وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

الطاقة المتجدده واستخداماتها

بحث مقدم الى مجلس جامعة بابل/كلية التربية للعلوم الصرفة كجزء لنيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

اسم الطالبة

اسيا ستار جبر

بأشراف

د .خالد صالح جاسم

٢٠٢٣م.

١٤٤٤هـ

الاية القرآنية

بسم الله الرحمن الرحيم

فَتَبَسَّمَ ضَاحِكًا مِّن قَوْلِهَا وَقَالَ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ

وَوَصَّيْنَا الْإِنسَانَ بِوَالِدَيْهِ إِحْسَانًا حَمَلَتْهُ أُمُّهُ كُرْه وَوَضَعَتْهُ كُرْهًا وَحَمْلُهُ وَفِصَالُهُ ثَلَاثُونَ شَهْرًا حَتَّى إِذَا بَلَغَ أَشُدَّهُ وَبَلَغَ أَرْبَعِينَ سَنَةً قَالَ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمَّد وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين، وبعد ..

فإني أشكر الله تعالى على فضله حيث أتاح لي إنجاز هذا العمل بفضله، فله الحمد أولاً وآخرًا.

ثم أشكر أولئك الأخيار الذين مدوا لي يدَ المساعدة، خلال هذه الفترة، وفي مقدمتهم أستاذي المشرف على الرسالة فضيلة الأستاذ الدكتور/ خالد صالح جاسم الذي لم يدَّخر جهدًا في مساعدتي، فقد فتح لي بيته، كما هي عادته مع كل طلبة العلم، وكنت أجلس معه بالساعات الطوال أقرأ عليه ولا يجد في ذلك حرجًا، وكان يحثني على البحث، ويرغِّبني فيه، ويقوّي عزيمتي عليه فله من الله الأجر ومني كل تقدير حفظه الله ومتّعه بالصحة والعافية ونفع بعلومه.

الإهداء

إلى الذي منني كل ما يملك... ولم يأخذ جهداً في تقديم الدعم لي... مادياً ومعنوياً ونفسياً حتى كنت نباتاً استوى على سوقه بإذن الله ... وكنت الزرع الذي يعجب الزراع نباته

وسر نجاحي ونور دربي.... **والدي**

إلى نبع المحبة والحنان والوفاء وأغلى ما أملك

والدتي العزيزه

الى الدكتور المشرف ع البحث د. خالد صالح جاسم

إلى منهم عزوتي وسندي في الحياة... **إخواني**

إلى من كانوا لي أوفياء... **أصدقائي جميعاً**

إلى من ساهم في إنجاز هذا العمل المتواضع

الخلاصة

تتميز مصادر الطاقة المتجددة بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاذ منبعها، فالطاقة المتجددة هي تلك التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، كما تعرف الطاقة المتجددة بأنها مصدر للطاقة لا ينضب وقابل للتجديد بسرعة ويتم الحصول على الطاقة المتجددة باستغلال الظواهر الطبيعية العادية كطاقة الرياح أو الطاقة المائية أو الطاقة النباتية أو الطاقة المتأتية

من الكواكب الأخرى كأشعة الشمس أو تلك التي تصدر من صلب الأرض (الطاقة الجيو-حرارية) كذلك نعني " بالطاقة المتجددة " الكهرباء التي يتم توليدها من الشمس والرياح والكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والمائية ، وكذلك الوقود الحيوي والهيدروجين المستخرج من المصادر المتجددة وتعد طاقه نظيفة لا ينتج عن استخدامها إي تلوث للبيئة و لا تسبب الضرر للكائنات الحية. ويمكن الاستفادة من بتقنيات بسيطة على عكس المصادر التقليدية غير المتجددة والقابلة للنضوب وتعد الطاقة المتجددة من أكثر إشكال الطاقة جاذبيه ومثار للاهتمام

منهجية البحث : تضمنت تقسيم البحث الى ثلاث فصول الفصل الأول الإطار المفاهيمي للطاقة المتجددة ومصادرها . الفصل الثاني الطاقة الشمسية الفصل الثالث تطبيقات الطاقة الشمسية

الفهرس

ت	الموضوع	رقم الصفحة
	الاية	أ
	اهداء	ب
	شكر وتقدير	ت
	الخلاصة	ث
١	المقدمة	١
١-١	الفصل الأول (مفهوم الطاقة المتجددة)	٢
١-٢	مميزات الطاقة المتجددة	٣
١-٤	الطاقة البديلة	٤
١-٥	مفهوم الطاقة الخضراء	٥
١-٦	مزايا الطاقة الخضراء	٥
	الفصل الثاني (الطاقة الشمسية	٧
٢-١	مفهوم الطاقة الشمسية	٨
٢-٢	كيفية توليد الطاقة الشمسية	٩
٢-٣	فوائد الطاقة الشمسة	١٠
٢-٤	عيوب الطاقة الشمسة الالواح الشمسية	١١
٢-٥	آلية عمل الالواح الشمسية	١٢
٢-٦	وضيفة العاكسات الشمسية	١٣
	الفصل الثالث (تطبيقات الطاقة الشمسية	١٤

٣-١	توليد الكهرباء من الطاقه الشمسيه	١٦
٣-٢	مشروع حديث لتوليد الطاقة الكهربائية بالطاقة الشمسية	١٧
٣-٣	اهم تقنيات الطاقة الشمسية	١٨
٣-٤	الخلية الشمسية	٢٠
٣-٥	تحلية المياه بالطاقة الشمسية	٢١
٣-٦	طرق تحلية المياه بالطاقة الشمسية	٢٢
٣-٧	أنواع تحلية المياة بالطاقة الشمسية	٢٢
٣-٨	عملية تحلية المياه	٢٢
٣-٩	تحديد طرق تحلية المياة	٢٢
٣-١٠	تحلية المياه بالستخدام جزيئات النانو والطاقة الشمسية	٢٢
	الخاتمة	٢٣

ت	قائمة الإشكال	صفحة
١	شكل(١) طاقة شمسية:الواح شمسية	١٣
٢	شكل(٢-٣)طاقة شمسية الواح شمسية	١٨

المقدمة

تشكل مصادر الطاقة المتجددة من الرياح والمياه والطاقة الشمسية ما نسبته ٢٠% من مصادر توليد الطاقة الكهربائية كنها لا تتعدى نسبة ٥% من أجمالي استهلاك الطاقة في الأرض التي تعتمد بمعظمها على الفحم والنفط، ويبدو أو اعتماد على مصادر الطاقة المتجددة التي لم تكن موجودة قبل خمسة عشر عاما ما عدا الطاقة الكهرومانية لها تأتي بيد في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وبحسب الوكالة الدولية للطاقة، فإن انبعاثات غازات الدفينة الناجمة عن وليد الطاقة الكهربائية ستزداد بوتيرة اقل من زيادة وتيرة استهلاك التيار الكهربائي وفي العام ٢٠٢١ ستشكل مصاد طاقة المتجددة ٦٢ % من انشاءات توليد الطاقة الكهربائية المشيدة في العالم" بحيث تصبح "المحرك" في نمو قطا كهرباء، بحسب باولو فرانكل مدير قسم الطاقة المتجددة في الوكالة الدولية بحسب فرانس برس. وفي العام ٠٤٠ صبح نصف انتاج التيار الكهربائي من مصادر الطاقة المتجددة، ويقول عدنان امين "لقد حددت ١٦٠ دولة اهدافها في م تعلق باستخدام مصادر الطاقة المتجددة"، لكن هذه المصادر ما زالت تحتاج الى اثبات كفاءتها وقدرتها على منافس مصادر التقليدية، في المانيا وبريطانيا، أصبحت محطات توليد الكهرباء من الرياح اقل كلفة من الفحم والغاز، ويقد خبراء أن يتواصل هذا الاتجاه. أما في الصين والولايات المتحدة فإن أنتاج الكهرباء من الفحم والغاز ما زال أوفر و ك إن الدول النامية ستبقى على خياراتها في مصادر الطاقة التقليدية ولاسيما الفحم الأقل ثمنا لتلبية حاجاتها المتزايدة مشكله البحث : تبرز مشكلة البحث من خلال طرح السؤال الآني) على الرغم من وجود مصادر الطاقة التقليدي خاصة النفط الخام والغاز الطبيعي إلا إن هذه المصادر قابلة للنضوب بسبب استنزافها فضلا عن مخاطرها على نويث البيئة. والسؤال هو كيف يمكن استثمار مصادر المتجددة بشكل أفضل بحيث تكون مصادر مستدامة وصديقة للبيئة أرضية البحث: ينطلق البحث من فرضية مفادها أن الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الريا له أهمية اقتصادية كبيره في المجتمع. همية البحث : تكمن أهمية البحث في أن موضوع الطاقة المتجددة الذي أصبح من أهم المجالات المطروحة في القر حادي والعشرين لأسباب اقتصادية وبيئية، وفي أهمية الحصول على طاقة مستدامة (متجددة) ونظيفة كضمان للحاض ان للمسـ ستقبل هدف البحث بهدف البحث إلى التعرف على الطاقة المتجددة ومصادرها وكيفية الاستفادة من هذه التجربة خلال الوقد حاضر

الفصل الاول

الإطار المفاهمي

للطاقة ومصادرها

١-١مفهوم الطاقة المتجددة: Renewable energy

الطاقة المتجددة (Renewable Energy) هي موارد الطاقة التي يتجدد تدفقها في الطبيعة ولا تنضب ولكنها قد تكون محدودة بتعبير آخر هي عبارة عن مصادر طبيعية دائمة غير ناضبة متوفرة في الطبيعة بصورة محدودة أو غير محدودة إلا أنها متجددة باستمرار و استخدامها لا ينتج عنه تلوث بيئي نسبي أي أنها طاقة نظيفة وتعرف كذلك بانها نوع من أنواع الطاقة التي لا تنضب ولا تنفد وتشير تسميتها إلى أنها كلما شارفت على الانتهاء تتواجد مجدداً، ويكون مصدرها أحد الموارد الطبيعية، كالرياح، والمياه والشمس، وأهم ما يميزها أنها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة، كونها لا تخلف غازات ضارة كثاني أكسيد الكربون، ولا تؤثر سلبا على البيئة المحيطة بها، كما أنها لا تلعب دوراً ذا أثر في مستوى درجات الحرارة ومصادر الطاقة المتجددة تعتبر متناقضة تماماً مع مصادرها غير المتجددة كالغاز الطبيعي، والوقود النووي؛ حيث تؤدي هذه المصادر إلى الاحتباس الحراري، وإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون عند استخدامها. وانطلاقاً من مدى أهمية الطاقة المتجددة، ظهر في الأونة الأخيرة نوع جديد من الأعمال تحت مسمى تجارة الطاقة المتجدّدة، وتركزت جل أعمالها على تسخير مصادر الطاقة المتجددة، واستغلالها لتكون مصدراً مدرا للدخل والنفع المادي، وذلك من خلال الترويج لها، وعلى الرغم مما تعاب به كيفية استغلال الطاقة المتجدّدة، من كلفة عالية، وعدم توفر الآليات والتقنيات اللازمة بشكل كاب، إلا أن هناك عدداً كبيراً من الدول التي تستعد للبدء بمشاريع استثمارية للطاقة المتجدّدة، مع الحرص على رسم أبعاد سياسات هذه المشاريع، والعمل على تطويرها وتنميتها

١-٢ مميزات الطاقة المتجددة

هناك مجموعة من الميزات التي تتمتع بها الطاقة المتجددة، وتجعلها مصدراً مميزاً للطاقة، وأهمها:

١- تتواجد الطاقة المتجدّدة بشكل جيد في كافة أنحاء العالم.

٢- تعتبر الطاقة المتجددة صديقة للبيئة ونظيفة تتواجد بشكل دائم وتكون قابلة للتجدد مرة أخرى

٣- يسهل استخدامها بالاعتماد على تقنيات واليات بسيطة

٤- تمتاز بانها طاقة اقتصادية جداً.

٥- تعد عاملاً مهماً في التنمية البينية، والاجتماعية، وكافة المجالات

٦- تساعد على خلق فرص عمل جديدة تساعد على التخفيف من أضرار الانبعاثات الغازية والحرارية

٧- تمنع هطول الأمطار العامضية الضارة

٨- تحد من تجمع النفايات بكل أشكالها.

٩- تخلي المزروعات من الملوثات الكيميائية، وبالتالي ترفع الإنتاجية الزراعية

١٠-تستخدم تقنيات غير معقدة، ويمكن تصنيعها محلياً في الدول النامية.

مصادر الطاقة المتجددة:

هي الطاقة المستدامة غير التقليدية والتي يتم الحصول عليها من الطبيعة (الموارد الطبيعية) وهي طاقة لا تنفذ ولا تنضب مع استخدام الانسان لها وتختلف بذلك عن مصادر الطاقة التقليدية المهددة بالانقراض مثل البترول والفحم والغاز الطبيعي واهم مصادرها هي

- الطاقة الشمسية
- طاقة الرياح
- الطاقة الكهرومائية
- الطاقة الهيدروجينية وخلايا الوقود
- طاقة الكتلة الحيوية
- طاقة حرارة باطن الأرض (Geothermal energy)
- طاقة المد والجزر

١-٤ الطاقة البديلة: Alternative

مصطلح يطلق على الطاقة المتجددة التي ستحل محل الوقود الأحفوري مثل البترول والصخر الزيتي، والغاز الطبيعي، وهي طاقة أقل ضرراً على البيئة، وأكثر ديمومة، لاعتمادها بشكل أساسي على الموارد الطبيعية المتجددة (١)

تتميز بعدة مزايا تجعل منها أملاً للمستقبل القريب، إذ إنها أيضاً أقل تكلفة من طاقة الوقود الأحفوري، حيث تقتصر التكلفة التي يتم إنفاقها على الطاقة البديلة على الأدوات والمعدات المستخدمة، بالإضافة لتكاليف الصيانة

كلما تقدم الزمن، أصبحت الاستفادة من ميزات الطاقة البديلة أكثر انتشاراً، وقد تم إنتاج أجيال عدة من السيارات الهجينة، التي تعتمد على الطاقة الشمسية بالإضافة للوقود الأحفوري، كما بدأت الحكومات تشجع مواطنيها على إقامة المشاريع التي تعتمد كلياً على الطاقة البديلة، لأنها أقل كلفة، ولا تسبب أية أضرار للبيئة. هناك أمثلة عديدة على الطاقة البديلة وهي

* طاقة الرياح يمكن الاستفادة منها في تحريك التوربينات، وتوليد الطاقة الكهربائية، وعمليات طحن الحبوب وهي من أقدم أنواع الطاقة البديلة التي تستخدم منذ زمن بعيد.

* الطاقة الشمسية يتم الاستفادة منها على نطاق واسع في البيوت والمصانع والجامعات وغيرها، حيث يُستفاد منها في تسخين المياه، ولأغراض التدفئة، وذلك عن طريق الخلايا الشمسية، كما تستخدم في توليد الطاقة الكهربائية (٢)

* طاقة المياه: تستخدم في توليد الطاقة الكهربائية، عن طريق تحريك التوربينات المسؤولة عن التوليد، ومن ميزاتها أنها دائمة، ويمكن تشغيلها على مدار الوقت دون توقف، على عكس الطاقة الشمسية التي يُستفاد منها في

وقت شروق الشمس فقط، وعلى عكس طاقة الرياح أيضاً التي يستفاد منها وقت هبوب الرياح، وتشمل طاقة المياه أيضاً طاقة المد والجزر

* الطاقة الجوفية هي الطاقة الناتجة عن المياه الجوفية، ويُستفاد منها لغايات توليد التيار الكهربائي، ولأغراض التدفئة، وتشمل أيضا الطاقة الناتجة عن البراكين، والتي يستفاد منها في توليد التيار الكهربائي

١-٥ مفهوم الطاقة الخضراء:

من المعروف ان اللون الاخضر هو لون الهدوء والسلام والسكينة . لون العبور دائما. فالطاقة الخضراء تعنى ان الطريق إلى المستقبل اصبح امنا وانه بات بامكاننا العبور دون خوف او وجل والطاقة الخضراء يطلق عليها ايضا الطاقة المتجددة والطاقة النظيفة والطاقة البديلة والطاقة المستدامة وهي تلك الطاقة التي يمكننا استخلاصها من مصادر طبيعية متجددة مثل الشمس والرياح والمياه والكتلة الحيوية والحرارة الجوفية الارضية بدلا من تلك التي نحصل عليها من مصادر غير نفطية مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي

هناك اجماع بين المنظمات الدولية واللجان الاقليمية على تعريف الطاقة المتجددة (الخضراء) الذي وضعته الوكالة الدولية للطاقة المتجددة التي عرفتها على انها جميع اشكال الطاقة المنتجة من مصادر متجددة وبطريقة مستدامة والتي تشمل الطاقة الشمسية والريحية والطاقة الحرارية الارضية والطاقة الكهرومائية وطاقة المحيطات وعرفتها ايضا وكالة الطاقة الدولية سي الطاقة الكهربائية والحرارية المستمدة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمحيطات والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية والحرارة الارضية والوقود الحيوي والهيدروجين المستخرج من وقود متجددة كما وتعرف بانها الطاقة المنتجة من مصادر متجددة طبيعيا ويعتمد استغلالها على مبدأ الاستدامة فالطاقة الخضراء هي كلمة السر لانقاذ هذا الكوكب من الدمار الذي يلحقه نتيجة الاضرار التي يسببها استخدام الوقود التقليدي واصبح العالم اليوم بأمس الحاجة الى التحول نحو الطاقة الخضراء واعتمادها بدلا من الوقود الأحفوري الذي يتم استخراجه من باطن الأرض والذي بعد السبب الاساس في تكوين الاحتباس الحراري. فالكمية الضخمة التي يتم استخراجها من باطن الأرض لتوفير احتياجات الناس من الوقود تساهم في تغيير المناخ وتلوث الهواء وامام هذه الاحتياجات يصبح التحول نحو الطاقة الخضراء من خلال تفعيل مشاريع انتاج الطاقة أمر في غاية الأهمية

١-٦ مزايا استخدام الطاقة الخضراء

يمكن بيان اهم مزايا الطاقة الخضراء على النحو الآتي

١- تعتمد على مصادر الطاقة المحلية المتوافرة في سائر الدول مما يضمن بالتالي امن الطاقة

٢- مواردها مستدامه ما يعني انها لم تستنفذ ابدا او تلحق الضرر بالبيئة المحلية او الوطنية او العالمية

٢- مواردها موثقة فالنظام المسؤول عن توليد الطاقة من المصادر المتجددة يوفر نظام طاقة اكثر متانة واقل عرضة لانقطاع امدادات الطاقة مقارنة بالانظمة المركزية

٤- هذه الموارد لا تلوث الهواء او اليابس او المياه في حين ان تلوث الهواء في قطاعي النقل والطاقة قد حول العديد م المدن الى مصدر خطر يهدد صحة سكانها

٥- تخضع لتقلبات الاسعار كما يحصل في الوقود الأحفوري والاعتماد عليها يمكن ان يحمي الاقتصاد منم

٦- تتميز هذه الانظمة بوجودها على مقربة من المجتمعات التي تستخدمها مما يوفر الشعور بالقيمة والملكية الجماعية

١- توفر انظمة الطاقة المتجددة فرص عمل جديدة ونظيفة ومتطورة تكنلوجيا

الفصل الثاني

الطاقة الشمسية

٢-١ تعريف الطاقة الشمسية

تعرف الطاقة الشمسية بأنها الإشعاع الصادر عن الشمس والقادر على إنتاج الحرارة أو التسبب في حدوث تفاعلات كيميائية أو توليد طاقة كهربائية؛ وذلك لأن ضوء الشمس بعد مصدرًا قويا للغاية أي أنه أكبر مصدر للطاقة تتلقاها الأرض، ويتكون ضوء الشمس الذي يصل إليها حوالي ٥٠% من الضوء المرني، و ٤٥% من الأشعة تحت الحمراء، وكميات أصغر من الأشعة فوق البنفسجية وغيرها من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي، ولذلك فإن إجمالي كمية الطاقة الشمسية التي تصل الأرض يمكنها أن تتجاوز إلى حد كبير متطلبات الطاقة الحالية والمتوقعة في العالم وقادرة على تلبية جميع احتياجات الطاقة المستقبلية، وفي البحث عن الطاقة الشمسية يُلاحظ بأنه من المتوقع في القرن الحادي والعشرين أن يزيد الطلب على هذه الطاقة كونها مصدرًا للطاقة المتجددة؛ لأنها لا تنضب وغير ملوثة للبيئة على العكس تماما من الطاقة الناتجة من الوقود الأحفوري غير المتجدد كالفحم والنفط والغاز الطبيعي

يحتاج جمع واستيعاب الطاقة الشمسية للاستفادة منها لاستخدام وسائل تقوم بهذا الغرض، فعلى سبيل المثال الأجهزة الصغيرة مثل الآلات الحاسبة والتي لا تتطلب سوى القليل من الطاقة لتعمل يمكن توليد هذه الطاقة دون الحاجة إلى البطاريات، وذلك باستخدام عدد قليل من الخلايا الشمسية الضوئية، والتي تسمى باسم الخلايا الكهروضوئية أو الخلايا الشمسية وهي عبارة عن أجهزة تقوم بتحويل ضوء الشمس بشكل مباشر إلى كهرباء و عن طريقها يتم تشغيل الآلة الحاسبة الخاصة لوقت غير محدود، كما يمكن استخدام الألواح الشمسية على أسطح المنازل أو الشركات التجارية، وعند اصطدام جزيئات الضوء بالخلايا الكهروضوئية والمحتوية على طبقات رقيقة من مادة السيليكون والموجودة بالألواح الشمسية فإن الإلكترونات الموجودة في ذرة السليكون نقلت وترتد حولها وتقوم هذه الإلكترونات بالحركة واحدة تلو الأخرى وفي تدفق مستمر ينتج عنه تيار كهربائي يمكن استخدامه؛ لتزويد المنازل وأماكن العمل بالطاقة

ويمكن أن يُضاف في البحث عن الطاقة الشمسية إيجابيات استخدامها فمنها أن استخدام هذه الطاقة لا يسبب انبعاث الغازات الدفيئة للغلاف الجوي كثاني أكسيد الكربون والميثان والتي تنتج عند حرق الوقود الأحفوري حيث أكدت وكالة الطاقة الدولية عام ٢٠١٤م على أن أنظمة الطاقة الكهروضوئية والحرارية يمكنها تشكيل أكبر مصدر للكهرباء العالمية بحلول عام ٢٠٥٠، ويعتقد بأن استخدامها سوف يقتل أكثر من ٦ مليارات طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية بحلول ذلك العام، ومن هذه الإيجابيات أيضا أن صيانة تكنولوجيا الطاقة الشمسية تعد يمكن الاستفادة من أشعة الشمس وتجميعها لتحويلها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة، مثل: الطاقة الكهربائية، وذلك باستخدام التكنولوجيا والتقنيات الحديثة، بالتالي فإن إقامة مشاريع لتوليد الطاقة الشمسية يعتمد على كمية الأشعة الشمسية التي تسقط على منطقة معينة لتحديد إمكانات الطاقة الشمسية فيها، وقد وجد أن كمية الأشعة الواصلة لمنطقة معينة تختلف باختلاف موقع المنطقة الجغرافي، ومناخها العام، وطول اليوم لهذه

المنطقة (٤) وحتى يتم تحديد إمكانات الطاقة الشمسية كمورد مهم للطاقة في منطقة معينة، يتم قياس كمية الأشعة الساقطة على هذه المنطقة في أوقات مختلفة من السنة، ثم مقارنتها مع مناطق أخرى واقعة على نفس خط العرض ويتم التعبير عن البيانات الناتجة عن قياس كمية الأشعة الساقطة بالكيلو واط في الساعة لكل متر مربع (كيلو واط ساعة متر مربع ، فإذا كانت إمكانات الطاقة الشمسية مؤهلة لإقامة مشاريع توليد الطاقة الشمسية، فيتم إقامتها في هذه المنطقة (٢)

٢-٢ كيفية توليد الطاقة الشمسية

لتوليد طاقة شمسية وتحويلها إلى شكل يمكن الاستفادة منه ينبغي توفر بعض التقنيات التي تعمل على جمع الفوتونات الناتجة من الإشعاع الشمسي والعمل على تحويلها إلى كهرباء أو حرارة ومن هذه التقنيات

(١) المصفوفات الكهروضوئية

المصفوفات الكهروضوئية (بالإنجليزية: Photovoltaic Arrays) تعمل على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية بعملية التحويل الكهروضوئي باستخدام الخلايا الكهروضوئية، فهذه المصفوفة عبارة عن عدد من الخلايا الكهروضوئية الموصولة معا باستخدام مواد فلزية، وموصولة بإطار بدعمها، مما ينتج طاقة أكبر من الطاقة المنتجة من خلية واحدة، وكل خلية كهروضوئية

مكونة بشكل أساسي من مادة السيليكون المعالج حيث يتم تصنيعه بشكل يسمح بنقل الكهرباء عبره، ويتم وصل المصفوفة بباقي نظام توليد الطاقة الشمسية (٤)

(٢) العاكسات العاكس

(بالإنجليزية: Inverter) هو الجزء المسؤول عن تحويل الطاقة الشمسية لشكل يمكن الاستفادة منه، حيث إن كمية ونوع الطاقة الناتجة من الخلايا الكهروضوئية تعاني من مشاكل، فهي تنتج تيار كهربائي مستمر وهذا النوع من التيارات لا يناسب جميع الأجهزة، كما أن مقدار الطاقة التي تنتجه الخلية غير ثابت بسبب اختلاف كمية الأشعة الساقطة عليها، فالعاكس يعالج هذه المشاكل بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد يناسب . الأجهزة، كما أنه يُعالج مشكلة مقدار الطاقة غير الثابتة ويعمل على إنتاج كمية ثابتة من الطاقة، كما يضمن ثبات الجهد للنظام

(٣) مصفوفة التحكم الكهروضوئية

تعمل مصفوفة التحكم الكهروضوئية (بالإنجليزية: Photovoltaic Array Controller) على زيادة كفاءة نظام توليد الطاقة الشمسية عن طريق تعقب أشعة الشمس باستخدام وحدات الضوء، وتحريك المصفوفة الكهروضوئية باتجاه أشعة الشمس لتجميع أكثر كمية من أشعة الشمس باستخدام وحدات تحكم، وبعد إنتاج الطاقة يمكن استخدامها لتشغيل الأجهزة أو غيرها من الأمور عن طريق تثبيت هذا النظام مع الأجهزة المطلوب يمكن الحصول على الطاقة الشمسية على شكل أمواج أو على شكل أشعة سينية، من خلال العديد من الطرق والوسائل ومنها (٧)

البطاريات الشمسية تعمل البطاريات الشمسية على أساس سقوط الضوء على الأسطح الحساسة للضوء، فيتدفق الكهرباء نتيجة لذلك، ومن الجدير بالذكر أن هذه البطاريات تلعب دوراً مهما في الأقمار الصناعية الفضائية، كما استخدمت البطاريات الشمسية لتوليد الكهرباء في جزيرة جوز الهند الواقعة قبالة الساحل الأسترالي المولدات الحرارية تقوم المولدات الحرارية على تحويل الحرارة الناتجة عن الطاقة الشمسية بشكل مباشر إلى كهرباء

(٤) مشاريع إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في مشاريع إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية يتم استغلال الطاقة الشمسية المتاحة في المناطق الصحراوية لتحويلها إلى كهرباء

(٥) المواقد الشمسية: تستخدم المواقد الشمسية في المناطق التي تتوفر فيها أشعة الشمس بشكل دائم.

(٦) نظام المرايا يمكن استخدام نظام المرايا لتركيز الإشعاع الشمسي على برج ماه حيث يتم تسخين المياه، أو الأملاح إلى درجات حرارة عالية، وفي هذه الحالة يتم إنتاج الكهرباء باستخدام توربينات بخارية، تماما كطريقة عمل محطات الفحم الحجري، والطاقة النووية

٢-٣ فوائد الطاقة الشمسية .....

تعد الطاقة الشمسية أحد أهم مصادر الحياة على الأرض، حيث توفر إمدادات الطاقة التي تغذي جميع الأنظمة الأيكولوجية على سطح الأرض، ويتم حاليا العمل على استخدام هذه الطاقة الشمسية بشكل مناسب لتزويد الأرض باحتياجات الطاقة اللازمة في المستقبل، وفي ما يأتي سيتم الحديث عن فوائد الطاقة الشمسية

١- توليد الكهرباء من أشعة الشمس باستخدام أشباه الموصلات

٢- تخفيض انبعاثات غازات الدفينة في الغلاف الجوي مثل الميثان وثاني أكسيد الكربون

٣- استدامة الطاقة الشمسية مقارنة مع احتياطيات الوقود الأحفوري

٤- ميل تكنولوجيا الطاقة الشمسية لكونها مرنة وذات تكاليف صيانة منخفضة

٥- انخفاض تكاليف تشغيل تكنولوجيا الطاقة الشمسية، حيث إن الضوء والحرارة المنبعثة من الشمس مجانية

٦- توفير الكثير من فرص العمل في قطاع الطاقة الشمسية، مقارنة بقطاعات العمل في الوقود الأحفوري

٧- تقليل تلوث الضوضاء المرتبط بتوليد الطاقة وبالتالي تكون أكثر أمنا على صحة الإنسان

٨- تزويد الطاقة المحتملة المحلية وتقليل اعتماد الدولة على مصادر الطاقة الأجنبية

٩- طاقة متجددة غير قابلة للنفاذ، وهى من مصادر الطاقة الطبيعية التي تساهم بشكل كبير، في توليد مختلف أشكال الطاقة، ومن الممكن استخدامها في تسخين الماء بدلاً من الغاز والكهرباء أو تحريك السيارة بدلاً من البنزين، أو إضاءة المنزل بدلاً من الكهرباء (١)

١٠- توفير تكاليف الاشتراك في شركات توليد الكهرباء، فمن الممكن تركيب الألواح الشمسية على أسطح المنازل وتوليد الكهرباء اللازمة لتشغيل الأدوات الكهربائية وإنارة المنزل، وبالتالي تمكن الأفراد من الحصول على الكهرباء من مصادرهم الخاصة

١١- توفير الصيانة لأنه بمجرد تركيب الأحواض أو الألواح الشمسية تبدأ عملها بأعلى درجات الكفاءة والإتقان وتحافظ على البيئة من التلوث الضوضائي وإنتاج الطاقة الكهربائية القابلة للاستخدام في الألواح الشمسية لا يصدر أي صوت مزعج ولا تصدر أي انبعاث ضار يسبب تلوث البيئة . ١٣ _ تستخدم في تدفئة المنازل والمباني، وذلك من خلال استخدام تكنولوجيا خاصة تعمل على النقاط الطاقة الحرارية الصادرة من الشمس

٢-٤ عيوب الطاقة الشمسية والألواح الشمسية .....

بالرغم من الميزات والإيجابيات التي تتمتع بها الطاقة الشمسية؛ إلا أن لها بعض العيوب التي لا بد من الاطلاع عليها، ومنها

١- ارتفاع أثمان اللوحات أو أدوات استغلال الطاقة الشمسية وتركيبها

٢- صعوبة استخدام ألواح الطاقة الشمسية في كافة المنازل، ومثال ذلك ضرورة مواجهة الألواح الشمسية لأشعة الشمس من الجنوب فلا بد من اتخاذها وجهة جنوبية لنجاح ذلك؛ وقد يكون ذلك صعبا في كثير من الأحيان

٣-ندرة الموارد وقلتها، فقد تتطلب الطاقة الشمسية تقنيات نادرة الوجود والإنتاج، فتكون المصانع والشركات في بداية الأمر عاجزة عن تلبية احتياجات الأسواق بالكم الذي تحتاج إليه من هذه التقنيات (٧)

٤- كفاءة الخلايا الشمسية تقدر بحوالي ٢٠% فقط، وعلى الرغم من ذلك فما تزال الدراسات العلمية وعمليات البحث والتطوير على الخلايا قائمة لرفع معدل الكفاءة

٥- ارتفاع أسعار البطاريات التي تستخدم في تخزين الطاقة الشمسية، كما أنه من الصعب تخزين هذه الطاقة بدون خساره كميات كبيرة منها

٦- تكلفة إنشاء نظام شمسي مكلف تقريباً، ولكن على فترات طويلة يكون استخدام هذه الطاقة مربح

٧- عدم توفر الطاقة الشمسية لطوال اليوم، كما أن وجودها أو عدم وجودها يتغير بتغير فصول السنة مما - ١٠ يجعل هذا المصدر غير ثابت بالنسبة للكثيرين

٨- ارتفاع تكلفة المعدات التي تحول الطاقة الحرارية الناتجة من الشمس لطاقة كهربائية أو طاقة كهرومغناطيسية مما يصعب وجود مثل هذه المعدات لدى الكثيرين

٩- إنشاء أنظمة أشعة الطاقة الشمسية مكلف جدًّا، لذلك فإن عدد كبير من الأشخاص لا يُفضلون استخدام الطاقة الشمسية في الأمور الشخصية كالاستخدام المنزلي

١٠- يمكن الحصول على الطاقة الشمسية أثناء النهار فقط لهذا لا يمكن استخدامها أو الاعتماد عليها أثناء الليل أي عند مغيب الشمس، لأن الشمس العامل الأساسي في توليد الطاقة الشمسية

١١-نقل كفاءة الألواح الشمسية عندما تكون الأجواء باردة وشتوية وعندما تكون الشمس غير ظاهرة بسبب الأجواء الضبابية

١٢-يجب الحرص على تنظيف ألواح الطاقة الشمسية باستمرار، ويجب إزالة الأتربة أو الأشياء التي تحجب اللوح الزجاجي عن أشعة الشمس

١٣-لا يمكن استخدام ألواح الطاقة الشمسية في أماكن مغلقة لا تصلها أشعة الشمس أو في أماكن ضيقة أي تصلها أشعة الشمس بشكل كلي

٢-٥ الية عمل أنظمة الألواح الشمسية

عند تركيب الألواح الشمسية في المنازل، تسقط أشعة الشمس على هذه الألواح ثم تقوم هذه اللوحات بتحويل ضوء الشمس إلى تيار مباشر - مستمر، ثم يتدفق التبار إلى العاكس الذي بدوره يحوّل الكهرباء من التيار المستمر إلى تيار

عند تركيب الألواح الشمسية في المنازل، تسقط أشعة الشمس على هذه الألواح ثم تقوم هذه اللوحات بتحويل ضوء الشمس إلى تيار مباشر - مستمر ثم يتدفق التيار إلى العاكس الذي بدوره يحوّل الكهرباء من التيار المستمر إلى تيار متردد، بعد ذلك يمكن استخدام الكهرباء في المنازل تعتبر الألواح الشمسية بسيطة من حيث التركيب وجميلة المظهر، كما أنها تعطي كفاءة عالية وميمترة لإنتاج الطاقة الكهربائية في معظم الأوقات. لكن ما الذي سيحدث إذا لم تكن موجودا في منزلك للاستفادة من الكهرباء التي تولدها الألواح الشمسية، أو عندما لا يمكن لهذه الألواح أن تولد الكهرباء ليلا ؟ لا داعي للقلق فما زلت تستفيد من الكهرباء من خلال نظام يسمّى «عداد الشبكة»، وهو عبارة عن نموذج يربط النظام الكهروضوئي مع الشبكة العامة للكهرباء. ففي كثير من الأحيان تنتج الألواح الشمسية خصوصا في الأيام المشمسة طاقة أكثر من احتياجات الفرد، حيث يذهب فائض الطاقة إلى الشبكة العامة لاستخدامها في مكان آخر، فيحصل الفرد بالمقابل على رصيد من الكهرباء من الشبكة العامة، يمكن استخدامه عندما لا يمكن للألواح أن تولد الكهرباء ليلا، أو في الأيام الملبدة بالغيوم في كل مرة يقوم عداد الشبكة بتسجيل الطاقة المرسلة من الألواح الشمسية ومقارنتها بالطاقة القادمة من الشبكة (٨)

شكل(١) طاقة شمسية:الواح شمسية (٨)

٢-٦ وظيفة العاكسات الشمسية

يقوم العاكس الشمسي بأخذ التيار المستمر من المنظومة الشمسية وتحويله إلى تيار متردد هذه العواكس تشبه أدمغة النظام، حيث توفر أيضا حماية من الأخطاء الأرضية، وتقوم بعمل إحصائيات عن النظام متضمنة الجهد والتيار في كل من التيار المتردد والتيار المستمر، بالإضافة إلى تتبع إنتاج الطاقة وأقصى نقطة للقدرة استحوذت العاكسات الشمسية على صناعات الطاقة الشمسية منذ البداية، ويعتبر إدخال عاكسات المايكرو Micro inverters إحدى أكبر التحولات التقنية في مجال إنتاج الطاقة الكهروضونية تعمل عاكسات المايكرو على تحسين أداء كل لوحة شمسية على حدة، والتي من شأنها تمكين كل لوحة شمسية من القيام بأقصى جهد ممكن في حين يتم استخدام العاكس المركزي Central inviter عند وجود مشكلة في أحد الألواح الشمسية - ربما بسبب وجودها في الظل، أو أصبح سطحها متسفا - مما يؤثر على تقليل كفاءة أداء المنظومة الشمسية بأكملها، إلا أن عاكسات المايكرو كالتي موجودة في نظام الطاقة الشمسية المنزلية، تقوم بتفادي هذه المشاكل (٩).

الفصل الثالث

تطبيقات الطاقة الشمسية

٣-١ توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية

يتم توليد الكهرباء من خلال الطاقة الشمسية بطريقتين، وهما كالاتي

(١) الطاقة الضوئية الطاقة الضوئية هي الطاقة التي يمكن إنتاجها من الضوء في أطوال موجية معينة، بالإضافة إلى سرعة الضوء التي تصل إلى ثلاثمنة ألف كيلومتر في الثانية، مما يعني أن أشعة الشمس التي تصل إلى كوكب الأرض في هذه اللحظة تكون قد انطلقت من الشمس منذ عشرة دقائق سابقة، وتقوم جزيئات الضوء في الضغط على الجسيمات الأخرى في طريقها، فعلى سبيل المثال تقوم أشعة الشمس بالاصطدام في ورقة شجر أثناء وصولها إلى سطح الأرض فتؤدي إلى زيادة درجة الحرا على سطح هذه الورقة، بالإضافة إلى قدرة الضوء القادم من الشمس على حرق جسم الإنسان بشكل بسيط في بعض الأحيان أو يتسبب في جعل البشرة داكنة، أو قد يساهم في التسبب في ضربة الشمس، وهذه أحد الأمثلة البسيطة على تأثير الطاقة الضوئية في حياة المخلوقات الحية، كما تختف وحدات قياس الضوء عن بقية الوحدات العالمية، حيث إن وحدة قياس الضوء تقوم بقياس شدة الضوء والطول الموجي له بحسب قدرة الإنسان على رؤيته وتمييزه، فلا يتم قياس الطول الموجي الأكبر من ٧٠٠ أو الأصغر ٤٠٠م (١٠)

مصادر الطاقة الضوئية ستجيب هذه الفقرة عن الجزء الثاني من سؤال المقال وهو "ما هي الطاقة الضوئية وما مصادرها، حيث إن مصادر الضوء متعددة ومختلفة بشكل كبير، وتختلف الطاقة الضوئية بشكل كبير بحسب اختلاف مصدرها وفيما يأتي بيان بعض مصادر الضوء

اولاً:- المصادر الطبيعية للضوء

مثل الشمس النجوم، القمر، النار والكهرباء الناتجة عن البرق والمصادر الطبيعية للضوء هي العناصر التي تقوم بإصدار الضوء بدون أي تحكم من البشر المصادر الطبيعية الحيوية وهي المخلوقات الحية التي تقوم أجسادها بإصدار الضوء الخاص بها، ومثال على ذلك حشرة البراعة المضيئة وقناديل البحر.

ثانياً:- المصادر الصناعية للضوء

وهو الضوء الناتج عن اختراعات الإنسان، ومثال على ذلك المصابيح البدوية، والكاشف الضوئي، وإضاءة المنازل مثل ما يسمى بمصابيح النيون وأجهزة التلفاز والهواتف النقالة والطاقة الضوئية المستخدمة منذ ٣٠ عاماً، والتي تعتمد على وجود خلايا كهروضوئية مكونة من طبقات رقيقة من السيليكون ومواد أخرى، وهي أشباه موصلات مربعة الشكل، وعندما تصلها أشعة الشمس تبدأ التفاعلات الكيميائية داخل الخلية بإطلاق إلكترون يولد تياراً كهربائياً يمكنه أن يمد بناءاً كاملاً بالطاقة. (١٢)

ثالثا:-الطاقة الحرارية

الطاقة الحرارية شكل معهود من أشكال الطاقة، يتم انتقالها عن طريق التوصيل أو الإشعاع أو الحمل. حيث يتم انتقال الحرارة دائما من الجسم الساخن إلى البارد ويتسبب انتقال الحرارة من جسم إلى جسم ارتفاع درجة حرارته الطاقة الحرارية هي أول ما عرفه الإنسان عن الطاقة، بصرف النظر عن معرفته أو عدم معرفته

بأن أشعة الشمس هي أيضا نوع من أنواع الطاقة. كانت سيطرة الإنسان الأول على الطاقة الحرارية من خلال إيقاد النار سببًا رئيسيا في تطوره الحضاري. وحتى الأن تلعب الطاقة الحرارية دورًا هامًا يوميًا في حياتنا، فنحن نطهو الطعام بها، وتولد منها في المحطات الحرارية الطاقة الكهربائية، كما أننا نستغلها في إدارة المحركات مثل الآلة البخارية ومحرك الاحتراق الداخلي والمحرك النفاث والصواريخ يمكن تحويل الطاقة الحرارية إلى أي نوع آخر من الطاقة مثل الطاقة الميكانيكية كما في السيارة، أو طاقة كهربائية كما في محطة الطاقة الكهربائية أو طاقة إشعاعية كما فالنار أو في النجوم وغيرها لهذا حظيت الطاقة الحرارية منذ القدم بالدراسة، وصيغت قوانينها خلال القرن التاسع عشر فيما يسمى علم الحركة الحرارية (ترودينامیكا) نقاس الطاقة الحرارية بوحدة سعرة أو بوحدة جول. وهي التقنية التقليدية التي تستخدم فيها عاكسات تركز أشعة الشمس لتكوين البخار لتشغيل المولدات الكهربائية، ومن الجدير بالذكر أنه تنتشر في الأسواق تقنيتان تعتمدان على الطاقة الحرارية، وهما كالاتي

١- استغلال حرارة أشعة الشمس لتسخين غاز الهيليوم أو غاز الهيدروجين أو الصوديوم السائل لتكوين غاز مضغوط أو بخار لتحريك التوربينات لتوليد الكهرباء (١٣)

٢- توجيه مرايا تعكس أشعة الشمس إلى برج كبير بداخله ،سوائل، تتحول إلى بخار يدفع التوربينات وبالتالي توليد الكهرباء تعد أول محطة شمسية أقامها القطاع الخاص في منطقة بنبان بمحافظة أسوان، والتي تتضمن تعظيم مشاركة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة لتصل نسبتها إلى ما يزيد على ٣٧% بحلول عام ٢٠٣٥. ومحطة بنبان تعد أحد المواقع المتميزة في مصر لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، إذ تم توقيع عدد من الاتفاقيات لإنشاء مزرعة بنبان للطاقة الشمسية، وتكون بمجرد استكمالها أكبر محطة شمسية في العالم، وتزود مصر بالطاقة النظيفة والمتجددة، وتساهم في توفير الطاقة بالمنطقة وبدأ عدد من الشركات العمل في الموقع، وانتهت شركة «إنفيتي» من إقامة أول محطة وتعمل حاليا على التجارب النهائية للتشغيل التجاري للمحطة، ووزارة الكهرباء قد أطلقت خطة بعد إصدار القانون رقم ٢٠٣ لسنة ٢٠١٤ ، لتحفيز الاستثمار في مجال الطاقة الجديدة والمتجددة والذي يتضمن مجموعة من الآليات التي تساعد المستثمر في الدخول في هذا النشاط لتوليد ٤٣٠٠ ميجاواط من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بأسعار جاذبة، منها ٢٠٠٠ ميجاواط من الرياح، و ٢٠٠٠ ميجاواط من مشروعات الطاقة الشمسية الخلايا الفوتو فلطية)، و ٣٠٠ ميجاواط للمشروعات الشمسية أقل من ٥٠٠ كيلوواط وهو نظام تنافسي للحصول على أقل الأسعار وأعلى كفاءة، لتحقيق أعلى استفادة ممكنة، وأقر مجلس الوزراء الضوابط والأسعار الخاصة بالبرنامج وتم نشرها على جميع المستثمرين المؤهلين، وتم توقيع ٣٢ اتفاقية لشراء الطاقة بإجمالي قدرة ١٤٦٥ ميجاواط باستخدام الخلايا الفوتو فلطية بمنطقة بنبان بغرب أسوان، لتصبح باستكمالها أكبر تجمع لإنتاج الطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية في العالم حتى الا (١٤)

٣-٢ مشروع حديث لتوليد الكهرباء بالطاقة الشمسية

توليد الكهرباء من طاقة الشمس أو الطاقة الكهربائية الشمسية (بالإنجليزية: Solar power) هو توليد الكهرباء من أشعة الشمس. وقد يكون ذلك مباشرة باستخدام الألواح الضوئية الجهدية أو غير مباشرا عن طريق تركيز أشعة الشمس حيث تقوم أشعة الشمس بتسخين مانع مثل الزيت أو الماء أو مصهور الملح، واستخدامه لإنتاج الطاقة. وتمكن بإنتاج الكهرباء من الألواح الضوئية الجهدية ان يخفض من شراء أو إنتاج الكهرباء بالمواد الأحفورية. وإذا زاد إنتاج المنزل من الكهرباء بواسطة الألواح الجهدية فيمكن بيع الزائد إلى محطة الكهرباء التي تزود عادة البيت بالكهرباء (١٥) وتقوم محطة الكهرباء SEGS التي تعمل بطاقة قدرها ٣٥٤ ميجاواط بتركيز أشعة الشمس، كما بدأت حاليا مشروعات لإنتاج التيار الكهربائي قدرتها عدة مليون واط بواسطة لتأثير. وقد أكتمل بناء محطة مورا للطاقة الشمسية التي تعمل بقدرة ٤٦ ميجاواط في البرتغال عام ٢٠٠٨، وهي تعمل بالمصفوفات الضوئية الجهدية، وكذلك محطة فالدبولينتز للطاقة الشمسية ذات القدرة ٤٠ ميجاواط بألمانيا، مما يبين زيادة الإقبال على بناء المحطات الشمسية الجهدية. ومن ميزات الطاقة الشمسية أننا نستطيع معرفة أوقات تولدها وأوقات عدم وجودها. وتقوم بعض تلك المحطات التي تولد الطاقة عن طريق تركيز أشعة الشمس بتخزين الحرارة في أملاح منصهرة. وبذلك تقوم بتخزين الطاقة الشمسية في الصورة الحرارية، فيمكن استغلالها في توليد الكهرباء خلال فترة غياب الشمس نظراً لارتفاع تكاليف الأبراج والأنابيب والمضخات، وتكاليف التركيب والتشغيل، ولأن ثبات الدرجات بين الحار والبارد هو عقبة أمام جميع المواد، إضافة للحاجة إلى نظام تخزين الحرارة عند غياب الشمس، جميع هذه الأسباب دفعت أستاذ الهندسة الميكانيكية ألكسندر سكوم (Alexander Slocum) وفريق متعدد التخصصات إلى تصميم جهاز متطور يحل هذه المشكلة، ومن أهم مزايا هذا الاختراع (١٦)

١- الجهاز هو عبارة عن خزان كبير يحتوي على ملح مصهور، حيث إن الملح له قدرة على تحمل درجات حرارة عالية جداً بالإضافة لقدرته الكبيرة على امتصاص الحرارة
٢- تثبيت جهاز Heliostat) على أحد القسم والذي يركز أشعة الشمس مباشرة على الملح داخل الخزان من خلال فتحة صغيرة فيه
٣- تتوزع الحرارة في كامل الخزان بسبب حمل الملح المصهور للحرارة
٤- عند توليد الطاقة يقشط الملح الساخن من أعلى الخزان ويمر عبر مولد بخار، أما الملح البارد والمنصهر فيرجع إلى أسفل الخزان
٥- عند غياب أشعة الشمس أو في المساء تغلق فتحات الخزان

(٣-٣)اهم تقنيات الطاقة الشمسية

تستخدم لإنتاج الكهرباء، الحرارة، الضوء، المياه الساخنة، وعمليات التدفئة والتبريد هناك مجموعة متنوعة من التقنيات التي تم تطويرها للاستفادة من الطاقة الشمسية وفيما يلي نبرز اهم هذه التقنيات

أولا: انظمه الطاقة الشمسية الكهربائية

تستخدم العديد من محطات الطاقة اليوم الوقود الأحفوري كمصدر حرارة لغلي المياه، حيث يدير البخار الناتج من على الماء توربينات ضخمة، والتي تشغل المولدات لإنتاج الكهرباء ظهر أيضا جيل جديد من محطات الطاقة التي تعمل بأنظمة الطاقة الشمسية المركزة هناك ثلاث طرق رئيسية من هذه الأنظمة لإنتاج الكهرباء هي طريقة المرأة المقفرة ««Parabolic - Trough الصحن الشمسي Dish Engine، وبرج الطاقة الشمسية (Power tower» .(V

ثانيا: أنظمة التسخين السلبي للطاقة الشمسية والإضاءة النهارية

عندما تخرج من منزلك في يوم صيفي حار ومشمس، ستشعر بالتأكيد بضربة الشمس الحارة في جسمك الناتجة من شدة الطاقة الشمسية، اليوم تم تصميم العديد من المنازل حول العالم للاستفادة من هذا المصدر الطبيعي. في الصيف، دائما ما يواجه الجانب الجنوبي أشعة الشمس، لذلك عادة ما تحتوي المنازل التي تم تصميمها للتسخين السلبي على نوافذ كبيرة تطل على جهة الجنوب تصنع جدران المنازل والأرضيات والنوافذ لامتصاص وتخزين الطاقة الشمسية، حيث تقوم بإطلاق الحرارة المخزنة في الشتاء للاستفادة منها في تدفئة المنازل والأغراض المنزلية الأخرى، في حين تقوم برفض الطاقة الشمسية في الصيف عادة ما تسمى المنازل التي تستخدم هذه المواد غير الضارة بالبيئة بالمنازل الخضراء Green houses». أيضا من ميزات التسخين السلبي أنها توفر إضاءة نهارية للمنازل، حيث تستخدم ضوء الشمس الطبيعي لإضفاء بعض اللمسات

الجميلة داخل المنازل.

شكل(٢-٣)طاقة شمسية الواح شمسية (١٨)

ثالثا : انظمه الطاقة الشمسية للتدفئة والتبريد

تستخدم المباني التجارية والصناعية نفس تقنيات الطاقة الشمسية التي توجد في المباني السكنية - الأنظمة الكهروضوئية، التسخين السلبي، تسخين المياه - ويمكن لهذه المباني أيضا استخدام تقنيات غير عملية في المنازل تشمل تسخين هواء التهوية عمليات التسخين الشمسية، والتبريد بالطاقة الشمسية. معظم العلماء يعتقدون أن زيادة انبعاث ثاني أوكسيد الكربون الناتج من حرق الوقود الأحفوري هو المسؤول عن الاحتباس الحراري وتغير المناخ في جميع أنحاء العالم. من المؤكد أن صناعات الطاقة الشمسية ستكون أفضل خيار للطلب المتزايد على الطاقة في المستقبل نظرا لجودتها الفائقة من حيث التوافر، كما أنها نظيفة وغير مضرة بالبيئة، فعاليتها من حيث التكلفة، سهولة الوصول إليها، والكفاءة العالية مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة الآخر. (١٨)

٤-٣ الخلية شمسية

الخلية الشمسية أو الضوئية أو الكهروضوئية وكان يطلق عليها في الأيام الأولى لصناعتها بطارية شمسية ولكن أصبح ذلك يحمل معنى مختلف تماما الآن جهاز يحول الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية مستغلا التأثير الضوئي الجهدي، وتتكون من طبقة سيليكون يضاف لها بعض الشوائب لتعطيها بعض الخواص الكهربائية فالطبقة العليا المقابلة للشمس يضاف إليها عنصر الفسفور، لتعطيه خاصية ضخ الكهيربات عند ارتطام الضوينات بها وتسمى هذه الطبقة بالطبقة N بينما يضاف عنصر البورون للطبقة السفلى ويعطيه خاصية

امتصاص الكهيربات وتسمى هذه الطبقة ، فعند ارتطام ضوينات الشعاع الشمسي بالطبقة العلوية تمنح الكهيربات طاقة تعتمد على شدة الإشعاع الشمسي، وعند وجود موصل كهربائي بين الطبقتين تنتقل الكهيربات من الطبقة العليا إلى الطبقة السفلى وهكذا يتكون تبار وجهد كهربائيان وتعتبر الخلايا الشمسية مصدر هام لتزويد المركبات الفضائية والأقمار الصناعية بما تحتاجة من طاقة كهربائية وتعتبر من البدائل المساعدة لمصادر الطاقة التقليدية من البترول والفحم والغاز ومشتقاته المحدودة في الطبيعة والقابلة للنضوب بسبب الاستنزاف الهائل لهاء فالخلايا الشمسية تحول طاقة الأشعة الشمسية مباشرة إلى كهرباء وتتميز بإنتاج كهرباء دون أن تؤدي لتلوث البيئة، وعمرها الأفتراضي يصل إلى ٣٠ سنة، إن ارتفاع كلفة انتاجها هو العائق الرئيس لاستخدامها. تستخدم التجمعات من الخلايا الشمسية (وحدات الطاقة الشمسية) لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس لتحويله إلى كهرباء، عندما يتم تجميع وحدات متعددة معا حيث تكون أولوية التركيب بنظام تعقب قطبي محمول يتم تركيب هذه الخلايا الضوئية كوحدة واحدة يتم توجيهها على سطح واحد وتسمى بلوح الطاقة الشمسية (solar panel... ان الطاقة الكهربائية الناتجة من الوحدات الضوئية (Solar power) وتعتبر مثالاً على استخدام الطاقة الشمسية solar energy).

إن الخلايا الكهروضوئية هو مجال التكنولوجيا والبحوث المتعلقة بالتطبيق العملي في إنتاج الكهرباء من الضوء، لكن وعلى الرغم من ذلك غالبا ما يستعمل على وجه التحديد بالإشارة إلى توليد الكهرباء من ضوء الشمس توصف الخلايا بالخلايا الضوئية وإن لم يكن مصدر الضوء هو الشمس ومثال ذلك (ضوء المصباح، الضوء الاصطناعي،

وغيرها..). وتستخدم الخلايا الكهروضوئية للكشف عن ضوء أو غيره من الإشعاع الكهرومغناطيسي بالقرب من مجموعة ضوئية مرئية، كالكشف عن الأشعة تحت الحمراء، أو قياس شدة الضوء الفولتية الضوئية (بالإنجليزية Photovoltaic PV التي تعرف ب الخلايا الشمسية أو الخلايا الفولتضوئية photovoltaic cells. من خلالها يتم تحويل أشعة لشمس مباشرة إلى كهرباء، عن طريق استخدام أشباه الموصلات مثل السليكون الذي يستخرج من الرمل النقي وبصفة عامة مواد هذه الخلايا إما مادة بلورية سميكة كالسيليكون البلوري Crystalline Silicon أو مادة لابلورية رقيقة كمادة السيلكون اللابلوري Amorphous Silicon (a-Si) و Cadmium (Telluride Cd Te) و (Copper Indium Dieseline CuInSe^2, or CIS) أو مواد مترسبة كطبقات فوق شرائح من شبه الموصلات تتكون من آرسنيد(زرنيخيد الجاليوم Gallium Arsenide s). | وتعتبر طاقاتها شكلا من الطاقة المتجددة والنظيفة، لأنه لا يسفر عن تشغيلها نفايات ملوثة ولا ضوضاء ولا إشعاعات ولا حتى تحتاج لوقود لكن كلفتها الابتدائية مرتفعة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى والخلايا الشمسية تولد كهرباء مستمرة ومباشرة كما هو في البطاريات السائلة والجافة العادية). تعتمد شدة تبارها على وقت سطوع الشمس وشدة أشعة الشمس، وكذلك على كفاءة الخلية الضوئية نفسها في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية. يمكن لهذه الخلايا الشمسية إعطاء مئات الفولتات من التيار الكهربائي المستمر DC لو وصلت هذه الخلايا على التوالي كما يمكن تخزين الطاقة الناتجة في بطاريات الحامضية المصنوعة من الرصاص أو القاعدية المصنوعة من معدني النيكلو الكادميوم. ويمكن تحويل التيار المستمر DC إلى تيار متردد AC بواسطة العاكسات ال Invertor للاستعمال وإدارة الأجهزة الكهربائية المنزلية والصناعية العادية من ميزتها أنها ليس بها أجزاء متحركة تتعرض للعطل. لهذا تعمل فوق الأقمار الصناعية بكفاءة عالية، ولاسيما وأنها لاتحتاج لصيانة أو إصلاحات أو وقود، حيث تعمل في صمت، إلا أن اتساخ الخلايا الضوئية نتيجة التلوث أو الغبار يؤدي إلى خفض في كفائتها مما يستدعي تنظيفها على فترات أكبر محطة توليد كهرباء تعمل حاليا بالخلايا الشمسية توجد في أسبانيا وقدرتها ٢٣ ميجاوات. ومن المخطط أن الأشعة الشمس أو ما يسمى بتقنية الكهرباء الحرارية الشمسية solar thermal electricity الماضي (Energy Environ. Sci. 2020, DOI: 10.1039/C9EE04122B) يتم بناء أكبر محطة تعمل بالخلايا الشمسية في أستراليا بقدرة ١٥٤ ميجاوات والخلايا الشمسية تعمل في الأقمار الصناعية منذ عام ١٩٦٠ كما تزود محطة الفضاء الدولية ISS بالتيار الكهربائي. هناك طريقة أخرى لتحويل الطاقة الشمسية إلى الطاقة الكهربائية وذلك عن طريق استغلال الحرارة المباشرة

٣-٥ تحلية المياه بالطاقة الشمسية

تحلية المياه بالطاقة الشمسية هي تقنية لتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية. هناك طريقتان أساسيتان لتحقيق تحلية المياه باستخدام هذه التقنية مباشر و غير مباشر. توفر الأجهزة المحمولة التي تستخدم ضوء الشمس لإزالة الأملاح من مياه البحر مياها صالحة للشرب في المناطق الساحلية النائية أو القاحلة. لقد عانت تقنيات تحلية المياه

التي تعمل بالطاقة الشمسية من قلة الكفاءة. تمكن باحثون حديثاً من إيجاد نظام تحلية مياه عالي الكفاءة متعدد المراحل بمكنه إنتاج (٥,٨) لتراً من الماء العذب في الساعة تحت الشمس الساطعة أي ما يقارب ثلاثة أضعاف الكمية التي أنتجتها أجهزة مماثلة في الماضي (. Energy Environ. Sci. 2020, DOI: 10.1039/C9EE04122B | محطات تحلية المياه التقليدية والتي تعتمد على الأغشية تكون غالية الثمن أو تستهلك الكثير من الطاقة. تحلية المياه بالطاقة الشمسية الحرارية هي أقل تكلفة ولكنها أيضاً أقل كفاءة كما تتطلب مرايا مكافئة ضخمة لتركيز الضوء على مياه البحر لتبخيره. لا يناسب أي من التقنيتين المناطق النائية أو قليلة الموارد. تعالج الأجهزة المحمولة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية هذه المشكلة وعادة ما تستخدم هذه الأجهزة مواد امتصاص أشعة شمس أقل تكلفة و التي تسخن وتبخر مياه البحر. يتم جمع الأبخرة على مكثف ومنه يتجمع الماء العذب. يمكن لأفضل الأنظمة تحويل أكثر من ٩٠% من طاقة الشمس لتوليد بخار الماء (١٩) ابتكرت إيفلين وانغ من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، و روزهو وانغ من جامعة جياو تونغ شانغهاي و زملاؤهم نظاماً متعدد المراحل يتجاوز هذا الحد بكثير، حيث تمكنوا من رفع الكفاءة إلى ٣٨٥% عند الاختبار في ظروف مثالية وقد تمكنوا من ذلك. خلال إعادة استخدام الحرارة المنبعثة من تكلف بخار الماء إلى سائل هذا النظام هو الأول من نوعه الذي يستفيد من هذه الطاقة والتي عادة ما تضيع يحتوي الجهاز على عشرة إطارات نايلون مطبوعة بالتقنية ثلاثية الأبعاد (D3) مكدسة وموضوعة عاموديا على خزان الماء. يحتوي كل إطار على منشفة ورقية تعمل كمبخر و فيلم من الألومنيوم يعمل كمكثف يضع الباحثون على الجانب المواجه للشمس من الإطار ماصاً أسود اللون لامتصاص الطاقة الشمسية الذي بدوره يسخن و يبخر الماء الذي يمتص من قبل المنشفة الورقية وعندما تتكلف الأبخرة على فيلم الألمنيوم، تستر الحرارة المنبطة إلى المنشفة الورقية الثانية أي) في الإطار (الثاني) وهكذا تتكرر العملية حتى آخر الإطارات المكدسة يقول لينان تشانغ طالب الدراسات العليا في فريق وانج، إن هذا النهج متعدد المراحل قد استخدم في محطات تحلية المياه بالطاقة الشمسية الحرارية ذات السعات الكبيرة. ويتابع قائلاً: لقد نقلنا هذه الفكرة إلى تصميم محمول". أنتج الجهاز ذو الأبعاد (١٠) سم × ١٠سم) في المختبر ٥,٨ لتراً من الماء في الساعة في الظروف الأدنى من المثالية، على سطح معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في فصل الصيف، كان أداء الجهاز أقل حوالي ٥٠% بسبب الغيوم والرياح في بعض الأحيان على السطح، أنتج الجهاز ٧٢ مل من الماء في أربع ساعات ونصف. يقول تشائع لتلبية متوسط الاحتياجات اليومية من المياه لشخص بالغ أو لعائلة صغيرة، يمكن إنشاء مجموعة من الأجهزة متعددة المراحل وتنسيقها. بريد الفريق الآن تحسين الجهاز ومتابعة تقليل تكلفة المواد. يقول تشانغ بأن النموذج الأولي يُكلف الآن حوالي ١,٥٠ دولار، ولكن ٧٠% من هذه التكلفة هي إطارات النايلون المطبوعة بالتقنية ثلاثية الأبعاد، لذلك لا يزال هناك مجال للتحسين يقول هادي ،قاسمي و هو مهندس ميكانيكي في جامعة هيوستن بإنه نهج ذو كفاءة عالية واقتصادي من حيث التكلفة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية "هذا العمل يجعل مفهوم تركيز الحرارة الشمسية خطوة أقرب إلى التنفيذ | على نطاق واسع " و يتابع

قائلاً بأن استخدام مواد امتصاص مختلفة ذات خصائص مضادة لنمو البكتريا سيساعد على الأداء الثابت على المدى الطويل لهذا الجهاز (٢٠)

٣-٦ طرق تحلية المياه بالطاقة الشمسية

في الطريقة المباشرة المجمع الشمسي solar collector مقرون بآلية التقطير ويتم تنفيذ العملية في دورة واحدة بسيطة

stills ... من هذا النوع في أدلة البقاء على قيد الحياة، المنصوص عليها في مجموعات البقاء على قيد الحياة البحرية، وتستخدم في العديد من محطات التحلية الصغيرة وتقطير إنتاج المياه بالطريقة المباشرة التقطير الشمسي يتناسب مع مساحة السطح الشمسي وزاوية حدوثه، ويقدر متوسط قيمته ٣-21 / m4 / يوم

وبسبب هذا التناسب والتكلفة المرتفعة نسبيا للممتلكات والمواد للبناء، فإن تقطير الطريقة المباشرة يميل إلى تفضيل النباتات ذات الطاقة الإنتاجية أقل من ٢٠٠ م٣ / يوم

وتستخدم التحلية الشمسية غير المباشرة نظامين منفصلين مجموعة تجميع الطاقة الشمسية، تتكون من المجمعات الحرارية الضوئية photovoltaic و / أو السوائل ومحطة تحلية تقليدية منفصلة

ويعتمد الإنتاج بطرق غير مباشرة على كفاءة المصنع وتخفض تكلفة الوحدة المنتجة عموما بزيادة في الحجم. وقد تم تحليل العديد من الترتيبات النباتية المختلفة نظريا، واختبارها تجريبيا وفي بعض الحالات المثبتة وهي تشمل على سبيل المثال لا الحصر، الترطيب المتعدد التأثير multiple

والتقطير بالوميض متعدد المراحل (multi

والتقطير المتعدد التأثير ((multiple-effect distillation (MED والغليان المتعدد التأثير (-multiple تأثير الغليان (MEB

والترطيب والتجفيف (humidification-dehumidification HD

والأسموزية العكسية RO (reverse osmosis) وتجميد تأثير التقطير

أما أنظمة التحلية الشمسية غير المباشرة باستخدام الألواح الكهروضوئية والتناضح العكسي فقد كانت متاحة تجاريا وتستخدم منذ عام ٢٠٠٩. ويصل الإنتاج بحلول عام ٢٠١٣ إلى ١٦٠٠ ليتر ٤٢٠ US gal) في الساعة لكل نظام و ٢٠٠ لتر في اليوم لكل متر مربع من لوحة

pane . ومن المخطط نظم البلدية. تم تزويد

Atoll في المحيط الهادئ بالماء العذب بهذه الطريقة منذ عام ٢٠١٠

٣-٧ انواع تحلية المياه بالطاقة الشمسية

وهناك طريقتان رئيسيتان لتحقيق تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية، من خلال تغيير المرحلة عن طريق المدخلات الحرارية، أو في مرحلة واحدة من خلال الفصل الميكانيكي. ويمكن تحقيق تغير المرحلة أو متعددة

المراحل إما عن طريق التقطير الشمسي المباشر أو غير المباشر يتم إنجاز المرحلة الواحدة في الغالب باستخدام الخلايا الضوئية لإنتاج الكهرباء لدفع المضخات على الرغم من أن هناك طرق تجريبية يجري بحثها باستخدام الطاقة الشمسية الحرارية لتوفير هذه الطاقة الميكانيكي (٢١)

٣-٨ عملية تحلية المياة

تحتوي المياه على أنواع مختلفة من الأملاح التي توجد على هيئة كلوريدات، أو كبريتات أو كربونات مثل الصوديوم، والكاليسيوم والمغنيسيوم، وهذه الأملاح لا تصلح للاستخدام البشري مثل الشرب، والاغتسال، وظهو الطعام، نتيجة لذلك تسعى الكثير من الدول التي تقع في المناطق الصحراوية والمناطق الجافة إلى تحلية مياه البحر للتخلص من الأملاح الذائبة فيها وجعلها صالحة للشرب والاستخدام البشري، ويواجه العالم اليوم تحديات كبيرة لسد الحاجات المتزايدة للمياه الصالحة للشرب وللأنشطة البشرية المختلفة، حيث إن كميات المياه الصالحة للشرب ما زالت أقل بكثير عن المستوى المطلوب لتلبية الاحتياجات الشخصية خاصة في الدول النامية والدول الفقيرة؛ لذا لجأ العلماء والباحثون لتطوير نظام يتم عن طريقه تحويل المياه المالحة في البحار والمحيطات إلى مياه صالحة للاستخدام البشري وهو ما يعرف بعملية تحلية المياه)، وتعتمد عملية تحلية المياه في الأساس على إزالة الملوحة الزائدة من المياه وتحويلها إلى مياه صالحة للشرب، وقد يتم تقليل ملوحة المياه لاستخدامها في ري المحاصيل الزراعية والعمليات الصناعية

٣-٩ حديد طرق تحلية المياة

يوجد العديد من الطرق والأساليب المختلفة والتي يمكن عن طريقها تحلية المياه، ولتحديد الطريقة المستخدمة يجب معرفة عدة أمور في موقع التحلية، وهي ظروف الموقع الجغرافي

* تحليل المياه المتاحة، سواء كانت مياه بحار، أو بحيرات أو أبار
* دراسة الأنشطة السكانية والتنموية المحيطة بمنطقة الدراسة
* معرفة نمط الاستهلاك الحالي والمتوقع خلال العشرين عاماً التالية.
* معرفة مصادر المياه المالحة ومدى ثبات التركيب الكيميائي والطبيعي لها.
* تحديد مصادر الطاقة التقليدية المتاحة.

(٣-١٠) تحليه المياه باستخدام جزيئات النانو والطاقة الشمسية

قام فريق من مركز (نويت) بتطوير نظام لتحلية المياه بواسطة الطاقة الشمسية، حيث يتم تحلية المياه عن طريق فصل مجرى الماء البارد والماء الساخن بغشاء رقيق، ويتم سحب بخار الماء عبر هذا الغشاء من الجانب الساخن إلى البارد وتصفية جزيئات الملح المذابة فيه، وتم تطوير النظام بإضافة المزيد من الأغشية وجزيئات ناتو الكربون الأسود التي تحول طاقة ضوء الشمس إلى حرارة، والتي تقوم أيضاً بتسخين الغشاء الفاصل، وبالتالي لا يحتاج هذا الغشاء إلى المزيد من الإمدادات الثابتة للمياه الساخنة، وتستخدم هذه العملية القليل من الطاقة؛ لأن الماء بحاجة

إلى أن يكون ساخناً فقط وليس مغلياً، ويعد هذا النظام بكامل مكوناته موقراً أساسياً للطاقة بحيث يعتمد على وجود ألواح الطاقة الشمسية، وقد يحتاج أيضاً إلى مضخة لدفع الماء السائل خلال العملية. واستطاع القائمون على النظام زيادة كفاءته عبر زيادة تركيز أشعة الشمس، حيث قاموا باستخدام عدسة لتركيز الأشعة الشمسية بمقدار ٢٥ مرة، ووصلت الطاقة الناتجة إلى ١٧,٥ كيلو واط (٢٢

الخاتمة

الحمد لله رب العالمين الذي رزقنا القوة للوصول إلى نهاية بحثنا الجامعي، وتقديمه كما رأيتموه بين يدي حضراتكم، فلقد كان يدور بحثنا عن " الطاقات المتجددة واستخداماتها " والذي بذلنا فيه الغالي والنفيس ليكون كما رأيتموه، وليظهر بشكل المثالي النهائي، وإنا نرجو الله أن لا يكون البحث من غير ذي فائدة فيهدر وقتنا ووقتكم، ونسأله أن ينال البحث إعجابكم ويكون ذا نفعٍ لكم وللباحثين بعدنا، وإنّي أنتظر تعليقاتكم وتعليقات أساتذتنا ومربّينا الأفاضل وملاحظاتكم، على أن يكون البحث قد وصل للمستوى الذي يليق بموضوعه وبكم، وأخيرًا أرجو الله سبحانه وتعالى أن يوفقني وإياكم لكلّ ما يحبّه ويرضاه، والصلاة والسلام على رسول الله.

المصادر

١- سمير سعدون مصطفى واخرون الطاقة البديلة مصادرها و استخداماتها سوريا ط١ ٢٠٠٥

٢- كاميليا يوسف محمد ومحمد صلاح السبكي الطاقة الكهروشمسية جامعة القاهرة مصر. ١، ٢٠١٢

٣- بن معاد سمير اقتصاديات الطاقة جامعة الاسكندرية مصر ١، ٢٠١٧

٤- عبد العزيز بن احمد باقبص الوقود. جامعة الملك عبد العزيز السعودية، ط١ ٢٠٠١

٥- سعود يوسف عايش تكنلوجيا الطاقة البديلة الكويت، ط١، ١٩٨١.

٦- مداحي محمد الطاقات المتجدده كخيار استراتيجي في ظل المسؤولية عن حماية البيئة (دراسة حالة الجزائر). رسالة ماجستير ((منشورة) كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير جامعة حسيبة بن بوعلي الجزائر ٢٠١٢

٧- علاء شلال فرحان امكانية محافظة الانبار من الاشعاع الشمسي ودورها في تطوير الطاقة البديلة (دراسة في المناخ التطبيقي). رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية التربية جامعة الانبار ٢٠٠٩

٨- صلاح عدنان مجول شلال تقييم مواقع الطمر الصحي لمدينتي الرمادي والفلوجة وامكانية استثمارها لانتاج الطاقة اطروحة دكتوراه) غير منشورة). كلية التربية جامعة الانبار، ٢٠٢٠

٩- علاء شلال فرحان حسين المناخ وعلاقته بمنظومة الطاقة الكهربائية في العراق اطروحة دكتوراه (غير منشورة كلية التربية جامعة الانبار ٢٠١٥

١٠- نظير صبار حمد المحمدي المناخ واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرمادي (دراسة في المناخ التطبيقي). اطروحة دكتوراه (غير منشورة) كلية التربية الجامعة المستنصرية ٢٠٠٣

١١- فروحات حدة الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير في الجزائر مجلة الباحث العدد ١١ سنة ٢٠١٢

١٢- محمد طالبي ومحمد ساحل اهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لاجل التنمية المستدامة عرض تجربة المانيا. مجلة الباحث العدد ٦ لسنة ٢٠٠٨

١٣- حكاية الطاقة المستدامة في ايسلندا نموذج للعالم؟ الوقائع الامم المتحدة العدد ٣، المجلد الثاني والخمسين ٢٠١٥

١٤- نيفين كمال اطار لرؤية مستقبلية لاستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر معهد التخطيط القومي سلسلة قضايا التخطيط والتنمية رقم (٢٦١) ٢٠١٥

١٥- البيئة والتنمية المستدامة https://hrdiscussion.com/hr1