

GREENPEACE Briefing

الطاقة الحرارية الشمسية المركزة – الآن! -استثمار حرارة الشمس لمكافحة تغير المناخ-

جرينبيس / منشورات جرينبيس الدولية، التاريخ: أيلول 2005 المؤلفون: رينر أرينغوف (Rainer Aringhoff) د. مايكل دجاير (Dr. Michael Geyer)، جورج براكمان (Georg Brakmann)، سفان تاسك (Sven Teske) جرينبيس.

على طول الفترة الممتدة حتى العام 2025، يمكن تجنب انبعاث 395 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون في الجو، مما يساهم بجدية في الحد من تغير المناخ.

الملخص التنفيذي:

الطاقة الناتجة عن الشمس

تعتبر الطاقة الحرارية الشمسية تكنولوجيا جديدة نسبياً وواعدة إلى حد بعيد. فمواردها كثيرة وآثارها على البيئة معدودة وتؤمن للبلدان الأكثر عرضة للشمس في العالم فرصة مماثلة لتلك التي تؤمنها حالياً مزارع الرياح في البحار للشعوب الأوروبية ذات الشواطئ الأكثر عرضة للرياح. تستخدم الطاقة الحرارية الشمسية أشعة الشمس المباشرة، لذا عليها أن تقع في المناطق ذات الإشعاعات الشمسية القوية المباشرة. من بين المناطق الأكثر وعداً في المنطقة: جنوبي غربي الولايات المتحدة وأميركا الوسطى والجنوبية وأفريقيا الشمالية والجنوبية والبلدان الأوروبية المطلة على المتوسط، والشرق الأوسط وإيران وسهول الهند الصحراوية وباكستان والاتحاد السوفياتي السابق والصين وأستراليا.

وفي عددٍ من مناطق العالم، يكفي كيلومتر مربع واحد من الأرض لتوليد ما بين 100 أو 120 جيغاوات/ساعة من الكهرباء في السنة، من خلال استخدام التكنولوجيا الحرارية الشمسية. يعتبر ذلك موازياً للإنتاج السنوي لخمسين ميغاوات الناتج عن معامل الطاقة ذات القدرة الانتاجية المتوسطة القائمة على الفحم الحجري العادي أو على الغاز.

تحويل حرارة الشمس إلى كهرباء:

يعتبر إنتاج الكهرباء من الطاقة المتوفرة في أشعة الشمس مسالماً مباشراً؛ يمكن تركيز الإشعاعات الشمسية المباشرة وجمعها من خلال سلسلة من تقنيات تركيز الطاقة الشمسية لتأمين حرارة متوسطة أو شديدة الارتفاع. تستخدم هذه الحرارة بعد ذلك لتشغيل دورة من الطاقة العادية من خلال توربين يعمل على البخار على سبيل المثال أو من خلال محرك ستيرلنج (Stirling)، كما ويمكن تخزين الحرارة الشمسية التي تم جمعها خلال اليوم في مواد كالأملح المصهورة (molten salts) أو الخزف أو الإسمنت أو في المستقبل، في خلائط من الأملاح ذات المراحل المتغيرة. (Phase-changing salt mixtures) وفي الليل يمكن استخراجها من مواد التخزين وبالتالي تستمر التوربين بالعمل. يمكن تصميم معامل الطاقة لتناسب الطاقة الشمسية وحسب أو العمليات المشتركة كما هي الحال في كاليفورنيا حيث يستخدم بعض الوقود الأحفوري في حال كانت قوة الإشعاعات متدنية وذلك لضمان التزويد بالإنتاج الأقصى. تزيد أنظمة تخزين الطاقة الحرارية الوقت التشغيلي لمعامل الطاقة الشمسية الحرارية حتى نسبة 100% من الحصة الشمسية. ففي إسبانيا على سبيل المثال يتم تصميم معامل "أنداسول" AndaSol التي تنتج 50 ميغاوات من الطاقة مع تخزين حراري مدته 6 إلى 12 ساعة مع إضافة التيسر السنوي بما يعادل 1000 إلى 2500 ساعة.

ومع الوقت، تصبح الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية الحرارية أرخص ثمناً من حيث الإنتاج. وقد انخفضت التكاليف في المعامل الكاليفورنية بشكل واضح فأصبحت تكاليف الإنتاج اليوم تتراوح بين 14 و 17 سنتاً أميركياً/كيلووات في الساعة. ومن المتوقع أن تنخفض التكاليف لتبلغ 7-8 سنتاً أميركياً في المستقبل. سيؤدي كل من التقنيات الحديثة والإنتاج المكثف (Mass Production) واقتصاديات النطاق (Economies of scale) والتشغيل المحسّن إلى انخفاض تكلفة الكهرباء الشمسية إلى مستوى تنافس فيه محطات الطاقة القائمة على الوقود الأحفوري ذات الإنتاج المتوسط والكبير خلال السنوات العشر إلى الخمس عشرة المقبلة.

التكنولوجيا، التكاليف والأرباح:

هناك أربعة عناصر أساسية لتوليد الكهرباء من الطاقة الحرارية الشمسية: جهاز لتركيز الإشعاعات، وجهاز استقبال، وبعض أشكال النقل أو التخزين، ومحول للطاقة. أما أهم التقنيات الحرارية الشمسية الواعدة فهي ثلاثة: جرن بارابولي (Parabolic trough)، جهاز الاستقبال المركزي أو البرج الشمسي (Solar tower) والصحن البارابولي (parabolic dish).

تستخدم أنظمة الجرن البارابولي (Parabolic trough) عاكسات مؤلفة من مرآة مستطيلة الشكل لتركيز أشعة الشمس على أنابيب جهاز الاستقبال التي من خلالها يتم تسخين سائل نقل حراري حتى حرارة 400 درجة مئوية ومن ثم يستخدم في إنتاج بخار ذي حرارة مرتفعة جداً. تشكل هذه الأنظمة تقنية الطاقة الحرارية الشمسية الأكثر فعالية مع ربط 354 ميغاوات طاقة (Mwe) من المعامل إلى شبكة جنوبي كاليفورنيا منذ العام 1980 وإلى أكثر من 2 مليون متر مربع من جوامع الجرن البارابولي (Parabolic trough collectors). تؤمن هذه المعامل 800 مليون كيلووات/ساعة بتكلفة توليد تساوي 14-17 سنتاً أميركياً/كيلووات ساعة.

يجري حالياً تحسين هذه التقنية من خلال التخطيط لمشاريع مرتبطة بالمنفعة المحققة في كل من إسبانيا ونيفادا (الولايات المتحدة) والمغرب والجزائر وإيطاليا واليونان وإسرائيل ومصر والهند وإيران وجنوب أفريقيا والمكسيك. ويتوقع بالتالي أن تنخفض تكاليف الكهرباء المولدة من معامل الجرن (Trough plants) إلى 7-8 سنتاً من اليورو/كيلووات ساعة على المدى المتوسط. ومن المتوقع أن تبلغ تكاليف توليد الطاقة 6 - 7 سنتاً من اليورو/كيلووات ساعة على المدى الطويل إثر المشاركة مع معامل الدورات المشتركة العاملة على الغاز والمعروفة باسم أنظمة الدورة الشمسية المشتركة المتكاملة Integrated Solar Combined Cycle.

تستخدم أنظمة **جهاز الاستقبال المركزي** (البرج الشمسي / Solar tower) شعاعاً دائياً من مرايا المراقبة الفردية الكبيرة المسطحة (هيلوستات) لتركيز أشعة الشمس ضمن جهاز استقبال مركزي مركب في رأس برج مع نقل الحرارة من توليد الطاقة عبر وسائل نقل اختيارية. بعد إتمام المعامل ذات العشر ميغاوات MWE PS-10 التي يجري بناؤها حالياً في إسبانيا، ومع زيادة القدرة حتى 30 - 50 ميغاوات، يتقن مطورو الأبراج الشمسية في إمكانية إنشاء معامل طاقة مرتبطة بالشبكة لتأمين وحدات قائمة على الشمس فحسب قدرتها 200 ميغاوات من الطاقة (MWe) بتكاليف توليد كهرباء توازي إلى حد ما تكاليف التوليد الناتجة عن الأجران البارابولية (Parabolic troughs)، هذا ويزيد اللجوء إلى تخزين الحرارة من مرونتها.

مع أن معامل الاستقبال المركزية تعتبر أقل ربحية من أنظمة الجرن البارابولي (Parabolic trough)، إلا أن الأبراج الشمسية توفر احتمالات جيدة بعيدة المدى في ما يتعلق بالتمويل الفعال. يجري العمل على بناء المشاريع في إسبانيا وعلى تحضيرها في جنوب أفريقيا. في المستقبل، سوف تستفيد مشاريع معامل الاستقبال المركزية من تخفيضات في التكاليف مماثلة لتلك المتوقعة في ما يتعلق بمعامل الجرن البارابولي (Parabolic trough) أما التحسن المنتظر في تكاليف الكهرباء الإجمالية فهو أن تهبط إلى 7 سنتات من اليورو/كيلووات ساعة على المدى المتوسط وإلى 5 سنتات من اليورو/كيلووات ساعة على المدى البعيد.

إن أنظمة **الصحن البارابولي** Parabolic dish هي وحدات صغيرة نسبياً تستخدم عاكساً بشكل صحن لتركيز أشعة الشمس مع اللجوء إلى سائل يتم تسخينه إلى درجة شديدة الارتفاع لتوليد الطاقة في محرك صغير في بؤرة العاكس. تكمن قدرة هذه الأنظمة المحتملة أولاً في التزويد اللامركزي بالطاقة وفي أنظمة الطاقة البعيدة والمستقلة. يجري التخطيط حالياً لهذه المشاريع في الولايات المتحدة وأستراليا وأوروبا. أما في ما يتعلق بتكاليف الكهرباء، فالرقم الذي يمكن بلوغه في المدى القريب يقل عن 15 - 20 سنتاً من اليورو/كيلووات ساعة، وفقاً للمورد الشمسي.

تشير التيارات الحالية إلى أن طريقتين واسعين قد فتحا المجال أمام التوليد الموسع للكهرباء عبر استخدام الطاقة الحرارية الشمسية. أحدهما هو العملية المشتركة من نوع ISCC المتعلقة بجمع أشعة الشمس ونقل الحرارة بتضافر معمل طاقة عادي. أما الثاني فهو العملية القائمة على أشعة الشمس وحسب مع زيادة استخدام مواد التخزين كالمح المصهور مثلاً. وذلك يسمح بتخزين الطاقة الشمسية التي جمعت أثناء اليوم ثم استخدامها كيفما تستدعي الحاجة.

إيجابيات الطاقة الحرارية الشمسية:

من أبرز إيجابيات الطاقة الحرارية الشمسية قلة تأثيراتها السلبية على البيئة وإحجامها عن إنتاج الانبعاثات الملوثة أو تهديد السلامة الذي دائماً ما يصاحب تقنيات التوليد العادية. وهو بالكاد يصدر تلوثاً هو عبارة عن قليل من الدخان أو الضجيج أثناء العملية. ولا يعتبر وقف العمل بنظام ما مثيراً للمشاكل.

يعتبر المتر المربع الواحد من مساحة العاكس في الميدان الشمسي كافياً لتجنب الإنتاج السنوي لـ 150 إلى 250 كيلوغرام من ثاني أكسيد الكربون وبالتالي، يمكن أن تساهم الطاقة الحرارية الشمسية بصورة ملموسة تجاه الالتزامات الدولية في لجم الارتفاع المتواصل في مستوى غازات الدفيئة ودورها في تغير المناخ.

سوق الحرارة الشمسية العالمي

هناك فرص جديدة لإطلاق الطاقة الحرارية الشمسية نتيجة للبحث العالمي عن حلول متعلقة بالطاقة النظيفة. تدعم المبادرات الوطنية والدولية هذه التقنية من خلال التشجيع على تسويق الإنتاج. وقد وضع بعض البلدان قوانين تحدد تعرفه مغرية لمطوري المشاريع أو تلزم شركات الطاقة بتأمين نسبة متزايدة من الموارد من الوقود المتجدد. يمكن أن تشجع خطوط نقل الطاقة الضخمة من المواقع الأكثر عرضة للشمس كشمال إفريقيا مثلاً، مطوري المشروع المنفردين أو المؤسسات الأوروبية على تمويل معامل الطاقة الشمسية الكبيرة التي قد تستخدم طاقتها المولدة للاستهلاك في أوروبا. أدت هذه العوامل وعوامل أخرى إلى إفادة كبيرة من بناء المعامل في مناطق الحزام الشمسي من خلال مطوري المشاريع في القطاع الخاص والشركات المتعاقدة الأساسية. هذا وقد انخفضت نسب الفوائد وتكاليف رأس المال بشكل كبير حول العالم، وازدادت قابلية تطبيق مشاريع الطاقة المتجددة ذات رؤوس الأموال الكثيفة. أمثلة حول مشاريع الطاقة الشمسية الضخمة حول العالم التي يجري بناؤها حالياً أو التي بلغت مرحلة متقدمة من التطور:

- الجزائر: معمل بنظام ISCC يولد 140 – 150 ميغاوات مع قدرة شمسية تساوي 25 ميغاوات (جرن / Trough).
- مصر: معمل بنظام ISCC يولد 150 ميغاوات مع قدرة شمسية تساوي 30 ميغاوات (جرن / Trough).
- اليونان: قدرة شمسية تساوي 50 ميغاوات مع استخدام دورة البخار (جرن / Trough).
- الهند: معمل بنظام ISCC يولد 140 ميغاوات مع قدرة شمسية تساوي 30 ميغاوات (جرن / Trough).
- إيطاليا: قدرة شمسية تساوي 40 ميغاوات مدمجة في معمل أنشئ سابقاً ذي دورة مشتركة (جرن / Trough).
- المكسيك: معمل بنظام ISCC يولد 291 ميغاوات مع قدرة شمسية تساوي 30 ميغاوات (جرن / Trough).
- المغرب: معمل بنظام ISCC يولد 220 ميغاوات مع قدرة شمسية تساوي 30 ميغاوات (جرن / Trough).
- إسبانيا: قدرة شمسية تفوق 500 ميغاوات مع استخدام دورة البخار (4 × 10-20 ميغاوات في البرج الشمسي و 12 × 50 ميغاوات في جرن بارابولي (Parabolic Trough)).
- الولايات المتحدة الأمريكية: قدرة شمسية تساوي 50 ميغاوات مع جرن بارابولي (Parabolic trough) في نيفادا تستخدم دورة البخار بالإضافة إلى معمل جرن بارابولي (Parabolic trough) يستخدم توربين ORC في أريزونا.
- الولايات المتحدة الأمريكية: حفل صحن شمسي في كاليفورنيا يولد 500 ميغاوات، مسبوق باختبار 1 ميغاوات (40 × 25 كيلوات) وتؤكيد تجريبي.

مستقبل الطاقة الحرارية الشمسية:

أعدت كل من منظمة غرينبيس الدولية والجمعية الأوروبية لصناعة الطاقة الحرارية الشمسية و IEA SolarPACES سيناريو توقعته فيه ما يمكن إنجازه مع حلول العام 2025 على أساس شروط السوق الصحيحة. يستند هذا السيناريو إلى التطورات المتوقعة في تقنية الطاقة الحرارية الشمسية وإلى العدد المتزايد من البلدان التي تدعم هذه المشاريع من أجل التوصل إلى الحد من تغير المناخ وبلوغ أهداف تتعلق بالطلب على الطاقة.

على امتداد مدة السيناريو تنشأ تقنية الطاقة الحرارية الشمسية اعتباراً من موقع هامشي نسبياً في هرمية موارد الطاقة المتجددة لتحتل مرتبةً جوهرية ضمن مقومات السوق الحالي كالتكلفة المئوية وطاقة الرياح. انطلاقاً من مستوى حالي من مجموع القدرة المركبة (installed capacity) البالغة 354 ميغاوات وحسب، سوف يكون معدل التجهيزات السنوية في العام 2015 قد بلغ 970 ميغاوات، ليبلغ مجموعاً من القدرة المركبة يساوي 6454 ميغاوات ومع حلول العام 2025، ستؤدي تكنولوجيا البخار إلى توليد 4600 ميغاوات سنوياً.

- مع حلول العام 2025، سيزيد مجموع القدرة المركبة المولدة من الطاقة الحرارية الشمسية حول العالم عن 36000 ميغاوات.
- مع حلول العام 2025 ستؤدي الطاقة الحرارية الشمسية إلى مخرجات سنوية تساوي 100 مليون ميغاوات ساعة (95.8 تيراوات ساعة) تقريباً. يوازي ذلك استهلاك أكثر من نصف الطلب على الكهرباء في أستراليا، أو استهلاك الكهرباء الإجمالي المشترك في الدانمارك وبلجيكا أو إسرائيل والمغرب والجزائر وتونس.
- سيستزيد استثمارات رأس المال في معامل الطاقة الحرارية الشمسية من 60 مليون دولار أميركي عام 2006 إلى 16.4 مليار دولار أميركي تقريباً عام 2025.

- سيؤدي التوسع في تقنية الطاقة الحرارية الشمسية إلى نشوء أكثر من 100000 فرصة عمل حول العالم دون احتساب الوظائف المرتبطة بإنتاج المعدات.
- المناطق الخمس الواعدة إلى حدٍ بعيدٍ من حيث الأهداف أو القدرات الحكومية وفقاً للسيناريو هي دول المتوسط وخاصةً إسبانيا، وبلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا والولايات الجنوبية في الولايات المتحدة الأمريكية، وأستراليا، مع العلم أنه يتوقع أن يتم التوصل في كل من هذه المناطق مع حلول العام 2025 إلى مشاريع حرارية شمسية تولد أكثر من 1000 ميغاوات.
- خلال الفترة الممتدة وصولاً إلى العام 2025، يمكن تجنب انبعاث 395 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون في الجو، مما يساهم بشكل عام في الأهداف الدولية لحماية المناخ.

هناك تصور آخر لتوسع سوق الطاقة الحرارية الشمسية على امتداد خمس عشرة سنة أخرى وصولاً إلى العام 2040.

يشير ذلك إلى أنه مع حلول العام 2030، ستبلغ الطاقة العالمية 100000 ميغاوات ومع حلول العام 2040 ما يقارب 600000 ميغاوات. هذا وسيؤدي ازدياد تيسر المعامل الناتج عن الاستخدام الأكبر لتقنية التخزين الفعال إلى زيادة كمية الكهرباء المولدة من قدرة مركبة معينة. أما النتيجة فهي تلبية أكثر من 5% من حاجة العالم من الكهرباء من الطاقة الحرارية الشمسية مع حلول العام 2040.

النتائج الأساسية لسيناريو غرينبيس – 2025 – ESTIA 2002

قدرة الطاقة الحرارية الشمسية عام 2025: 36850 ميغاوات.
إنتاج الكهرباء عام 2025: 95.8 تيراوات ساعة/السنة.

فرص العمل المؤمّنة
قيمة الاستثمار
انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تم تجنبها 362 مليون طن
انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية التي سيتم تجنبها عام 2025
54000 وظيفة
16.4 مليار د.أ./autum
57.5 مليون طن

التصور من عام 2025 إلى العام 2040
قدرة الطاقة الحرارية الشمسية عام 2040
إنتاج الكهرباء
نسبة الطلب العالمي
600000 ميغاوات
16000 تيراوات ساعة
5%