الطاقة الشمسية كبديل مستدام – التجربة المصرية

Solar Energy as a Sustainable Alternative - The Egyptian Experience

مهاوات لعبيدي [1]، جرموني أسماء [2]

[1] جامعة الوادي، mehaouat-labidi@univ-eloued.dz

[2] جامعة أم البواقي، asma.djarmouni@gmail.com

تاريخ الاستلام: 19 /2018/02 تاريخ القبول: 04 /2020/03 تاريخ النشر: 31 /2020/03

ملخص:

تهدف هذه الورقة البحثية إلى تسليط الضوء على موضوع الطاقة المتجددة وخاصة منها الطاقة الشمسية والتي تشكل أحد الأساليب الحديثة في إنتاج الطاقة، باعتبارها طاقة نظيفة وبديلة للطاقة الأحفورية التي تتسبب في الإنبعاثات الكربونية والتلوث البيئي وإحداث التغييرات المناخية، وذلك في سبيل الحفاظ على البيئة من ناحية، وإيجاد مصادر وأشكال أخرى من الطاقة تكون لها إمكانية الاستمرارية والتجدد من ناحية أخرى، وقد تم التطرق إلى التجربة المصرية في هذا المجال باعتبارها إحدى الدول التي تزخر بالطاقة الشمسية ولها شراكات وأبحاث أوروبية.

كلمات مفتاحية: الطاقة المتجددة، الطاقة الشمسية، التجربة المصرية.

Abstract:

The aim of this paper is to highlight the theme of renewable energy, which constitute one of the modern methods of production of energy, as a clean energy alternative to fossil energy that cause carbon emissions and environmental pollution and causing climatic changes, and in order to preserve on the one hand, and finding sources and other forms of energy shall have the environment

to identify the most important types of possibility of continuity and renewal on the other hand, It was addressed to the Egyptian experience in this area as one of the countries that is rich in solar energy and its European partnerships and research.

Keywords: Renewable energy; solar energy; the Egyptian experience.

المؤلف المرسل: مهاوات لعبيدي ، الإيميل: mehaouat-labidi@univ-eloued.dz

1. مقدمة:

من المؤكد أن مصادر الطاقة التقليدية أو ما يعرف بالوقود الأحفوري معرضة للنضوب عاجلا أم آجلا، كونها مصادر غير متجددة، ناهيك عن الاستغلال المفرط لها قصد تأمين الطلب المتزايد من الطاقة على المستوى العالمي، من هنا برزت على الساحة العالمية والإقليمية والمحلية قضيا استدامة الطاقة الجديدة والمتجددة وخاصة الطاقة الشمسية باعتبارها إحدى الخيارات الإستراتيجية لتلبية الاحتياجات المستقبلية من الطاقة، حيث أنها طاقة لا تنضب بسب استمرار تجددها ما دام الكون مستمر، كما أنها طاقة مأمونة المصدر لا يمكن احتكارها والسيطرة عليها؛ إضافة إلى ذلك أنها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة، وحيث أن دولة مصر تتميز بالسطوع الشمسي خلال العام، واتجاهها للاستثمار الطاقة الشمسية وخاصة إنتاج الطاقة الكهربائية، فإن هذا البحث يسعى لمعرفة آليات تفعيل أنظمة استخدام الطاقة الشمسية في مصر وما هي الخطة المستقبلية المسطرة خاصة وأن هناك شراكات أوروبية في هذا المجال. من هنا تبرز إشكالية البحث في السؤال الجوهري التالي:

فيما تتجلى الطاقات المتجددة، وما هو واقع وآفاق الطاقة الشمسية في دولة مصر المجاورة؟

وسيتم معالجة هذه الإشكالية من خلال المحاور التالية:

المحور الأول: ماهية الطاقات المتجددة؛

المحور الثاني: الطاقة الشمسية وميزاتها؛

المحور الثالث: التجربة المصرية في مجال الطاقة الشمسية.

2. ماهية الطاقات المتجددة

إن التحول التدريجي نحو الصيغة المستدامة في الطاقة، من خلال تطوير نسب الاعتماد على الطاقات المتجددة والسيطرة على تقنياتها وتكنولوجياتها خاصة في الدول العربية كفيل بأن يضعها على عتبة باب جديد من التقدم وخلق فرص حقيقية لإيجاد حلول للمعضلات الاقتصادية والتنموية.

أولا. تعريف الطاقات المتجددة: يمكن تعريف الطاقات المتجددة على أنها "تلك المصادر الطبيعية الغير ناضبة والمتوفرة في الطبيعة سواء كانت محدودة أو غير محدودة إلا أنها متجددة، وهي نظيفة لا ينتج عن استخدامها تلوث بيئي (محمد مصطفى، إيناس ابراهيم،2010،ص 04)، أو هي تلك الطاقات التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري بمعنى أنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ فهي بذلك تعد مصدر طبيعي لا ينضب وهي متوفرة في كل مكان على سطح الأرض ويمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة.(منظمة الدول المصدرة للبترول (OPEC)،2007،ص 112)

ثانيا. تداعيات التوجه نحو الطاقات المتجددة: لعل من أهم الأسباب التخلي عن الطاقات التقليدية والتوجه لتلك المتجددة فيما يلي:

الطاقة التقليدية من الموارد الناضبة: هناك الكثير من الدراسات والتنبؤات المتعلقة بقضية نضوب الطاقة التقليدية في المستقبل، الأمر الذي دفع العديد من الاقتصاديين والمفكرين في محاولة إيجاد بديل للطاقة التقليدية، ويعتبر قطاع المحروقات من أبرز هذه الطاقات الذي احتل ولا يزال مرتبة مرموقة ومتميزة في اقتصاديات العالم بصفة عامة والدول العربية بصفة خاصة، إلا أن الاحتياطي منها محدود، وترجع التقديرات أن يتزايد الطلب العالمي عل الطاقة التقليدية بنسبة 50% بحلول عام 2025، مما يزيد من الإنتاج والتصدير للدول المصدرة كالجزائر مثلا، وهو ما يجعلها تفكر في خطورة انقضاء عمر الطاقة التقليدية على كل جوانب الاقتصاد المحلي، وتحقيق نسبة اكتفائها الطاقوي بمصادر الطاقة المتجددة على حد سواء، كما أن هناك إحصائيات في الجزائر قدرت نفذ المخزون النفطي ابتداء من 2030 خاصة مع تراجع أسعار البترول. (P.S .Dasgupto and G.M ? HEAL, p 156)

1. **الطاقة التقليدية ملوثة للبيئة:** يصاحب استخراج الطاقة التقليدية الكثير من العمليات الملوثة للبيئة، وذلك نظرا لطبيعة هذه المصادر الغازية والسائلة والصلبة في نفس الوقت، هذا ما يجعلها تتسبب في أضرار كثيرة للطبيعة والمحيط

الذي نعيش فيه سواء على المدى القريب أو البعيد، حيث أن تكرير البترول واستخدام المنتجات البترولية بإحراقها تولد عنه أبخرة ومخلفات صلبة ملوثة، إضافة إلى إشعاعات الطاقة النووية. (أحمد مدحت اسلام، 1999، ص14)

2. **التغيير المناخي كسبب للتفكير في الطاقات المتجدد:** يمثل القطاع الزراعي في إفريقيا نسبة 50% من صادراتها الإجمالية و21% من الناتج الداخلي الخام، لكنه يتعرض لآثار وتقلبات مناخية كبيرة فحسب التوقعات فإنه سيسجل انخفاضا في العوائد الزراعية بنسبة 50% ، إضافة إلى انخفاض عدد الأراضي الصالحة للزراعة في آفاق 2030. الأمر الذي سينعكس سلبا على الأشخاص بارتفاع سوء التغذية ب 50 مليون شخص، وإلى ضغط مائي نحو 250 مليون شخص في إفريقيا سنة 2020، وسيتعرض 90 مليون شخص إلى خطر الملاريا في أفق 2030 (Rapport économique sur l'Afrique ,2010, p 112-114)، ويمكن عرض إجمالي السنوية للتكيف مع القطاعات حسب المنطقة كقيمة نسبية من الناتج الداخلي الخام خلال الفترة الممتدة من 2010-2050 في الجدول التالي:

الجدول رقم (01): إجمالي التكاليف السنوية للتكيف لكل القطاعات

	2010-2019	2020-2029	2030-2039	2040-2049
Total des coûts annuels d'adaptation (en milliards $É.-U.)				
Asie de l'Est et Pacifique	22,7	26,7	23,3	27,3
Europe et Asie centrale	6,5	7,8	10,8	12,7
Amérique latine et Caraïbes	18,9	22,7	20,7	23,7
Moyen-Orient et Afrique du Nord	1,9	2	3	5
Asie du Sud	10,1	12,7	13,5	14,3
Afrique subsaharienne	12,8	17,2	19,2	23,2
Total	72,9	89,1	90,1	106,2
Total des coûts d'adaptation en tant que part du PIB				
Asie de l'Est et Pacifique	0,19	0,15	0,09	0,08
Europe et Asie centrale	0,11	0,11	0,12	0,11
Amérique latine et Caraïbes	0,30	0,27	0,19	0,16
Moyen-Orient et Afrique du Nord	0,08	0,06	0,07	0,08
Asie du Sud	0,20	0,16	0,12	0,09
Afrique subsaharienne	0,70	0,68	0,55	0,49
Total	0,22	0,19	0,14	0,12

***Source** : Banque mondiale, 2009b.*

***Note** : Établi d'après le National Centre for Atmospheric Research (NCAR, scénario humide).*

ثالثا. مصادر الطاقات المتجددة: تتمثل مصادر الطاقات المتجددة فيما يلي (دليل الطاقاتالمتجددة، 2007، ص 39):

1. **الطاقة الشمسية:** تتمثل في الضوء المنبعث من الشمس وفي الحرارة الناتجة عنها، و استخدامها كمصدر للطاقة هو من بين المصادر البديلة للنفط التي تعقد عليها الآمال المستقبلية لكونها طاقة نظيفة لا تنضب، لذلك نجد دولا عديدة تهتم بتطوير هذا المصدر وتضعه هدفا تسعى لتحقيقه وتستخدم الطاقة الشمسية حاليا في تسخين المياه المنزلية وبرك السباحة والتدفئة والتبريد كما يجري في أوربا وأمريكا؛

2. **.الطاقة المائية:** تعد الطاقة المتولدة من المساقط المائية أرخص موارد الطاقة ولكن استخدامها يتطلب ظروف طبيعية خاصة تتعلق بالمجرى المائي وكمية المياه و المناخ السائد والتضاريس وغيرها، هذا إلى جانب ظروف اقتصادية تتعلق بقرب هذه الموارد من السوق وعدم وجود منافسة من الموارد الأخرى للطاقة؛

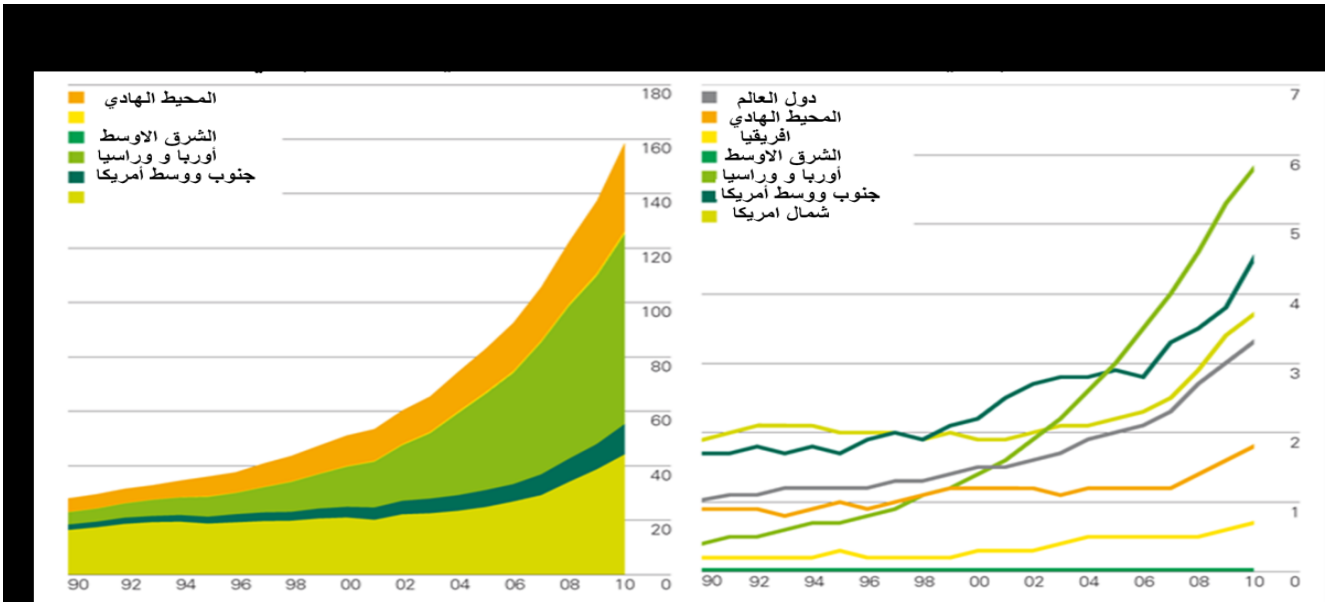
3. **طاقة الكتلة الحيوية:** وهي الطاقة التي تستمد من المواد العضوية كإحراق النباتات وعظام ومخلفات الحيوانات والنفايات والمخلفات الزراعية، والنباتات المستخدمة في إنتاج طاقة الكتلة الحيوية يمكن أن تكون أشجاراً سريعة النمو، أو حبوباً، أو زيوتاً نباتية، أو مخلفات زراعية؛

4. **الطاقة الجيوحرارية:** تحتوي الأرض على حرارة طبيعية مخزونة يمكن استغلالها، وقد أنشئت محطات للطاقة الجيوحرارية تضخ الماء الساخن إلى السطح وتحوله إلى حرارة وكهرباء، وفي حالات أخرى يتم استخراج الحرارة من جوف الأرض بضخ الماء العادي نزولاً من خلال ثقب إلى الطبقات الصخرية الحارة، ومنها صعوداً كتيار بالغ السخونة و تعتبر الطاقة الجيوحرارية من أكثر المصادر إنتاجية للطاقة المتجددة؛

5. طاقة الرياح: وهي الطاقة المستمدة من حركة الهواء والرياح استخدمت منذ أقدم العصور سواء في تسيير السفن الشراعية وإدارة طواحين الهواء لطحن الغلال والحبوب أو لرفع المياه من الآبار، وتدخل وحدات الرياح في تحويل طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية تستخدم مباشرة أو يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية من خلال المياه الجوفية على السواحل الشمالية.

إن التحول التدريجي نحو الصيغة المستدامة في الطاقة، من خلال تطوير نسب الاعتماد على الطاقات المتجددة والسيطرة على تقنياتها وتكنولوجياتها خاصة في الدول العربية كفيل بأن يضعها على عتبة باب جديد من التقدم وخلق فرص حقيقية لإيجاد حلول للمعضلات الاقتصادية والتنموية، الأمر الذي يفسر زيادة الطلب عليها، وبالتالي زيادة مساهمتها في الإمداد الطاقوي العالمي، كما هو موضح في الشكل التالي:

شكل رقم (01): تطور الاستهلاك/ مساهمة الطاقات المتجددة في العالم حسب المناطق



Source: British Petroleum company, statistical review of world energy, June 2013, p37.

رابعا. أهمية الطاقات المتجددة: تحتل الطاقة المتجددة مكانة هامة، فهي فضلا عن أنها متجددة وغير زائلة فهي أيضا طاقة صديقة للبيئة، ويمكن ذكر أهميتها في النقاط التالية (وحيد خير الدين، 2012، ص 13):

- تعد مصادر الطاقات المتجددة مصادر طويلة الأجل ومتجددة، وكذلك مجانية وذلك لأنها مرتبطة على وجه الخصوص بالشمس والرياح والمياه والمد والجزر والطاقات الصادرة عنها، لذلك يتوقع أن تساهم في تلبية حاجات الإنسان من الطاقة وبنسبة عالية؛

- تسمح عملية استغلال الطاقات المتجدد، بتوفير مردودات اقتصادية هامة، فقد أعطت التقييمات الاقتصادية لاستغلالها وبالخصوص منظومة الطاقة الشمسية مردود اقتصادي فعال، خاصة على المدى البعيد حيث أن مستخدم الطاقات المتجددة سوف يدفع مرة واحدة ثمن تركيب الأدوات الخاصة باستغلال الطاقات المتجددة، سواء كانت ألواح الطاقة الشمسية أو توربينات طاقة الرياح أو طاقة أخرى، وبالتالي سيتم الاستغناء عن الدفع الدوري لفواتير الاستهلاك ولا يتم صرف المال إلا في حالة الصيانة؛
- تحسين فرص وصول خدمات الطاقة إلى المناطق البعيدة والنائية، حيث تسمح مثلا الطاقة الشمسية بتلبية احتياجات السكان سواء في مجال الطبخ أو تسخين المياه وكذلك الإنارة والتدفئة، وهو ما يؤدي إلى تحسين المستوى المعيشي للسكان في هذه المناطق ويوفر على الدول تكاليف إيصال أعمدة الكهرباء أو أنابيب الغاز؛
- يؤدي استخدام الطاقات المتجددة إلى تجنب الإنسان في المناطق النائية والمعزولة مشقة جلب الطاقة بالوسائل التقليدية مثل غاز البوتان.

خامسا. مزايا التوجه نحو الطاقة المتجددة في المنطقة العربية:

تعاني صناعة الطاقة المتجدّدة في معظم دول منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من قلة التمويل أو عدمها، لكن هناك مجموعة من الأسباب تساهم في تطوير هذا القطاع منها (يحياوي فاطمة الزهراء،2015، ص 11):

- تتمتّع المنطقة بميزات جغرافية ومناخية ملائمة فمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تتمتّع بأكبر قدرة في العالم على إنتاج الطاقة الشمسية؛
- لن يكون حجم الطاقة المولَّدة في الوقت الراهن في المنطقة كافيا لتلبية الطلب المستقبلي، ففي مجال إنتاج الطاقة الكهربائية يتوقّع أن يزداد الطلب بنسبة تفوق السبعة بالمائة سنوياً خلال العشرة أعوام التالية، وبهذا ستحتاج بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إلى إنتاج ما بين 80 و 90 ميغاواط من القدرة الجديدة بحلول العام 2017 بغية تلبية الطلب، ويمكن أن تلعب مصادر الطاقة المتجددة دوراً أساسياً في تلبية الحاجة المتزايدة في المنطقة؛
- تساهم الطاقة المتجددة بخفض غازات الاحتباس الحراري و مواجهة التغير المناخي، فالعديد من دول المنطقة تعدّ من بين البلدان التي تبعث أعلى كمية من غازات الاحتباس الحراري في العالم بحسب نصيب الفرد؛
- يمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تساعد في حل مشاكل المنطقة البيئية الأخرى، فالمنطقة تواجه ارتفاعاً سريعاً لمستويات التلوّث ترافقها تكاليف عالية وتدهور لنوعية الحياة، فهي تعاني حالياً من ثاني أعلى مستوى من التلوّث الهوائي في العالم، كما أن كثافة الجسيمات تفوق بنسبة خمسين بالمائة المعدّل العالمي مسبّبةً أضراراً تساوي ما يقارب 0.9% من إجمالي الإنتاج المحلي؛
- يمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تخفض من كميات النفط والغاز المستعملة في إنتاج الكهرباء محليا، وبالتالي يمكن الاستفادة من هذه الكميات بمجالات تدر ربحاً أكبر إذا تمكّنت الطاقة المتجدّدة من الحلول بشكل جزئي مكان الغاز والنفط اللذين يُستخدمان حالياً لتوليد الطاقة، وتصبح الكميات الفائضة متوفّرةً للتصدير والاستخدام في تطبيقات ذات عائد أكبر؛
- يعد الوقود الأحفوري مصدر الطاقة الرئيسي في المستقبل القريب، كما أنه من المتوقّع أن ترتفع حصّة الأوبك في إنتاج النفط من نسبة 42% الحالية إلى نسبة 52% بحلول العام 2030، وذلك بحسب توقعات الأوبك الصادرة عام 2008 لذلك

يمكن لمشاريع الطاقة المتجددة أن تحرّر كمية أكبر من النفط والغاز للتصدير و بالتالي تثبّت مركز البلدان المنتجة للنفط في المنطقة كجهات مصدّرة للطاقة في العالم؛

- يمكن لصناعة الطاقة المتجددة أن تساهم بالتنوّع الاقتصادي وتوفير الوظائف، فقطاع النفط والغاز ينتج47 % من إجمالي الناتج المحلي في دول الخليج العربي إلاّ أنه لا يشكل أكثر من 1%من الوظائف.

سادسا. مقارنة الطاقات المتجددة مع التقليدية: يكمن الفرق بين الطاقة المتجددة والطاقة الغير متجددة التقليدية فيما يلي:

الجدول رقم(02): مقارنة الطاقات المتجددة مع التقليدية

وجه المقارنة	الطاقة المتجددة	الطاقة التقليدية
مصادر الطاقة	الشمس، الرياح، الماء، الكتلة الحية	الفحم، البترول، الغاز الطبيعي
نوع المصدر	طبيعي مرتبط بالبيئة وانسياب مستمر	مخزون مركز تحت الأرض
المدة المتاحة من الطاقة	لا نهائية	محدودة
تكلفة تجهيز المصدر	مجانية	أكثر من 1دولار/ ك واط وتتزايد
تكلفة المعدات	عالية	متوسطة
تكلفة بعد التجهيز	مجانية (استعمال مجاني)	استعمال غير مجاني في ارتفاع مستمر
موقع الاستخدام	مرتبطة بظروف المناخ والتضاريس	يمكن نقلها من مكان لآخر
حجم وحدة الاستخدام	الوحدات الصغيرة اقتصادية	استخدام الوحدات الكبيرة يحسن السعر
المهارات	مهارات بسيطة ومتوسطة	مهارات عالية(كهربائية وميكانيكية)
تلوث البيئة	منخفض جدا	عامل ملوث أساسي للبيئة

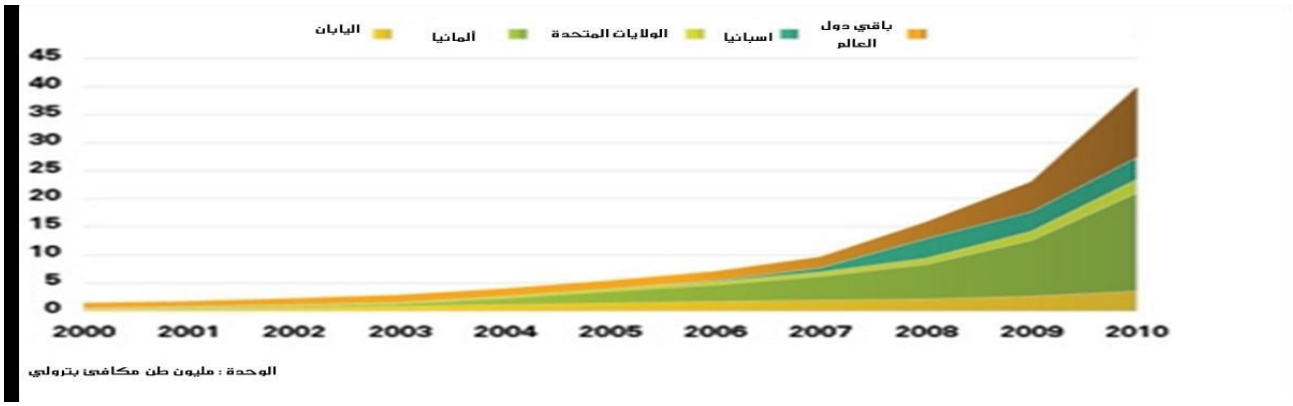
المصدر: علي أحمد عتيقة، **دور الطاقة في التعاون بين الشمال والجنوب**، مجلة النفط والتعاون العربي ، الكويت، 1983، ص66.

3 . الطاقة الشمسية وميزاتها

تعد الطاقة الشمسية من الطاقات البديلة للنفط لما تنفرد به من خصائص تميزها عن غيرها من الطاقات المتجددة، وتعرف على أنها ذلك الضوء والحرارة المنبعثة من الشمس، وقد تم تسخيرهما منذ القدم حيث توفر الشمس للأرض في ساعة واحدة طاقة تزيد عن تلك المستخدمة على مدار عام في جميع أنحاء العالم. (سالم عبد الحسن رسن، 1999، ص 96)

وقد أخذ الاهتمام بالطاقة الشمسية كأحد أفضل المصادر الطاقوية النظيفة غير الناضبة منذ الخمسينيات من القرن الماضي، واستمر البحث في هذا المجال، حيث عرفت معدلات نمو عالية نسبيا بحوالي 60% سنويا، ويتوقع نجاح "ألواح الفوتوفولتيك" التي تحول أشعة الشمس إلى كهرباء، وحسب إحصائيات الوكالة الوطنية للطاقة (IEA) بلغت الطاقات الفوتوفولتية المركبة في العالم نهاية 2005 حوالي 3700 ميغاواط وقد تصدرت ألمانيا قائمة الدول المستخدمة لها (هشام الخطيب، 2006)، والشكل التالي يوضح تطور استخدام الطاقة الشمسية في العالم:

الشكل رقم (02): تطور استخدام الطاقة الشمسية في العالم الفترة 2000-2010



Source : British Petroleum company, statistical review of world energy , June 2013, p. 37.

مميزات الطاقة الشمسية من بين باقي الطاقات المتجددة: تشتمل الطاقة الشمسية على جملة من الخصائص التي تميزها عن المصادر المتجددة الأخرى، ويمكن إدراج أهمها فيما يلي(عبد العلي، ثعبان كاظم، 2007، ص 128):

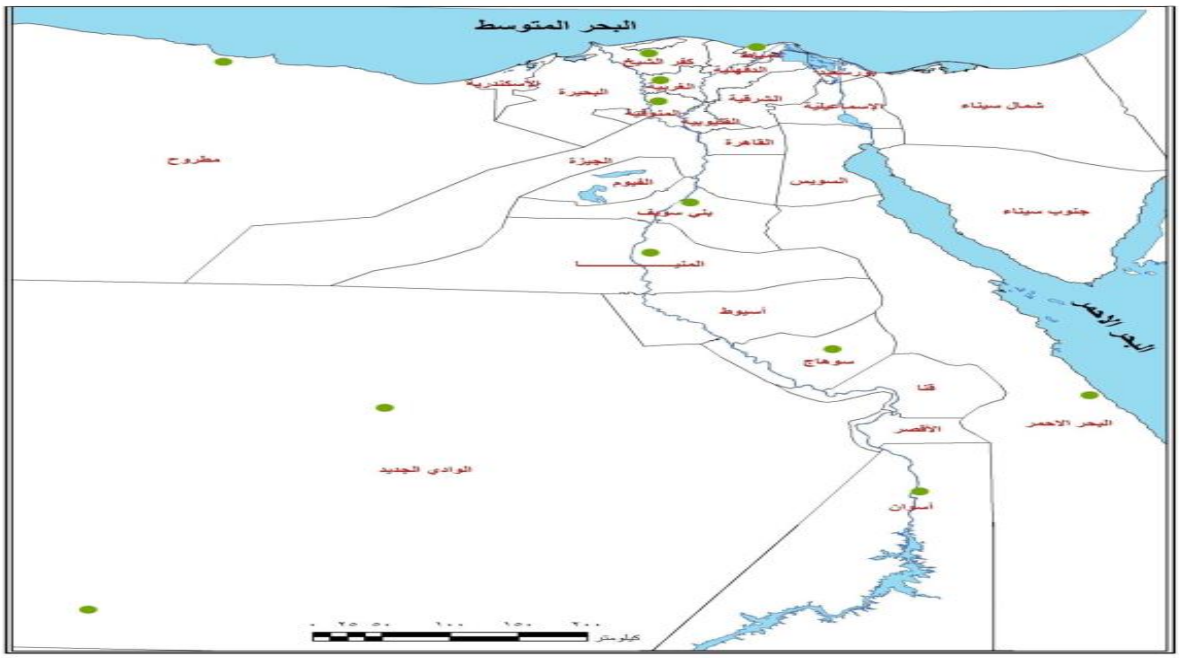
- تتوفر الطاقة الشمسية في مختلف المناطق، وعدم اعتمادها على المصادر الطاقوية الأخرى، يجعلها قابلة للاستغلال في أيّ مكان؛
- مصدر متجدد ومنخفض التكاليف، مما يسهل مهمة توجيه المشاريع المستدامة بالاعتماد على الطاقة الشمسية؛
- عدم الخضوع لسيطرة النظم السياسة على المستوى المحلي أو الدولي، وبالتالي عدم وجود قيود على التوسع في الاستغلال؛
- تتوفر على خاصية المصدر الآمن بيئيا، حيث تلبي بشكل مطلق متطلبات الاستدامة البيئية؛
- سهولة التقنيات المعتمدة لإنتاج الطاقة، مما يوفر مناصب عمل لفئة واسعة من الأفراد.

4. واقع وآفاق تطبيق الطاقة الشمسية في مصر:

مصر إحدى دول منطقة الحزام الشمسي حيث تتمتع بإشعاع شمسي مباشر تتراوح شدته مابين (2000-3200 ك.و.س في السنة)، ترسل يوميا كميات طاقة هائلة في صورة أشعة كهرومغناطيسية تقدر بنحو 3.85× 10^{23}كيلو واط /دقيقة، ويقدر أن الشمس ترسل سنويا إشعاع حرارته تعادل4× 10^{23}طن فحم انثراسيت، ولا تتلقى الأرض من هذا القدر الهائل من الطاقة إلا نصف بليون من الإنتاج الشمسي أي 20تريليون حصان وتتلقى في الدقيقة واحدة من الطاقة الشمسية مقدار ما يستهلكه الإنسان من الطاقة في عام، وقد أجريت أبحاث اتضح منها زيادة عدد ساعات سطوع الشمس في مصر بالاتجاه من الشمال للجنوب أي أن عدد ساعات سطوع الشمس يتزايد بتناقص درجة خط العرض في مصر شتاء، وفي الإعتدالين(الربيع والخريف) ويرجع ذلك إلى عدة عوامل مناخية منها حركة الشمس الظاهرية على مصر ومرور الأعاصير الشتوية على شمال البلاد وبالتالي تلبد السماء بالغيوم، إلا أن هذه الزيادة في عدد ساعات سطوع الشمس تتزايد جدا صيفا حيث يبلغ على كل أرجاء الدولة نحو 12ساعة في المتوسط يوميا، في حين أن كمية الإشعاع في مصر تبلغ أقصاه في شهر جويلية تتراوح بين 7.2-8.4ك.واط.س/م2/يوم في كل الأرجاء، ويبلغ طول النهار أقصاه يوم 21 جويلية 14ساعة منها 12 ونصف ساعة سطوع الشمس، وتبلغ كمية الإشعاع الشمسي أدناها لتتراوح بين 2.7-4.3 ك.واط.س/ م2/ يوم في 21 ديسمبر إذ يبلغ طول النهار أدناه 10ساعات منها8 ونصف ساعة سطوع الشمس، ويتراوح المتوسط السنوي بين 5.3-6.5ك.واط.س/م2/يوم، ويبلغ أدنى انخفاض في كمية الإشعاع الشمسي في شمال مصر في شهر جانفي لتلبد السماء بالسحب وتتراوح كمية الإشعاع بين 3-4.7 ك.واط.س/م2/يوم على كل الأرجاء، وتتزايد هذه الكمية بالاتجاه جنوبا أما في الاعتدال الربيعي فإن الانخفاض في كمية الإشعاع الشمسي قليلة عما في فصل الشتاء، ويرجع هذا لقلة تأثير الانخفاضات الخماسية التي تهب ربيعا على تلبد السماء، أما

بالنسبة للأعاصير الشتوية تتراوح كمية الإشعاع الشمسي بين 6-7.4ك.واط.س/م2/يوم وتتزايد بالاتجاه جنوبا، أما في الصيف فالنقص بسيط في كمية الإشعاع الشمسي (محمد محمود ابراهيم، 1990، ص ص 831-832) ، والشكل التالي يوضح مختلف التركيزات بدولة مصر:

الشكل رقم(03): توزيع الطاقة الشمسية المتوفرة في مصر



المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، دراسة مستقبل الطاقة الشمسية في مصر، فبر اير 2015، ص35.

من خلال الشكل يمكن الخروج بحقيقة هامة مفاداها أنه على الرغم من وجود بعض التباين في عدد ساعات سطوع الشمس حسب خط العرض وفصول السنة إلا أن المتوسط الشهري لعدد ساعات السطوع الشمسي يسمح باستغلال الطاقة الشمسية في كل أرجاء الدولة بأمان .

أولا. تكنولوجيا الطاقة الشمسية في مصر: تستخدم الطاقة الشمسية في عدة مجالات في مصر ومن أهمها عمليات التسخين وتوليد الكهرباء:

1. **عمليات التسخين:** تتمثل هذه العمليات في (وزارة الكهرباء، 2012،ص 20):

أ. **السخانات الشمسية:** يتم تصنيع سخانات المياه الشمسية في مصر منذ بداية الثمانينيات، حيث بلغ إجمالي المساحات المركبة من هذه السخانات نحو 750 ألف متر مربع، ويوجد نحو 20شركة مصرية تعمل في مجال تصنيع واستيراد وتوزيع وتركيب سخانات المياه الشمسية، ويتم حالياً تنفيذ مشروع نشر السخانات الشمسية بالمنشآت الفندقية بمحافظتي البحر الأحمر وجنوب سيناء بالتعاون بين الحكومة المصرية والحكومة الايطالية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ويهدف المشروع إلى تركيب ما يزيد عن 50000 متر مربع من أنظمة التسخين الشمسي للمياه.

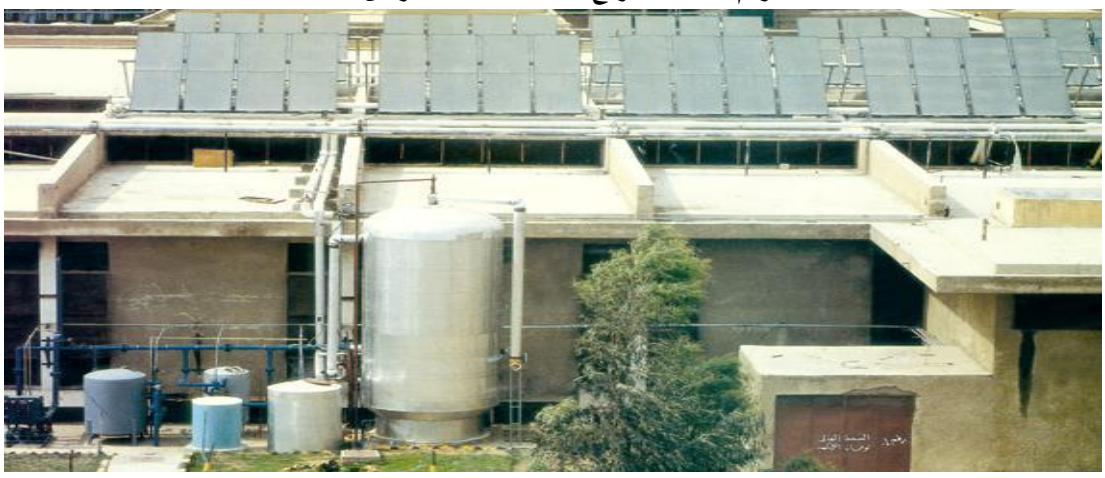
الشكل رقم (04): السخانات الشمسية بدولة مصر

المصدر: وزارة الكهرباء، **هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة**، التقرير السنوي، 2012، ص 20.

ب. تسخين المياه للأغراض الصناعية: تم تنفيذ ثلاث مشروعات ريادية في هذا المجال تتمثل في:

- مشروع التسخين الشمسي واستعادة الحرارة المفقودة بمصر الجديدة ويهدف إلى نشر التقنيات وتنفيذ مشروع للاختبار الحقلي في مجال الصناعات الغذائية، يحوى على مجمعات شمسية مسطحة بمساحة 356 متر مربع لتسخين المياه، ويساهم هذا المشروع في توفير 300 طن بترول مكافئ سنوياً، وتم تنفيذه في ماي 1990؛
- مشروع التسخين الشمسي واستعادة الحرارة المفقودة بشركة مصر حلوان للغزل والنسيج حيث تم تنفيذ التركيبات وإجراء اختبارات التشغيل وتطوير النظام بالخبرة المصرية، ويساهم هذا المشروع في توفير 1500 طن بترول مكافئ سنوياً، وتم تنفيذه في جانفي 1993؛
- تم عمل دراسة عن التسخين الشمسي الصناعي واستعادة الحرارة المفقودة من خلال القياسات الحقلية المكثفة لعدد من القطاعات الصناعية في مصر (الصناعات الكيميائية والغذائية، والغزل والنسيج، والصناعات الدوائية والمعدنية) وتنفيذ نموذج لإنتاج البخار من الطاقة الشمسية لاستخدامه في العمليات الصناعية، ويساهم هذا المشروع في توفير 1500 طن بترول مكافئ سنوياً.

الشكل رقم (05): مشروع تسخين المياه للأغراض الصناعية



المصدر: وزارة الكهرباء، **هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة**، التقرير السنوي، 2012، ص 20.

ج. أنظمة الخلايا الفوتوفولطية(الخلايا الشمسية): تقوم أنظمة الخلايا الشمسية بتحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية، وتعد من أفضل تطبيقات الطاقة المتجددة لأغراض الإنارة وضخ المياه بالمناطق النائية ذات الأحمال الصغيرة والمنازل المتناثرة البعيدة عن الشبكة الكهربائية، وتتميز هذه النظم بمحدودية تكلفة التشغيل والصيانة بالمقارنة بالعمر

الافتراضي الذي يصل إلى 25-30سنة، ومن الجدير بالذكر أن حوالي 90 %من الإنتاج العالمي يستخدم التكنولوجيا القائمة على خلايا السيلكون البلوري وتعمل حالياً مصر مع عدة شركات في مجال استيراد وتجميع وتركيب أنظمة الخلايا الفوتوفولطية. (وزارة الكهرباء 2011، ص 14)

الشكل رقم(06): أنظمة الخلايا الفوتوفولطية(الخلايا الشمسية)

المصدر: وزارة الكهرباء، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مجلس الطاقة والثروة المعدنية، **مقترح:خريطة الطريق للطاقة الشمسية**، أبريل2011 ،ص 14.

2. **النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء:** تعتمد النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء على استبدال مصادر الوقود المستخدمة بالمحطات الحرارية التقليدية لإنتاج الكهرباء بالطاقة الحرارية الناتجة من تركيز الإشعاع الشمسي عند درجات حرارية عالية، وتتميز هذه النظم بإمكانية تكاملها مع النظم التقليدية لإنتاج الكهرباء بالإضافة إلى أنها تضمن إمدادات منتظمة له، كما أنها لا تتسبب في مشاكل لتشغيل الشبكة الكهربائية، وفيما يلي المشروعات المقامة في ذلك (وزارة الكهرباء 2011، ص ص 07-09):

أ . **المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات:** يعد اكبر مشروع ضمن 3 مشاريع تم تنفيذها على مستوى قارة إفريقيا في المغرب والجزائر ومصر، وتعتمد على ارتباط الدورة المركبة بالحقل الشمسي، حيث يبلغ إجمالي مساحة الحقل الشمسي 644 ألف متر مربع، وإجمالي المجمعات الشمسية 1920 مجمع شمسي تحتوي على 53760 مرايا، وبلغت نسبة التصنيع المحلي في المكون الشمسي نحو 50%؛

ب. **مشروع محطة شمسية تجريبية متعددة الأغراض:** يهدف المشروع إلى تصميم وبناء وحدات مركزات شمسية متعددة الأغراض بأحدث الأساليب التكنولوجية والقائمة على الابتكار لإنتاج الطاقة الكهربائية بقدرة واحد ميجاوات، وتقوم الوحدة بتحلية 200 متر مكعب في اليوم، كما يستغل جزء من الطاقة الحرارية في عمليات تكييف الهواء.

الشكل رقم (07): النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء

المصدر: وزارة الكهرباء، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مجلس الطاقة والثروة المعدنية، مقترح:خريطة الطريق للطاقة الشمسية، ابريل2011، ص9.

ثانيا. آفاق الطاقة الشمسية في مصر: في ظل نضوب مصادر الطاقة الأحفورية وتنامي الطلب على الطاقة للمساهمة بالوفاء باحتياجات خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية، ارتأت الدولة المصرية لوضع خطة شمسية مصرية من سنة (2012-2017)، تتمثل فيما يلي (وزارة الكهرباء 2013، ص 35):

1. **إنشاء محطة شمسية حرارية لتوليد الكهرباء بقدرة إجمالية 100ميجاوات:** تم اختيار موقع كوم امبو لإقامة محطة شمسية حرارية قدرة 222 م.و مع نظام تخزين حراري لمدة 4 ساعات بمحافظة أسوان، كما تم تركيب وتشغيل وحدة الأرصاد بمنطقة المشروع لتسجيل بيانات وقياسيات الإشعاع الشمسي، وأظهرت دراسة الجدوى للمشروع أن كمية الطاقة التي سينتجها تقدر بنحو 385 مليون ك.و.س/سنوياً بتكلفة تقديرية628 مليون يور.

2. **مشروعات محطات توليد كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية بقدرة إجمالية 240 ميغاواط:** مشروع دراسة جدوى لمقترح تنفيذ محطة توليد كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية قدره 02 ميجاوات، ويعد من أكبر مشروعات توليد الكهرباء من الخلايا الفوتوفولطية ومرتبط بالشبكة الكهربائية بمصر، تبلغ الطاقة المتوقع إنتاجها نحو 32 جيجا وات ساعة؛

أ. **مشروع دراسة جدوى لمقترح تنفيذ محطة توليد كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية** قدرة 02 ميجاوات بكوم امبو بالتعاون مع الوكالة الفرنسية للتنمية ، تبلغ الطاقة المتوقع إنتاجها نحو 32 جيجا وات ساعة؛

ب. **مشروع إنشاء 10 محطات توليد كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية** من خلال القطاع الخاص بقدرة إجمالية 200 ميغاواط؛

ت. **مشروع التغذية الكهربائية للمناطق والقرى والتجمعات الغير مرتبطة بالشبكة الموحدة** باستخدام الخلايا الفوتوفولطية بالتعاون مع الجانب الإماراتي؛

3. **دراسة المخطط الشامل للطاقة المتجددة في مصر** :تم التعاقد مع تحالف استشاري عالمي بالتعاون مع المفوضية الأوروبية وبنك التعمير الألماني لتنفيذ دراسة المخطط الشامل للطاقة المتجددة فى مصر مع إعطاء أولوية للطاقة الشمسية بالإضافة إلى إعداد دراسة جدوى لمشروع محطة شمسية حرارية بقدرة 100 ميغاواط.

الدراسات والمشروعات في مجال الطاقة الشمسية:

1. **التعاون مع الاتحاد الأوروبي في مجال المشروعات البحثية** (وزارة الكهرباء 2011، ص 53):

أ. **مشروع "MATS"بالتعاون مع أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا والوكالة الايطالية ENEA في مجال تكنولوجيا المركزات الشمسية:** يشارك فى هذا المشروع 22 مؤسسة بحثية وشركة من (مصر، ايطاليا، ألمانيا، فرنسا) ويهدف إلى إنشاء نموذج كامل لتكنولوجيا المركزات الشمسية والتحقق من نتائج التشغيل التجريبي لوحدة متعددة الأغراض سيتم تركيبها في مدينة برج العرب العلمية بالإسكندرية التابعة لأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، وتستخدم هذه المحطة كمصدر للطاقة في إنتاج الكهرباء، كما يتيح توفير الطاقة في حالات عدم توافر أشعة الشمس.

ب. مشروع STS MED مع شركة Consorzio ARCA الإيطالية:

يشارك في هذا المشروع 20 جهة من (مصر، ايطاليا، قبرص، فرنسا، اليونان، الأردن)، ويهدف إلى إثبات فاعلية نظم مركزات الطاقة الشمسية الصغيرة والمتكاملة مثل(إنتاج الكهرباء، التدفئة والتبريد، تحلية المياه) والتشجيع على اعتمادها في دول حوض البحر المتوسط مع التركي على المناطق الريفية والساحلية.

ت. **مشروع MED DESIRE مع وزارة البيئة الايطالية IMELs :** يشارك في هذا المشروع 9 جهات من (مصر، إيطاليا، اسبانيا، تونس، لبنان) لتنفيذه ضمن آلية الشراكة بين دول الجوار الأوروبية للتعاون عبر الحدود، حيث يهدف إلى رفع الوعي في مجال الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة الطاقة وترويج آليات تمويل جديدة للنهوض بتكنولوجيات الطاقة الشمسية والطاقة المتجددة.

ث. عمل دراسة شاملة عن مستقبل الطاقة في مصر بالتعاون مع استشاري من الاتحاد الأوربي:

هذه الدراسة تغطى الفترة حتى عام 2030 ويقدم حوافز للاستثمار في تصنيع المعدات والمهام الكهربائية ويوضح حجم الطلب على الطاقة في مصر، بما يوفر للمستثمرين قاعدة بيانات تمكنهم من إقامة خطوط إنتاج للمعدات التي لم تصنع محلياً والمشاكل الموجودة في الشبكة.

2. **دراسة الجدوى الاقتصادية والبيئية لاستخدام الطاقات المتجددة في إحلال السخانات المنزلية التي تستخدم الكهرباء والغاز الطبيعي والبوتوجاز في محافظات القاهرة والجيزة والقيلولة** (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، 2004):

وقد هدف الدراسة إلى دراسة جدوى استخدام السخانات الشمسية المنزلية كبديل للسخانات التقليدية(الكهرباء، الغاز الطبيعي، البوتاجاز)، وتقييم الوفر في الطاقة الذي يمكن تحقيقه من نشر استخدام السخانات الشمسية المنزلية حتى عام 2021 بالحافظات محل الدراسة، وأخيرا تقديم خطة عمل وبرنامج تنفيذي لدعم التوسع في استخدام السخانات الشمسية المنزلية والتغلب على المعوقات التي تحد من انتشارها.

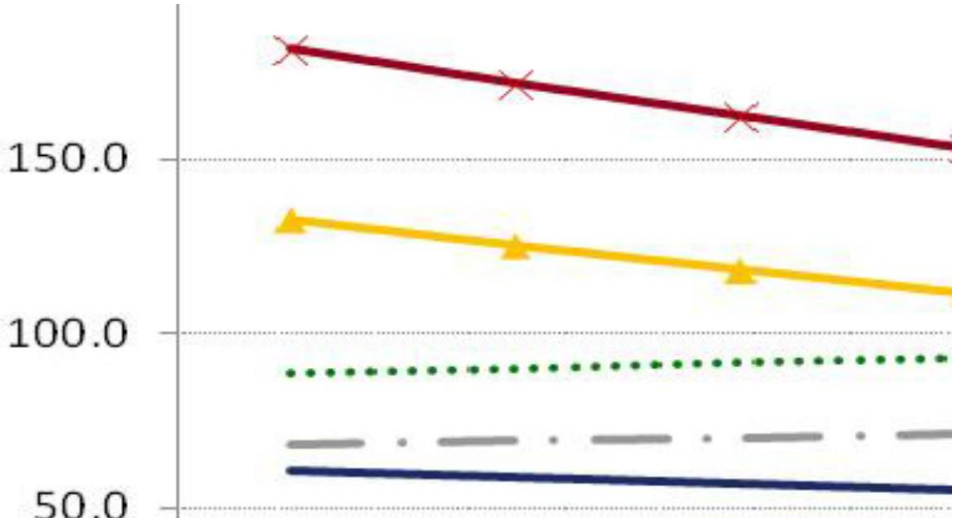
3. اتجاهات تكاليف إنتاج الطاقة من المصادر المختلفة:

المقصود بمفهوم الاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية في مصر هو تحقي أدنى تكلفة اقتصادية واجتماعية ممكنة من استخدام الطاقة الشمسية مع البقاء على مستوى محدد من الناتج لها ، والشكل التالي يوضح اتجاهات تكاليف إنتاج الطاقة من المصادر المختلفة في مصر خلال الفترة (2010-2020) ويتبين منه الآتي (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، 2015، ص 43) :

- تعد تكلفة الطاقة من الوقود الأحفوري منخفضة نسبيا ولكنها سترتفع مستقبلا؛
- في الوقت الحالي يوجد فجوة اقتصادية واسعة بين تكلفة الوقود الاحفوري وتكلفة إنتاج الطاقة الشمسية؛
- وجود فرص وعوامل مشجعة للاتجاه إلى استخدام الطاقة المتجددة في مصر وخاصة أن المنطقة بها دراسات ومشاريع تنفيذية؛
- بحلول عام 2020 يمكن تخفيض تكاليف إنتاج محطات الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية بنسبه تتراوح بين 30%-40% من تكاليف الإنتاج لكل ميغاواط ساعة على التوالي؛

- بحلول عام2020 يمكن إنتاج الطاقة من المحطات الشمسية الحرارية بنفس تكلفة الوقود الأحفوري.

الشكل رقم(08): اتجاهات تكاليف إنتاج الطاقة من المصادر المختلفة في مصر خلال الفترة (2010-2020)



المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، **دراسة مستقبل الطاقة الشمسية في مصر**، فبر اير 2015، ص43.

ثالثا. التحديات التي تواجه استغلال الطاقة الشمسية في مصر: رغم المشاريع التي قامت بها هذه الدولة والخطط المستقبلية إلا أن هناك بعض العراقيل التي ستقف حائلا أمام تطبيق الطاقة الشمسية نذكر منها (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ص 26):

- نقص التمويل الموجه لاستثمارات الطاقة الشمسية سواء من القطاع الحكومي أو الخاص خاصة لأنواع متعددة منها؛
- عدم الاستفادة الكاملة من المنح الخارجية لصناعة الطاقة الشمسية من المؤسسات التمويلية خاصة الموجهة للشمال الإفريقي ومنها مصر؛
- عدم توجيه الاستثمار في أنواع الطاقة الشمسية ذات التكلفة المرتفعة مثل إقامة المحطات الشمسية وإغفال الأنشطة ذات التكلفة المنخفضة مثل إنارة القرى النائية؛
- عدم وجود استراتيجيات ملائمة وشاملة على المستوى القطاع الحكومي والخاص لتمويل المشاريع المتعلقة باستخدامات الطاقات المتجددة، والإستراتيجية المصرية تنصب على توجيه الاستثمارات على مختلف أنواع الطاقات المتجددة دون هدف واضح.
- غياب التنظيم والتنسيق المؤسسي على المستوى الوطني والإقليمي؛
- غياب برامج التوعية للمواطنين المبنية على أسس علمية وموضوعية حول ترشيد الكهرباء والماء؛
- ضعف دور القطاع الخاص في نشر تقنيات الطاقة المتجددة ومنها الطاقة الشمسية المتمثل في عدم استثماره في مجال إنشاء مصانع الصناعات الخفيفة المرتبطة بالطاقة الشمسية وتوفيرها للمستهلك بسعر مناسب، وإنشاء مراكز البحوث المتخصصة للاستفادة منها في التصنيع المحلي للإحلال محل الواردات مما يكون له عظيم الأثر على خفض تكلفة الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية؛
- عدم وجود سياسات تمويلية لجذب الاستثمار في مجال الطاقة الشمسية ودعم مشروعات الاقتصاد الأخضر؛

5. خاتمة:

إن مستقبل الطاقة اليوم هو مستقبل الطاقات المتجددة في ظل تزايد الطلب على الطاقة لتحقيق التنمية المحلية في جميع دول العالم سواء أكانت غنية أو فقيرة، والاستثمار فيها جاء نتيجة أسباب عديدة لعل أهمها الآثار السلبية للوقود الأحفوري كتلوث البيئة والتغير المناخي، إضافة إلى تميزه بإمكانية النضوب والنفاذ، ومن الدول التي تمضي قدما في مجال صناعة الطاقات المتجددة مصر، حيث تعد التجربة مصرية تجربة واعدة والتي يمكن الاستفادة منها، فهي غنية بموارد الطاقة المتجددة التي يمكن أن تضعها في مصاف الدول العظمى في حالة استغلالها بكفاءة، فبالنظر إلى إمكانيات مصر في مجال الطاقة الشمسية، فإنها تملك إمكانيات كبيرة خاصة في مجال الطاقة الشمسية، والتي تؤهلها لأن تكون أكثر منطقة سطوع شمسي في العالم، وأول خطوة في أي تطلع وتوجه نحو المستقبل في مجال الطاقة تكمن في الاستخدام الرشيد لمصادر الطاقة، بما يشمل البحث عن مصادر طاقوية بديلة، في صورة الطاقة الشمسية.

6. التوصيات:

- الدعم المادي والمعنوي وتنشيط حركة البحث في مجالات الطاقة المتجددة؛
- على الدول السائرة في طريق النمو والتي تسعى لتحقيق التنمية المحلية وخصوصا إذا كانت تشهد نموا سكانيا سريعا، التخطيط على المدى البعيد لإيجاد الحلول الكفيلة لتلبية الطلب المحلي على الطاقة، وذلك من خلال إعطاء الأولوية للنهوض بالطاقات المتجددة والتقليل من الأموال الضخمة التي تصرف سنويا لاستيراد الطاقة من لخارج؛
- تنشيط طرق التبادل العلمي والمشورة العلمية بين البلدان العربية والدول الرائدة في هذا المجال، من خلال عقد الندوات واللقاءات الدورية؛
- إن مستقبل الطاقة يشهد تنافسا حادا في مجال صناعة الطاقات المتجددة وعليه يجب تضافر جميع الجهود البيئية والاقتصادية والاجتماعية في الدولة الواحدة في سبيل النهوض بها لتحقيق تنمية محلية مستدامة.
- تطبيق جميع سبل ترشيد الحفاظ على الطاقة ودراسة أفضل طرقها بالإضافة إلى دعم المواطنين اللذين يستعملون الطاقة الشمسية في منازلهم.

7. قائمة المراجع:

- محمد مصطفى الخياط، إيناس محمد إبراهيم الشيتي، **استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تنمية مشروعات الطاقة المتجددة، دراسة حالة مصر**، المؤتمر العلمي السابع عشر لنظم المعلومات وتكنولوجيا الحاسبات، القاهرة، 2010.
- **منظمة الدول المصدرة للبترول (OPEC)**، التقرير السنوي الثالث والثلاثون، العدد33 ، 2007، ص 112.
- P.S .Dasgupto and G.M ? HEAL, **Economic Theory And Exhaustible Resources James Nisbet**. co ltd digsuvell place , welwgn hertsand Cambridge univ press .
- أحمد مدحت إسلام، **الطاقة وتلوث البيئة**، دار الفكر العربي، سنة1999.
- Rapport économique sur l'Afrique 2010, **promouvoir une croissance forte et durable pour réduire le chômage en Afrique**, commission économique pour l'Afrique 2010, Addis-Abeba, Ethiopie.
- **دليل الطاقات المتجددة**، إصدار وزارة الطاقة و المناجم، 2007.
- وحيد خير الدين، **أهمية الثروة النفطية في الاقتصاد الدولي والاستراتيجيات البديلة لقطاع المحروقات**، رسالة ماجستير، جامعة بسكرة في العلوم الاقتصادية، تخصص اقتصاد دولي، 2012 .

- يحياوي فاطمة الزهراء، **الطاقات المتجددة كإستراتيجية بديلة للثروة النفطية**، بحث مقدّم إلى الملتقى الدولي حول":انعكاسات انهيار أسعار النفط على الاقتصاديات المصدرة لها المخاطر والحلول"، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير-جامعة المدية يوم8 أكتوبر 2015 .
- سالم عبد الحسن رسن، **اقتصاديات النفط**، الجامعة المفتوحة، طرابلس، 1999.
- هشام الخطيب، **مصادر الطاقة المتجددة :التطورات التقنية والاقتصادية عربيا وعالميا**، ورقة عمل مقدمة إلى مؤتمر الطاقة الثامن، الأردن ،2006 .
- عبد العلي خفاف، ثعبان كاظم خضير ، **الطاقة وتلوث البيئة**، دار الميسرة للنشر والتوزيع، الأردن، 2007.
- محمد محمود إبراهيم الديب، **الطاقة في مصر**، مكتبة الأنجلو المصرية .
- وزارة الكهرباء، **هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة**، التقرير السنوي، 2012.
- وزارة الكهرباء، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مجلس الطاقة والثروة المعدنية، **مقترح:خريطة الطريق للطاقة الشمسية**، ابريل2011.
- وزارة الكهرباء، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مجلس الطاقة والثروة المعدنية، **مقترح:خريطة الطريق للطاقة الشمسية**،مرجع سابق.
- وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ، **التقرير السنوي 2012-2013**.
- وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ، مرجع سابق.
- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، **دراسة الجدوى الاقتصادية والبيئية لاستخدام الطاقات المتجددة في إحلال السخانات المنزلية التي تستخدم الكهرباء والغاز الطبيعي والبوتاجاز في محافظات القاهرة والجيزة والقليوبية**، فبراير 2004.
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، دراسة مستقبل الطاقة الشمسية في مصر، فبر اير 2015.
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مرجع سابق.