**دراسة حول الألواح الشمسية**

إعداد: الباحث الاقتصادي مريم خميس

الفهرس:

مقدمة ...............................................................................................3

تاريخ الطاقة الشمسية.............................................................................3

تعريف الطاقة الشمسية...........................................................................3

أهمية مشروع الألواح الشمسية.................................................................4

صناعة الخلايا الشمسية..........................................................................4

التحليل الرباعي...................................................................................4

تحليل البيئة الخارجية والمحيطة...............................................................5

طريقة تصنيع الألواح الشمسية.................................................................7

الأدوات المستخدمة لعملية التصنيع............................................................7

مراحل عملية التصنيع...........................................................................8

نماذج عن فعالية الطاقة الشمسية...............................................................12

تكاليف المشروع..................................................................................12

الخاتمة..............................................................................................14

**مقدمة**

إنطلاقاً من الهدف السابع لأهداف التنمية المستدامة والّذي ينص على أنّه "يتمتّع لبنان بقدرة كبيرة على الانتقال من الوقود كمصدر أساسي للطاقة والاعتماد بشكل أكبر على طاقة متجددة من مصادر مثل الشّمس والرياح والمياه. ينبغي بذل جهود كبيرة لتحسين انبعاثات الغازات الدفيئة وتوفير طاقة بتكلفة ميسورة". مضافاً إليه الهدف التاسع المتعلّق بالصناعة والابتكار والّذي يحثّ على ضرورة بذل جهود إضافية لتحديث البنية التحتية وتشجيع الابتكار وتعزيز القطاع الصناعي، قررت إجراء دراستي حول الألواح الشمسية الّتي تأخذ حالياً حيّزاً كبيراً في العالم بأسره.

**تاريخ الطاقة الشمسية**

تُعدّ صناعة الألواح الشّمسيّة قديمة حيث ظهرت في أوائل القرن التّاسع عشر، إبتكرها الفيزيائي الفرنسي "إدموند بيكيريل" عام 1893 الذي بحث في تأثير الضوء الجهدي، وكان ذلك نقطة الانطلاق حيث تمّ اكتشاف انبعاث طاقة عند سقوط أشعّة الشّمس على القطب الكهربائي.

من ثمّ طوّر هذه الفكرة المخترع "راسل أوهل" الّذي صنع خلية شمسية من السيليكون عام 1941.

**تعريف الطاقة الشمسية**

الطاقة الشمسيّة هي بديل عن استخدام الوقود الّذي ينفذ مع مرور الوقت إضافة إلى تلويثه للبيئة. فالخلية الشمسية هي أداة لتحويل "الطاقة الشمسية" إلى كهرباء لاستخدامها في المنازل والمصانع.

**أهمية مشروع الألواح الشمسية**

تكمن أهمية هذا المشروع في استخدامه الطاقة النظيفة وتوفيره الطاقة غير المتجددة ذات الكلفة المرتفعة في ظل تلاعب أسعار الطاقة، مما يجب أن ينعكس إيجاباً على صاحب المشروع. وبما أنّ الشمس هي من المتطلبات الأساسية اللّازمة لهذا المشروع لا بدّ أنّ نلتفت إلى أنّ الشمس تظهر في لبنان في معظم أيام السنة وبالتالي هذا العامل متوفر لدينا. ولا نحتاج إلى مكان محدد، بل يمكن تنفيذه على أسطح المنازل او المصانع أو الشركات أو على أية قطعة أرض بشرط وصول الشمس إليها.

**صناعة الخلايا الشمسية**

تبنى الخلايا الشمسية من السليكون، ويُضاف إليها بعض الشوائب مثل الفوسفور لتحسين قدرتها على توصيل الكهرباء، وعند سقوط أشعة الشمس على بلورات السليكون تمتصها، فتتحرّر الإلكترونات عشوائيا ممّا يولّد تياراّ كهربائياً.

إزداد الطّلب مؤخّراً على الخلايا الشمسية نظرا لزيادة الوعي حول موضوع الطاقات المتجددة والغير متجددة، عدا عن أنها لا تسبب التلوّث كغيرها من المصادر. ولكنّ لبنان لا يزال متأخراً في هذا المجال، مع العلم أنّ موقع لبنان الجغرافي يمكّنه من الإفادة من الطاقة الشمسية كما ذكرنا آنفا.

في البداية، لا بدّ لنا من عرض التحليل الرباعي Swot

|  |  |
| --- | --- |
| **نقاط القوة** | **نقاط الضعف** |
| * مشروع الخلايا الشمسية يمكن أن يستمر لعشرين عام
* إيجاد أسواق واسعة
* طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة
* ظروف مناخية مناسبة
* توليد طاقة بدون ضجة
* مردود عالي
 | * ضعف الإدارة
* عدم القدرة على الحصول على التكنولوجيا المطلوبة
* إرتفاع التكاليف
* إرتفاع كلفة اليد العاملة
* الاعتماد على الواردات للحصول على المواد الخام
* عدم وجود أبحاث
* عدم وجود إختبارات
 |
| **الفرص** | **المخاطر** |
| * فتح أسواق جديدة
* نمو الأسواق الحالية
* عدم وجود منافسين
 | * ظهور منافسين جدد
* عدم القدرة على استيراد المواد الخام المطلوبة وتغير اتجاهات السوق
* عدم القدرة على توفير سعر تنافسي
 |

والآن نعرض تحليل البيئة الخارجية والمحيطة PESTEL

|  |
| --- |
| **العوامل السياسية** * السياسات الحكومية
* شروط التجارة الخارجية
* الاستقرار الحكومي
 |
| **العوامل الاقتصادية** * تأثير ارتفاع أسعار الطاقة الغير متجددة
* دعم المشروع عن طريق قروض مدعومة وميسرة
* ارتفاع الفواتير الاقتصادية
* تكاليف العمالة
* متوسط الدخل والقدرة الشرائية
* تقلبات الاسعار في مثل هذه التكنولوجيا
 |
| **العوامل الاجتماعية** * الوعي لضرورة استخدام طاقة نظيفة
* التقليل من استخدام الطاقة الغير متجددة
* مستوى التعليم
* الوعي الصحي
* أنماط الحياة
* سلوك المستهلكين اتجاه البيئة
* معدلات النمو والهجرة
 |
| **العوامل التكنولوجية*** إمكانية الحصول والاعتماد على هذه التكنولوجيا
* فعالية الالواح الشمسية في تأمين الكهرباء
* البنى التحتية
* الإنفاق على الأبحاث والتطوير
* الحوافز التكنولوجية
 |
| **العوامل الطبيعية*** طبيعة الطقس
* تغير المناخ
* قوانين حماية البيئة من التلوث
* معدلات التلوث
 |
| **العوامل القانونية** * قوانين الصحة والسلامة
* قوانين وتشريعات معينة للتعاطي مع الطبيعة
 |

**طريقة تصنيع الألواح الشمسية**

صناعة الألواح الشمسية معقّدة وتحتاج إلى رأسمال ضخم. وهي على نوعين :

1. الألواح الأحادية وهي تعمل بقوة أكبر في الأماكن الباردة.
2. الألواح المتعددة الكريستالات وهي تعمل بقدرة أكبر في الأماكن ذات الحرارة المرتفعة، وبالتالي هذه الألواح هي الأفضل في لبنان.

**الأدوات المستخدمة لعملية التصنيع**

* صفيحة نحاسية
* ورقة صنفرة
* ميكروأميتر؛ لقياس التيار الكهربائي
* عبوة بلاستيكية كبيرة أو وعاء زجاجي
* أسلاك أو لواقط للتوصيل
* ملح
* ماء
* سخان كهربائي
* مقص معادن

**مراحل عملية التصنيع**

1. ترسيب السليكون على رقائق زجاج أو بلاستيك أو رقائق معدنية بطريقة تكون قد سبق طلاؤها بطبقة من الاكسيد الموصل الشفاف، وإضافة عنصر البورون إليها.
2. تحضير كتل مختلفة باستخدام طريقة الصب أو السكب، ومن ثمّ تقطع الكتل إلى رقائق باستخدام مناشير سلكية خاصة، وبعدها يتمّ تنظيف الكتل.
3. وضع الألواح في أفران الفسفور لوضع هذه المادّة على جوانب الألواح لتكوين طبقة من الموصلات السالبة، ثمّ يتم نثر بعض المواد الكيميائية عليها للتقليل والحدّ من انعكاسات أشعة الشمس على الخليّة الضوئيّة ولتوسيع المساحة التي تسقط عليها أشعة الشمس.
4. تجميع وتركيب الألواح الشمسية ووضعها تحت الاختبار وتغطيتها بالزجاج للتقليل من انعكاس أشعة الشمس وزيادة قدرتها على الامتصاص.

تقسم صناعة الألواح الشمسية إلى قسمين:

1. الألواح الشمسية الحرارية
2. الألواح الشمسية الكهربائية

الألواح الشمسية الحرارية سهلة التصنيع، وتتمتع بإنتاجية عالية. هذه الصناعة موجودة في لبنان عن طريق تجميعها، ولكنها تستخدم للتسخين فقط وليس لضخ الكهرباء.

أما بالنسبة للوحات الشمسية الكهربائية فهي تقوم بضخ الكهرباء، ولكن تُطرح عدّة أسئلة في هذا الصدد.

السؤال الأول يتعلّق بمدى فعالية هذه الألواح، ففي الدول الأوروبية تصل فعاليتها إلى 20-25%، أما في لبنان فهذا يعتمد على التكنولوجيا المستعملة و المعروف لدينا ان التكنولوجيا المتطورة أغلى سعرا و أقل تواجداً في السوق ، وبالتالي سنكون أمام معضلة في القدرة على الحصول على التكنولوجيا المتطورة الباهظة الثمن للوصول إلى القدرة الإنتاجية للدول الأوروبية لتكون أسعارنا منافسة في الداخل قبل الخارج.

أمّا المشكلة الثانية فتكمن في عدم فعالية قسم الأبحاث والتطوير في لبنان حيث سنبقى متأخرين في هذا المجال، إضافة إلى عدم وجود إختبارات كافية (testing) لهذه اللوحات لقياس قدرتها وفعاليتها. فقد تبين من خلال الدراسة أننا بحاجة إلى إخضاع هذه الألواح الشمسية إلى الاختبارات وإعداد التقارير للعمل على تسويقها داخلياً وتصديرها عند تحقيق فائض في الانتاج.

هذا عدا عن أنّ المواد الخام الّتي نحتاجها في عملية تصنيع اللوحات الشمسية غير متوفرة في لبنان، فمادة السليكون المستخدمة والّتي تشكل العنصر الأساسي في عملية التصنيع باهظة الثمن، غير أنها سامة وغير قابلة للتدويرومراحل تصنيع السليكون معقدة وتتعرض للأكسدة في حال تعرضها للحرارة أو الرطوبة، ممّا يشكّل عائقاً إضافيّاً أمام تصنيعها في لبنان. والأمر نفسه يسري على أفران الفسفور الغير متوفرة لدينا.

كما أنّ عملية ضخ الإلكترونات داخل الخلايا الشمسية أمر معقد وصعب، ولكن في حال وجود تمويل للاستثمار في هذه المشاريع فلا يوجد شيء مستحيل، عندها يمكننا خلق بيئة مناسبة لمثل هذه الصناعات ولكنّها تحتاج لتمويل واستثمارات ضخمة.

ولا ننسى كلفة استثمار الأراضي الباهظة في لبنان والّتي تلعب دوراً مهمّاُ في زيادة كلفة المشروع وتعيق العديد من الصناعات.

هذا فيما يخصّ عملية تصنيع الألواح الشمسية الكهربائية وتكاليفها الّتي لم نضف عليها تكاليف الآلات والمعدات الّتي نحتاجها لإتمام عمليّة التّصنيع، ونظراً لأهميّة المستخدمين من ناحية قدراتهم الشرائية وسلوكهم كونهم الهدف الأساسي لإيجاد أسواق واسعة لهذه الصناعة الجديدة، سننتقل الآن إلى إشكاليات وتحديات استخدام الألواح الكهربائية.

إنّ استخدام الألواح الشمسية الكهربائية يحتاج إلى ضرورة توفر مساحة كبيرة لها في حال كنا نريد استخدامها بقوة مرتفعة. وفي هذه الحالة فإنّ التنظيم المدني في لبنان يقف عائقاً أمام استخدام الألواح الشمسية، حيث هناك اكتظاظ وقلة تنظيم بحيث لا يكفي سطح مبنى لطاقة شمسية لمنزل واحد.

كما تجدر الاشارة إلى أنّ استخدام الألواح الكهربائية يكون كداعم في المصنع، أي يعمل إلى جانب التيار الكهربائي ، ولكن طاقة هذه الألواح ليست ثابتة بسبب عامل المناخ الّذي يتقلب في لبنان، فتخفّ طاقة هذه الألواح عند وجود الغيوم وهطول الأمطار. وفي هذا الاتجاه ستواجهنا مشكلة بسبب عدم وجود كهرباء بشكل متواصل أي أربع وعشرون ساعة يوميّاً، فعندما نقوم بإيصال الألواح الشمسية يوجد لدينا طريقتين:

الطريقة الأولى تسمّى Ongrid أي تكون بإيصال الألواح مباشرة بالكهرباء، وهذه الطريقة هي الأنسب والأوفر. ولكن في حال إنقطاع الكهرباء و كانت الطاقة المطلوبة اكبر من الطاقة المنتجة فهذه الألواح لن تعمل.

أما الطريقة الثانية فتسمّى Offgrid، وهنا لا نقوم بتوصيلها مباشرة مع الكهرباء، وطبقاً لهذه الطريقة نحن بحاجة إلى بطاريات لتخزين الطاقة في النهار واستخدامها في الليل عند غياب الشمس. وعدا عن أنّ كلفتها باهظة تحمل هذه البطاريات عدّة صعوبات منها قصر عمر البطاريات الى ما دون الخمس سنوات و بالتالي زيادة الكلفة التشغيلية، بالاضافة الى أنّه في حال تلف إحدى هذه البطاريات سنكون ملزمين بتغيير جميع البطاريات وليس الّتي أتلفت فقط لتفادي تقصير عمر كامل البطاريات.

ويبقى السؤال الأهم ممّن يودّون تبني هذه التكنولوجيا لا سيما في المصانع وهو هل ستكون هذه الألواح قادرة على تغطية وتشغيل المصنع بالكامل. وبالمقابل إذا فاض عن استخدام الألواح طاقة إضافية فذلك سيذهب خسارة بسبب عدم استخدامها بنسبة 100%. وفي هذا الصدد وللاستفادة من الطاقة القصوى للألواح الكهربائية، وضعت وزارة الطاقة ما يسمى بنظام صافي القياس(Net Metering) الّذي يؤمّن آلية تبادل الطاقة الكهربائية بين المنشأة وشبكة الكهرباء الرئيسية. حيث تسمح هذه الآلية بتصدير إنتاج الكهرباء الفائض عن الحاجة الّذي ينشأ عن ساعات الذّروة في النظام الشمسي في النهار إلى شركة كهرباء لبنان. وبالمقابل يمكن سحب الكهرباء من الشبكة عند الحاجة أي عند عدم وجود إنتاجية بسبب غياب الشمس. لكن لضح الكهرباء على شبكة كهرباء لبنان لا بد ان يكون التيار الكهربائي من كهرباء لبنان موجود. و إلا لن نتمكن من ضخ الكهرباء على الشبكة.

ولتوضيح ذلك سنستخدم المثال الآتي، اذا أخذنا منزل يستهلك مصروف 600 كيلو وات، وكما نعرف فإنّ شركة كهرباء لبنان تصدر الفواتير على أساس الشطور مثلا تحت ال500 كيلو وات تصدر على أساس سعر معين وفوق هذا السعر تختلف التسعيرة وهكذا دواليك. وفقاً لنظام صافي القياس اذا استهلك المنزل 600 كيلو وات وهو يستخدم الألواح الشمسية وفاض عنه 400 كيلو وات تُحوَل تلقائياً إلى شركة الكهرباء وتصدر التسعيرة على أساس 200 كيلو وات، ممّا سيخفّض من فاتورة شركة كهرباء لبنان تلقائياً.

ولكن لا بدّ أن نلتفت هنا إلى أنّه بعد أن قمنا بالاستفسار عن هذه الآلية وكيفية الاستفادة منها لأنها قد تشجع الكثير من المواطنين والصناعيين على اعتماد الألواح الكهربائية تبيّن لنا أنها تتطلب موافقات ومعاملات إدارية في شركة كهرباء لبنان قد تكون معقدة إلى حد ما في كثير من الأحيان.

**نماذج عن فعالية الطاقة الشمسية على بعض المشاريع**

تستخدم الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة في كثير من المجالات، فعند الحديث عن الطاقة الشمسية يجب أن نلتفت إلى موضوع الإنارة العامة الّتي تحتلّ أهمية كبيرة في لبنان بسبب عدم تواجد التيار الكهربائي بشكل متواصل، فإنّ استخدام الطاقة الشمسية للإنارة العامة هو فعّال جدّاً كما تبيّن الدّراسات، باعتبار مناطق الإنارة مناطق معزولة وأعمدة الإنارة بعيدة عن بعضها البعض، ولكنّ إنارة الطرقات تحتاج دائماً طريقة الـ Offgrid ممّا سيطرح إشكالية البطاريات الّتي تكلّمنا عنها سابقاً ويجري البحث والعمل في العالم على تطوير البطاريات ليكون عمرها أطول وفعاليتها أكبر.

كما قد تكون الطاقة الشمسية مصدر طاقة فعال لضخ المياه، فمن خلال دراستنا تعرّفنا على برنامج مدعوم من البنك الدولي لضخ المياه على الطّاقة الشمسية حيث يتبيّن لنا أنّ المشروع منتج باعتبار المناطق الزراعية مناطق معزولة، وفي وقت الري أي في النهار هناك طاقة شمسية دائما فنحن لا نقوم بالري ليلاً، وبالتالي تكون الطاقة الشمسية ذات أهميّة كبيرة في هذا المشروع.

وفي دراسة أخرى كانت معدّة لتركيب ألواح شمسية في البقاع، حيث هناك مساحة كبيرة جداً وكانت المساحة موجودة تحت خطوط التوتر، ولكن تبين في الدراسة أنّ هناك عدّة عوائق تقف أمام هذا المشروع منها أنّ قسم كبير من هذه الاراضي هو أملاك خاصة والقسم الأصغر يعود للدولة، كما أنّ قرب الألواح الشمسية من خطوط التوتر سيخفض فعاليتها بشكل كبير، ممّا خفض نسب نجاح المشروع.

**تكاليف المشروع**

كما هو معلوم أنّه عند احتساب تكلفة المشروع يجب أن تؤخذ الكثير من العوامل بعين الاعتبار، فتكلفة المشروع تختلف بحسب مساحة المكان المنوي تزويده بالطّاقة وكمية الطاقة الّتي يحتاجها، أي المنزل مختلف عن المصانع والمصانع فيما بينها تختلف بين مصنع صغير وآخر كبير، وهذا ما يفرض حاجتنا إلى عمال متخصصين لتركيب الألواح والبطاريات والعمالة ليست رخيصة في هذا المجال. لذلك عند اعتماد المشروع والمباشرة به يجب البحث عن عمالة متخصصة وبسعر مقبول.

كلّ هذه الإيجابيات والإشكاليات كان لا بد أن نضعها أمامنا لاتخاذ القرار المناسب في جدوى تبني مشروع الألواح الشمسية من عدمه ولتبيان اذا كان هناك من سوق واسع لها في لبنان أم لا.

وبما أن صناعة الألواح الشمسية التي تضخ الكهرباء غير موجودة في لبنان وهي صناعة جديدة لذلك لا توجد أرقام واضحة لدينا، ولكن بعد التواصل مع إحدى الشركات الّتي تبين لنا أنها طلبت إعداد دراسة جدوى للمشروع وبعد التدقيق بالدراسة الّتي أعدتها لهم إحدى الشركات الّتي ستقوم بتركيب الألواح لديهم، يتبيّن أن المشروع مربح، ولكن بعد النقاش في هذه الدراسة مع أحد المهندسين الكهربائيين تبين لنا من خلال تخصّصهم بالموضوع وجود العديد من الثغرات في دراسة الجدوى نبيّن منها ما يلي:

1. إنّ هذه الدّراسة أبقت على كهرباء لبنان وكذلك أبقت على المولدات عاملة بشكل كبير.
2. إنّ هذا المشروع يعتمد على القروض الميسّرة بفوائد منخفضة ، وبالتالي هم يقومون بالتشجيع على المشروع لتخفيف الضغط عن الشبكة. وفي ظل الأوضاع الاقتصادية الراهنة في لبنان لا يوجد هناك إمكانية للاعتماد على مثل هذا الخيار.
3. في حال قاموا بالتوصيل مباشرة إلى الكهرباء Ongrid فكما بيّنا في دراستنا سنكون بحاجة باستمرار لوجود الكهرباء أو المولّد.

أما في حال قمنا بتوصيل الألواح بطريقة الـ Offgrid فإن الحاجة لوجود بطاريات سوف يزيد التكلفة بسعر عالي إضافة لكلفة تشغيلية من صيانة و تغيير البطاريات.

وبعد الاستفسار من أصحاب الاختصاص تمّت إفادتنا بأنّه اذا احتسبنا تعرفة الدولة على الكهرباء مقابل الانتاج الموجود لدينا على الالواح الكهربائية ، نجد أنّ فاتورة الدولة ستكون أقل وأوفر من استخدام الالواح إلّا إذا كان الاستهلاك عالي تصبح الألواح الشمسية أوفر بسبب نظام الشطور المعتمد من قبل شركة كهرباء لبنان، ويستثنى من هذه الفرضية المصانع الّتي تحصل على تعرفة صناعية.

**الخاتمة**

في الخاتمة، بعد إجراء هذه الدراسة الموجزة وتقييمها انطلاقاً من وضع لبنان والعالم في هذه المرحلة والظروف الصعبة، نجد أنه يبدو من الخارج موضوع الألواح الشمسية مشروعا مربحاً وجذابا على المدى البعيد، كما أنه يسمح باستخدام الطاقة النظيفة والاستغناء عن مصادر الطاقة الغير متجددة والّتي تتسبب بتلويث الطبيعة، في الوقت الّذي يتجه فيه العالم نحو التنمية المستدامة والصناعات الخضراء. ولكن بعد الغوص بالتفاصيل لا سيما عدم توفر المواد الخام المطلوبة لصناعة الألواح في لبنان، وصعوبة الاستيراد في الفترة الحالية. هذا عدا عن عدم وجود فرص لدعم هذه المشاريع من الدولة في ظل عدم قدرة المصارف على تقديم قروض ميسرة ومدعومة لتشجيع الراغبين بالقيام بهذه المشاريع. بالإضافة إلى أن الوضع الاقتصادي في العالم يتجه إلى صعوبات كبيرة تؤدي إلى إضعاف القدرات الشرائية للمواطنين مما سيقف حائلا دون إيجاد أسواق لهذه التكنولوجيا في ظل هذه الظروف الصعبة التي تعصف بالعالم بأسره. وعلى أثر الموازنة بين نقاط القوة والضعف لمشروع الألواح الشمسية انفتح لدينا أفق جديد من الممكن أن يكون أكثر نفعاً في لبنان وهو مشروع توربينات الرياح.