تقلّ كلما ارتفعت درجة حرارة الخلية والســبب في ذلك يعود إلى زيادة تيار الإشباع، وبذلك فإن عامل الملء يتناقص وان هذا يؤدي إلى خفض القدرة الخارجة والكفاءة حيث أن القدرة الخارجة من الخلية السليكونية تقلّ بمقدار 0.4 إلى 0.5% لكلّ درجة مئوية حيث يقـلّ هذا النقصان في أشباه الموصلات ذات فجوة الطاقة الكبيرة .

7-2 عملية التوليد في أشباه الموصلات

Generation Process in Semiconductors

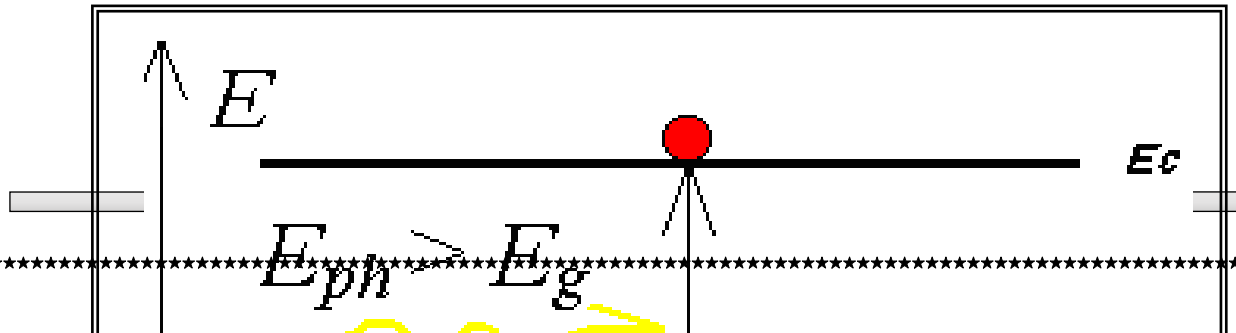
إن توليد الحاملات بسـبب امتصـاص الضـوء يحدث إذا كانت طاقة الفوتون كبيرة لرفع الإلكترون من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصـيل وتوليد زوج من الكترون- فجوة واحد $E_{ph} > E_g$ ، الفوتون الممتص في هذه العملية والطاقة الزائدة ($E_{ph} - E_g$) تضاف إلى الإلكترون والفجوة على شكل طاقة حركية كما في الشكل (2-10) .

إذا كان كلّ فوتون ممتص يخلق زوجا من الكترون- فجوة واحد فان معدل توليد الإلكترون والفجوة يعطى بالمعادلة الآتية :

$$G_{p,light} = G_{n,light} = \alpha \frac{P_{opt}(x)}{E_{ph} A} \cdots\cdots\cdots (2-10)$$

حيث أن :

$G_{p,light}$ يمثل معدل توليد الفجوة , $G_{n,light}$ يمثل معدل توليد الإلكترون , α يمثل معامل الامتصـــاص , P_{opt} (x) يمثل القدرة البصرية , E_{ph} يمثل طاقة الفوتون , A يمثل المساحة .



8-2 الخواص البصرية Optical Properties

تعدّ دراسة الخواص البصرية لأشباه الموصلات وسيلة مهمة لمعرفة الكثير من الانتقالات الالكترونية التي تحدث في المواد وتركيب حزم الطاقة وفجوة الطاقة البصرية والثوابت البصرية مثل معامل الانكسار ومعامل الخمود وثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي والخيالي ، وكذلك تستخدم لدراسة اهتزازات الشبيكة .

1-8-2 الامتصاص البصري

عندما تمتص المادة فوتوناً ذا طاقة تساوي فجوة الطاقة الممنوعة للمادة أو أكبر منها ، يكون باستطاعة الإلكترون أن ينتقل من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل . إن السمة المميزة والمشتركة في مخطط الامتصاص لجميع المواد شبه الموصلة هي الزيادة السريعة الحاصلة في الامتصاص عندما تصبح طاقة الإشعاع الممتص مساوية إلى فجوة الطاقة الفاصلة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل ، وتدعى تلك بحافة الامتصاص الأساسية (Fundamental Absorption Edge) . إن موضع هذه الحافة وتركيبها يعطي معلومات قيمة عن خواص حزم الطاقة وتركيبها في أعلاها وأسفلها .[40]

إن حافة الامتصاص يمكن تقسيمها ثلاث مناطق رئيسة ، كما موضح في الشكل (11- 2) وهي :

1- منطقة الامتصاص العالي (A) High Absorption Region

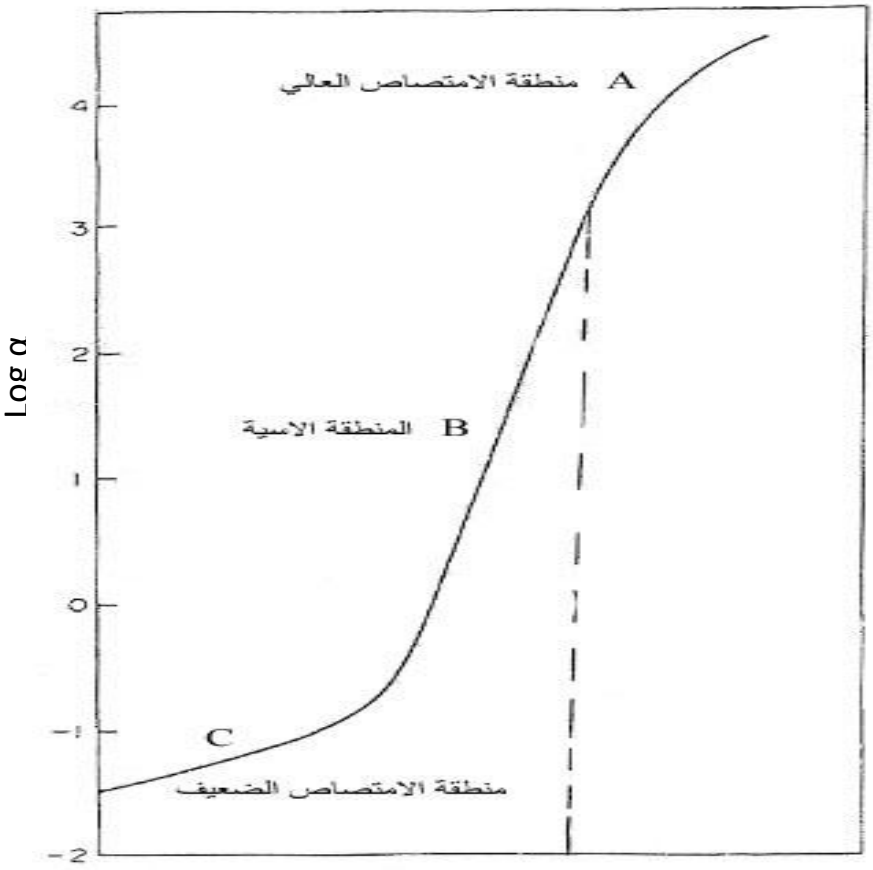
هي منطقة الانتقال بين المستويات الممتدة لحزمتي التكافؤ والتوصيل وتكون قيمة معامل الامتصاص فيها ($\alpha \geq 10^4$ cm^{-1}).

2- المنطقة الآسية (B) Exponential Region

هي منطقة الانتقال بين المستويات الموضعية عند حافات الحزم وتتراوح قيمة معامل الامتصاص فيها ($1 < \alpha < 10^4$) cm^{-1} .

3- منطقة الامتصاص الضعيف (C) Weak Absorption Region

تعزى هذه المنطقة إلى الحالات العميقة في منتصف فجوة الطاقة الناتجة عن الشوائب والعيوب وتكون قيمة معامل الامتصاص فيها صغيرة جداً ($\alpha < 1\ cm^{-1}$).



شكل(11-2) يوضح المناطق الرئيسة للامتصاص البصري[40].

2-8-2 الانتقالات الالكترونية المباشرة

تحدث هذه الانتقالات عندما تكون قمة حزمة التكافؤ أسفل قعر حزمة التوصيل ، فعندما تكون طاقة الفوتون الساقط مساوية لطاقة الفجوة أو أكبر منها فإن الإلكترون سوف ينتقل مباشرة

من قمة حزمة التكافؤ المملوءة إلى حالة كمية شاغرة عند قعر حزمة التوصيل من خلال عملية انتقال عمودية في فضاء متجه الموجة ($\Delta K = 0$) [60] ، كما في الشكل (12-2), في مثل هذا الانتقال البصري المباشر تمتص البلورة فوتوناً ويتكون في الوقت نفسه إلكترون وفجوة ، ولكن من دون تغيير متجه الموجة للإلكترون المنتقل لأن متجه الموجة للفوتون الممتص يكون صغيراً جداً بحيث يمكن إهماله ، في هذه الحالة يطلق على شبه الموصل بأنه شبه موصل ذو انتقال مباشر أو ذو فجوة طاقة مباشرة . عندما تمتص المادة فوتونات ذات طاقة أكبر من فجوة الطاقة ، فإن هذه الفوتونات تستطيع الإسهام في الانتقال المباشر (العمودي) للالكترونات من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل ، إذ إن امتصاص المادة

لفوتون طاقته أكبرمن E_g يعني أن الإلكترون المتهيج يصـبح جسـما حراً في حزمة التوصـيل وكذلك الحال للفجوة التي تركها في نطاق حزمة التكافؤ ويستطيعان الحركة بصورة مستقلة .[40]

الانتقالات الالكترونية المباشرة المسموحة

في هذا النوع من الانتقالات ينتقل الإلكترون من أعلى نقطة في قمة حزمة التكافؤ إلى أوطأ نقطة في قعر حزمة التوصـيل ، إذ تشترك الحالة الابتدائية (E_i) مع الحالة النهائية (E_f) وفقاً للمعادلة الآتية [41] :

$$E_f = h\upsilon - |E_i| \quad \text{.....(2-11)}$$

الانتقالات الالكترونية المباشرة الممنوعة

في بعض المواد ، أن قواعد الانتقاء الكمية (Quantum Selection Rules) تمنع الانتقالات المباشرة عندما ($K = 0$) (وتسـمح لها عندما ($K \neq 0$) ، أي إن احتمالية الانتقالات تزداد مع (K^2) ، هذا يعني أن احتمالية الانتقال تزداد طردياً مع ($h\upsilon - E_g$) إذ إن كثافة الحالات في الانتقالات المباشرة تتناسب طرديا مع ($h\upsilon - E_g$) لذلك فإن معامل الامتصاص يعطى بالعلاقة [41] :

$$\alpha h\nu = Á (h\upsilon - Eg)^r \quad \text{.....(2-12)}$$

حيث إن :

Á : ثابت يعتمد على الكتلة الفعالة للالكترونات والفجوات وكثافة الوسط .

r : هـو ثـابـت يـأخـذ الـقـيـم (1/2 , 3/2 , 2 , 3) بالاعتماد على نوع الانتقالات الالكترونية المسؤولة عن الامتصاص البصري حيث أن :

r = (1/2) للانتقالات المباشرة المسموحة .

r = (3/2) للانتقالات المباشرة الممنوعة .

r = (2) للانتقالات غير المباشرة المسموحة .

r = (3) للانتقالات غير المباشرة الممنوعة .

2-8-3 الانتقالات الالكترونية غير المباشرة

تحدث هذه الانتقالات عندما يكون موضع قعر حزمة التوصيل بعيداً عن موقع قمة حزمة التكافؤ، شكل (2-13) أي عندما يكون هناك تغيير في قيمة متجه الموجة ($\Delta K \neq 0$) ويصـــاحب هذه العملية امتصـــاص فوتون وخلق أو فناء فونون لاهتزاز شـــبيكي [61] ، إذ إن الانتقال من الحالة الابتدائية (E_i) إلى الحالة النهائية (E_f) يكون بوســـاطة انبعاث أو امتصاص فونون وهاتان العمليتان تعطيان على التوالي :

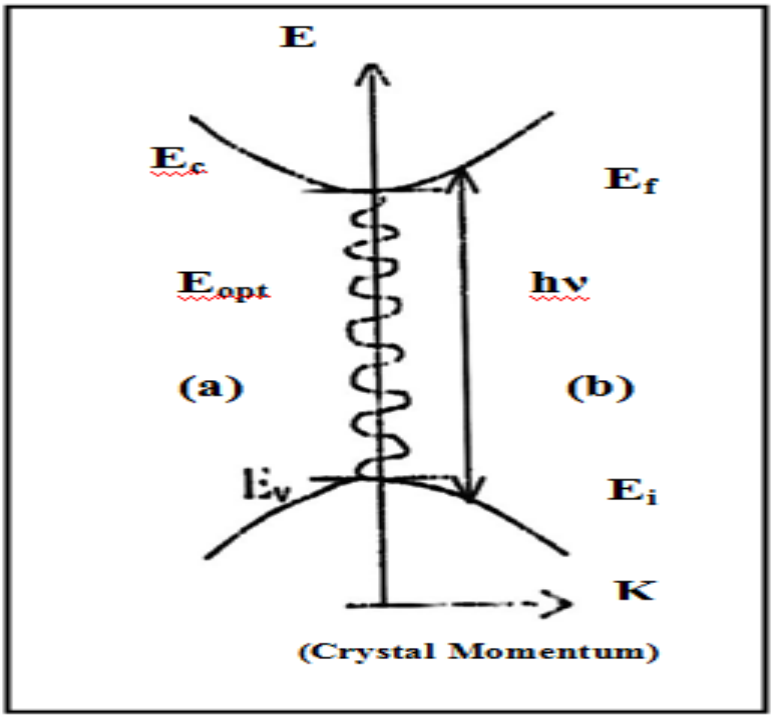
$$h\nu_e = E_f - E_i + E_p$$

$$h\nu_h = E_f - E_i - E_p$$

.....(2-13)

حيث إن E_p هي طاقة الفونون .

توضح الأشكال أدناه (12- 2) , (13- 2) أنواع الانتقالات الالكترونية المباشرة وغير المباشرة حيث يبين الشكل (12-2) الانتقال المباشر المسموح والانتقال المباشر الممنوع أما الشكل (2-13) يوضح الانتقال غير المباشر عند امتصاص فونون والانتقال غير المباشر عند انبعاث فونون [42].



3-8-2 النفاذية والانعكاسية

تعرف النفاذية بأنها النسبة بين شدة الشعاع النافذ إلى شدة الشعاع الساقط وتكتب بالصيغة الآتية :

$$T = \frac{I_t}{I_o} \quad \text{.....(2-14)}$$

أما الانعكاسية فتُعرف بأنها النسبة بين شدة الشعاع المنعكس إلى شدة الشعاع الساقط وتكتب بالصيغة الآتية :

$$R = \frac{I_r}{I_o} \quad \text{.....(2-15)}$$

حيث I_t : شدة الضوء النافذ ، I_r : شدة الضوء المنعكس ، I_o : شدة الضوء الساقط .

ويمكن كتابة النفاذية بدلالة كلّ من الانعكاسية ومعامل الامتصاص وسمك الغشاء [43].

$$T = (1 - R)^2 \, e^{-\alpha t} \quad \text{..... (2-16)}$$

حيث أن (α) هو معامل الامتصاص لمادة الغشاء الذي يمثل النقصان الحاصل في فيض طاقة الإشعاع أو الشدة بالنسبة إلى وحدة المساحة باتجاه انتشار الموجة داخل مادة الغشاء ويقاس عادة ويعرف بالمعادلة الآتية بوحدات : cm^{-1}

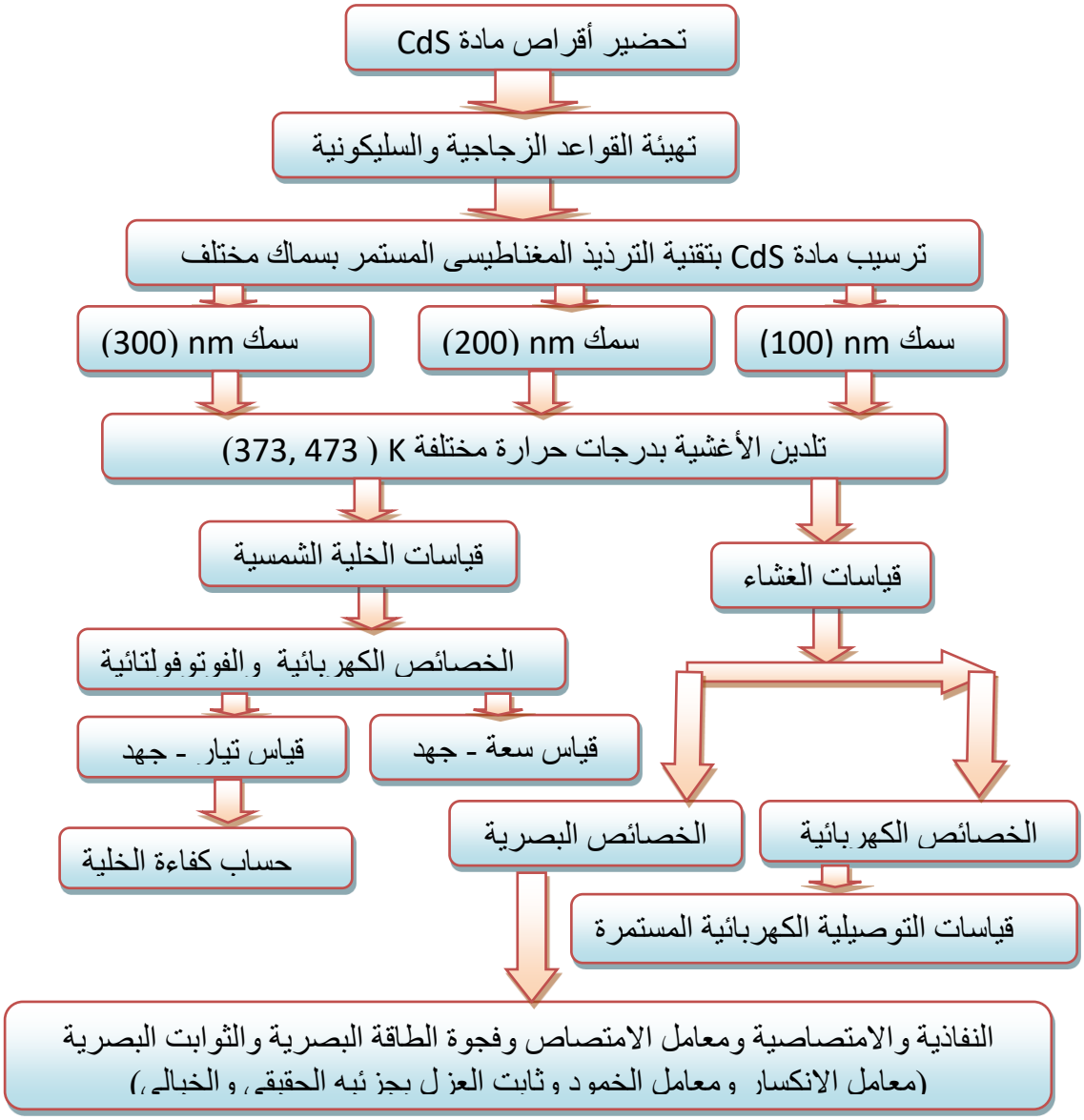
$$\alpha = 2.303A/t \quad \text{.....(2-17)}$$

حيث أن : α معامل الامتصاص ,A : الامتصاصية , t : السمك .

الفصل الثالث

1-3 المقدمة Introduction

يتضمن هذا الفصل استعراض الجانب العملي لمراحل تصنيع الخلية الشمسية ذات المفرق الهجين نوع (CdS/Si) بتقنية الترذيذ المغناطيسي المستمر والقياسات الكهربائية والفوتوفولتائية المتضمنة خصائص (سعة – جهد) و(تيار- جهد) لها كذلك دراسة الخصائص البصرية والتوصيلية الكهربائية لأغشية CdS المحضرة عند قيم مختلفة للسمك وملدنة بدرجات حرارة مختلفة ويوضح الشكل (1-3) مخططاً لمراحل العمل .



شكل (1-3) المخطط التوضيحي لمراحل العمل .

2-3 تحضير العينات Sample Preparation

تـــم في هـــذا البحث اســـتخدام شرائح سليكـــونية أحادية البلورة (Single Crystal) ذات اتجاهية بلورية (100) من نوع -p بمقاومية كهربائية Ω .cm (10-20) وسمك µm (381) وبقطر mm (76) مطعمة بالبورون (Boron) كما استخدمت قواعد زجاجية بأبعاد cm^3 (0.1×2.6×7.6) , في البدء يتمّ تنظيف العينات المراد ترسيب المادة عليها وتشتمل خطوات التنظيف على مايلي :

A – خطوات تنظيف شرائح السليكون

وتتضمن :

1- تنظيف الشرائح بالماء المقطر.

2- تغمر بكحول أثيلي عالي النقاوة 99.999% لمدة 5 دقائق.

3- إجراء عملية التنميش الكيمياوي للتخلص من الشوائب وطبقة الاوكسيد الموجودة على السطح حيث تغمر في حامض الهيدروفلوريك (HF) بتركيز (% 10) لمدة (3-4) دقائق.

4- توضع بالماء المقطر بعد ذلك تغمر بالكحول لإزالة بقايا الحامض المتبقي.

5- إجراء عملية التجفيف بالهواء الساخن بعد ذلك يتمّ وضعها داخل حاوية زجاجية مفرغة من الهواء Torr (10^{-2}) .

B- خطوات تنظيف القواعد الزجاجية

اســتخدم زجاج الصــودا كأرضــيات وبأشــكال مســتطيلة وذات أبعاد cm^3 (0.1×2.6×7.6) للقياســات البصــرية والكهربائية كافة وتمّ تنظيف الأرضيات قبل استعمالها في عملية الترسيب حسب الخطوات الآتية :

1- تغسل الأرضيات الزجاجية بالماء ومسحوق الغسيل وتوضع تحت الماء الجاري لمدة (15) دقيقة للتخلص من الأوساخ العالقة بها إن وجدت .

2- بعد ذلك تغسل الأرضيات الزجاجية بالماء المقطر جيدا ثم توضع في حاوية زجاجية وتغمر بالماء المقطر ثم توضع في جهاز حمام الموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Bath) ولمدة (15) دقيقة .

3- تستخرج الأرضيات الزجاجية من الماء المقطر وتغسل بكحول أثيلي (C_2H_5OH) ذي نقاوة عالية ثم توضع في الحاوية الزجاجية مرة أخرى وتغمر بالكحول وتوضع الحاوية في جهاز حمام الموجات فوق الصوتية لمدة (15) دقيقة لإزالة أي شوائب زيتية عالقة .

4- تستخرج الأرضيات الزجاجية من الكحول ويتمّ تجفيفها بشكل جيد بالهواء الساخن الصادر من مجفف هواء (Blower) ويتمّ استعمال ورق تنظيف خاص أو قطعة قماش ناعمة لكي تكون جاهزة للاستعمال ويمكن بعد ذلك ترسيب الغشاء عليها . وكذلك يجب في البدء قبل تشغيل المنظومة تنظيف المنظومة كلّها جيدا من أية شوائب عالقة بها أثناء ضياع جزء من المادة عند الترسيب بالتطاير أو بالترسب على الجدار الداخلي للناقوس الزجاجي لمنظومة الترسيب أو على أجزاء المنظومة الأخرى حيث أن هذه الشوائب تؤثر على نقاوة الغشاء وبالتالي تؤثر على بقية الخواص المراد قياسها.

3-3 منظومات الترذيذ Sputtering Systems

تستخدم عدة أنظمة لترسيب الأغشية الرقيقة بوساطة الترذيذ وهي [44]:

1- منظومة الترذيذ ذات التفريغ الغازي المتوهج بالتيار المستمر dc glow discharge .

2- منظومة الترذيذ المنحاز bias sputtering .

3- منظومة الترذيذ ذات التيار المتناوب غير المتماثلة ac asymmetric .

4- منظومة الطلاء ألآيوني ion plating .

5- منظومة الترذيذ المستأصلة getter sputtering .

6- منظومة الترذيذ المعززة (Assisted) بالمجال المغناطيسي والانبعاث الإلكتروني الحراري (Thermionic emission) .

7- منظومة الترذيذ باستخدام التردد الراديوي rf- sputtering .

8- منظومة البلازمترون الثنائي.

4-3 طريقة الترذيذ Sputtering Method

تتميز هذه الطريقة عن غيرها من الطرق بأنها ذات تجانس عالٍ ومعدل ترسيب قليل وذات التصاق عالٍ . وهي مفيدة ومهمة للحصول على الأغشية الرقيقة بترسيب الذرات المترذذة على الأرضيات (Substrates) . وقد كان توجه الباحثين إلى تقنية الترذيذ للحصول على الأغشية الرقيقة لأسباب عدة تجعل لها الأفضلية على بقية التقنيات الأخرى كالتبخير مثلاً , ومن هذه الأسباب كون كلفتها واطئة ولاتستهلك الهدف بسرعة وان امتصاصية الأغشية المحضرة بها تكون عالية كما يمكن السيطرة عليها ويمكن باستعمال طريقة الترذيذ أن نحضر شرائح رقيقة من مواد لايمكن تحضيرها بطريقة التبخير بسبب ارتفاع درجة انصهارها. وهناك عدة أنظمة لعملية تحضير الغشاء بوساطة الترذيذ هي :[44]

1- نظام الترذيذ بالتردد الراديوي (R.F.Sputtering) .

2- نظام الترذيذ بالتيار المستمر (D.C. Sputtering) .

وسوف نتطرق إلى تناول الجزء الثاني بصورة مختصرة .

1-4-3 نظام الترذيذ بالتيار المستمر :

إن نظام الترذيذ بالتيار المستمر يمثل موضوع بحثنا هذا ويتضمن هذا النظام مجموعتين:

1- مجموعة الانود : تتألف هذه المجموعة من حامل الأرضية (Substrate Holder) الذي يكون إما مؤرضا (Earth) أو ذا فولتية انحيازية (Baising Voltage) وكذلك تضم هذه المجموعة الأرضية (Substrate) ويجب عزل مجموعة الانود عن مجموعة الكاثود.

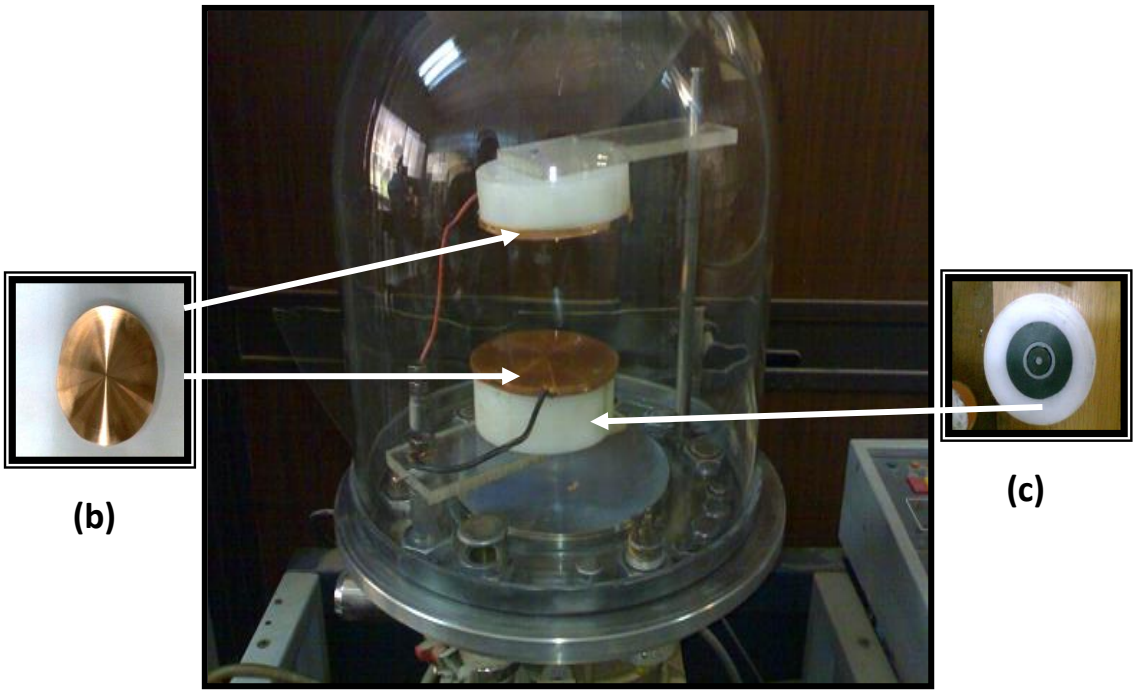
2- مجموعة الكاثود : تتألف من الكاثود الذي يكون قرصا من مادة جيدة التوصيل للتيار الكهربائي مثل النحاس أو الفولاذ , ويفضل استخدام النحاس لتوصيليته العالية مقارنة بالفولاذ وكذلك تضمّ هذه المجموعة الهدف (Target) وهو المادة المراد ترسيبها كغشاء رقيق . ويكون قطر الهدف مناسبا بحيث تساوي مساحته جميع الأرضيات التي يترسب عليها الغشاء أما سمك الهدف فينبغي أن يكون مناسبا لعدة عمليات ترسيبية , ويجب أن لايقل السمك النموذجي عن (2mm) . ويجب في هذه التقنية لصق الهدف على الكاثود بصورة جيدة بحيث يكون التوصيل الكهربائي بينهما عاليا جداً , ويجب أن يكون قطر الهدف المستخدم أكبر من قطر الكاثود (نحاس أو فولاذ) . مع ملاحظة ضرورة عزل مجموعة الكاثود بصورة جيدة عن باقي منظومة الجهاز المؤرضة (Earth) ولمنع ترذيذ مجموعة الكاثود ولجعلها بالاتجاه المطلوب يعمل حاجب ارضي (Ground Shields) حول الكاثود بحيث تكون مؤرضة تماما أو معزولة عن مجموعة الانود . [45]

5-3 طريقة عمل الترذيذ Sputtering Work Method

عند تعرض سطح مادة معينة إلى القصف بجسيمات تحمل طاقة كافية لانفصال ذرات من سطح المادة ومغادرة السطح مسببة تآكل سطح الهدف ، فان هذه العملية تدعى بعملية الترذيذ ، وتدعى الذرات المنفصلة بالذرات المترذذة . أن هذه الذرات المترذذة يمكن أن تكثف على أرضية لتشكيل الأغشية الرقيقة Thin Film . وتتلخص طريقة عمل الترذيذ بتسليط جهد عالٍ تتراوح قيمته من kV (5-0) على الهدف (الكاثود) وهذا بدوره يولّد مجالا كهربائيا تعتمد قوته على قيمة هذا الجهد . ويستعمل غاز الاركون حيث نلاحظ أن ذراته المتعادلة والمستمر جريانها إلى داخل وعاء التفريغ سوف تتآين إلى آيونات موجبة وآيونات سالبة بسبب تصادمها مع الالكترونات , حيث نلاحظ أن الآيونات الموجبة تتعجل إلى سطح الكاثود (الهدف) وتقصفه بطاقة معينة ويكون ناتج هذا القصف ذرات مقذوفة من سطح الهدف (وهو المادة المراد ترسيبها) وفي الوقت نفسه نلاحظ تولّد الكترونات ثانوية نتيجة لذلك القصف وهذه الالكترونات سوف تقوم بتآيين ذرات غاز الاركون المتعادلة وهكذا تعاد العملية من جديد أي تأين ذرات غاز الاركون المتعادلة إلى آيونات موجبة وأخرى سالبة مما يؤدي إلى توهج غاز يستمر طالما استمر جريان الغاز داخل وعاء التفريغ . وتسمى هذه العملية بالتفريغ ألتوهجي (Glow Discharge) أما عند استمرار هذه العملية فتسمى بتفريغ الاستمرار (Self Sustaining) وهناك عدة عوامل مؤثرة على معدل الترسيب بهذه الطريقة منها الضغط داخل وعاء التفريغ , الفولتية والتيار , المسافة بين الكاثود والانود . [46]

6-3 ترسيب العينات Sample Deposition

تمّ تصنيع خلية شمسية بترسيب مادة كبريتيد الكادميوم على شرائح من السليكون وأرضيات من زجاج الصودا بسمك مختلف nm (100,200,300) حيث تمّ ترسيب المادة على هدف (Target) بطريقة التبخير الحراري بالفراغ ثم بعد ذلك تمّ اخذ الهدف ووضعه في منظومة الـــ (Sputtering) ثم اتبعت عدة خطوات لتحضير الغشاء بصورة متجانسة منها ضبط المسافة بين الهدف (Target) والأرضية (Substrate) ثم تشغل المنظومة بعد أن تفرغ من الهواء إلى ضغط داخلي ملائم للترسيب يصل الى mbar (3×10^{-2}) بعد ذلك يتم ضخ غاز الاركون ثم تسليط فولتية عالية تتراوح بين kV(0-1) وأثناء هذه العملية يحسب الزمن ابتداءً من تسليط الفولتية ولفترة محدودة وبعد تكملة الترسيب يترك الجهاز لمدة (60 دقيقة) إلى أن تبرد المنظومة ليكون هناك تجانسا جيدا للغشاء . ثم تكرر هذه العملية لأسماك وارتفاعات وأزمان مختلفة ثم يدرس تأثير درجة حرارة التلدين على الغشاء ولدرجات حرارة مختلفة K (473 , 373) . ويوضح الشكل (3-2) صورة توضيحية للمنظومة المستخدمة في هذا البحث حيث يمثل الشكل (a) منظومة الترذيذ المغنتروني ونلاحظ من الشكل (b) وجود قرصين دائريين يمثلان الكاثود والانود حيث يمثل احدهما الجزء المراد وضع الهدف عليه لغرض ترسيب الغشاء منه أما القرص الآخر يمثل الأرضية وهي الجزء المراد وضع القواعد الزجاجية عليه لغرض ترسيب الغشاء عليه أما الشكل (c) فيمثل التصميم المغنتروني . وحجرة التفريغ مصنوعة من زجاج الكوارتز بارتفاع cm (35) وقطر cm (30) . تحتوي هذه الحجرة على هدفي ترذيذ مستويين مصنوعين من النحاس استخدما كقطب سالب وموجب وبقطر cm (10) وارتفاع يساوي mm (5) .



شكل (3-2) يبين (a) صورة توضيحية لمنظومة الترذيذ المغنتروني المستخدمة في الدراسة

(b) حاملة قاعدة الهدف (كاثود أو أنود) (c) التصميم المغنتروني .

7-3 سمك الأغشية Films Thickness

إن خصائص الغشاء تتأثر بسمكه فهو عامل ذو أهمية في تحديد صلاحية الأغشية لدراسة خصائصها البصرية والكهربائية لذلك وجدت طرائق متعددة لقياس السـمك وقد اختلفت فيما بينها بمبدأ عملها ودقتها في القياس. وفيما يأتي بعض الطرائق المستخدمة لقياس السمك :[47]

1- الطرائق الكهربائية.

2- الطرائق الميكانيكية.

3- الطريقة الوزنية.

4- طريقة التداخل الضوئي .

5- طريقة مرقاب بلورة الكوارتز.

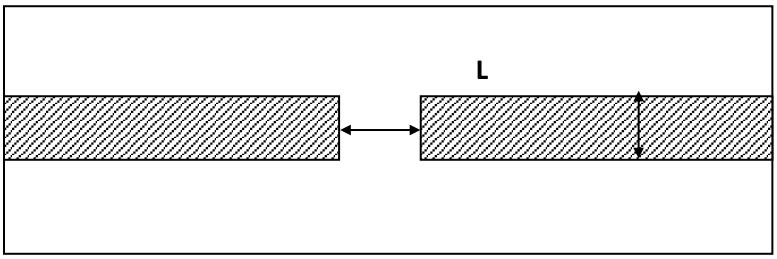
6- طريقة المجهر الالكتروني الماسح.

وسنتناول الطريقة التي اتبعت في هذه الدراسة وهي طريقة التداخل الضوئي .

8-3 الاتصالات الاومية والأقنعة المستخدمة Ohmic Contact and the Masks

تجري عملية الاتصـــالات الكهربائية بترســـيب طبقة من الألمنيوم (Al) ذي نقاوة 99.999% على الوجه غير اللماع لشريحة السليكون وبعدها يتمّ تقطيعها إلى قطع صغيرة ومن ثم يتمّ ترسيب الغشاء على الوجه الآخر للشريحة بعد ذلك يتمّ ترسـيب قطب من الألمنيوم النقي لغرض عمل الاتصـــال الأومي وذلك باسـتخدام أقنعة (Masks) مرتبة على كل قطعة وتكون على شكل دائرة.

وبالنسبة إلى عينات الزجاج الخاصـة بالقياسات الكهربائية المتضـمنة التوصـيلية الكهربائية المستمرة فقد تم ترسيب طبقة من الألمنيوم النقي وذلك باسـتخدام قناع خاص مبين في الشـكل (4 - 3) الذي يوضـح أُنموذجا للأقنعة المسـتخدمة لقياس التوصـــيلية الكهربائية المســـتمرة . يمثل (L) المســـافة بين القطبين وتقاس بوحدة (cm) أما (w) فيمثل عرض القطب المستخدم ويقاس بوحدة (cm) أيضا .



شكل (4 - 3) القناع المستخدم لترسيب أقطاب لقياسات التوصيلية الكهربائية المستمرة

9-3 القياسات البصرية Optical Measurement

أجريت القياسات البصرية التي تشمل طيفي النفاذية (T) (Transmittance) والامتصاصية (A) (Absorpance) لأغشية CdS النقية ولمدى الأطوال الموجية الذي يتراوح بين nm (300-900) بوساطة جهاز (UV/VIS Spectrophotometer P4-8800) ذي الحزمتين الذي جهزته شركة (Philips) إذ يتم وضع العينة المرسب عليها الغشاء في شباك القاعدة بشكل جيد بحيث تسقط الأشعة الضوئية بصورة عمودية على الغشاء ويتمّ كذلك استخدام عينة زجاجية مشابهة لتلك التي تم ترسيب الأغشية عليها حيث تستخدم كمرجع لإلغاء تأثير الزجاج وتبقى قيمة الغشاء الرقيق . وكذلك تم قياس فجوة الطاقة (E_g) (Energy Gap) لأسماك مختلفة nm (100,200,300) ولدرجات حرارة تلدين مختلفة K (373,473) وكذلك قياس باقي الثوابت البصرية المتضمنة معامل الانكسار(n) ومعامل الامتصاص (α) ومعامل الخمود (k) وثابت العزل بجزئيه الحقيقي (e_r) والخيالي (e_i).[47]

10-3 القياسات الكهربائية Electrical Measurements

1-10-3 قياس التوصيلية الكهربائية المستمرة

D.C. Electrical Conductivity Measurements

تم قياس المقاومة كدالة لدرجة الحرارة للأغشية المحضرة النقية وللمدى الحراري من درجة حرارة الغرفة ولغاية K (473) وأجريت القياسات باستخدام الكتروميتر حساس من نوع (Kiethly Digital Electrometer 616) وفرن كهربائي من نوع (memmert) ألماني الصنع بمدى K (303-523) .

وبمعرفة قيمة مقاومة الغشاء وأبعاده يمكن حساب المقاومية (ρ) باستخدام العلاقة الآتية :

$$\rho = r \times A/L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}2)$$

حيث :

r : مقاومة الغشاء (Ω) .

L : المسافة بين القطبين (cm) .

A : مساحة المقطع العرضي لحركة الشحنات (cm^2) .

حيث يمكن حساب قيمة (A) وذلك من حاصل ضرب سمك الغشاء مع عرض القطب .

$$A = w.t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}3)$$

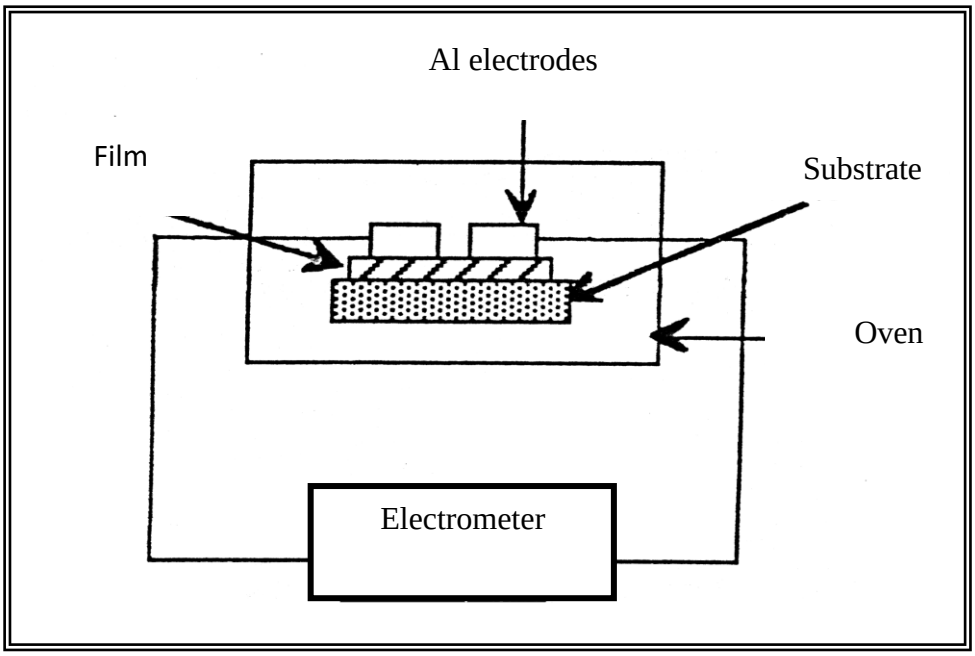
وبعد معرفة قيمة مقاومية الغشاء يمكن حساب التوصيلية الكهربائية المستمرة (σ) وحسب العلاقة الآتية :

$$\sigma = 1/\rho \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}4)$$

تم إيجاد طاقة التنشيط للتوصيلية من حساب ميل العلاقة البيانية التي ترسم بين ($Ln\sigma$) ومقلوب درجة الحرارة (1000/T) مضروبا في ثابت بولتزمان (k_B) بوحدات (eV) بالاعتماد على معادلة ستوك (Stoke) .

$$\sigma = \sigma_o \exp [-Ea/k_BT] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}5)$$

ويوضح الشكل (3-5) الدائرة الكهربائية المستخدمة لقياس التوصيلية الكهربائية المستمرة ($\sigma_{d.c}$).



شكل (3-5) الدائرة الكهربائية المستخدمة لقياس التوصيلية الكهربائية المستمرة

11-3 القياسات الكهربائية والفوتوفولتائية Electrical and Photovoltaic Measurements

وتشمل هذه القياسات خصائص (تيار- جهد) في حالة الإضاءة

أجريت هذه القياسات في حالة الإضاءة حيث تم تسليط شدات ضوئية مختلفة باستخدام مصباح هالوجيني نوع (PHILIPS 120 W) . أنجزت تلك القياسات في حالة الإضاءة حيث تم اخذ القياسات للشدات المجهزة كافة من المصباح الهالوجيني ثم وضعت الخلية الشمسية أسفل المصباح الهالوجيني وربطت الخلية الشمسية إلى مجهز فولتية وكذلك تم ربط اميتر على التوالي وفولتميتر على التوازي مع الدائرة لقياس قيم التيار والفولتية حيث قيست قيمة فولتية الدائرة المفتوحة (Voc) عند (I=0) وقيمة تيار الدائرة القصيرة (Isc) عند (V=0) وتم تحديد أعظم قدرة داخلة للخلية (P_{in}) ومن خلال إيجاد أعظم ناتج لـــ (I_m , V_m) ومن معرفة تيار الدائرة القصير وفولتية الدائرة المفتوحة وكذلك معرفة مساحة الخلية الشمسية المستعملة يمكن إيجاد الكفاءة باستعمال المعادلة الآتية [48] :

$$\eta = \frac{V_{oc} I_{sc} F.F}{P_{in}} \times 100\% \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}6)$$

حيث تمثل (V_{oc}) فولتية الدائرة المفتوحة و(I_{sc}) تيار الدائرة القصيرة و(F.F) يمثل عامل الملء و(P_{in}) تمثل القدرة الداخلة .

الفصل الرابع

1-4 المقـدمة Introduction

يتضمن هذا الفصل استعراض النتائج من قياسات الخصائص البصرية والتوصيلية الكهربائية المستمرة لأغشية كبريتيد الكادميوم النقية والمحضرة على قواعد من الزجاج بتقنية الترذيذ المغناطيسي وبقيم مختلفة للسمك قبل وبعد التلدين وكذلك الخواص الكهربائية والفوتوفولتائية المتضمنة قياسات خصائص (سعة – جهد) و(تيار – جهد) للخلية الشمسية (CdS/Si)ذات المفرق الهجين غير المتماثل المحضرة بهذه التقنية .

2-4 الخواص البصرية Optical Properties

درست الخواص البصرية لأغشية CdS النقية المحضرة بسمك مختلف (100,200,300) nm قبل وبعد التلدين بدرجات حرارة مختلفة (373,473) K باستخدام جهاز (UV-VIS–Spectrophotometer) ذي المدى الطيفي الذي يتراوح من (200-1100) nm حيث تم دراسة النفاذية و الامتصاصية كدالة للطول ألموجي وحساب فجوة الطاقة البصرية ومعامل الامتصاص والثوابت البصرية كافة المتضمنة معامل الانكسار ومعامل الخمود وثابت العزل بجزئيه الحقيقي والخيالي .

1-2-4 طيف النفاذية Transmittance Spectra

إن طيف النفاذية لأغشية كبريتيد الكادميوم المرسبة على قواعد من الزجاج والمحضرة بسمك مختلف وملدنّة بدرجات حرارة مختلفة يمكن ملاحظتها في الأشكال (1-4,2-4,3-4) على التوالي . نلاحظ أن قيم طيف النفاذية تنزاح باتجاه الأطوال الموجية القصيرة مع زيادة درجة الحرارة وهذه الإزاحة تعود إلى تحسن التراكيب البلورية المتمثلة بزيادة الحجم الحبيبي نتيجة زيادة درجات الحرارة ونقصان العيوب التركيبية مما يؤدي إلى تقليل المستويات الموضعية وهذا يعني تقليل الطاقة السطحية للغشاء المرسب الذي يساعد على نمو الحبيبات البلورية . نلاحظ أن أغشية كبريتيد الكادميوم تمتلك نفاذية عالية حيث تراوحت النفاذية عند الطول ألموجي (550) nm بين (75-90 %) لسمك (100)nm و(65-89 %) لسمك (200) nm و(62-87 %) لسمك (300) nm أي عند حافة الامتصاص التي تمثل الحد الفاصل بين المنطقة التي يكون فيها امتصاص الضوء عالياً والمنطقة التي يكون فيها امتصاص الضوء قليلا (المنطقة الشفافة للضوء) التي تتوافق مع الأطروحات النظرية الخاصة بفجوة الطاقة وتشير هذه النتيجة إلى أن حافة الامتصاص تمثل صفة خاصة بالمادة ولا تعتمد على طريقة التحضير وان هذه النتيجة في توافق جيد مع النتائج التي حصل عليها باحثون آخرون .

أن النفاذية تزداد بزيادة درجات الحرارة وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحثون (رائد وجماعته) ، (V.Ciupinab وجماعته) ومع (A.Ashour), ووجدنا أيضا أن النفاذية تقلّ بزيادة السمك وهذا يتفق مع ماتوصل إليه كلٌّ من الباحثين (D.Kathirvel) وجماعته و(R.Sahraei) و (Joel Pantoja) وجماعته . وتوضح الأشكال الآتية طيف النفاذية كدالة للطول الموجي في المدى الطيفي (300-900) nm.

2-4-2 طيف الامتصاصية Absorpance Spectra

إن طيف الامتصاصية لأغشية كبريتيد الكادميوم يسلك سلوكا معاكسا لطيف النفاذية والأشكال (4-4,5-4,6-4) على التوالي توضح تغير طيف الامتصاصية كدالة للطول الموجي بتغير درجة حرارة التلدين والسمك حيث نلاحظ أن الامتصاصية تقلّ بزيادة درجة الحرارة وتزداد بزيادة السمك عند الأطوال الموجية القصيرة حيث تؤدي زيادة السمك إلى زيادة حاملات الشحنة مما يؤدي إلى زيادة الامتصاصية وذلك بسبب زيادة امتصاص الضوء الساقط عليها اضافة إلى كون أن النفاذية تقل بزيادة السمك .

4-2-3 معامل الامتصاص Absorption Coefficient

إن معامل الامتصاص البصري لأغشية كبريتيد الكادميوم قبل وبعد التلدين بدرجات حرارة K (373,473) ولسمك nm (100,200,300) كدالة للطول الموجي موضح بالأشكال (7-4,8-4,9-4) على التوالي حيث لوحظ من خلال هذه الأشكال أن أغشية كبريتيد الكادميوم ذات امتصاص قوي للفوتونات عند منطقة الأطوال الموجية القصيرة التي تتراوح بين nm (300-550) ونلاحظ من هذه الأشكال أن (α) آخذت القيم الموضحة في الجدول (1-4) عند الطول الموجي nm(520) في منطقة الامتصاص العالي . ونلاحظ أيضا من الأشكال أن قيمة معامل الامتصاص تقلّ تدريجيا بزيادة الطول الموجي ودرجة حرارة التلدين . وان السبب في هذا النقصان التدريجي ربما يعود إلى تحسن التراكيب البلورية والى زيادة فجوة الطاقة. وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحثان (C.Santiago) [49] . ولاحظنا أيضا أن معامل الامتصاص يقلّ بزيادة السمك وربما يعود السبب في ذلك إلى التوزيع غير المنتظم في عمق التراكيب وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحث (D.Kathirvel) وجماعته [50] . وان قيم معامل الامتصاص التي تمّ الحصول عليها تؤكد أن نوع الانتقال الحاصل هو من النوع المباشر حيث أن القيم التي تمّ الحصول عليها ($\alpha > 10^4\ cm^{-1}$).

4-2-4 فجوة الطاقة البصرية The Optical Energy Gap

تمّ حساب فجوة الطاقة البصرية المباشرة من المعادلة (2-12) التي تبين نوع الانتقال , وذلك بالرسم البياني بين المحور الصادي الذي يمثل القيم $(\alpha h\nu)^2$ والمحور السيني الذي يمثل قيم طاقة الفوتون ($h\nu$) , وبعد تعيين المحاور وتكملة الرسم يتمّ أخذ مماس للمنحني ويتمّ إسقاطه على محور السينات حيث تمثل نقطة التقاطع قيمة فجوة الطاقة وكما موضح في الأشكال (4-10,4-11,4-12) على التوالي . فقد يتبين من الأشكال أن فجوة الطاقة قد ازدادت بزيادة درجات حرارة التلدين وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحث (A.F.Eldeeb) وكذلك مع (A.Ashour) وجماعته ومع (C.Santiago) وجماعته , ويمكن أن تفسر زيادة فجوة الطاقة البصرية عند زيادة درجة حرارة التلدين بأنَّ هذه الحرارة تؤدي إلى نمو البلورات وفي الحقيقة في الأغشية المترسبة المتعددة البلورات يكون هناك حالات موضعية بالقرب من الحافات الحركية في الفجوة فتكون الانتقالات بين هذه الحالات وتبدو (E_g) صغيرة وفي حالة رفع درجة الحرارة فان هذه الحالات الموضعية تزول ويكون الانتقال من قمة حزمة التكافؤ إلى أسفل حزمة التوصيل وفي بعض الدرجات الحرارية قد يكون الانتقال من مستويات عميقة في حزمة التكافؤ إلى مستويات عميقة في حزمة التوصيل , أما مايخص السمك فنلاحظ أن

فجوة الطاقة تقلّ بزيادة السمك وذلك بسبب التغيرات الحاصلة في ارتفاع الحواجز لحجوم حبيبات التراكيب البلورية للأغشية والكثافة العالية للانحلال (Dislocation) وكذلك زيادة الحالات الموضعية (localized states) في فجوة الطاقة وتأثير عوامل مختلفة مثل المعاملات التركيبية وتركيز الحاملات ووجود الشوائب وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحث (D.kathirvel) وجماعته و (R.Sahraei) وجماعته و (Shiquan Liu) وجماعته . والجدول (1-4) يوضح قيم فجوة الطاقة لدرجات حرارة تلدين وسمك مختلف .

4-2-5 معامل الانكسار Refractive Index

يجب أن تعطى أهمية إلى معامل الانكسار لكي تكتمل دراسة الخواص البصرية حيث يمكن من معرفة معامل الانكسار تمييز أشباه الموصلات عن المعادن والأشكال (4-13,4-14,4-15) على التوالي تبين معامل الانكسار كدالة للطول الموجي لدرجات حرارة تلدين وسمك مختلف ونلاحظ أن قيمة معامل الانكسار قد قلّت عند زيادة درجة حرارة التلدين وأنّ السبب في ذلك يعود إلى تحسن التراكيب البلورية وإلى زيادة فجوة الطاقة الذي يعود إلى تمدد الشبيكة والى نمو الحجم الحبيبي وإلى تقليل كثافة العيوب التي تعني نقصان معامل الانكسار والتي يعتمد عليها معامل الانكسار. ولاحظنا أيضا نقصان معامل الانكسار بزيادة السمك وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحثون (K.EL-Assali) و (C.Santiago) وجماعته .

4-2-6 معامل الخمود Extinction Coefficient

إن تصرف معامل الخمود تقريبا مشابه إلى سلوك معامل الامتصاص البصري وان معامل الخمود يرتبط مع معامل الامتصاص بالعلاقة (2-23) حيث نلاحظ وكما مبين بالأشكال (4-16,4-17,4-18) على التوالي لدرجات حرارة تلدين وسمك مختلف أن معامل الخمود يقلّ عند زيادة درجات الحرارة ونلاحظ أن قيمة معامل الخمود يقلّ تدريجيا بزيادة الطول الموجي . وأن السبب في النقصان التدريجي ربما يعود إلى تحسن التراكيب البلورية و زيادة فجوة الطاقة . وأن هذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحثون (C.Santiago) وجماعته و (رشا عباس عبد الله) . أما بالنسبة إلى تغير معامل الخمود مع السمك فنلاحظ أنّ معامل الخمود يقلّ بزيادة السمك وكما موضح بالأشكال أدناه وربما يعود السبب في ذلك إلى التوزيع غير المنتظم في عمق التراكيب وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحث (D.kathirvel). والجدول (1-4) يبَيْن تغيّر قيم معامل الخمود مع السمك ودرجة حرارة التلدين عند الطول الموجي nm (520) .

4-2-7 ثابت العزل الحقيقي والخيالي

Real and Imaginary Dielectric Constant

تمثل الأشكال (4-19,4-20,4-21,4-22) على التوالي تغيّر ثابت العزل الحقيقي كدالة للطول الموجي أما الأشكال (4-24,4-23) على التوالي تمثل تغيّر ثابت العزل الخيالي كدالة للطول الموجي لدرجات حرارة تلدين وأسماك مختلفة ونلاحظ أن سلوك ثابت العزل الحقيقي مشابه لسلوك معامل الانكسار وحسب العلاقة (2-27) وذلك لأن قيمة (k^2) صغيرة مقارنة بقيمة (n^2) بينما نلاحظ أن قيمة ثابت العزل الخيالي تعتمد بصورة رئيسة على معامل الخمود وحسب العلاقة (2-28) المتعلقة بتغير معامل الامتصاص البصري . ونلاحظ أن ثابت العزل الحقيقي والخيالي يقلّان بزيادة درجات حرارة التلدين والسمك . وهذا يتفق مع ماتوصلت إليه الباحثة (رشا عباس عبد الله) . كما نلاحظ من الأشكال أن قيم ثابت العزل الحقيقي والخيالي تقلّ كلما زاد الطول الموجي والجدول (4-1) يبَيْن تغيّر قيم ثابت العزل الحقيقي والخيالي مع درجات حرارة التلدين والسمك عند طول موجي ثابت (520 nm) .

ويبَيْن الجدول (4-1) المعاملات البصرية لأغشية كبريتيد الكادميوم المختلفة بالسمك nm (100,200,300) قبل وبعد التلدين بدرجات K (373,473) وأخذت هذه القياسات عند الطول الموجي nm (520) .

جدول (4-1) المعاملات البصرية لأغشية كبريتيد الكادميوم لسمك مختلف قبل وبعد التلدين عند الطول الموجي (520 nm)

Thickness (nm)	T (K)	$\alpha \times 10^4$ $(cm)^{-1}$	E_g(eV)	n	k	ε_r	ε_i
100	303	6.5	2.4	3.25	0.25	10.8	1.3
	373	4.2	2.42	2.5	0.18	6.3	0.76
	473	1.5	2.55	2.1	0.1	3.5	0.25
200	303	2.5	2.33	2.5	0.1	5.7	0.62
	373	1.5	2.37	2.4	0.08	4.6	0.3
	473	0.9	2.5	2	0.04	3	0.15
300	303	1.75	2.3	2.4	0.095	5.3	0.35
	373	1.4	2.35	2.1	0.062	4.5	0.2
	473	0.65	2.4	1.75	0.032	2.9	0.09

3-4 الخواص الكهربائية Electrical Properties

تضمنت الخواص الكهربائية دراسة التوصيلية الكهربائية المستمرة عند درجات حرارة تلدين وسمك مختلف .

1-3-4 التوصيلية الكهربائية المستمرة D.C. Electrical Conductivity

إن التوصيلية الكهربائية لأغشية كبريتيد الكادميوم تمّ دراستها وذلك برسم العلاقة البيانية بين (10^3/T) على المحور السيني و (Ln σ) على المحور الصادي ضمن المدى الحراري K (303-473) قبل وبعد التلدين بدرجات حرارة K (373,473) ولسمك مختلف nm (100,200,300) والتي يمكن ملاحظتها في الأشكال (25-4,26-4,27-4) على التوالي وكذلك تمّ دراسة تغيّر المقاومة الكهربائية مع تغيّر درجات الحرارة ووجد أنها تقلّ بزيادة درجة الحرارة وزيادة السمك مما يؤكد امتلاك أشباه الموصلات مقاومة ذات معامل حراري سالب الذي يؤدي بدوره إلى زيادة التوصيلية الكهربائية وكذلك تمّ دراسة تغيّر (σ) التوصيلية الكهربائية مع (T) درجات الحرارة التي يمكن ملاحظتها في الأشكال (28-4,29,4-30,4) على التوالي وكذلك تمّ حساب طاقة التنشيط ووجد أن هناك طاقتان للتنشيط ضمن المدى الحراري K (303-473) لجميع الأغشية الملدّنة وغير الملدّنة ويمكن أن يفسر ذلك على أساس اعتماد σ_o (التي تبدو كأنها ثابتة) على درجات الحرارة حيث إن ($\sigma_o \alpha T^{3/2}$) وكذلك فإن تغيّر كثافة العيوب وعدم ثبوت مستوي فيرمي عند تغير درجات الحرارة لهكذا مدى يؤدي إلى تغيّر طاقة التنشيط مع درجات الحرارة , لذلك نجد أن هنالك أكثر من طاقة تنشيط واحدة ضمن المدى الحراري K (303-473) وكما يلاحظ ذلك من خلال الأشكال المذكورة أعلاه .

أن ظهور طاقتي تنشيط يدل على وجود نوعين من ميكانيكيات انتقال الشحنات أو آليتين للانتقال الالكتروني في درجات الحرارة الواطئة والعالية نسبيا , طاقة التنشيط الأولى ضمن المدى الحراري الأول K (303-385) كما مذكور في الجدول (2-4) في جميع الأغشية المفحوصة تمثل عملية تنطط (Hopping) خلال المستويات الموضعية القريبة من حافة الحركية (Mobility edge) التي تحصل بمساعدة الفونونات الناتجة من اهتزاز الشبيكة حيث تنتقل الالكترونات من إحدى المستويات الموضعية للأخرى . في حين تمثل طاقة التنشيط الثانية ضمن المدى الحراري الثاني K (385-473) الانتقال من مسافات أبعد من حافة الحركية داخل فجوة الطاقة الذي يعني نقصان كثافة الحالات بشكل مفاجئ عند المدى الحراري المذكور لطاقة التنشيط هذه .

تبين الأشكال (25-4,26-4,27-4) على التوالي تغيّر لوغاريتم التوصيلية (Ln σ) مع مقلوب درجة الحرارة (/000 1T) حيث نلاحظ زيادة التوصيلية الكهربائية بزيادة درجة الحرارة وزيادة السمك . وذلك لان المقاومة تقلّ بزيادة درجة الحرارة , أما تأثير التلدين فنلاحظ أن التوصيلية الكهربائية تقلّ كلما زادت درجة حرارة التلدين بسبب أن المعاملة الحرارية (التلدين) أدت إلى حدوث استطارة لبعض ذرات مادة الغشاء سببت في نقصان تركيز حاملات الشحنة مما أدى إلى تناقص التوصيلية , ونلاحظ أيضا أن التوصيلية الكهربائية تزداد بزيادة السمك وهذا يتفق مع ماتوصل إليه (D.Scortescu) وجماعته .

الأشكال (4-28,4-29,4-30) التوصيلية الكهربائية كدالة لدرجات الحرارة ولأسماك مختلفة nm (100, 200, 300) قبل وبعد التلدين بدرجات حرارة K (373 , 473) حيث نلاحظ من هذه الأشكال أن التوصيلية الكهربائية تزداد بزيادة درجات الحرارة وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحثون (Omar Abdul-Sattar) و (Rahul-B.) و (D.Scortescu) .

ونلاحظ أن تأثير التلدين على الأغشية يقلل من التوصيلية الكهربائية بسبب أن المعاملة الحرارية (التلدين) أدت إلى حدوث استطارة لبعض ذرات مادة الغشاء سببت في نقصان تركيز حاملات الشحنة مما أدى إلى تناقص التوصيلية ونلاحظ من الأشكال أيضا أن التوصيلية تزداد بزيادة السمك وذلك لزيادة تركيز حاملات الشحنة وبالتالي زيادة التيار المار مما يسبب زيادة التوصيلية الكهربائية وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحثين (A.Ashour) و (D.Kathirvel) وجماعته و (C.Santiago) وجماعته [50] و(D.Scortescu) [50] . أما بالنسبة إلى طاقة التنشيط (E_a) فكانت هنالك طاقتان احدهما تم حسابها في درجات الحرارة الواطئة والأخرى في درجات الحرارة العالية. حيث نلاحظ أن قيم طاقة التنشيط قد زادت بزيادة درجة حرارة التلدين وقلّت بزيادة السمك وقد يعزى ذلك إلى زيادة الامتصاص ونقصان فجوة

(4-2) معاملات التوصيلية الكهربائية المستمرة لأغشية كبريتيد الكادميوم لسمك مختلف nm (100,200,300) قبل وبعد التلدين بدرجات حرارة K (373,473) حيث تم اخذ هذه القياسات عند تلك الظروف .

جدول (4-2) معاملات التوصيلية الكهربائية المستمرة لأغشية كبريتيد الكادميوم المحضرة بسمك مختلف قبل وبعد التلدين .

Thickness (nm)	T (K)	σ $(\Omega.cm)^{-1}$	E_{a1} (eV)	Temp.Range (K)	E_{a2} (eV)	Temp.Range (K)
100	303	0.03	0.089	303-385	0.25	385- 473
	373	0.02	0.095	303-377	0.26	377- 473
	473	0.01	0.104	303-385	0.33	385- 473
200	303	0.18	0.078	303-370	0.161	370 - 473
	373	0.08	0.087	303-364	0.169	364 - 473
	473	0.05	0.091	303-377	0.173	377 - 473
300	303	0.45	0.06	303-385	0.156	385- 473
	373	0.22	0.065	303-392	0.163	392- 473
	473	0.06	0.066	303-370	0.170	370 - 473

الفصل الخامس

1-5 الاستنتاجات

1- الطاقات البديلة هي الطاقة المُستمدة من موارد طبيعية تنفد عند استخدامها ، إذ تكون ذات كميات محدودة المصدر ، قد تكونت في الأرض منذ ملايين السنين ولها مخزون محدد سينتهي باستهلاكه ، ولا يمكن تجديدها في فترة زمنية قصيرة .

2- تعامل الانسان مع البيئة وموارها منذ القدم بشكل متوازي الا انه بعد الثورة الصناعية زاد الاستهلاكها بشكل ملحوظ نتيجة رفع مستويات معيشته في المدن الصناعية جذب اعداد كبيره من السكان فزاد عدد سكان العالم بالمقابل قلة الموارد البيئية نتيجة للاستهلاكها العالي والمفرط ، فظهرت مشكلات بيئية مختلفة مما اصاب البيئة وموارها ، ضرر ، وقد دلت المعلومات الإحصائية ان الاستهلاك العالي للطاقة التقليدية منذ سنه عام ١٩٨٥ تقول انه بلغ الاستهلاك العالمي للطاقة (١٠) تيرواط) وان سكان العالم سيكون حوال (٢ , ٨) مليار بحدود سنة (٢٠٢٥) انهم سيحتاجون الى (١٤) تيراواط اي (٤) منها في البلدان النامية واكثر من (٩) تيرواط في البلدان الصناعية اي ما يزيد ب (٤٠ %) في عام ١٩٨٠ تشير الدراسات الاحصائية ان احتياطيات العالم من البترول سوف يأخذ بالاستنزاف حيث سيستنزف معظمه ما بين عامي (٢٠٧٥-٢١٠٠) واما الفحم فان معدلات الاستهلاكها الحالية تبلغ ملاين الاطنان سنويا ، وتشتير الاحصائيات انه في عام ٢٠٠٠ وصل استهلاك الفحم بحدود (١٨-١٧) الف مليون طن سنويا وانه سوف يزداد في السنوات المقبلة ، واما الوقود النووي الذي يتطلع العالم اليه اليوم كوقود للمستقبل والذي ينتج الطاقة من خلال عمليتي شطرة ذرة اليورانيوم (٢٣٣) وذرة الثوريوم (٢٣٩) في توليد الطاقة من خلال الاندماج النووي ، وباندماج نواتي اليتريوم والثورنيوم) في ظل المفاعلات النووية التقليدية والسريعة سوف تنتج الاف الأطنان من الطاقة غير ان هذه الطاقة لها تأثيرات واضحة على البيئة خصوصا اذا استخدمت للأغراض الحربية ومنها في صنع الاسلحة النووية وبذلك فأنها تهدد البيئة والبشرية جمعاء .

3- ان موضوع الطاقة من المواضيع التي شغلت اذهان كثير من العلماء والباحثين وطرحت اطر وفلسفات في التخطيط والتنمية وفي كيفية معالجة الطاقة على مستوى العالم ومنها الوطن العربي ، واذا ما علمنا ان معظم الطاقة التقليدية الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعية والوقود النووي) وهي محدودة الكمية في الطبيعة وكذلك معرضة للاستنزاف والتلوث ، حيث تشير الدراسات الاحصائية ان احتياطيات العالم من البترول سوف يأخذ بالاستنزاف حيث سيستنزف معظمه ما بين عامي . (٢١٠٠ - ٢٠٧٥)

4- على هذا الأساس اخذ العلماء والباحثين يفكرون بالتخطيط في ايجاد مصادر للطاقة البديلة وتنميتها من خلال اجراء البحوث العلمية وادخال التكنولوجيات البيئية النظيفة التي تؤثر على تلوث البيئية واستنزافها .

5- يكتسب التعليم الجامعي والعالي في دول العالم اهمية كبيرة في الحياه الاجتماعية والاقتصادية والسياسية حتى غدت الجامعات بحجمها الكمي والنوعي احدى سمات تقدم المجتمعات وتطورها ، وذلك من خلال اهمية التعليم الجامعي

والعالي وربطه بخطط التنمية والتربية والتعليم والبحث العلمي والتكنولوجي ، مما يساهم في رفد المجتمع بطاقات بشرية مؤهلة تخدم خطط التنمية الشاملة في عملية البناء والتنمية الاقتصادية والاجتماعية .

6- لم تعد مهمه الجامعة العصرية على مهمة واحدة الا وهي مهمة التدريس وحدها بل تتعدى ذلك الى اجراء البحوث والدراسات العلمية التي تهتم بقطاعات مختلفة في المجتمع حيث تقوم بتقديم الحلول والمقترحات الضرورية لها ، أن الجامعات ومؤسساتها تختلف من حيث اجراء البحوث والدراسات وذلك لما لها من علاقة بجوانب التنمية الاجتماعية والاقتصادية والثقافية والسياسية .

2-5 التوصيات

1. تطوير الطاقات المتجددة و التقليل من أثار النظام الطاقوي على البيئة .
2. تشجيع الاقتصاد في الطاقة و مكافحة أنماط الاستهلاك غير اقتصادية .
3. حماية البيئة عبر اللجوء إلى استخدام الطاقة المتجددة .
4. تعزيز السياسة الهادفة إلى إيجاد نظم لطاقة تتلائم مع التنمية المستدامة .
5. ترقية و تطوير استعمال الطاقات الأقل تلوينا ، ومن ثم تطور الطاقات البديلة بهدف الحفاظ على الطاقات الأحفورية (غير المتجددة) للأجيال القادمة .
6. يجب على الحكومة العراقية أن تستثمر بفعالية النفطية على الاستثمارات لتضمن تنمية مستدامة لاقتصادها الوطني ، كالعمل على الاستثمار في الطاقات المتحددة لما تزخر أراضيها به من ثروات ، ولما يخولها موقعها الجغرافي من طاقات بديلة .

3-5 الدراسات المستقبلية

1. البحث عن وسائل جديدة لتخزين الطاقة بكفاءة عالية .
2. التعرف على أنواع الاسلاك المستخدمة في نقل الطاقة , وكذلك البحث عن نوع جديد يكون اختصاصه في نقل الطاقة .
3. اجراء تجارب لأكتشاف خلايا شمسية جديدة ذات كفاءة عالية في تحويل الطاقة الشمسية .

المصادر Sources

[1] Appert , O. " Energy and sustainable development : issues and options " , the international Energy Agency , NEA News 2001 .

[2] إبراهيم ،زرزور، "المسألة البيئية والتنمية المستدامة"،ا هاني عبيد،"الإنسان والبيئة:منظومات الطاقة والبيئة والسكان"،دارالشروق،عمان ، 2000 .

[3] مطر، سليم,موسوعة البيئة العراقية ,الطبعه1 ,دار الكلمة الحرة ,بيروت ,2010.

[4] بدران ،إبراهيم وآخرون ,الطاقة في الأردن ,الطبعة 1,دار الفرقان,عمان,1986.

[5] اليوسفي ،باسل وعلي القرة غولي، «جدوى اقتصادية وبيئية من استغلال الطاقة المتجددة في المنطقة العربية»، مجلة البيئة والتنمية، عدد آذار ،2007.

[6] الاتحاد العالمي لطاقة الرياح (World Wind Energy Association(WWEA 2006

[7] الطاقة المتجددة: أنواع وأطياف ترتهن بها حياتنا على هذا الكوكب»، مجلة بدائل، العدد الثامن، صيف 2007.

[8] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الأمم المتحدة، نيويورك، 1 تموز/ يوليو 2007.

[9] قدي، عبد المجيد ، "مدخل إلى السياسات الإقتصادية الكلية، دراسة تحليلية تقييمية،ديوان المطبوعات الجامعية،الجزائر، 2005 .

[10] عبيد،"الإنسان والبيئة:منظومات الطاقة والبيئة والسكان"،دارالشروق،عمان ، 2000.

[11] تقرير اللجنة الحكومية الدولية لتغير المناخ ((IPCC 2007.))

[12] الأبنية الخضراء ترافق الطفرة العقارية في الخليج، 4 تشرين الثاني 2008، متاح على الموقع: www.ameinfo.com 7/ 2/ 2009.

[13] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الأمم المتحدة، نيويورك، 2006.

[14] برنامج الأمم المتحدة للبيئة/المكتب الإقليمي لغرب آسيا 2006

[15] BP : statistical review of world energy , June 2009 .

[16] comme Corinne Gendron , Le développent durable compromise , publications de l'université , Québec , 2006 .

[17] D. Dipanker , Energy and Sustainable Development in India , Helio international , 2005 .

[18] Dincer , I , 2002 , the role of energy in energy policy making , energy policy , Vol . 30.

[19] Elena Nekhaev , Energy for tomorrow's world , future power development , Cornhill publications , London 2001 .

[20] European Photovoltaic industry association CEPIAL , " Solar Generation 6 : Solar Photovoltaic electricity empowering the World " , 2011 .

[21] Federal Ministry for the environment nature conservation and nuclear safety , development of renewable Energy Sources in Germany 2011 , Germany , July 2011 .

[22] Global Renewable Energy Review , 2005 .

[23] Godfrey , D. Photovolatic power generation van nostrand Reinhold co .

[24] Govinda R.T. , Lado , K. , and Patrick A.N. , " Solar energy : Markets , economics and plicies , " Renewable and Sustainable Energy reviews 16 , 2012 .

[25] Green , N.A. , Emery , K. , Hishikawa , Y. and Warta , W. (2008) , Solar Cell efficiency tables (Version32) , progress in photovoltaics : Research and Applications , Vol . 16 .

[26] GTZ . 2001. GTZ Seminar in design and simulation of PVPS : Assessment of and selections eriteria for irrigation methods using PVPS . GTZ , OE 44 , Germany .

[27] IEA : (2007) Bioenergy , potential contribution of Bioenergy to the world's future energy demand , IEA , Bioenergy programme , Paris : IEA .

[28] IEA : World Energy Outlook , Paris : international Energy Agency , 2006 .

[29] José Romero et Kaspar Meuli , La Fièvre Monte inexorablement , Environnement , 2003 .

[30] K. Daifuku , Daifuku , " Nuclear Energy Today " policy brief organization for economic co - operation and development (OECD) , February 2005 .

[31] Kishore , V. V , N , M.R. Gandhi , N. Pathak , S.D. Gomkale , and K.S. Rao 1986.

[32] Development of a solar (thermal) water pump protoyype - anIndo - Swiss experience .

[33] Solar Energy . Vol . 36 . Martinot , E. Renewable 2007 Global Status Report , REN21 , Paris : REN21 secretariat and Washington , DC : World Watch institute , 2008 .

[34] Middleton , N. and O , Keefe , p . (2003) Rio plus ten - politics , poverty and the Environment , London : Pluto press .

[35] Najam & C. Cleveland , " Energy and sustainable development at global environment summits : An Evolving Agenda " , Kluwer A cademic publishers , 2003 .

[36] Najam , A. , Huq , S. and Sokona , Y. (2003) , Climate negotiations beyond Kyoto : development countries concerns and interests , climate policy , Vol . 3 .

[37] New and Renewable Energy Authority- Annual Report (NREA) , 2004/2005 . OECD , Nuclear Energy in a sustainable development perspective .

[38] Radwan , M.S. and H. Haikal , 1981 , A conceptual design of a solar water

[39] pumping unit for developing countries , in " Solar World Forum " proceedings of the international solar energy society congress , Brighton , England , Vol . 2 .

[40] Rashed Cassim , Sustainable Development : The Case of Energy in south Africa , international centre for trade and sustainable development , April 2004 .

[41] Renewable Energy 2012 , Global Status Report , Renewable Energy Policy Network for the 21 the century .

[42] Rifkin , J. (2002) , The hydrogen economy : The creation of the world wide energy web and the redistribution of power on earth , Oxford .

[43] T. Dujardin , " Nuclear Energy and Sustainable - Development " , Economics , Environment , social , OECD Nuclear Agency , May 2007 .

[44] WEC (2007) Survey of energy resources , London : World Energy council .