MED-CSP

محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط

ملخـــص

قام بالدراسة

المركز الألمانى لشؤون الطيران ومجال الفضاء (DLR)

معهد أبحاث الديناميكا الحرارية

قسم تحليل النظم والتقييم الهندسى

بتكليف من

الوزارة الإتحادية لشئون البيئة وحماية الطبيعة وأمن المفاعلات النووية (BMU)

(الحكومة الألمانية)

The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

DLR

يتضمن تقرير الدراسة الخاص بفريق العمل MED-CSP الفصول التالية:

٠ : تقديم وملخص
١ : أهداف التنمية المستدامة في أوربا والشرق الأوسط وشمال افريقيا.
٢ : تكنولوجيات الطاقات المتجددة
٣ : مصادر الطاقات المتجددة
٤ : تحليل من زاوية الطلب على الطاقة
٥ : تطلعات تأمين الطاقة والمياه
٦ : تأثير دراسة MED-CSP على الإقتصاد والمجتمع
٧ : تأثير دراسة MED-CSP على البيئة
٨ : إجراءات سياسية
٩ : مراجع
١٠ : ملاحق من ١ إلى١١

MED = Mediterranean
CSP = Concentrating Solar Power
MENA = Middle East – North Africa

مدير المشروع:

د. فرانس تريب
المركز الألمانى لشؤون الطيران ومجال الفضاء (DLR)
معهد أبحاث الديناميكا الحرارية
قسم تحليل النظم والتقييم الهندسي
بفاف ـ نف ـ الدرنج ٣٨ – ٤٠
٧٠٥٦٩ شتوتجارت - ألمانيا
تليفون : ++٤٩-٧١١ / ٦٨٦٢-٤٢٣
فاكس : ++٤٩-٧١١ / ٦٨٦٢-٧٨٣
البريد الإلكترونى : franz.trieb@dlr.de
http://www.dlr.de/tt/med-csp

شتوتجارت فى ١٦ ابريل (نيسان) ٢٠٠٥

فريق العمل بمشروع الطاقة الشمسية بحوض البحر الأبيض المتوسط MED-CSP

المركز الألمانى لشؤون الطيران ومجال الفضاء (DLR)

د. فرانس تريب، د. كريستوف شيللينجز، شتيفان كرونسهاجه، د. أوفه كلان، د. بيتر فيبان، نادين ماى، ريجينا فيلدي، كريستيان باول، شتوتجارت - ألمانيا

المركز الوطنى لبحوث الطاقة (NERC)

مهندس مالك الكباريتى، عمان - الأردن

المركز الوطنى للبحث العلمى والتقنى (CNRST)

أستاذ دكتور عبدالعزيز بنّونَة، الرباط - المغرب

النقراشى للهندسة (NE)

دكتور مهندس هانئ النقراشى، هولم (هامبورج) - ألمانيا

هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA)

مهندسة ليلى جورجى يوسف، القاهرة - مصر

الطاقة الجديدة، الجزائر (NEAL)

مهندس توفيق حسنى، الجزائر

المركز الدولى لبحوث الطاقات المتجددة (IFEED)

أستاذ دكتور ناصر البسام، براونشفايج - ألمانيا

معهد هامبورج للإقتصاديات الدولية (HWWA)

هونورات ساتوجينيا، هامبورج – ألمانيا

شكر وتقدير

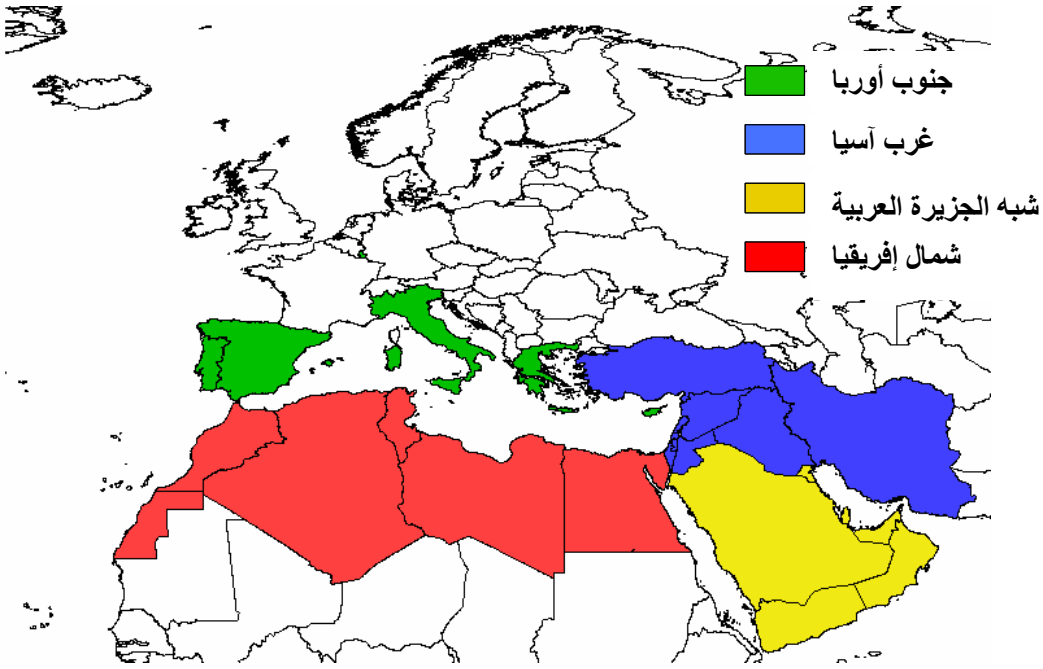
يشكر فريق العمل وزارة البيئة الألمانية لدعمها لهذه الدراسة ويخص السيدين رالف كريستمان من وزارة البيئة و لودجر لوريش من هيئة نقابة المهندسين لكفاءة إدارة مشروع الدراسة. وكذلك السيد برنهار ليهنار من WWF-US والسيد لوكاس منتسل من USF Kassel لتقديمهما الإحصاءات الخاصة بطاقة المياه التي تعتمد على نموذج WaterGup ، كذلك يشكر شركة Bestec لتقديمها نموذج مصادر الحرارة الجوفية وكذلك السيد جريجور تسيش من معهد ISET لتقديمه إحصاءات عن طاقة الرياح وخرائط الإشعاع الشمسي، والسيد مانفريد هافنر من معهد OME لتقديمه معلومات عن حلقة الربط الكهربائي حول البحر الأبيض المتوسط، والسيد موسى أبوعريبي من MEDRC بعُمان لإسهامه القيم في مناقشة تحلية المياه ، والأستاذ الدكتور وهيب الناصر من جامعة البحرين للمساعدة في تحليل الطلب، ومجموعة "التعاون عبر البحر الأبيض المتوسط للطاقة المتجددة (TREC)" وعلى الأخص السيد الدكتور جرهارد كنيس لإعداده ندوات حوار علمية مفيدة جدا، وسكرتيرتنا أورسولا شتفن لتنظيمها كافة لقاءات المشروع. وزملاؤنا في DLR وعلى الأخص السيد يواخيم نيتش للمساعدة والتوجيه في تصميم المخطط، وإلى الإداريين الذين كانوا يتعاملون مع ميزانية المشروع ، وإلى كل شخص آخر ساعد في إنجاح هذا المشروع.

"لا ينبغى أن نتوقف عن تصور العالم فى أفضل صورة يمكن أن يكون عليها"

فريدريش دورينمات

مقدمة

أوصى المجلس العلمى الإستشارى للحكومة الألمانية لشئون التغيرات الشاملة للبيئة (WBGU) فى دراسة له تحمل عنوان: "العالم فى تغير" تحويل المسار في سياسة إنتاج الطاقة لتنطبق عليها صفة "المستدامة" ، وهذه الدراسة قائمة على أساس أبحاث الهيئة الإستشارية الدولية لتغييرات الطقس (IPCC). أوصت الدراسة بخفض إنبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون على مستوى العالم حتى منتصف القرن الحالى بنسبة ٣٠ ٪ تقريبا، حتى يمكن التوصل إلى استقرار التركيز فى الغلاف الجوى عند ٤٥٠ جزء في المليون. ووفقا لذلك فإن الدول النامية ودول العالم الثانى يمكنها رفع نسبة إنبعاثاتها من الغاز بحوالى ٣٠ ٪ و ذلك حتى تتمكن من رفع معدلات النمو الإقتصادى بها، بينما يتحتم على الدول الصناعية فى الوقت الراهن خفض إنبعاثاتها من الغاز بنسبة حوالي ٨٠ ٪. وحيث أن عدالة التوزيع للطاقة هى بمثابة مقياس آخر للتنمية المستدامة، فإن إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكل فرد على مستوى العالم يجب أن تستقر حينئذ عند ما يقرب من ١ الى ١,٥ طن عن كل عام، وكذلك يجب أن يسير الإستقرار البيئى جنبا إلى جنب مع الإستقرار الإجتماعى والإقتصادى، الذى يشجع بصفة خاصة فى الدول النامية على حدوث تحسن مستوى المعيشة وتطور وفتح مجالات جديدة للعمل. وتتجه الأنظار بشكل خاص فى هذا الإطار إلى قطاع الكهرباء الذى يساهم بدرجة كبيرة بجانب قطاع المواصلات فى إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. وهناك مجالات إهتمام أخرى تتعلق بالإحتياج المتزايد لمياه البحر المحلاة وهي تتطلب إستخداما متزايدا للطاقة التي يجب أن تنتج لهذا الغرض بتوافق مع مبدأ الإستدامة.



شكل رقم ١: الدول التى تم إجراء البحث عليها فى دراسة MED-CSP

وبناء على هذه الخلفية للأمور أوصى مجلس (WGBU) بإجراء دراسات نمطية على مجال واسع لتكون ركيزة لخطة عامة لتحويل مسار إنتاج الطاقة. وبالأخص يوصى بدخول دول الإتحاد الأوربي في إطار مشاركة مع دول شمال إفريقيا (جنوب البحر الأبيض المتوسط) حتى يتسنى تحقيق إنتفاع متبادل للإستفادة من الطاقة الشمسية لكلا الجانبين وتغذية قطاع إنتاج الكهرباء في أوروبا. فالجنوب لديه ثروة عالية القيمة للتصدير تتمثل فى مصدر لطاقة شمسية لا

حدود لها؛ أما الشمال فيمكنه فى مقابل ذلك - بما لديه من علم ومعرفة - تدعيم إستثمار هذه الطاقة وإظهار مسئوليته فى نفس الوقت تجاه إستغلاله لهذه الطاقة المستدامة، إلى جانب تحقيق الأهداف القومية والدولية، كما جاء ذلك على سبيل المثال فى قرار جوهانسبورج الذى طالب بوضوح وعلى وجه الضرورة العاجلة برفع الإسهام الخاص بالطاقات المتجددة على مستوى العالم.

يجب وضع إطار لشروط ملائمة من جانب السياسة من أجل التوسع فى إستخدام الطاقات المتجددة. وفى هذه الحالة فقط سيعمل كل من مؤسسات إمداد الطاقة والمستثمرين - الذين لاغنى عنهم - على تدبير الإستثمارات العالمية اللازمة لتحقيق المشروعات فى مجال الطاقات المتجددة، كما تظهر ذلك - على سبيل المثال - قوانين تغذية الشبكة الكهربائية فى كل من ألمانيا وأسبانيا. وحتى يمكن العمل على إستقرار أدوات وإستراتيجيات مناسبة لدخول السوق بدول أوروبا و شمال أفريقيا و الشرق الأوسط، فإن ذلك يتطلب معلومات موثوق بها بشأن القدرات المتاحة والإحتياجات والتقنيات وتطبيقاتها فى هذه الدول. يضاف إلى ذلك فحص مدى ما يؤدى إليه التوسع فى الطاقات المتجددة فى هذه الدول من أعباء قد لا يقدر الإقتصاد القومى على تحملها.

وتعطى الدراسة الى جانب ذلك قـاعدة معلومات أساسية لأصحاب القرار فى السياسة والإقتصاد، وبذلك يمكنهم على أساسها تطوير أدوات وإستراتيجيات مناسبة من أجل توفير آمن للكهرباء والمياه فى منطقة البحر الأبيض المتوسط.

أهم نتائج دراسة مشروع MED-CSP

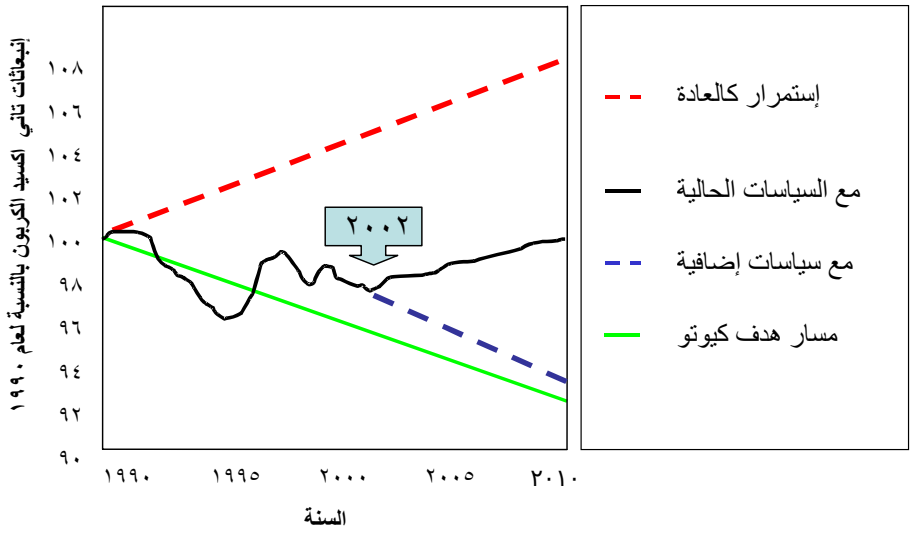
ترتكز بؤرة إهتمام دراسة مشروع MED-CSP على قدرات العرض والطلب بالنسبة للكهرباء والماء والتوسع فى ذلك حتى عام ٢٠٥٠ فى البلاد المذكورة فى الشكل رقم ١ بجنوب أوروبا (البرتغال، أسبانيا، إيطاليا، اليونان، قبرص، مالطه) وبشمال إفريقيا (المغرب، الجزائر، تونس، ليبيا، مصر) وبغرب آسيا (تركيا، إيران، العراق، الأردن، إسرائيل، لبنان، سوريا) وبشبه الجزيرة العربية (المملكة العربية السعودية، اليمن، عُـمان، دولة الإمارات العربية المتحدة، الكويت، قطر، البحرين)

ويمكن تلخيص نتائج الدراسة الخاصة بمشروع MED-CSP على النحو التالى:

- لايمكن الوصول إلى إستقرار بيئى وإقتصادى وإجتماعى مستدام فى قطاع الطاقة إلا إذا إستخدمت الطاقات المتجددة، ولا تكفى الإجراءات المتواجدة على الساحة حاليا للوصول إلى ذلك الهدف.
- إن مزجاً متوازنا لتقنيات الطاقة المتجددة يمكن له أن يؤدى الدور التقليدى المتعارف عليه والخاص بتوليد التيار فى أوقات التحميل الأساسى والمتوسط والذروة. وبذلك يمكن فتح مجالات عمل جديدة وإطالة إستخدام مصادر الطاقة الأحفورية الموجودة للأجيال القادمة بطريقة تتوافق مع البيئة.
- تتواجد فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط مصادر وفيرة للطاقة المتجددة يمكنها أن تلبى الإحتياج المتزايد للطاقة بهذه الدول. بل إن وفرة المصادر تسمح بتصدير الطاقة المتجددة إلى وسط أوروبا بشكل عملي تطبيقى.
- إن الطاقات المتجددة هى الإختيار الأفضل من ناحية قلة التكاليف لنصل إلى تأمين إمداد مستدام للتيار الكهربائى والمياه فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

- إن الطاقات المتجددة هى بمثابة المفتاح لتطور مستدام ولرفع مستوى المعيشة فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط نظرا لأنها تتوافق والشروط البيئية والإقتصادية اللازمة لذلك.
- إن الطاقات المتجددة وكفاءة إستعمال الطاقة تعد بمثابة الأعمدة الرئيسية للتوافق البيئى وهى فى حاجة الى إستثمارات دافعة محدودة الزمن، وليس إلى معونات طويلة الأجل مثل الطاقات الأحفورية والنووية.
- يجب العمل فورا على تقنين الوسائل والأدوات المناسبة لإدخال الطاقات المتجددة على وجه السرعة إلى دول الإتحاد الأوروبى ومنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

الفصل الأول (أهداف الإستدامة) يلقى نظرة عامة على الجهود المبذولة فى الوقت الراهن فى الإتحاد الأوروبى ومنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط للوصول إلى الإستدامة في مجال الطاقة، كما أنه يبين أن الإجراءات الحالية لا تكفى لخفض إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من قطاع الطاقة (أنظر شكل ٢).



شكل رقم ٢: إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون بدول الإتحاد الأوروبى الخمس عشرة حتى عام ٢٠٠٢ ونظرة مستقبلية حتى عام ٢٠١٠

مع أن تغيير الطقس من المشكلات الحادة، يجب مع ذلك مراعاة أن تكون الإستدامة متوافقة مع الأهداف الإقتصادية والإجتماعية والصحية. إن أفق الإستدامة يمتد لفترة زمنية من ٥٠ الى ١٠٠ عام على الأقل ويجب أن تُوفّق الإستراتيجيات مع هذا الأفق. أما الإستراتيجيات التى تتلمس طريقا لأهداف قصيرة الأجل فهى تسير فى الإتجاه الخاطئ كلّية، لأن الإجراءات الضرورية للوصول إلى أهداف طويلة الأمد قد يصيبها التأجيل أو التجاهل.

إن هدف الإستدامة الذى إقترحه المجلس العلمى للحكومة الألمانية (WBGU) والخاص بخفض إنبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون حتى عام ٢٠٥٠ الى ما يقرب من ١ طن عن كل فرد فى العام لتلافي تغيرات الطقس هى نوع من التحدى الكبير، نظرا لأن جميع دول الإتحاد الأوروبى اليوم بعيدة عن هذا المستوى، كما ان معظم دول حوض البحر الأبيض المتوسط قد وصلت بالفعل اليوم إلى هذا المستوى ولكنها تقف على أعتاب تنمية إقتصادية لبلادها، ولهذا يجب

إحتسابها فى دائرة الإنبعاثات المتزايدة بالنسبة لكل فرد. إن المنفذ العادل والذى يمكن دفع تكاليفه للتوصل إلى الكهرباء والمياه لشعب يتزايد عدده بشكل سريع هو هدف آخر للإستدامة فى حوض البحرالأبيض المتوسط.

تمتد الأدوات المستخدمة اليوم – وخاصة فى دول الإتحاد الأوروبى – من أجل إدخال الطاقات المتجددة الى السوق بدءاً من الأدوات الصادرة عن إتفاقية كيوتو وهى (JI، CDM، ET)، مرورا بنماذج للحصص و وُصولا إلى قوانين تغذية الطاقة الكهربائية المتجددة للشبكة الوطنية فى ألمانيا وأسبانيا. و فى نفس الوقت يجرى تحريرا بعيد المدى لسوق الكهرباء. ورغم الدور الرائد لأوروبا بشأن حماية الطقس فإن هذه الإجراءات والأدوات غير كافية للوصول إلى أهداف بعيدة المدى متوافقة مع إتفاقية كيوتو (شكل رقم٢). ولكن في حالة الإستعانة بسياسات إضافية يمكن على المدى البعيد التوصل من جديد الى خط كيوتو. والدراسة تصف فى الفصل الثامن مثل هذه السياسات الإضافية الممكنة.

فى دول شمال إفريقيا والشرق الأوسط تحتل مسألة حماية الطقس مكانة ثانوية، ولم يصدق على إتفاقية كيوتو سوى قليل من الدول إذ تحتل فى هذه الدول التنمية الإقتصادية ومتطلباتها مكان الصدارة. إن النظرة الأولى قد توحى بأن الطاقات المتجددة – نظرا لإرتفاع تكلفتها – تتعارض مع التنمية الإقتصادية، ولكن الحقيقة عكس ذلك إذ أن الطاقات المتجددة يمكن أن تتوافق مع التنمية الإقتصادية إذا تم تطبيق أدوات سياسية مناسبة لنشر إستعمالها.

إن التعاون الدولى المكثّف هو مطلب أساسي لتنفيذ إستراتيجية ناجحة للإستدامة، فالمشروعات الشاملة قد تكون عبئاً كبيرا على الحكومات الوطنية، ولذلك فعلى هذه الحكومات أن تدفع التعاون الدولي بدون تأخير.

الفصل الثانى (تقنيات الطاقات المتجددة) يعطى نظرة شاملة على الإمكانيات التقنية لتوليد طاقة متجددة والتطبيق فى قطاع الكهرباء مع الإستغلال الحرارى الأمثل، ولاسيما فى ما يتعلق بتحلية مياه البحار.

ورغم أن إهتمام الدراسة يرتكز على توليد الكهرباء بحرارة الطاقة الشمسية، إلا أن هناك أيضا حصر لطاقات متجددة أخرى مثل المساقط المائية وسرعة الرياح والكهرباء الفوتوفلطية وحرارة باطن الأرض وإستغلال الكتلة البيولوجية وجميعها تشكل فى الأساس طاقة شمسية مختزنة (بإستثناء الحرارة الأرضية وهي بنسبة ٥٠ ٪ ناشئة من الإنقسام النووى فى باطن الأرض). أما الكتلة البيولوجية فترجع فى أساسها إلى البقايا والنفايات الزراعية، والمواد التى تزرع لإستعمالها وقودا مثل الخشب. و لكن بسبب المنافسة الشديدة بين زراعة الأخشاب وزراعة الأغذية فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، فقد تم إستثناء نباتات الطاقة من هذه الدراسة. إن الطاقات المتجددة يجب النظر إليها في إطار كل الطاقات المتاحة بما فيها الطاقات الأحفورية التي هى في حقيقتها طاقة شمسية مختزنة فى صورة مثالية عبر ملايين السنين. إن أحد الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة هو إيجاد خلط متوازن لتقنيات إنتاج الطاقة المختلفة بهدف تطبيق مستدام.

تختلف المصادر المتعددة بما تملكه من قدرة أدائية، أى فيما تقوم به من إسهام من أجل أداء آمن مؤكد لتوليد الطاقة الكهربائية. فالكهرباء يجب أن تلبى الطلب في أى وقت، وعلى ذلك فالمصادر المتقلبة مثل سرعة الرياح والطاقة الفوتوفلطية يجب أن تُعادَل (تُـنظّم) بطاقات أخرى مثل قدرة المياه والكتلة البيولوجية والحرارة الأرضية والطاقة الشمسية الحرارية، وهى التى تستطيع الإمداد بالطاقة فى أى وقت وفقا للطلب ولا فرق فى ذلك بين كهرباء حمل

منخفض أو حمل متوسط أو حمل ذروة. كل من هذه التقنيات لها خواصها مثل "الإتاحة المُطْلَقة" وهى مقدار المساهمة المؤكدة في إنتاج الطاقة في أي وقت حسب الطلب (انظر جدول رقم ١). عند عام ٢٠٥٠ ستُستعمل محطات الكهرباء ذات الوقود الأحفورى لتوفير الأداء الأفضل لها وهو تغطية طلب الذروة فقط. وبسبب إنقاص توظيفها إلى هذا الحد سيكون أداؤها متوافقا مع حماية الطقس وستطول مدة خدمتها إلى قرون، وسيُسْتغنى تماما عن عملية إنتزاع غاز ثانى أكسيد الكربون من عادم المحطات وتخزينه فى باطن الأرض وهى تقنية مكلّفة.

فى منظومة إمداد التيار الكهربائى من الطاقات المتجددة يمكن الإعتماد على هذه الطاقات كُلّيّة لتلبية الحمل حسب الطلب، وذلك - في بعض الأحيان - بطريقة أفضل من بعض المحطات التقليدية التى تُغطى الحمل الأساسى فقط.

إن محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية بما لديها من مقدرة على تخزين الطاقة الحرارية وإمكانية التهجين مع الوقود الأحفورى لتُمثّل أداة مثالية لإمداد التيار الكهربائى فى أى وقت حسب الطلب وهى بذلك عنصر أساسى فى العمل على إستقرار الشبكة فى مزج متوافق للطاقات المتجددة (أنظر أشكال ٥ – ٨).

محطات توليد الكهرباء من الطاقة النووية لا يمكن إستخدامها بسبب خواصها الفيزيائية والإقتصادية لتلبية طلبات الذروة وبذلك لن يكون لها دور يذكر فى توفير التيار الكهربائى عند إستعمال الطاقات المتجددة على نطاق واسع.

الفصل الثالث (مصادر الطاقة المتجددة) يحلل هذا الفصل الجهد المتاح من الطاقات المتجددة لكل دولة على حدة فى جنوب أوربا و شمال إفريقيا والشرق الأوسط وذلك لكل نوع من الطاقات المتجددة (شكلى ٣ و ٤) ونتائجها منفصلة في خرائط جغرافية وجداول رقمية مع توضيح للكم العملى و الإقتصادى لكل دولة. وقد تم عرض قدرة الإنتاج للمصادر المتجددة من خلال مؤشرات خاصة.

تستطيع مصادر الطاقة المتجددة فى الدول التى تم تحليل منظومتها فى هذه الدراسة مواجهة الإحتياج المتزايد للطاقة لهذه الدول ببساطة ويسر، فالجهود الكهربية الصادرة عن كل من قوى الرياح والحرارة الأرضية والكتلة البيولوجية وقدرة المياه تقع فى حدود ٤٠٠ ك.و.س/سنة لكل منها. كما أن غالبية هذه المصادر متركزة فى أماكن معينة وهى بذلك ليست متاحة فى كل مكان، ولكن إمكانية توزيعها عبر شبكة التيار الكهربائى متاحة وممكنة إقتصاديا. وأظهرت الدراسة أن أكبر مصدر للطاقة متوفر بدرجات أكثر من غيره هو طاقة الإشعاع الشمسى، وذلك بجهد كهربى يزيد عن إستهلاك العالم عدة آلاف من المرات (شكل ٤).

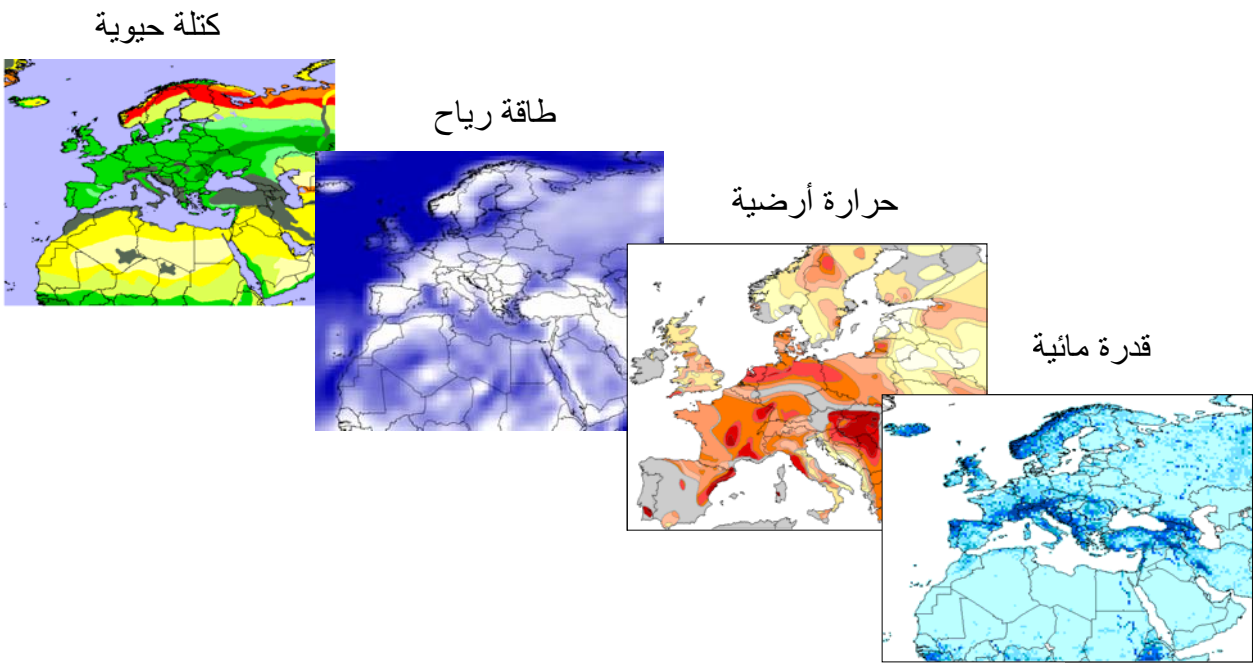
ويمكن الإستفادة من هذا المصدر سواء فى المنشآت الفوتوفلطية أو فى محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية. وبهذه الطريقة يمكن تغطية الإحتياج الحضرى للمدن الكبرى وكذلك تغطية الإحتياج المتزايد للتيار الكهربائى نظرا لتزايد تعداد السكان والنمو الإقتصادى وذلك فى حدود مناسبة التكلفة وغير ضارة بالبيئة.

	قدرة الوحدة	الإتاحة المطلقة[٢]	مُعامل التَحْميل[١]	المصدر	الإستخدامات	ملاحظات
قدرة الرياح	١ك.و – ٥ م.و	٠ ٪ – ٣٠ ٪	١٥٪ - ٥٠ ٪	ناتجة عن طاقة سرعة الرياح	كهرباء	متغير بحكم المصدر(متقلب)
القدرة الضوئية[٣] (الفوتوفلطية)	١ و – ٥ م.و	٠ ٪	١٥ ٪ - ٢٥ ٪	مجمل أشعة الشمس (مباشرة وغير مباشرة) الساقطة على سطح ثابت و مائل بدرجة العرض الجغرافي	كهرباء	متغير بحكم المصدر(متقلب)
كتلة حيوية (عضوية)	١ ك.و – ٢٥ م.و	٥٠ ٪ - ٩٠ ٪	٤٠ ٪ - ٦٠ ٪	غاز عضوي من تحلل النفايات العضوية و مواد صلبة مثل الخشب والبقايا الزراعية	كهرباء وحرارة	تغيرات موسمية، إمكانيات التخزين جيدة، يعطي القدرة عند الطلب عليها
حرارة أرضية (صخر ساخن جاف)	٢٥ م.و – ٥٠ م.و	٩٠ ٪	٤٠٪ - ٩٠ ٪	حرارة جوفية على عمق عدة آلاف متر في باطن الأرض	كهرباء وحرارة	مستمر العطاء، يعطي القدرة عند الطلب
قدرة مائية	١ ك.و – ١٠٠٠ م.و	٥٠ ٪ - ٩٠ ٪	١٠ ٪ - ٩٠ ٪	ضغط الماء وطاقة سرعة التيار المائي	كهرباء	تغيرات موسمية، تخزين جيد أمام السدود، يستعمل ايضا للتخزين من مصادر أخرى للكهرباء
المدخنة الشمسية	١٠٠ م.و– ٢٠٠ م.و	١٠ ٪ – ٧٠٪ حسب التخزين	٢٠ ٪ - ٧٠ ٪	أشعة الشمس المباشرة وغير المباشرة الساقطة على سطح أفقي	كهرباء	تغيرات موسمية، إمكانية تخزين جيدة، تصلح للحمل الأساسي فقط
تركيز القدرة الحرارية للشمس	١٠ ك.و – ٢٠٠ م.و	٠٪ - ٩٠ ٪ حسب التخزين والتهجين	٢٠ ٪ - ٩٠ ٪	أشعة الشمس المباشرة الساقطة عموديا على سطح يتبع حركة الشمس	كهرباء وحرارة	تسوية التغيرات ممكنة بمساعدة التخزين الحراري والتهجين، تعطي القدرة عند الطلب
توربينة غازية	٠,٥ م.و – ١٠٠ م.و	٩٠ ٪	١٠ ٪ - ٩٠ ٪	غاز طبيعي، وقود سائل	كهرباء وحرارة	يعطي القدرة عند الطلب
توربينة بخارية	٥ م.و – ٥٠٠ م.و	٩٠ ٪	٤٠ ٪ - ٩٠ ٪	فحم، فحم الليجنيت، غاز طبيعي، وقود سائل	كهرباء وحرارة	يعطي القدرة عند الطلب
مفاعل نووي	حوالى ١٠٠٠ م.و	٩٠ ٪	٩٠ ٪	يورانيوم	كهرباء وحرارة	الحمل الأساسي

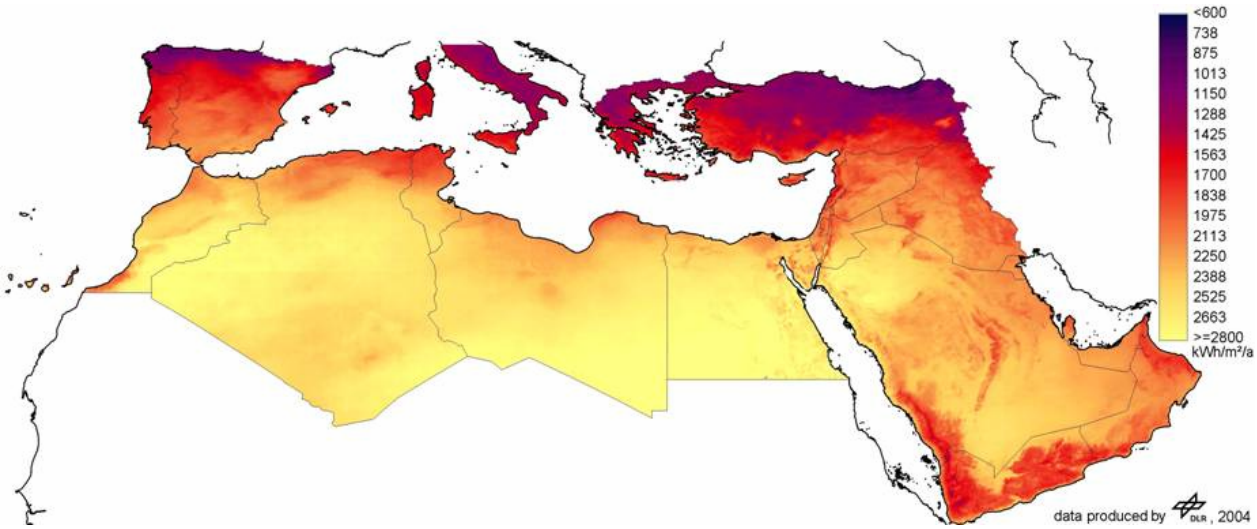
جدول رقم ١ : صفات تكنولوجيات توليد الكهرباء

١ : Capacity Factor
٢ : Capacity Credit

١- المساهمة في إنتاج الطاقة على مدار السنة (معامل السعة في بعض الترجمات) = (الطاقة المنتجة في السنة) / (قدرة المحطة * عدد ساعات السنة)
٢- نسبة المساهمة المؤكدة في إنتاج الطاقة في أي وقت حسب الطلب
٣- المنتجة من الخلايا الشمسية (الفوتوفلطية)



شكل ٣ : خرائط إنتاج الطاقات المتجددة المختلفة فى جنوب أوربا وحوض البحر االأبيض المتوسط
(الألوان الداكنة تدل على إنتاج أكثر فى المتر المربع. شرح دلالة الألوان فى التقرير الأساسى)



شكل ٤ : المجموع السنوى للإشعاع الشمسى المباشر (إشعاع – عمودى – مباشر) فى منطقة جنوب أوروبا وحوض البحر الأبيض المتوسط
ك.و.س/ م٢/السنة. وتساوى طاقة الإشعاع الشمسي الساقطة على كل متر مربع فى العام الطاقة الناتجة من ١-٢ برميل نفط.

الفصل الرابع (تحليل الطلب) يبين الطلب على الكهرباء والمياه لكل دولة على حدة في المنطقة موضع البحث. فتزايد تعداد السكان مع النمو الإقتصادى سيتبعه تزايد سريع فى الطلب على الكهرباء. و وفقا لذلك فسيكون إستهلاك الكهرباء فى دول حوض البحر الأبيض المتوسط فى عام ٢٠٥٠ يطابق مثيله فى أوروبا اليوم (حوالى ٣٥٠٠ تيراوات[٤] ساعة/سنة). ورغم أن فى بعض الدول ووفقا لمخططات الأمم المتحدة توقعات لتراجع أعداد السكان والتنبؤ بتزايد كفاءة

[٤] تيراوات = مليون ميجاوات

إستخدام الطاقة، فإن إستهلاك الكهرباء فى المنطقة بأسرها سيتزايد مما هو عليه اليوم و هو ١٥٠٠ تيراوات ساعة/سنة الى نحو ٤١٠٠ تيراوات ساعة/سنة فى عام ٢٠٥٠ (شكل ٥). ويعد ذلك التقدير أقرب إلى التحفظ وذلك لأن إستهلاك الكهرباء بهذه الدول خلال العشرين عاما الماضية قد تزايد إلى ثلاثة أضعافه تقريبا.

كذلك فإن الإحتياج الى المياه بدول حوض البحرالأبيض المتوسط سيرتفع مما هو عليه اليوم ٣٠٠ مليار متر^{٣} فى السنة إلى أكثر من ٥٠٠ مليار متر^{٣} فى عام ٢٠٥٠. فبينما قطاع الزراعة يشير فى أغلب الدول إلى إستهلاك ثابت أو مائل إلى الإنكماش فإن فى الوقت ذاته يزداد الإحتياج إلى المياه فى قطاع الصناعة والمحليات بصورة شديدة. وفى كثير من دول حوض البحر الأبيض المتوسط الجنوبى وأيضا فى بعض دول جنوب أوروبا تُشْـتغل مصادر الماء العذب اليوم بأكثر من طاقتها، مما أدى إلى إنخفاض منسوب المياه الجوفية.

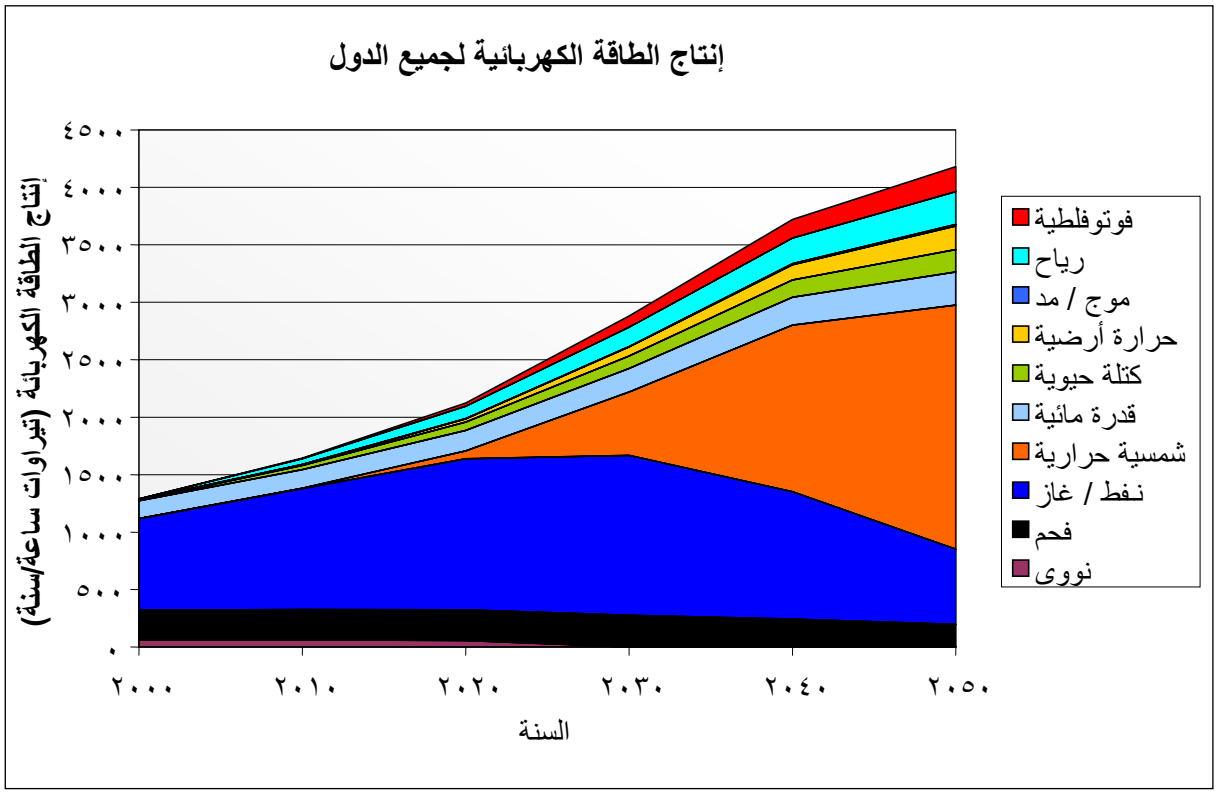
وهذا الجور فى التحميل يمكن تغاضى النظر عنه لو كان بصفة مؤقتة فقط، على أن يتراجع فى المستقبل - رغم الإحتياج المتزايد إلى مياه الشرب - والعمل على تجنبه فى نهاية الأمر ليصل إلى حد التحميل المستدام. وهذا يتطلب إلى جانب إدارة أفضل لترشيد إستهلاك المياه، إقامة تكنولوجيات متكافئة ومتوافقة مع البيئة لتحلية مياه البحار على أساس مصادر طاقة متجددة ومناسبة فى التكاليف.

لا يمكن للوقود الأحفورى ولا للطاقة النووية أن تفى بهذه المعايير - فعلى العكس من ذلك – تتطلب هذه المواد اليوم بناء على تكاليفها المرتفعة ضرورة تدعيمها وهى تعد بمثابة تمهيد لإشـعال صراعات دولية حادة ولتغيّر خطير لطقس العالم، بالإضافة إلى ذلك فإن هذه المصادر فى تناقص مستمر يتبعه إرتفاع أسعارها؛ وحتى فى الدول المنتجة للنفط ترتسم علامات منافسـة متزايدة بين التصدير والإستخدام الذاتى. لذلك لا يمكن بناء سياسة لتأمين الطاقة والمياه على أساس الوقود الأحفورى، بل يمكن النظر إلى ذلك الوقود على أنّه عامل مساعد فقط فى هذه السياسة.

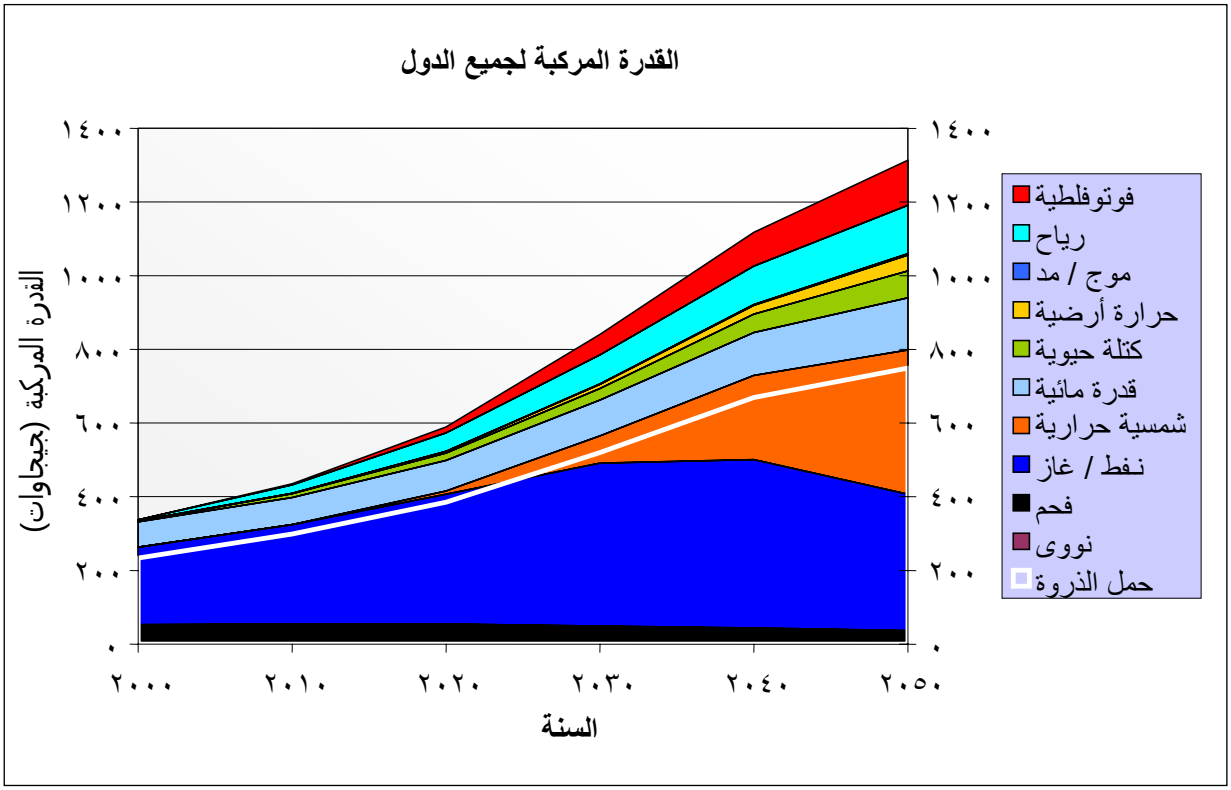
الفصل الخامس (رؤية مستقبليّة لتأمين الطاقة والمياه) يبين التزايد الذى يمكن تحقيقه في إستخدام الطاقات المتجددة لتوليد الكهرباء فى الدول موضع البحث حتى عام ٢٠٥٠ (شكل ٥). فكل دولة تشير إلى مزج خاص بها لمصادر طاقة متجددة وأحفورية يمكّنها من التوصل إلى إمداد مستدام (شكل ٨). إذ أن كل دولة لديها مصادر طاقات متجددة وإطار إستهلاكى خاص بها بحيث يتحتم التنسيق والتوفيق بين المتاح والطلب بطرق مختلفة. ويوضح مخطط MED-CSP سبيلا يمكن من خلاله التوصل إلى أسلوب مقبول، من النواحى الإقتصادية والبيئية والإجتماعية لتحقيق الإستدامة.

وقد أخذت فى الإعتبار المُعَوّقات والظروف المذكورة تاليه لتضييق مسار تطور الطاقات المتجددة :

- مصادر الطاقة المتجددة (رياح، قدرة مائية، شمس، حرارة أرضية، كتلة حيوية)
- معدلات التنمية القصوى لقدرات الإنتاج الخاصة بتكنولوجيات الطاقات المتجددة.
- الإحتياج السنوى للكهرباء والمياه على أساس التنامى السكانى والتنامى الإقتصادى.
- تطور حمل الذروة والإحتياطى اللازم لتغطيته.
- تجديد محطات التوليد الكهربائى المستهلكة (دورة الإستثمار).



شكل ٥: إنتاج الطاقة[٥] الكهربائية فى السنة لجميع الدول موضع البحث فى مخطط MED-CSP



شكل ٦:القدرة[٦] المركبة وحمل الذروة فى مخطط MED-CSP حتى عام ٢٠٥٠. على فرض أن القدرة المركبة تُؤمّن الذروة مع إحتياطى ٢٥٪

[٥] الطاقة [ك.و.س] = Energy [kWh]
[٦] القدرة [ك.و] = Power [kW]

- سعر الكهرباء مقارنة بتكنولوجيات منافسة.
- إمكانيات التمويل.
- سياسات الطاقة والأطر الإقتصادية.
- البنية التحتية للشبكة وتكاليف الربط والتوصيل.

وكل هذه العوامل لم ينظر إليها كثوابت، بل تم تحليلها من ناحية تطوّرها المطّرد إلى خدمة إمداد الطاقة المستدامة.

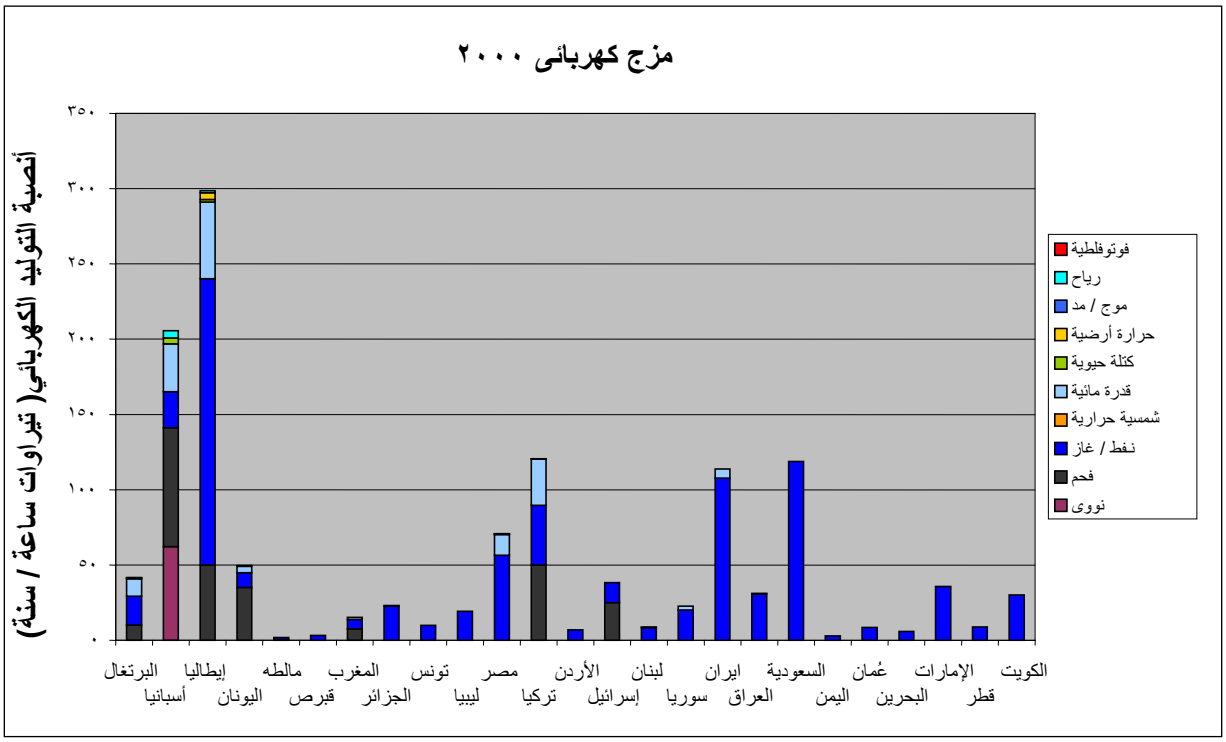
تحتاج الطاقات المتجددة فى البداية إلى الإستثمارات الحكومية حتى تتمكن من الإستقرار فى بعض الأسواق الجانبية، ولكنها ستنمو بناءاً على تفاعلات الخبرة وإقتصاديات التطور. فبعد عام ٢٠٢٥ ستكون الكهرباء المولدة من مصدر متجدد أقل تكلفة عن كهرباء أخرى مولدة من مصادر الطاقة الأحفورية (شكل ٩) حتى لو لم تحسب التكاليف الإجتماعية الخارجية الناجمة عن الأعباء على البيئة والصحة العامة. فالطاقات المتجددة هى السبيل الوحيد لإستقرار تكاليف إنتاج الطاقة على المدى البعيد عند مستوى منخفض.

تشير إحصائيات معظم دول حوض البحر الأبيض المتوسط اليوم إلى تنامى إقتصادى مرتفع نسبياً والذى سيؤدى حتى منتصف القرن إلى تقارب مستوى المعيشة بالدول الأوروبية. إلا أن الإستراتيجيات المعمول بها حتى الآن والخاصة بإمداد الطاقة والمياه ستؤدى فى خلال بضع سنوات إلى تقلّص مصادر المياه وإرتفاع أسعار الطاقة بما يؤدى إلى مشكلات إجتماعية. وعلى ذلك فان التطور الإقتصادى لهذه الدول سيُحمّل بأعباء الصراعات المتزايدة والدعم المالى لمختلف السلع، ويضاف إلى ذلك مؤثرات تغيّرات الطقس التى تصيب على الأخص هذه الدول بشدة، وذلك فى شكل التصحّر وتآكل الأرض الخصبة وفياضانات. وكنتيجة لنقص المياه سيتزايد إستيراد الغذاء، و ليس من الواضح كيف يمكن للحكومات تمويل كل ذلك.

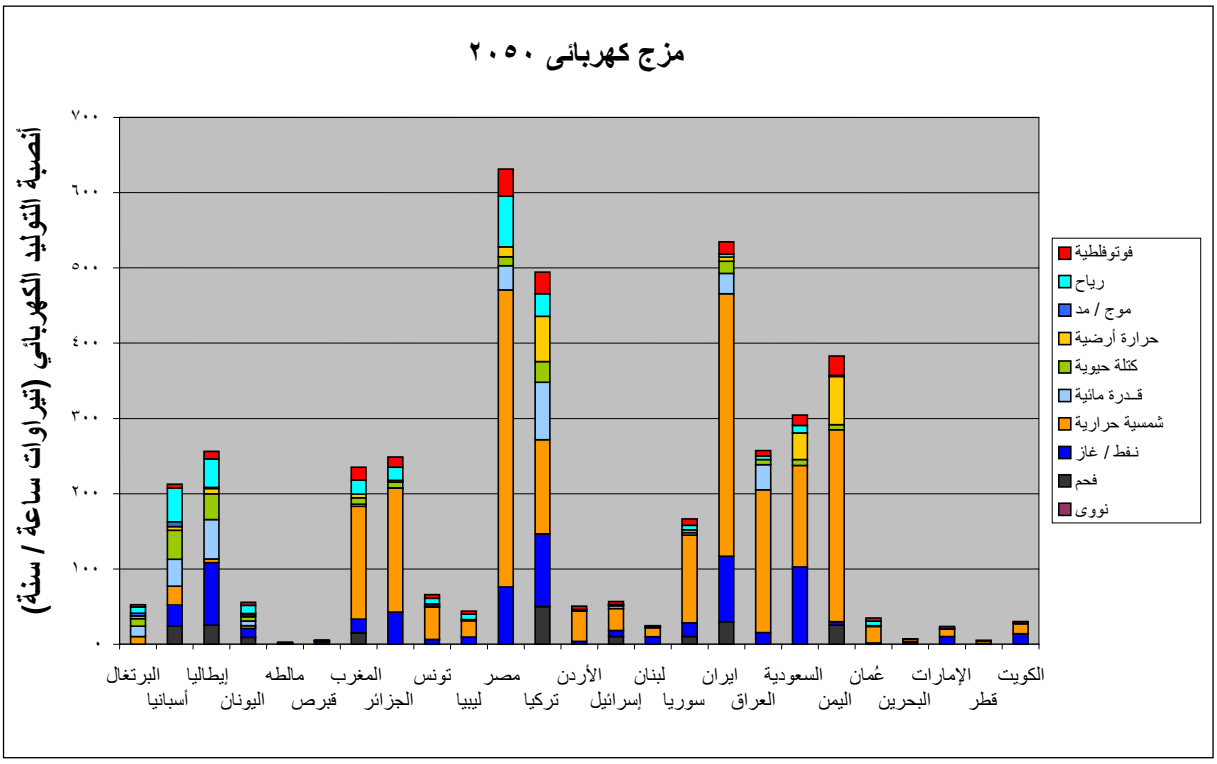
والتحول إلى الطاقات المتجددة سيؤدى على عكس ذلك إلى توليد طاقة ومياه آمنتين تماما وبسعر مقبول. ولن يتطلب ذلك دعما ماليا لمدى طويل كما هو الحال فى مواد الإحتراق الأحفورية والمواد النووية، بل إستثمار دعمى أولى فقط فى إطار عمل تضامنى مَركّز لدول الإتحاد الأوروبى وحوض البحر الأبيض المتوسط حتى يمكن العمل على إستقرار الطاقات المتجددة بالسوق وتمكينها من إجتياز حاجز التكاليف.

إن النمو المرتقب لإستهلاك الكهرباء فى دول حوض البحر الأبيض المتوسط حتى منتصف القرن لا يمكن أن يحدث إلا بتفعيل الطاقات المتجددة، كما تبين المقارنة فى شكلى ٧ و ٨. إن إستهلاك الكهرباء ببعض الدول مثل مصر وتركيا سيفوق مثيله ببعض دول الإتحاد الأوروبى الحالى مثل إيطاليا بمراحل. وأيضا دول منتجة للنفط مثل إيران والعراق والسعودية ستسير في هذا الإتجاه مع تنافس متزايد بين الإستهلاك الذاتى وتصدير هذا المنتج النفيس.

وتبعا لمخطط MED-CSP سيتناقص إستهلاك الطاقة فى أوروبا، بينما الإستهلاك فى معظم دول حوض البحر الأبيض المتوسط فى تزايد أو على أحسن الظروف سيصل لمرحلة الإستقرار، وذلك رغم التوسع فى إستخدام الطاقات المتجددة. سيكون التوصل إلى تغطية الإستهلاك فى أوربا عن طريق الإستعانة بالكتلة الحيوية وطاقة الرياح والقدرة المائية و بنسب صغيرة لمصادر متجددة أخرى. بينما مصدر الطاقة الأعظم فى دول حوض البحر الأبيض المتوسط هو الطاقة الشمسية فى صورة محطات توليد كهرباء من تركيز أشعة الشمس المباشرة والتى ستأخذ على عاتقها الجزء



شكل ٧: إستهلاك الكهرباء وأنصبة التوليد فى الدول موضع البحث فى عام ٢٠٠٠



شكل ٨: إستهلاك الكهرباء وأنصبة تكنولوجيات التوليد فى الدول موضع البحث فى عام ٢٠٥٠ فى إطار مخطط MED-CSP

الأعظم للإمداد فى معظم الدول، وذلك ليس فقط بسبب أداءها الجيد لإستقرار الشبكة. وطاقة الرياح تتوفر على الأخص فى المغرب ومصر وعُمان. أما مصدر طاقة حرارة الأرض فتتوفر فى تركيا وإيران والسعودية واليمن. وتتركز القدرة المائية والكتلة الحيوية فى كل من مصر وإيران والعراق وتركيا فقط. أما الطاقة الفوتوفلطية فستستقر بنجاح فى الإستخدام غير المركزى، وعلى الأخص فى المناطق النائية عن الشبكة كما أن إستمرار إنخفاض تكلفة الخلايا الفوتوفلطية سيمكنها من زيادة حصتها فى الشبكة.

بمقارنة شكل٥ (إنتاج الطاقة الكهربائية) و ٦ (القدرة المُرَكّبة) يتّضح أن القدرة المُرَكّبة للمحطات الشمسية الحرارية فى سنة ٢٠٥٠ ستصل إلى مقدار قدرات الرياح والفوتوفلطية والكتلة الحيوية و الأرضية مجتمعة، ولكن بسبب مقدرة محطات الطاقة الشمسية الحرارية على التخزين الحرارى فهى تستطيع إمداد ضعف الطاقة الكهربائة المنتجة من المصادر المتجددة الأخرى.

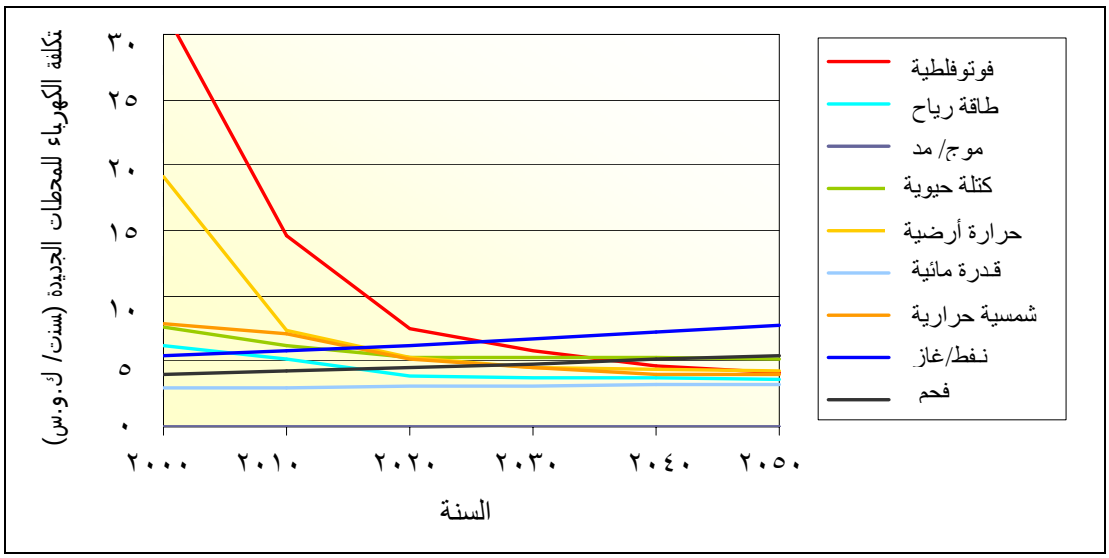
الفصل السادس (التأثيرات الإجتماعية والإقتصادية) يصف التأثيرات الإجتماعية والإقتصادية للتصور المستقبلى فى هذه الدراسة. وأهم تميّز إقتصادى إستقرار تكلفة الإنتاج الكهربائى على مستوى منخفض و تناقص الدعم المالى فى قطاع الكهرباء. فى بلاد كثيرة سينخفض الإعتماد على إستيراد الطاقة وستُفتح فرص جديدة للعمل فى مجال التطور الصناعي. فمن المقدر لمنطقة الإتحاد الأوروبى وحوض البحر الأبيض المتوسط بأسرها أن يُنشأ بها نحو مليوني فرصة عمل بشكل مباشر وغير مباشر إلى عام ٢٠٥٠ فى مجال الطاقات المتجددة.

غالبا ما يبدو تعارض ظاهرى بين الطاقات المتجددة - بسبب تكاليفها الباهظة فى بداياتها - وبين أهداف التنمية البيئية والإقتصادية المستدامة. هذا صحيح بالنسبة لبعض الإجراءات الخاصة مثل إنتزاع ثانى أكسيد الكربون وتخزينه (Carbon Capture and Storage "CCS") إلا أن الأمر ليس كذلك بالنسبة للطاقات المتجددة فهى تحتاج اليوم إلى إستثمارات دعمية محدودة زمنيا حتى يمكن لها أن تستقر بسوق الطاقة، وستصبح بعد فترة وجيزة أرخص وسيلة لإنتاج الكهرباء (شكل ٩ و ١٠)، وذلك رغم عدم حساب التكاليف الخارجية لإستعمال الطاقات الأحفورية التى قدرها مجلس القومسيون الأوربى بمبلغ ٥ سنت/ك.و.س . الدعم المؤقت للطاقات المتجددة يجب أن يُنظر إليه على أنه إستثمار عام من أجل منظومة أفضل - وأرخص - للإمداد الكهربائى وذلك بعكس الدعم المستمر والمتزايد لإستخدام الطاقات الأحفورية والطاقة النووية المتبع حاليا.

حساب مجموع التكاليف المبدئية يصل إلى ٧٥ مليار دولار أمريكى تحتاجها الطاقات المتجددة لتصل إلى نفس مستوى تكاليف الإنتاج من الوقود الأحفورى وذلك قبل سنة ٢٠٢٠ (شكل ١٠). و لكن من تلك اللحظة وإلى سنة ٢٠٥٠ سيصل الوفر فى المنطقة محل البحث إلى ٢٥٠ مليار دولار أمريكى بالمقارنة بسياسة العمل كالعادة. وجدير بالذكر أن حسابات تكاليف الوقود الأحفورى ترتكز على فرض أن سعر النفط ٢٥ دولار للبرميل وسعر الفحم ٤٩ دولار للطن وكلاهما يرتفع بنسبة ١٪ سنويا فقط وذلك يبدو اليوم أنه إفتراض متحفظ حيث أن سعر برميل النـفط زاد عن ٥٥ دولار وسعر الفحم عن ٦٥ دولار أثناء كتابة هذه السطور ونسبة الزيادة السنوية فى الأسعار ٤٠٪ من سنة ٢٠٠٣.

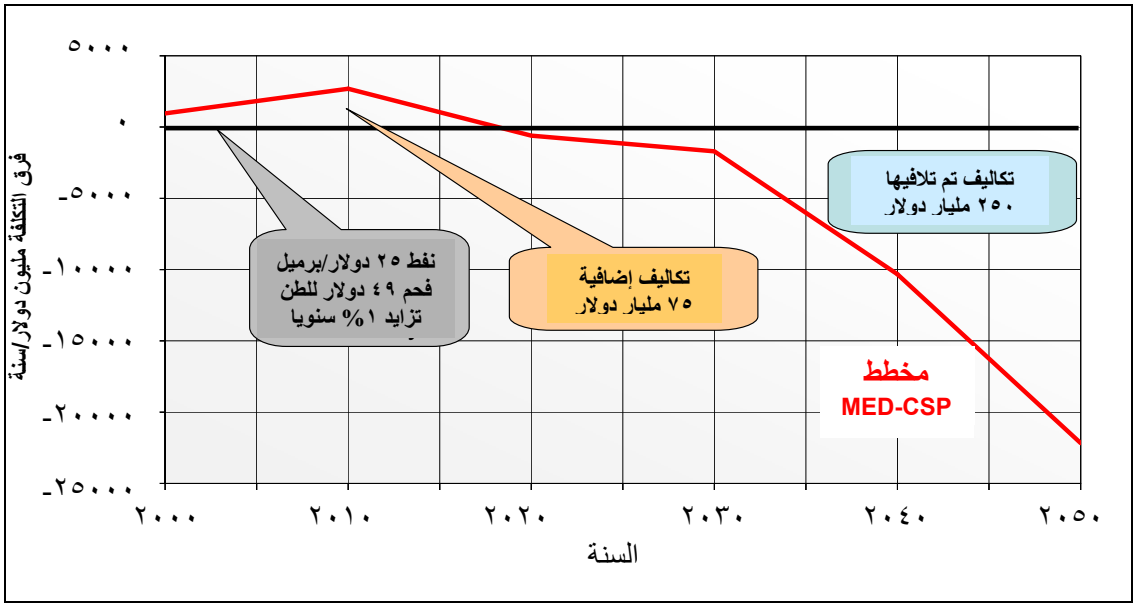
فى مخطط "أعمال كالعادة" تصل توقعات إنبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون (المتسببة فى ظاهرة الإحتباس الحرارى) فى قطاع الكهرباء الخاص بدول حوض البحر الأبيض المتوسط إلى مثيلاتها اليوم فى أوروبا، مما سيكون له عواقب

واضحة على الأحمال الكلية لإقتصاديات الدول محل البحث. إذ أن إرتفاع أسعار الوقود مضافا إليها تكاليف إنتزاع ثانى أكسيد الكربون وتخزينه سيحمّل الإقتصاديات القومية بدول حوض البحر الأبيض المتوسط الطموحة مزيدا من الأعباء من الناحية المالية. وعلى العكس من ذلك فإن الطاقات المتجددة تشير إلى تناقص تكلفتها (شكل ٩). ويؤدى النمو الإقتصادى المرتفع إلى تشجيع إجراءات رفع الكفاءة أكثر من الإقتصاد الراكد مما يؤدى إلى تناقص الطلب على الطاقة. وبذلك تساعد الطاقات المتجددة على دعم النمو الإقتصادى بدلا من إعاقته.



شكل ٩ : أمثلة لتطور نفقات إنتاج الكهرباء فى مخطط MED-CSP

الطاقات المتجددة ستفيد دول حوض البحر الأبيض المتوسط من ناحية إنخفاض ما يدفعونه من دعم للطاقة التقليدية وهذا يعني على الأخص تلك الدول التى ليس لديها مصادر طاقة أحفورية خاصة بها وتضطر إلى الحصول عليها من السوق



شكل ١٠:الفرق الكلى فى تكلفة الكهرباء بين مخطط MED-CSP وسياسة العمل كالعادة التى تعتمد أساسا على الوقود الأحفورى، ملخصة لكل الدول محل الدراسة. القيم الموجبة = تكاليف إضافية، القيم السلبية = التكاليف التى تم تلافيها بالمقارنة بسياسة العمل كالعادة. المجموع التراكمى للتكاليف الإبتدائية يصل إلى ٧٥ مليار دولار ، بينما يصل مقدار الوفر إلى ٢٥٠ مليار دولار حتى سنة ٢٠٥٠. التكاليف الإضافية والمتلافاة تختلف حسب إفتراضات سعر الوقود، نسبة إرتفاع أسعار الوقود، السياسات الخاصة بثانى أكسيد الكربون وتفصيلها فى التقرير الرئيسى. و فى جميع هذه الإفتراضات ستتساوى الطاقات المتجددة والوقود عاجلا أو آجلا.

العالمية مثل الأردن والمغرب. الدول المصدرة للنفط والغاز ستحقق إمتيازات لأنها لن تضطر إلى حرق منتجاتها التصديرية النفيسـة من أجل إحتياجها الذاتى، بل ستقوم ببيعها بأسعار متصاعدة بالسوق العالمية. يضاف لذلك أن فى مقدورها أن تتحول فى المستقبل إلى تصدير الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية وخلق صناعة قوية فى مجال الطاقات المتجددة وكذلك فرص للعمل للمتخصصين والمؤهّلين مما يساعد على إنقاص الهجرة للكفاءات المؤهلة.

إن الموقف الخاص بإمداد المياه فى دول حوض البحر الأبيض المتوسط لفى غاية الخطورة. فى بعض الأماكن ينخفض منسوب المياه الجوفية بمقدار ستة أمتار كل عام. وبعض المدن الكبيرة مثل صنعاء عاصمة اليمن مهددة بالجفاف التام فى السنوات العشر القادمة عندما يتوقف إمداد الماء لها فى حالة إستنفاذها لمخزوناتها المائية الجوفية كلية. ولا نرى حلا – إلى جانب ترشيد أفضل لإدارة المياه – سوى أن تستعمل الطاقة من أجل تحلية مياه البحار. إلا أن القيام بذلك على أساس الطاقات الأحفورية والنووية لن يؤدى إلى إمداد للمياه آمن ومقبول التكلفة. وبذلك لا توجد سوى الطاقات المتجددة فقط وعلى رأسها الطاقة الشمسية التى تملك مفتاح تهدئة الصراع المنتظر بسبب ندرة الطاقة والمياه.

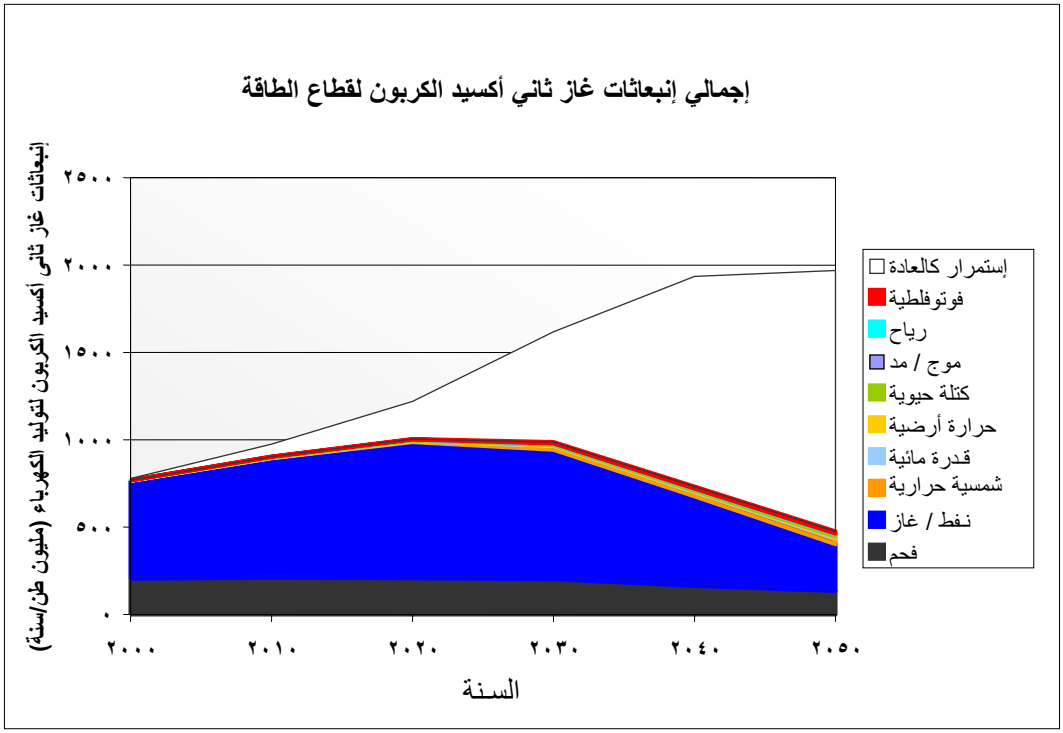
الفصل السابع (المؤثرات البيئية) يركز على المؤثرات البيئية الرئيسية للمخطط. ستنخفض إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون المسبب لظاهرة الإحتباس الحرارى بالدول محل الدراسة بنسبة ٤٠ ٪ تقريبا حتى عام ٢٠٥٠، وذلك رغم الإستهلاك المتزايد للكهرباء (شكل ١١). وهناك تقدير خاطئ واسع الإنتشار وهو أن الطاقات المتجددة تتطلّب مساحة شاسعة من الأرض، ولكن الحقيقة أنه بالمقارنة بجميع وسائل إنتاج الكهرباء بما فيها النووية والأحفورية فإن تقنيات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية هى أقلها فى إشغال الأرض. وسبب ذلك أن محطات توليد الكهرباء النووية أو الأحفورية تحتاج بجانب الأرض المحدودة التى تشغلها إلى أراض أخرى للمناجم وللبنية التحتية لنقل المنتجات والنفايات وتخزينها. وكل ذلك يجب أخذه فى الإعتبار عند التحليل الشامل لدورة عُمْر المحطة وهو أقل بمراحل عند تحليل المحطات الشمسية الحرارية.

وفى ذلك يراعى أنه على سبيل المثال يمكن للأراضى التى تشغلها منشآت الرياح أن تخدم أغراض أخرى مثل الزراعة والمراعى، وأن الخلايا الفوتوفلطية غالبا ما يتم إدماجها فى أسطح وواجهات المبانى وكذلك يمكن إستغلال الأرض تحت مُركّزات الأشعة الشمسية - وهى تتمتع بظل جزئى - فى الزراعة أو حظائر الدواجن إلخ وبذلك ستفيد هذه التقنيات فى إستصلاح بعض الأراضى الصحراوية.

أغلب تكنولوجيات الطاقة المتجددة لا تسبب إنبعاثات ضارة أثناء التشغيل. بالنظر إلى دورة عمر هذه المنشآت نجد أن هذه الإنبعاثات تنشأ فقط أثناء إنتاج هذه المنشآت. وهنا يجب أن نلفت النظر إلى أنه مع تزايد إستعمال الطاقات المتجددة لإنتاج الكهرباء فإن الإنبعاثات الناتجة عن الإنتاج ستتقلص حيث أن أغلبها ينشأ عن إستخدام الطاقة التى تنتج اليوم من الوقود الأحفورى غالبا.

تزيد إنبعاثات النظم الخاصة بالطاقة الأحفورية بمقدار عشرة إلى مائة ضعف عن مثيلاتها من الطاقات المتجددة. كذلك فإن إنتزاع وتخزين ثانى أكسيد الكربون يستهلك طاقة إضافية بما ينتج عنه مزيد من الإنبعاثات، و يؤدى ذلك إلى إرتفاع التكاليف وإنخفاض كفاءة توليد الكهرباء. ومع ذلك فقد تكون هذه الطريقة إحدى عوامل إستراجيات الإستدامة.

إن الإستهلاك المتزايد للكهرباء بالدول موضع البحث سيؤدى فى حالة الإبقاء على السياسات الحالية إلى زيادة إنبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون من ٧٧٠ مليون طن سنويا حاليا إلى ٢٠٠٠ مليون طن فى سنة ٢٠٥٠، وهو ما يهدد الطقس فى المنطقة وفى العالم بعواقب وخيمة. وفى مقابل ذلك يؤدى المخطط الذى نصفه فى هذه الدراسة إلى إنبعاثات مقدارها ٤٧٥ مليون طن كل سنة فى عام ٢٠٥٠، وبذلك تكون فى توافق مع الأهداف الموضوعة من قبل مجلس (WBGU)، (الشكل ١١). وذلك يعادل ٠,٥٨ طن/سنة لكل فرد فى قطاع إنتاج الكهرباء فيكون مقدار تلافى الإنبعاثات ٢٨مليار طن من ثانى أكسيد الكربون إلى سنة ٢٠٥٠ وهذا يعادل الإنبعاثات السنوية فى العالم كله حاليا.



شكل ١١: إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون الخاصة بتوليد الكهرباء بالمليون طن/سنة بالنسبة لجميع الدول فى مخطط (MED-CSP) ومقارنتها بسياسة الإستمرار كالعادة

الفصل الثامن (إجراءات سياسية) يخص بالوصف السياسات وإمكانيات التمويل لإدخال الطاقات المتجددة إلى الأسواق، والتى تمتد بدءا من أدوات كيوتو عبر تخفيف الضرائب وحتى قوانين تغذية التيار الكهربائى فى الشبكات والمنح المالية.

من الضرورى تبنى إستراتيجية لتنمية الطاقات المتجددة فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط. ويجب تأمين ذلك التوسع فى إطار إتفاقيات دولية حتى يمكن لكل دولة على حدة زيادة الحوافز للإستثمار فى الطاقات المتجددة ومنح المستثمرين الأمان لمدة طويلة فى مواجهة المتغيرات السياسية الإقليمية. وبالنظر إلى القواعد المختلفة المعمول بها فى قطاع الكهرباء لكل دولة فيجب توفيق السياسات المختلفة لكل دولة على حدة. كما ينبغى توجيه الأدوات والوسائل فى الدول المختلفة وفقا للتكنولوجيات المتبعة فيها. كذلك من الضرورى توسيع نطاق الشبكة والسماح بتغذية عادلة لها. الدعم المالى يجب أن يكون مُكمّلا للإجراءات الأخرى ويكون مرتبطا بمشروع معين. وبما أن تشجيع تنمية الطاقات

المتجددة يتطلب إتفاقيات دولية فيبدو أن هناك ضرورة لإنشاء مؤسسات مالية خاصة أو لتطوير أهداف بعض المنشآت المالية الحالية لتستطيع أن تُمكّن التعاملات المالية بين الدول لمنح قروض ميسرة.

عند التخطيط للمشروع ينبغى مراعاة إحتساب التكاليف الفعلية للوقود الأحفورى على أساس الأسعار العالمية حتى لو كان ذلك فى دولة تدعم هذا الوقود.

إنه لسؤال مُحق عن مَنْ الذي يتحمل الإستثمارات المبدئية وتبلغ ٧٥ مليار دولار، والتي يتطلبها إدخال الطاقات المتجددة إلى السوق خلال فترة ١٥ عاما وهي الفترة اللازمة لوصول تكلفتها إلى "نقطة التعادل" مع الوقود الأحفورى. من ناحية المبدأ فإن مستهلكي الطاقة الكهربائية هم المستفيدون المباشرون لهذه السياسة. فإذا وزعت الإستثمارات الإبتدائية بالتساوي على كل مستهلكي الكهرباء في المنطقة فسيكون على كل منهم أن يتحمل مبلغ ١٠ دولارات سنويا فرق مصاريف الكهرباء لمدة ١٥ عاما، وذلك لكي يتم تمويل الإدخال العام للطاقات المتجددة إلى السوق. بعد تلك السنوات الخمس عشرة سيستفيد كافة المستهلكون من سعر الكهرباء المستقر و المنخفض، ويتلافون بذلك التعرض للإرتفاع المستمر فى أسعار الكهرباء في حالة بقاء سياسة الطاقة المتبعة حاليا "إستمرار للأعمال كالعادة".

المبلغ المطلوب وهو ٧٥ مليار دولار، يمكن مقارنته بالمبلغ الذي تحتاجه الإستثمارات (وهو مدفوع فعليا) بداية من الآن، لتطوير وبناء أول "مفاعل إدماج نووي" على أساس تجاري ينتظر إنتهائه في عام ٢٠٥٠.

في حالة إتمام تنفيذ أول "مفاعل إدماج نووى" على أساس تجاري في عام ٢٠٥٠، فسوف لا يبطل هذا إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون طوال هذه الفترة، بينما سيبطل مزيج الطاقات المتجددة إنتاج ٢٨ مليار طن من ثاني أكسيد الكربون فى نفس المدة وإضافة لذلك سيخفف من إنفاق منطقة الإتحاد الأوربي وحوض البحر الأبيض المتوسط بمقدار ٢٥٠ مليار دولار كانت ستكلفها الطاقات الأحفورية (دون حساب التكاليف الخارجية) لو إستمر العمل بالسياسات الحالية. وفقا لمصممي "مفاعل الإدماج النووى" ستتراوح اسعار الكهرباء الناتجة عن أول مفاعل تجاري بين ١٠ و ١٢ سنت/كيلووات ساعة. ربما سيكون هذا سعرا ينافس سعر محطات الوقود الأحفورى في عام ٢٠٥٠ إلا أن هذا السعر سوف يمثل حوالي ضعف مايتطلبه متوسط سعر مزيج الطاقات المتجددة في ذلك الوقت (شكل ٩). لذلك فأي سياسة طاقة حكيمة وتقدر المسؤولية، يجب أن تدعم أيضا الطاقات المتجددة.

إنّه لمن مسؤولية الحكومات الوطنية والسـياسـة الدولية تنظيم برنامج لإستثمارات عادلة للطاقات المتجددة في منطقة الإتحاد الأوربي وحوض البحر الأبيض المتوسط لكي تتجنب المخاطر الواضحة لسياسة الطاقة الحالية وتعمل على التحول إلى طريق مُؤكّد للرفاهية والتطور و تأمين الطاقة والمياه.