

تقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء حالة الجزائر

Evaluation of external effects of electricity production. The case of Algeria

سعيد أحسن، جامعة عبد الحميد مهري قسنطينة 2 ahcenesaid@gmail.com

Abstract

ملخص

This study aims to demonstrate the significant external effects of electricity production, and to try to calculate and evaluate it in order to stem or limit its negative consequences; and also in order to take it into consideration in our economic calculations and to elaborate the appropriate policies . Our study highlights the externalities of the production of electrical energy, considered as the basis of the evaluation of the negative effects engendered by this productive activity having a very high cost which leads to the deterioration of the well-being of the individual and of the whole society difficult to pin down. The aim is to find the best ways to deal with this problem integrate them and take them into account in the economic forecasts of these producing companies .

Key words: externality, electricity generation, externalities assessment, energy sources.

تهدف الدراسة إلى إبراز أهم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء، ومحاولة قياسها وتقديرها للحد من تداعياتها السلبية، من أجل استيعابها في الحسابات الاقتصادية ووضع السياسات الملائمة لها . توصلت الدراسة إلى أن الآثار الخارجية لإنتاج الطاقة الكهربائية تعتبر أساس تقييم مختلف الانبعاثات والأضرار المصاحبة للنشاط الإنتاجي، نظرا لارتفاع تكاليفها، وهو ما يؤدي إلى انخفاض الرفاهية الخاصة والاجتماعية، إضافة إلى صعوبة تحديدها من أجل توفير أفضل الوسائل لتجنبها، بمحاولة استيعابها في الحسابات الاقتصادية للمؤسسات المنتجة.

الكلمات المفتاحية: الآثار الخارجية، إنتاج الكهرباء، تقييم الآثار الخارجية، مصادر الطاقة.

تاريخ الاستلام 2017/12/19 تاريخ المراجعة 2018/02/25 تاريخ قبول النشر 2018/04/26

زاد الاهتمام على المستوى الدولي بالقضايا البيئية للأنشطة الاقتصادية، بعد انعقاد العديد من المؤتمرات لتدارس كيفية اعتمادها في الخطط التنموية على المستوى العالمي، بداية من مؤتمر ستوكهولم سنة 1972 الذي أقر بالحقوق والواجبات الإنسانية اتجاه البيئة، ويعتبر مؤتمر ريو (قمة الأرض) المنعقد سنة 1992 الانطلاقة الأساسية للأخذ بالمسؤولية البيئية والاجتماعية في القضايا الاقتصادية وتحقيق التنمية المستدامة؛ فلقد أدت الزيادة في حجم النشاطات الاقتصادية إلى ضرورة الأخذ بالاعتبارات البيئية المصاحبة لها. ويعد قطاع الكهرباء من أهم القطاعات المسببة للآثار الخارجية خاصة في ظل التطورات الكبيرة لأسواق الطاقة من حيث الاستخدام في العمليات الإنتاجية مما يدعو إلى ضرورة تقييمها، ولقد سعت العديد من المنظمات والوكالات الدولية لتقدير تكاليف الآثار الخارجية الناتجة عن توليد الكهرباء، والمتمثلة خاصة في وكالة حماية البيئة الأمريكية، الوكالة الأوروبية للبيئة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وصدرت عنها العديد من التقارير ذات الطابع الخاص والمشارك تؤكد على أهمية الأخذ بالآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء وطرق تقييمها.

- أهمية الدراسة

يكتسي موضوع الآثار الخارجية أهمية بالغة نظرا لارتباطه بظاهرة التلوث ذات البعد الإقليمي والدولي، ويعتبر إنتاج الكهرباء من أهم الأنشطة المساهمة في زيادة حدته مما يدعو إلى ضرورة تقييمها وإدراجها ضمن الخطط والبرامج التنموية لقطاع إنتاج الكهرباء، الذي يعتمد على توليفة مختلفة من موارد الطاقة المستخدمة في العملية الإنتاجية.

- مشكلة الدراسة

يؤدي إنتاج الطاقة الكهربائية من مختلف المصادر إلى العديد من الآثار البيئية الخارجية ذات الأهمية الاقتصادية من ناحية حجم الأضرار وكيفية قياسها وتقديرها، وعليه تتمحور إشكالية البحث في التساؤل الرئيسي التالي:

كيف يمكن تقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء؟

- فرضية الدراسة

للإجابة على التساؤل المطروح انطلقنا من الفرضية التالية:

- يتم تقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء بحصر الانبعاثات من مختلف مصادر الطاقة المستخدمة لتحديد الأضرار المرتبطة بها وقياسها.

- أهداف الدراسة

نهدف من خلال البحث إلى:

- تحديد ماهية وطبيعة الآثار الخارجية، وتطور الفكر الاقتصادي لمفهومها.
- تحديد الآثار الخارجية المصاحبة لإنتاج الطاقة الكهربائية.
- تقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء بغية توفير المعلومات الضرورية لرسم سياسات الحد من تكاليفها.

- منهجية الدراسة

لبلوغ الأهداف المرجوة والإجابة على تساؤل الدراسة، اعتمدنا على المنهج التاريخي لإبراز تطور ماهية الآثار الخارجية والمنهج الوصفي التحليلي لدراسة، تحليل وتقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء في الجزائر بالاعتماد على أهم نتائج الدراسات في المجال والإحصائيات للقيام بعملية التقييم.

- خطة الدراسة

ارتأينا تقسيم البحث إلى ثلاثة محاور، يتعرض المحور الأول إلى ماهية الآثار الخارجية وتطور مفهومه، وفي المحور الثاني نحاول إبراز أهم الطرق المعتمدة لتقييم الآثار الخارجية باختلاف أنواعها، ويخصص آخر محور لتقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء في الجزائر.

1- ماهية الآثار الخارجية

طرح مفهوم الأثر الخارجي في العديد من المناقشات والتعاريف، بهدف فهم علاقته بالتخصيص غير الأمثل للموارد وفشل السوق.

1-1- تعريف الآثار الخارجية

تكمن فاعلية نظام السوق في قدرته على تحقيق التوافق بين الرفاهية الخاصة والاجتماعية، فالأفراد ينتجون ويتبادلون السلع لتحقيق مكاسب مشتركة، وعندما لا يتأثر سوى أطراف عملية التبادل فإن القدرة على الاختيار تعظم من الرفاهية الاجتماعية¹، لكن إذا أثر الإنتاج أو التبادل على رفاهية أطراف ثانوية دون موافقتها ينشأ الأثر الخارجي.

برز مصطلح الأثر الخارجي لأول مرة من طرف SIDGWICK سنة 1887 ووفقا له: "فإن هناك مرافق لا يمكن بحكم طبيعتها أن تخصص من قبل منتجها لأشخاص آخرين"²، وعرف لأول مرة على أنه فشل السوق من طرف Pigou سنة 1920، حيث يتوافق مع الحالة التي يؤثر فيها الشخص

(A) في إطار تقديم خدمة للشخص (B) (مقابل دفع مبلغ مالي)، صدفه بشكل إيجابي أو سلبي على رفاهية أشخاص آخرين (منتج أو مستهلك) دون تقديم خدمات مماثلة، حيث أن المستفيدين لا يضطرون إلى دفع مبالغ مالية بالمقابل، والمتضررين لا يتم تعويضهم³.

تم التدقيق في مفهومه من قبل Viner سنة 1931، حيث يشير إلى الحالة التي يؤثر فيها متعامل أو عون اقتصادي بشكل غير مباشر على متعاملين آخرين دون استشارتهم، إضافة إلى عدم تقديم تعويضات مالية عن التأثيرات⁴، ويعرفه Rodney و Marbry بأنه المنافع والنفقات الناتجة عن عملية الإنتاج أو الاستهلاك، ويتحملها طرف ثالث غير منتج أو مستهلك السلعة⁵.

يلاحظ من خلال التعاريف السابقة أنها تركز على الأثر الناتج عن نشاط وحدة اقتصادية معينة (فرد أو مشروع) على رفاهية وحدة اقتصادية أخرى، وأن للأثر الخارجي جانبين: منافع وتكاليف خارجية تتعلق بعمليات الإنتاج والاستهلاك.

1-2- تصنيف الآثار الخارجية

تحدد طبيعة الآثار طرق تصنيفها، حيث تقسم إلى آثار داخلية وخارجية، تنتج الآثار الداخلية عن مختلف الأنشطة الاقتصادية التي تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة ضمن بيئة العمل الداخلية، على الحالة الصحية للمتعاملين أو الأعوان الاقتصاديين وعلى البيئة المادية للنشاط⁶، كتأثير الملوثات الناتجة عن صناعة الاسمنت على العاملين أو أثر استخدام بعض المواد في العملية الإنتاجية، كأثر الكروم المستعمل في تجديد وتغليف قطع الغيار على عمال الورشات الخاصة به؛ أما بالنسبة للآثار الخارجية فتصنف تبعاً لنوع الآثار الحادثة وطبيعة العمليات المحدثة لها، وسنبينها فيما يلي:

1-2-1- تبعاً لنوع الآثار الحادثة

يتم قياس الآثار المترتبة عن طريق الأسعار أو التكاليف، سواء كانت نافعة بتحصيل المقابل أو ضارة بالتعويض النقدي، أي التمييز بين الآثار الخارجية الموجبة والسالبة.

- أولاً: الآثار الخارجية الموجبة

تنشأ الآثار الخارجية الموجبة نتيجة حصول أحد الأطراف على منافع من نشاط طرف آخر دون أن يسدد مقابلها⁷، ويعتبر المثال الذي وضعه Meade سنة 1952 الأكثر شهرة، حيث يبين فيه فوائد مربّي النحل في حالة قربهم من المزارع، بحصوله على أفضل نوع من العسل دون تحمله لتكلفة إضافية، لأنه لا يدفع للمزارع لقاء الخدمة غير المباشرة التي حصل عليها وبالتالي يبيع عسله بسعر أقل، وفي نفس الوقت يستفيد المزارع من عملية التلقيح وتحسين الأداء دون اللجوء إلى الطرق

اليديوية، فالنحل يقوم بالتلقيح العشوائي مما يثري التنوع الجيني ويعطي المحصول أكثر مقاومة ومردودية، وعليه فالآثار الخارجي موجب في كلا الاتجاهين بين مربّي النحل والمزارع⁸.

- ثانيا: الآثار الخارجية السالبة

تعتبر الآثار الخارجية السالبة عن الأضرار التي تصيب أحد الأطراف نتيجة لنشاط الطرف الآخر دون أن يحصل على تعويض⁹، وبالتالي فإن المزارع ورغبة منه في الحصول على أكبر ربحية يقوم باستخدام المبيدات الحشرية، ويزيد دون قصد من احتمال تسمم الإنسان بسبب التلوث، فنتيجة تلقيح أزهار الأشجار المصابة ينتج النحل عسلا ملوثا، يتم بيعه من قبل مربّي النحل دون علمه بالآثار السلبية الناشئة عن التلوث غير المرئي.

1-2-2- تبعاً لطبيعة العمليات المحدثة للآثار

تقسم الآثار الخارجية بحسب العمليات أو الأنشطة المرتبطة بها إلى ما يلي:

- أولا: الآثار الخارجية للإنتاج

يترتب عن نشاط بعض الوحدات الإنتاجية أضرار اقتصادية، يتحمل الآخرون أعباءها ونفقاتها دون مشاركة الوحدات المتسببة فيها، وأهم مثال على ذلك تلويث البيئة المحيطة سواء عن طريق الانبعاثات الضارة أو إلقاء المخلفات في مجاري المياه الطبيعية¹⁰، مما يفرض تكلفة لإزالة الأضرار، تتمثل في نفقات تنقية المياه وصيانة المنازل إضافة إلى التكلفة المرتفعة للعناية الصحية.

كما يمكن أن يحقق النشاط الإنتاجي منافع للآخرين دون أن يلتزموا بالتعويض، كحالة زيادة إنتاج النحل من العسل عند قربه من حديقة الفواكه لشخص آخر، دون دفع مقابل لصاحب الحديقة.

- ثانيا: الآثار الخارجية للاستهلاك

قد ينتج عن النشاط الاستهلاكي للأفراد أضرار تمثل تكلفة اقتصادية للآخرين، يتحملونها دون رغبتهم فيها (خارجة عن إرادتهم)، ولا يشارك المتسببون في تحمل نفقاتها وتعويض المتضررين عنها، ومن أمثلة ذلك استهلاك المشروبات وإلقاء عبواتها كمخلفات، أو تلوث الهواء الناتج عن استخدام السيارات، مما ينتج عنه انخفاض المنفعة الحدية الاجتماعية عن المنفعة الحدية الخاصة¹¹.

وتتحقق الآثار الخارجية الموجبة للاستهلاك، عندما يؤدي النشاط الاستهلاكي إلى منفعة أو منافع لبعض المستهلكين أو مجموعهم، دون تحمل تكلفة في النشاط، فصيانة منزل وطلاؤه بشكل جيد يساهم في تحسين البيئة العامة للحي، مما يزيد في القيمة العقارية للمنازل المجاورة¹².

توجد تصنيفات أخرى للآثار تتمثل في¹³:

- الآثار الخارجية التقنية، التي تؤثر في وظيفة الإنتاج لمنتج ما من قبل طرف آخر.
- الآثار الخارجية المالية، التي تعدل تكلفة نشاط متعامل اقتصادي بتأثير نشاط متعامل آخر.
- الآثار الخارجية التكنولوجية، التي تؤثر في تغيير الإنتاجية الإجمالية أو طبيعة النشاط أو الوظيفة الإنتاجية لشركة ما.

1-3- الآثار الخارجية في الفكر الاقتصادي

يوفر المنظور التاريخي الأساس لرصد ظهور وتطور المفاهيم المرتبطة بالآثار الخارجية، إضافة إلى بيان التحليل الخاص بدراسات وأفكار الاقتصاديين في هذا المجال، كل بحسب وجهة نظره.

1-3-1- تحليل Sidgwick سنة 1887

يعد Sidgwick أول من اهتم بالمشاكل التي تفرضها الآثار الخارجية في الاقتصاد اللامركزي، إذ يؤكد أن نظام الحرية الطبيعي لا يميل إلى تحقيق نتائج مفيدة للغير وفي نفس الوقت تنسب إليه، وذلك حتى في مجتمع مبني على أساس سلوك اقتصادي يعمل على تحقيق الأهداف بأفضل طريقة ممكنة (*Homo economicus*)¹⁴.

ولتبسيط الفكرة قدم Sidgwick بعض الأمثلة، والتي استخدمت في تحليل Pigou فيما بعد، من بينها:

- يمكن استخدام أضواء المنازل الموجودة بالقرب من ضفة النهر أو الميناء، من قبل القوارب.
- الآثار المفيدة للغابة على نظام تساقط الأمطار.

1-3-2- التحليل الديناميكي القائم على النمو لـ A. Marshall سنة 1890

يعد Marshall أول من استخدم الوفورات الداخلية والخارجية، حيث قسم الوفورات الناتجة عن زيادة حجم الإنتاج إلى فئتين: الأولى تعتمد على التنمية العامة للصناعة (الوفورات الخارجية)، والثانية على الموارد وفعالية إدارتها (الوفورات الداخلية)¹⁵.

يعتمد تحليل Marshall على¹⁶:

- المزج بين المديين القصير والطويل، واستخدام منحني العرض.
- التركيز على الجوانب الإيجابية في العلاقات الترابطية بين الشركات (الصناعات) والأعوان الاقتصاديين.
- تنشأ وفورات الحجم بتخفيض بعض التكاليف الثابتة، مع احتمال خلق بعض الأنشطة التي تتطلب مستوى أدنى من العمل.

تجدر الإشارة إلى أن استخدام منحى سعر عرض المنتجات من قبل Marshall، يؤدي إلى عدم التمييز بين الوفورات الناتجة عن تغيرات السعر والوفورات التكنولوجية، وبالتالي فقد ألغى دور التكنولوجيا وأثرها بين الأعوان الاقتصاديين، حيث اهتم بالجانب الإيجابي من الآثار الخارجية بالرغم من المشاكل النظرية الخاصة بعدم الاستقرار (أثر الاختلافات التقنية في عملية الإنتاج)، لتبقى إشكالية التوافق بين المنافسة الكاملة وزيادة العوائد.

1-3-3- مساهمة Pigou سنة 1920

حدد Pigou بشكل واضح مفهوم الأثر الخارجي الثابت، باستعمال نظرية الثبات لتحقيق أمثلية باريتو¹⁷ (Optimum de Pareto)، الذي يتطلب المساواة بين النواتج الحدية (الهامشية) الاجتماعية الصافية، في حين أن الفوائد أو العوائد الخاصة لا تنتج إلا عن طريق المساواة بين النواتج الحدية الخاصة الصافية، لذلك يعد الاختلاف بين الناتج الحدي الاجتماعي والخاص السبب في الابتعاد عن المستوى الأمثل وهو ما تسعى الآثار الخارجية لدراسته وتحليله.

يرى Pigou أنه¹⁸: "إذا قام شخص A بتقديم خدمة بمقابل مادي للشخص B، وأثر هذا الأمر صدفه بخلق خدمات أو تحمل أضرار لأشخاص آخرين (غير منتجين لمثل هذه السلع)، فلا يمكن مطالبة المستفيدين بتقديم المقابل عن الخدمة أو التعويض للأطراف المتضررة"؛ حيث قدم مجموعة من الأمثلة لشرح مفهومه نذكر منها:

- التشجير بإنشاء أو خلق الغابات.
- الضوء على باب المنزل الذي ينير الطريق.
- الأماكن الخالية من التدخين أو التي يحضر فيها.
- بناء مصنع في حي سكني.

اقترح Pigou الحل بالقول¹⁹: "يمكن للدولة إذا رغبت في إزالة الخلاف أن تتدخل بواسطة التشجيع أو التقييد غير العادي، وأكثر أشكالها وضوحا الإعانات أو الضرائب"، أي وضع سياسة تصحيحية بفرض الضرائب على المصادر التي لا تحقق الوفورات الخارجية ودعم مصادر الوفورات الخارجية للوصول إلى المساواة بين التكاليف والعوائد الاجتماعية الحدية²⁰، لكن الإشكال الذي يطرح هو طريقة الاتصال بين مصدر ومتلقي الآثار الخارجية.

1-3-4- نظرية Coase سنة 1960

تقوم النظرية على انتقاد فكرة تدخل الدولة للحد من الآثار الخارجية السلبية عن طريق فرض الضرائب التي اقترحها Pigou، وذلك بالاعتماد على "مشكلة التكلفة الاجتماعية"²¹، ويرى Coase أن هناك حل تفاوضي لمشاكل الآثار الخارجية على نطاق أوسع، والذي يمثل على حد تعبير Randall "الترياق" لتفسير ما جاء بعد Pigou، في إطار رؤية جديدة تستخدم الآثار الخارجية السلبية²².

يستند تحليل Coase للآثار الخارجية على "المعاملة بالمثل وحقوق الملكية"، يرتبط الأول بمشاكل الأضرار الناتجة عن النزاع بين الوكلاء أو الأعوان لاستخدام الموارد النادرة، بينما تبين الثانية دور القانون في قيام المسؤولين عن الأضرار بتعويض المتضررين، إضافة إلى أن التخصيص الأولي لحقوق الملكية يتم في عدم وجود تكلفة للمعاملات (أي تساوي الصفر)، ثم يبدأ تحديدها بالتفاعل بين المتسببين في الأضرار والمتلقين لها للوصول إلى اتفاق على مستوى مقبول من الضرر، ودفع مقابل نقدي كتعويض، مما يسمح بالتخصيص الأمثل للموارد وحل مشكلة فشل السوق في حالة الآثار الخارجية.

1-3-5- تبادل حقوق الملكية لـ Dales سنة 1968

تعد أعمال Dales امتداداً لأفكار Coase حيث يرى أن سبب حدوث الآثار الخارجية يكمن في غياب أو ضعف تعريف حقوق الملكية على السلع أو الممتلكات، فيجب أن تكون حصرية أو قابلة للنقل لكي يتم التبادل التجاري، ولا يحقق وجود وتبادل حقوق الملكية المستوى الأمثل في حالة المنافسة إلا إذا توفر على الخصائص التالية²³:

- العالمية: ملكية خاصة لجميع الموارد.
- حصرية: التكاليف والعوائد يتحملها المالك.
- التبادل (الانتقال): حقوق الملكية يتم تبادلها بحرية وبصورة طبيعية.

يتعلق وجود الآثار الخارجية في هذا السياق بحقوق الملكية للسلع البيئية، أي السلع الحرة دون حقوق خاصة بها (ليست اقتصادية) أو السلع العامة لحقوق التخفيض مع السماح بالاستهلاك دون تنافس أو استبعاد، وبالتالي تصبح طريقة المفاوضات الثنائية التي اقترحها Coase قابلة للتطبيق إذا كانت حقوق الملكية خاصة وقابلة للتبادل بالنسبة للسلع البيئية، وفي غياب هذه الإمكانية يقترح

Dales إنشاء مجموعة من حقوق الملكية الخاصة والقابلة للتداول على الممتلكات غير القابلة للاستعمال لأنها مصدر الآثار الخارجية (حقوق للتلوّث)، وتحدد أسعارها في سوق تنافسي كالبورصة. يعتبر إنشاء حقوق الملكية للسلع البيئية وتداولها داخل سوق خاص إضافة إلى تحديد سعرها التوازني، عملية تشمل كافة خصائص التوازن الأمثل لباريتو، وتسمح بالقضاء على الآثار الخارجية (كظاهرة خارجة عن السوق) بإعادة إدماجها في المجال الاقتصادي.

1-3-6- قانون تنظيم العمل لـ Lévêque سنة 2004

يركز تحليل Lévêque على أدوات تنظيم العمل، حيث يرى بضرورة المزج بين المصلحة العامة والمصالح الخاصة للشركات داخل الاقتصاد، وذلك بتوحيد طبيعة المعلومات وعدم الوقوع في مشكلة عدم تماثل المعلومات، فالدولة عبارة عن منظمة هرمية تتكون من سلسلة مؤسسات خاضعة للدستور، والمؤسسات بطبيعتها انتهازية فيما يتعلق بطبيعة اللوائح التنظيمية، لذلك يجب على الدولة أن تقوم بوضع أدوات للسياسة البيئية بالتركيز على وجهة النظر البيئية للآثار الخارجية حول تطور الأضرار والقدرة على تحقيق الهدف البيئي، ووجهة النظر الاقتصادية بتقليل تكاليف تخفيض الأضرار²⁴.

1-3-7- خصوصية الموارد البيئية لـ Libecap و Anderson سنة 2006

يرى كل من Libecap و Anderson أن حل مشكلة الآثار الخارجية يكون من خلال خصوصية السلع البيئية بدلا من اللجوء إلى تنظيمات الدولة، وذلك بالحد من تدخلها في خلق ونقل حقوق الملكية على البيئة، والدعوة إلى حرية تشغيل السوق، وبالتالي تؤدي خصوصية الموارد الطبيعية إلى ضمان الحفاظ عليها، فإذا كانت حقوق الملكية خاصة ومحددة بشكل جيد، فإن المفاوضات الطوعية تحقق نتائج فعالة من خلال ملكية السلع البيئية وتطوير تبادل الاستخدام بين نفس السلع²⁵.

تبين الإسهامات العديدة السابقة في مجال تعريف الآثار الخارجية وتحديد مفهومها إضافة إلى تفسير العلاقات المرتبطة بها، زيادة في الوعي بضرورة فهم المشاكل البيئية المرتبطة بعدم استيعاب الأسواق لتكاليف الآثار الخارجية، ويأتي في مقدمتها ظاهرة التلوث التي تلزم مختلف الأطراف الفاعلة في المجال الاقتصادي بالسيطرة عليها وبفاعلية وتعد الطاقة أهم مصادر التلوث خاصة في صورة الانبعاثات المرافقة لنشاطها الإنتاجي وبأنواعه، ومن أهمها الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء.

2- الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء

تختلف طرق إنتاج الكهرباء باختلاف الطاقة الأولية المستخدمة في الإنتاج، حيث نجد محطات التوليد البخارية التي تستخدم الأنواع المتوفرة من الوقود كالفحم الحجري، الغاز الطبيعي والبترو، ومحطات التوليد الغازية أين يتم تحويل طاقة الوقود الكيميائية إلى طاقة حرارية لتسخين الغازات في توربينات خاصة²⁶، إضافة إلى محطات التوليد التي تعمل بالماء، الديزل والطاقة النووية، فضلا عن محطات إنتاج الكهرباء بالطاقات المتجددة كالرياح والطاقة الشمسية²⁷، لذلك من المهم عند رسم السياسة الطاقوية وتعريفها، تحديد وتقدير تكاليف الأضرار من مختلف مصادر الطاقة لإنتاج الكهرباء إضافة إلى إيجاد السبل لتضمينها في الأسعار المدفوعة من قبل المستهلكين، ومنه فالأخذ بالآثار الخارجية ضمن توليفة إنتاج الطاقة الكهربائية يتطلب معرفة طرق تقييمها وطبيعتها.

2-1- تقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء

لقد دفعت القضايا المنهجية التي أثارها موضوع تقييم الآثار الخارجية المفوضية الأوروبية ووزارة الطاقة الأمريكية إلى إطلاق مشروع بحثي خارجي مشترك سنة 1995 سمي بمشروع ExternE (الآثار الخارجية للطاقة)²⁸، الذي يقدم نتائج موثوقة تتعلق بمجموعة واسعة من المصادر والتقنيات المستخدمة في إنتاج الكهرباء، حيث طورت عملية تقييم الآثار الخارجية وفق منهجية علمية ومقبولة دوليا، تتميز بالمراحل التالية²⁹:

- وصف جميع مراحل دورة الوقود (سلسلة الطاقة).
- تقديم المعلومات عن تدفقات المواد والطاقة، إضافة إلى الضغوط البيئية (الانبعاثات) المرتبطة بكل مرحلة إنتاجية.
- السماح بتقدير الآثار الصحية والبيئية الناتجة عن الانبعاثات.
- توفير آلية لتقدير تكاليف الآثار.

يتم تقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء بالاعتماد على المنهجية المطورة في مشروع ExternE، التي تستخدم تحليل دورة الحياة بالنسبة لأول مرحلتين، نظرا لأن تقييم الآثار الخارجية يبدأ من أول مرحلة في العملية الإنتاجية الخاصة بنوع مصدر الطاقة المستخدم، وصولا إلى الانبعاثات المصاحبة للعملية الإنتاجية، وبالتالي فهو يسمح بشرح طرق وخصائص الإنتاج إضافة إلى متوسط الانبعاثات، أما تحليل مسار الأثر فيستخدم بالنسبة للمراحل المتبقية لتبيان العلاقة بين حجم الانبعاثات، تركيزها وآثارها الناتجة لتحديد قيمها وتكاليفها.

2-1-1- تحليل دورة الحياة

يوفر الأسلوب جردا كيميا مفصلا للمعدات وتدفقات الطاقة المرتبطة بجميع مراحل دورة حياة المنتج أو النشاط، من إنتاج وتحويل المواد الخام إلى استخدامها النهائي وتخزين النفايات، بالتركيز على مقارنة الطاقة بالتكنولوجيات المستخدمة والفهم التفصيلي لسلسلة الإنتاج، ومحاولة البحث بشكل خاص عن فرص تحسين الأداء البيئي على النحو الذي تقاس به انبعاثات الغازات، ويركز تحليل دورة الحياة بالنسبة لإنتاج الكهرباء على³⁰:

- سلسلة الطاقة (نوع أو دورة الوقود) التي تؤدي إلى أكبر قدر من الآثار الخارجية.
- تضمين العوامل المتعلقة بالإنتاج، استخدام مواد البناء والموظفين في التحليل عندما تعتبر مصدرا هاما للآثار الخارجية.
- التحليل على أساس كل وحدة كهرباء منتجة.
- فعلى سبيل المثال يؤدي إنتاج الكهرباء حسب تقرير وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة (US EPA) لسنة 2008 إلى انبعاث العديد من الملوثات حسب أنواع الوقود أو الطاقة المستخدمة في الإنتاج، ويمكن توضيح ذلك في الجدول الموالي:

الجدول رقم 1: انبعاثات الملوثات الجوية الصادرة عن إنتاج الكهرباء في الولايات المتحدة

الانبعاثات مصدر الطاقة	ثاني أكسيد الكربون CO ₂ كلغ/ميغاواط	ثاني أكسيد الكبريت SO ₂ غ/ميغاواط	أكاسيد النيتروجين NO _x غ/ميغاواط
الوقود النفطي	759	5448	1816
الفحم	1021	5902	2724
الغاز الطبيعي	515	45	772

المصدر: محمد طالب السيد سليمان، الطاقة والبيئة والتنمية، دار الكتاب الجامعي، العين، الإمارات العربية المتحدة، 2013، ص272.

نلاحظ من الجدول أن الفحم والوقود النفطي يمثلان أكثر المصادر تلويثا مقارنة بالغاز الطبيعي، خاصة عندما لا تكون هناك سيطرة على الانبعاثات الأولية أو النهائية في دورة الإنتاج، إضافة إلى أن مستوى انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون مرتفعة بالنسبة لمختلف المصادر السابقة، والذي يعتبر من أهم الغازات الدفينة المسؤولة عن ظاهرة الاحتباس الحراري.

يعتمد تحليل نتائج دراسات دورة المنتج إضافة لما سبق على العناصر التالية³¹:

- نسبة الطاقة المسلمة إلى الطاقة المستثمرة أو نسبة العائد إلى الاستثمار.

- مساحة الأراضي المطلوبة لإنتاج الكهرباء.
- انبعاث غازات الاحتباس الحراري (كـ CO_2 /ميغواط).
- انبعاثات الملوثات التقليدية مثل: ثاني أكسيد الكبريت SO_2 والجسيمات العالقة PM .

2-1-2- التحليل باستخدام منهج مسار الأثر (Impact Pathway Approach)

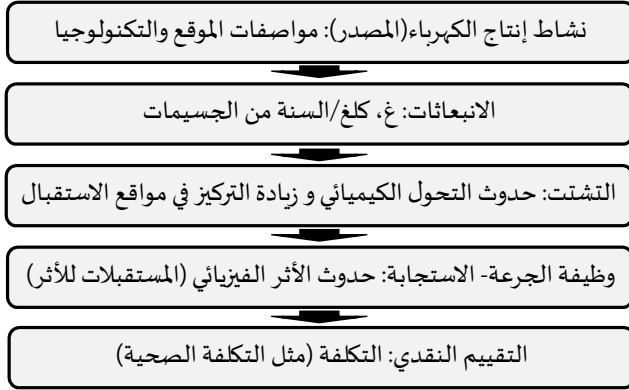
يعتمد منهج مسار الأثر على تحديد مصادر الانبعاثات ووضع نماذج تشتت لها في الغلاف الجوي، باستخدام برنامج *Ecosense web* الذي طور من طرف المفوضية الأوروبية في ماي 2012 لإتاحة القدرة على تحديد الإحصائيات وتقييم الآثار البيئية للملوثات، في إطار منهجية مشروع *ExternE* الذي بدأ تطبيقه سنة 2005³².

يقوم منهج مسار الأثر على تدعيم طرق تقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء والمتمثلة أساسا في الآثار على صحة الإنسان، المحاصيل، مواد البناء والنظم الإيكولوجية، وذلك من خلال تحديد العناصر التالية³³:

- انبعاثات الملوثات الكلاسيكية المتمثلة في ثاني أكسيد الكبريت، أكسيد النيتروجين، الجسيمات العالقة، وبعض المعادن الثقيلة.
- تقييم انبعاثات الغازات الدفيئة وبالأخص ثاني أكسيد الكربون.
- حساب آثار الملوثات على نطاقات معينة (مكانية)، فعلى الصعيد المحلي بتشتت 50 كلم عن مكان الإنتاج، وعلى الصعيد الإقليمي في أوروبا، وتشمل نصف الكرة الشمالي على الصعيد العالمي.

تسمح نماذج التشتت بتقدير الانبعاثات من جميع المصادر لتشمل كل ما يقع ضمن المساحة، فالمكونات الجزئية للملوثات تتحول للكبريتات والنترات التي لها آثار لمئات الكيلومترات عن المصدر الذي نشأت فيه، وبالتالي يمكن تقدير تأثيراتها على الصحة وعناصر أخرى ذات الأهمية بالنسبة للمجتمع، أما آخر مرحلة فتخص وضع قيمة نقدية للآثار، والشكل الموالي يوضح مختلف مراحل منهج مسار الأثر.

الشكل رقم 1: منهج مسار الأثر



المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على:

Spadaro J.V., Rabl A., *External costs of energie : Application of the externe methodology in France, Centre d'Energetique, Ecole de Mines, Paris, 1998, p16.*

2-2- طبعة الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء

يتم فيما يلي استعراض أهم القضايا الرئيسية المرتبطة بالآثار الخارجية لتركيز الملوثات من نشاط إنتاج الكهرباء.

2-2-1- الآثار الصحية

تعتبر الآثار الصحية الأكثر أهمية بالنسبة لاستخدام الوقود الأحفوري في إنتاج الكهرباء، حيث تستند إلى وظيفة الاستجابة للجرعة (الجرعة-التأثير) التي تربط بين تأثير مختلف الملوثات على الحالة الصحية النهائية³⁴، وتحسب على أساس العمر المتوقع المفقود في الميكروغرام (Mg) لكل متر مكعب (م³) يتعرض لها الشخص من الملوثات، حيث نشرت دراسة قام بها فريق من جامعة هارفرد سنة 1995 عن الآثار التراكمية لتلوث الهواء بينت أن التغير في تقييم الوفيات بسبب التلوث ينتج عن فقدان العمر المتوقع وليس عدد الوفيات في حد ذاتها. لكن الأهم هو تقديم فكرة عن الآثار الناتجة وإعطائها قيمة نقدية تعتمد على مدى الاستعداد للدفع لتجنب الآثار، كدفع 40 ألف يورو على فقدان سنة من الحياة أو 3 مليون يورو على فقدان حياة الطفل الرضيع³⁵، أي مدى الرغبة في دفع القيم النقدية لاتخاذ التدابير اللازمة لمواجهة الأثر.

يعتمد تحديد القيم السابقة الذكر على مجموعة من الأساليب كسؤال الناس عن مقدار ما سيدفعونه لمواجهة الأخطار، فمثلا عند القول بأن قيمة الحياة هي 3 مليون يورو، لا يعني أنها قيمة لحياة خاصة، وإنما تعتبر قيمة للحد من المخاطر، فإذا كانت هناك عائلة على استعداد لدفع 3 يورو

سعيد أحسن

للتقليل من خطر موت الطفل بـ 10^{-6} ، فإجمالي المبلغ المدفوع في مجتمع به مليون طفل يكون 3 مليون يورو، وبالتالي الحفاظ على متوسط حياة واحدة بـ $(10/3)^6$ والتي تشير إلى قيمة الحياة الإحصائية، والجدول التالي يبين أهم الآثار الصحية للملوثات وتقييمها النقدي.

الجدول رقم 2: التأثيرات الرئيسية على الصحة من تركيز الملوثات الناتجة عن توليد الكهرباء

الملوثات	التأثير الفيزيائي	القيمة النقدية (يورو)
■ <u>الجسيمات الأولية والثانوية >2.5 ميكرون</u>		
تخفيض متوسط العمر المتوقع (السنوات)	6,5 . 10^{-4}	40 ألف
التقييد والقصور في تادية النشاطات اليومية	3,96 . 10^{-2}	38
أيام العمل المفقودة	1,39 . 10^{-2}	295
التقييد في تادية نشاطات يومية أخرى	9,59 . 10^{-3}	130
■ <u>الجسيمات الأولية والثانوية >10 ميكرون</u>		
زيادة مخاطر الوفيات بالنسبة للرضع	6,84 . 10^{-8}	3 مليون
الحالات الجديدة من الالتهاب المزمن للقصبات الهوائية	1,86 . 10^{-5}	200 ألف
دخول المستشفى بسبب مشاكل في الجهاز التنفسي	7,03 . 10^{-6}	2000
دخول مستشفى القلب	4,36 . 10^{-6}	2000
أعراض الجهاز التنفسي السفلي (لل كبار)	3,24 . 10^{-2}	38
أعراض الجهاز التنفسي السفلي (للصغار)	2,08 . 10^{-2}	38

Source: Anil Markandya, Externalities from electricity generation and renewable energy. Methodology and application in Europe and Spain, cuadernos económicos de ice n.º 83, 2012, p89.

نلاحظ من الجدول أن تركيز الملوثات الناتجة عن توليد الكهرباء يؤدي إلى العديد من التأثيرات الصحية والتي تختلف من ناحية حدتها، كالحالات البسيطة التي قد تقيد في تادية النشاط وصولاً إلى حالة الوفاة، مما يزيد من أهمية القيم النقدية المرتبطة بأضرارها، ويبقى الإشكال في مدى استعداد المتضررين للقيام بدفع هذه القيم والمبالغ النقدية لتجنب الآثار الصحية.

2-2-2- الآثار على مواد البناء والمحاصيل

ينتج عن الملوثات الأولية عند حرق الوقود الأحفوري تفاعلات كيميائية تؤدي إلى ظهور ثاني أكسيد الكبريت SO_2 والأوزون O_3 الذي يسبب ضرراً لمواد البناء (كالطوب، الحديد، الطلاء)، وترتبط معدلات تآكل هذه المواد بتركيز الملوثات من خلال وظيفة الجرعة-التأثير.

أما في حالة المحاصيل هناك تأثير إيجابي على محاصيل القمح، الشعير، البطاطا، السكر والشوفان بسبب ثاني أكسيد الكبريت SO_2 عندما يكون تركيزه أقل من 6,8 جزء في البليون ونفس الشيء بالنسبة للنيتروجين، لكن الأثر سلبي بالنسبة للأوزون الذي يعتبر أكثر أهمية من ثاني أكسيد

تقييم الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء حالة الجزائر
الكبريت SO_2 ؛ وللقيام بالتقييم التقدي يجب الأخذ بعين الاعتبار النقص في المواد ومنتجات
المحاصيل بأسعار السوق للوصول لقيمة الأثر.

2-2-3- الآثار الخاصة بالتنوع البيولوجي

تنتج خسائر التنوع البيولوجي عن زيادة نسبة الحموضة أو المغذيات في التربة بسبب انبعاثات ثاني
أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين حيث يتم حصر التنوع البيولوجي وتسجيل البيانات في مساحة
50×50 كم على سبيل المثال، وأي نقص لنوع معين مقارنة بالتنوع الحيوي السابق والمقرون بالتلوث
الناتج عن العناصر السابقة، يسجل وتقيم خسائر عدد الأنواع حسب منهج الترميم وتكلفة الأضرار
على النحو التالي³⁷:

- تكاليف ترميم فقدان التنوع البيولوجي من خلال معالجة التربة للمتر المربع.
- الرغبة في الدفع لاستعادة النوع المفقود والذي يحدد لكل متر مربع / النوع المفقود.

2-2-4- غازات الاحتباس الحراري

تعد انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري الأكثر صعوبة في التقييم، في ظل عدم
اليقين المرتبط بتغير المناخ، وتستند تقديرات الأضرار في هذه الحالة على نموذج التقييم المتكامل في
إطار مجموعة أساسية من الشروط، بحيث تؤدي إلى تخفيض طفيف في الانبعاثات في الفترة الحالية
وفق الصيغة: القيمة الثابتة للوحدة المنبعثة (الانخفاض) = التغير الحالي في قيمة الأضرار / الانخفاض في الانبعاثات

تفسر الاختلافات في التقييم بالعوامل الرئيسة التالية:

- سعر الخصم: يجب استخدام معدلات خصم حقيقية تتراوح بين 2% و 3%، كأسعار
مخططة وخالية من التضخم حسب تقرير مشروع Externe لسنة 2005.
- الأوزان المرتبطة بالضرر بين الدول المتقدمة والمتخلفة.

فانخفاض سعر الفائدة يؤدي إلى زيادة أوزان الأضرار في الدول المتخلفة أو الفقيرة (حيث توجد
أغلبية الآثار)، مما يدل على ارتفاع قيمة الوحدة من الطن لـ CO_2 أو ما يعادل غازات الاحتباس
الحراري، بالإضافة إلى أن القيم تتغير مع مرور الوقت، فالانبعاثات في المستقبل يكون لها تأثير أكبر
من الانبعاثات الحالية.

واستنادا إلى دراسة كل من Rabl و Spadaro فإن التجارب خلصت إلى أن القيم لسنة 2000
تنحصر بين: 4 يورو/طن من CO_2 ، بقيمة مركزية 23 يورو/طن من CO_2 ؛ أما المتوقع لسنة 2030

سعيد أحسن

فيصل إلى 8 يورو/طن من CO_2 كحد أدنى و110 يورو/طن من CO_2 كحد أقصى بقيمة مركزية 41 يورو/طن من CO_2 ، وحسب الدراسة يتم استبعاد القيم المتطرفة³⁸.

اعتمادا على ما سبق من طبيعة الآثار الخارجية المتأتبة من إنتاج الكهرباء، ومن خلال الاستعانة بإحصائيات مشروع CASES المطور في سياق مشروع ExternE، والخاص بتقييم تكاليف نظم الطاقة المستدامة، يمكن توضيح أهم نتائج التقييم بحسب الوقود المستخدم لإنتاج الكهرباء في الجدول الموالي:

الجدول رقم3: تكلفة الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء بحسب أنواع الوقود في أوروبا

الوقود	الآثار الخارجية (سنت يورو) (cents)/كيلواط ساعي
■ الوقود الأحفوري التقليدي	
النفط الثقيل	2,40
الفحم الصلب الكثيف	3,14
الفحم المترسب الكثيف	2,65
دورة الغاز الطبيعي	1,39
الطاقة النووية	0,21
■ مصادر الطاقة المتجددة	
الطاقة الكهرومائية للنهر	0,06
الطاقة الكهرومائية للسد (مع خزان)	0,08
الرياح البرية	0,10
الرياح البحرية	0,09
المساحات الكهروضوئية المفتوحة	0,89
الألواح الشمسية	0,12

Source : Roberto Porchia, "Full cost estimates of the use of different energy sources", CASES Project, No 518294 SES6, au site d'internet : http://www.feem-project.net/cases/links_databases.php

نلاحظ من الجدول أن تكلفة الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة أقل بكثير من الوقود الأحفوري حيث لا تتعدى 0,2 سنت يورو للكيلواط الساعي بالنسبة لأغلبيتها ويرجع السبب إلى قلة حجم الانبعاثات للملوثات المرتبطة بها، مما يخفف من أضرار وتكاليف الآثار الخارجية، على عكس الوقود الأحفوري الذي يعتبر المسبب الرئيسي للتلوث من إنتاج الكهرباء لكن بدرجات مختلفة لأنواعه، حيث ترتفع التكلفة بشكل كبير بالنسبة للفحم الذي يعتبر أشد أنواع الوقود تلويثا للبيئة، إذ ينبعث عن احتراقه ما ينبعث عن النفط والغاز الطبيعي من ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النتروجين، بينما تنخفض بالنسبة للغاز الطبيعي لتقدر بحوالي 1,39

سنت يورو ، وتصل إلى أدنى مستوى عند القيمة 0,21 سنت يورو باستخدام الطاقة النووية، لكن هذه الأخيرة ترتبط وبشكل كبير بالمخاطر الصحية الناتجة عن الإشعاعات (خطر الإصابة بالسرطان).

بناء على ما تقدم ولتأكيد أهمية الآثار الخارجية وضرورة تقييمها بالنسبة لإنتاج الكهرباء، سنبنين فيما يلي واقع الحال في الجزائر.

3- تقييم الآثار البيئية الخارجية لإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر

يؤدي قطاع الطاقة في الجزائر دورا هاما ورئيسيا في التنمية الاقتصادية، باعتباره الأداة المحركة لباقي فروع الاقتصاد الوطني نتيجة الموارد الهامة والثروات الطبيعية الموجودة في الجزائر، ويعد تطوير قطاع الكهرباء من الأولويات القصوى التي تركز عليها الاستراتيجية الطاقوية الوطنية في آفاق 2040، بهدف تخفيض وتيرة الطلب والوصول إلى التغطية الشاملة في كامل التراب الوطني³⁹، ولتحقيق هذا الرهان اعتمد القطاع من خلال مؤسسة سونلغاز على تطوير سياسة تضمن تغطية طويلة الأجل لاحتياجات البلاد من الكهرباء، بتنوع مصادر الطاقة وتطوير طرق الإنتاج، لذلك نجد تنوعا في الوسائل المستخدمة في الحظيرة الوطنية لإنتاج الكهرباء كالتوربينات البخارية، الكهرومائية، الغازية والديزل، إضافة إلى بعض المصادر المتجددة (قليلة جدا).

لقد عرف الإنتاج الوطني للكهرباء ارتفاعا مستمرا، حيث انتقل من 45.173 تيراواط ساعي سنة 2010⁴⁰ إلى 54.086 تيراواط ساعي سنة 2011⁴¹ أي بنسبة 19,73% ليصل إلى 66.234 تيراواط ساعي سنة 2016⁴² أي زيادة بنسبة 22,46% والتي ترتبط بارتفاع مستوى الطلب. لكن هذه الزيادة يجب أن تأخذ بعين الاعتبار الأولويات البيئية في استخدام المصادر، خاصة ذات الطبيعة التقليدية والتي تؤدي إلى زيادة الانبعاثات الغازية الملوثة، وتطرح مشكلة الآثار الخارجية المتأينة من مختلف مصادر الطاقة في الجزائر والمستخدم لإنتاج الكهرباء، والتي سنحاول تقييمها باستخدام الطرق الموالية:

3-1- التقييم باستخدام منهج مسار الأثر ودورة الحياة لمشروع ExterneE

يعتمد التقييم على دراسة RCREEE (المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة)، التي تعتبر الأولى في مجال تسعير وتقييم الآثار الخارجية لمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية في المنطقة العربية، حيث استندت إلى مشروع ExterneE لسنة 2005 للقيام بتحليل النتائج، إضافة إلى مشروع NEEDS الخاص بتطور الآثار الخارجية الجديدة للطاقة من أجل الاستدامة⁴³، وباستخدام البرنامج

سعيد أحسن

المتخصص *Ecosense Web* الذي يمثل نموذجاً متكاملًا للتشتت في الغلاف الجوي، لتقييم نسب التعرض للانبعاثات، ويرتكز على نهج مسار الأثر وتقييم دورة الحياة لتكنولوجيات الطاقة الذي طور في إطار مشروع *ExterneE*.

يبين الجدول الموالي متوسط تكاليف الآثار الخارجية لكل جيجاواط ساعي بالنسبة لأنواع مصادر الطاقة المستخدمة لتوليد الكهرباء على المستوى العالمي.

الجدول رقم 4: التكلفة المتوسطة للآثار الخارجية حسب مصادر الطاقة لإنتاج الكهرباء لسنة 2012

مصدر الطاقة	فحم	نفط	غاز	نووي	مائية	رياح	شمس	كتلة حيوية
التكلفة (دولار/جيجاواط ساعي)	54000	59000	17000	6000	4000	1000	5000	13000

المصدر: ماجد كرم الدين محمود، رنا الجندي، التكاليف الخارجية لمحطات إنتاج الكهرباء بالمنطقة العربية، دراسة حالة الدول الأعضاء بالمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، 2014، ص3.

نلاحظ من الجدول ارتفاع تكاليف مصادر الوقود التقليدي (الوقود الأحفوري)، حيث تبلغ 37,01% بالنسبة للنفط مقارنة بإجمالي التكاليف لأنواع الطاقة الأخرى، و33,96% للفحم، بينما تمثل فقط 0,628% بالنسبة للرياح التي تعد من مصادر الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء، ويفسر التفاوت بحجم الانبعاثات وتأثيرها على التغير المناخي، الصحة، المحاصيل الزراعية والمباني بين المصادر التقليدية والمتجددة.

بلغ إنتاج الكهرباء في الجزائر 54086 جيجاواط ساعي سنة 2012، حيث يمثل الغاز الطبيعي نسبة 44,51% من مصادر الطاقة المستخدمة في العملية الإنتاجية باعتباره مورداً متاحاً وعلى نطاق واسع، والجدول الموالي يبين توزيع الإنتاج حسب المصادر.

الجدول رقم 5: الطاقة الكهربائية المنتجة في الجزائر لسنة 2012

بخاري	غازي	دورة مركبة	ديزل	مائي	أخرى
9422	24077	18623	416	389	1159
17,42%	44,51%	34,43%	0,76%	0,71%	2,14%
كمية الإنتاج جيجاواط ساعي					
مساهمة مصدر الطاقة في الإنتاج					

المصدر: النشرة الإحصائية للاتحاد العربي للكهرباء، العدد الواحد العشرون، 2012.

وحسب دراسة *RCREEE* تقدر تكاليف الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء في الجزائر لسنة 2012 بـ 835 مليون دولار⁴⁴، لتقابل إنتاج قدره 54086 جيجاواط ساعي لنفس السنة، وبما أن 1 جيجاواط ساعي يساوي 1 مليون كيلواط ساعي، فإن تكلفة الأثر الخارجي لإنتاج الكيلواط الساعي في الجزائر

تساوي 0.015 دولار، حيث تمثل القيمة المتوسطة للتكلفة بالنسبة لكل كيلواط ساعي منتج ومن مختلف المصادر للطاقة.

كما يمكن معرفة الوزن الذي تمثله الآثار الخارجية في الاقتصاد الوطني، باستخدام الناتج المحلي الإجمالي الذي قدر بـ 209 مليار دولار لسنة 2012⁴⁵، وعليه يقدر عبء تكلفة الأثر الخارجي بـ 0,39% من الناتج المحلي الإجمالي، ونستطيع أيضا حساب مقدار ما يتحمله الفرد بسبب التكاليف الخارجية نتيجة ما تسببه الانبعاثات من آثار سلبية، فباعتداد عدد السكان لسنة 2012 والمقدر بـ 33,499 مليون نسمة⁴⁶، مقدار عبء الفرد يعادل 24,92 دولار سنويا.

تجدر الإشارة إلى أنه يمكن القيام بعملية التقييم من خلال الاعتماد على متوسط تكلفة الآثار الخارجية الواردة في الجدول (3)، مع الأخذ بعين الاعتبار مصادر الطاقة المستخدمة في الجزائر غير المشار إليها، والمتمثلة في الطاقة البخارية والدورة المركبة، حيث سنعتمد في تقييمهما على متوسط التكلفة 0,015 دولار للكيلواط الساعي (15000 دولار للجيجاواط ساعي).

أما بالنسبة للطرق الأخرى فهي تستخدم الديزل والماء للإنتاج⁴⁷، وسنأخذ التكلفة: 59000 (ديزل) + 4000 (مائي) / 2 = 31500 دولار للجيجاواط الساعي كمتوسط، ونتائج التقييم موضحة في الجدول التالي:

الجدول رقم 6: تقييم الأثر الخارجي لإنتاج الكهرباء في الجزائر لسنة 2012

أخرى	مائي	ديزل	دورة مركبة	غازي	بخاري	
1159	389	416	18623	24077	9422	كمية الإنتاج (جيجاواط ساعي)
31500	4000	59000	15000	17000	15000	التكلفة المتوسطة (دولار/جيجاواط ساعي)
36508	1556	24544	279345	409309	141330	التكلفة الإجمالية (10 ³)

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على: - النشرة الإحصائية للاتحاد العربي للكهرباء، العدد واحد وعشرون، 2012. - ماجد كرم الدين محمود، رنا الجندي، التكاليف الخارجية لمحطات إنتاج الكهرباء بالمنطقة العربية، دراسة حالة الدول الأعضاء بالمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، 2014، ص3.

باستخدام معطيات الجدول نجد أن التكلفة الإجمالية حسب كل المصادر تقدر بحوالي 893 مليون دولار، بعبء 0,42% من الناتج المحلي الإجمالي و 26,65 دولار كقيمة لما يتحمله الفرد سنويا، ويفسر الاختلاف في تقييم الآثار الخارجية باختلاف استخدام التكنولوجيات ومميزات الموقع لمحطات إنتاج الكهرباء إضافة إلى الكثافة السكانية واختلاف نمط الحياة من بلد إلى آخر ومدى تقدير أخطار الانبعاثات.

سعيد أحسن

ويمكن تقييم الأثر الخارجي لسنة 2016 باستخدام الأسلوب السابق، لكن بمعدل خصم حقيقي بين 2% و 3% حسب مشروع Externe لسنة 2005 وسنستعمل المتوسط 2,5%، وبالتالي سترتفع التكلفة المتوسطة للأثر الخارجي لكل جيجاواط ساعي من سنة 2012 إلى 2016 بالمعامل 1,25⁴، مع الأخذ بعين الاعتبار أن المصادر الأخرى في الإنتاج لسنة 2016 تتكون من: الديزل، الماء، الرياح والطاقة الشمسية⁴⁸، حيث تعادل التكلفة المتوسطة 1,25×17250⁴، والجدول الموالي يبين كمية إنتاج الكهرباء في الجزائر لسنة 2016.

الجدول رقم 7: إنتاج الكهرباء حسب مصادر الطاقة في الجزائر لسنة 2016

مصادر الطاقة	بخاري	غازي	مركبة	ديزل	مائي	رياح	شمسي	أخرى
كمية الإنتاج (جيجاواط ساعي)	11512	24441	28898	281	72	19	205	806

المصدر: النشرة الإحصائية للاتحاد العربي للكهرباء، العدد الخامس والعشرون، 2016.

باستعمال معطيات الجدول نجد أن تكلفة الأثر الخارجي لإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر تقدر بـ 1,14 مليار دولار بنسبة عبء 0,7% من الناتج المحلي الإجمالي (يقدر بـ 156,1 مليار دولار سنة 2016)⁴⁹، و 27,91 دولار لقيمة ما يتحمله الفرد سنويا (عدد السكان لسنة 2016 قدر بـ 40,836 مليون نسمة)⁵⁰.

3-2- التقييم وفق لجنة Stern-stiglitz لتسعير الكربون لسنة 2017

يعد تسعير الكربون عنصرا لا غنى عنه في استراتيجية الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري حيث أقر المجتمع الدولي على ذلك من خلال بروتوكول كيوتو للحد من انبعاثات الغازات الضارة وبالأخص ثاني أكسيد الكربون، ومن هذا المنطلق وضعت لجنة Stern-stiglitz في ماي 2017 سعر بين 40 إلى 80 دولار للطن من ثاني أكسيد الكربون في عام 2020⁵¹، وبناء عليه يمكننا القيام بتقييم الأثر الخارجي لإنتاج الكهرباء باستخدام قيم الانبعاثات الموضحة في الجدول الموالي:

الجدول رقم 8: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO₂ بحسب مصادر الطاقة

الطاقة	غاز	ديزل	ماء	شمسية	رياح
انبعاثات من CO ₂ غرام مكافئ/كيلواط ساعي	406	704	4	55	7.3

Source : Agence de l'environnement et de la maitrise de l'énergie, 2015.

وباستخدام معطيات كميات الإنتاج لسنة 2016 نجد أن الحجم الإجمالي للانبعاثات يقدر بـ: 1201830,3 طن مكافئ CO₂، مع العلم أنه لم نقوم باحتساب الانبعاثات من المصادر البخارية،

الدورة المركبة والطرق الأخرى، لعدم توفر المعطيات عن معدل الانبعاثات الخاصة بها، وبما أن 1 طن مكافئ CO_2 يعادل 3,667 طن من CO_2 . فإن إجمالي الانبعاثات من CO_2 يقدر بـ: 4407111,710 طن.

وبتطبيق تسعيرة لجنة Stern-stiglitz نجد أن تكلفة الأثر الخارجي لإنتاج الكهرباء بتسعير الكربون تعادل 176,28 مليون دولار بسعر 40 دولار للطن من CO_2 ، و352,568 مليون دولار بسعر 80 دولار للطن من CO_2 . وتدل هذه القيم على أهمية حجم الأضرار التي تحدثها الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء، والتي يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في الحسابات الاقتصادية للمؤسسات النشاط والسياسات الخاصة بالدولة.

3-3- استراتيجية التنمية المستدامة لاستيعاب الآثار الخارجية لإنتاج الكهرباء في الجزائر

يرتبط الارتفاع في حجم الآثار الخارجية وتكلفتها بالزيادة في إنتاج الكهرباء، والذي يترافق مع الزيادة في الطلب الكلي، لذلك يجب على الجزائر أن تقوم بوضع استراتيجية طاقوية مبنية على التنمية المستدامة لقطاع إنتاج الكهرباء، باستغلال المصادر المتجددة التي تتمتع بها خاصة بالنسبة للطاقة الشمسية و طاقة الرياح كبديل للمصادر الأحفورية المحدثه لأغلبية الآثار الخارجية؛ وقد بدأت الجزائر هذا المسعى بوضع برنامج طموح لتطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية لسنة 2011، حيث يهدف البرنامج الوطني لتنمية الطاقات المتجددة إلى إنتاج 22000 ميغاواط في آفاق 2030، ويشتمل المشروع على انجاز 60 محطة منها محطات شمسية كهروضوئية، وشمسية حرارية ومزارع لطاقة الرياح والمحطات المختلطة⁵².

خاتمة

تعتبر عملية فهم طبيعة الآثار الخارجية لإنتاج الطاقة الكهربائية، الأساس لتقييم مختلف الانبعاثات والأضرار المصاحبة للنشاط الإنتاجي للكهرباء، حيث يؤدي ارتفاع تكاليفها إلى انخفاض الرفاهية الخاصة والاجتماعية، إضافة إلى صعوبة تحديدها، وذلك لوجود العديد من مصادر الطاقة التي تستخدم في الإنتاج، وتختلف من حيث حجم وطبيعة الآثار البيئية المرتبطة بها، مما يدعو إلى ضرورة تقدير تكلفتها وتقييم آثارها النهائية، فواقع الحال في الجزائر يؤكد على تفاقم حجم الأضرار المصاحبة لإنتاج الكهرباء، بدليل ارتفاع التكاليف المرتبطة بها سواء على المستوى الكلي من خلال نسبتها في الناتج المحلي الإجمالي، أو على المستوى الجزئي بقيمة ما يتحمله الفرد سنويا، لذلك يجب توفير أفضل الوسائل لتجنب الآثار الخارجية واستيعابها في الحسابات الاقتصادية للمؤسسات المنتجة،

إضافة إلى ضرورة تدخل الدولة بإدراجها في سياستها الاقتصادية العامة للتخفيف من حدتها وأعبائها باتخاذ مجموعة من التدابير والإجراءات نقترحها من خلال التوصيات التالية:

- يجب وضع سياسة طاقوية في الجزائر تقوم على الاختيار بين أفضل البدائل التكنولوجية ومصادر الطاقة التي تؤدي إلى التخفيض من حجم وتكلفة الانبعاثات، باستخدام مصادر الطاقة المتجددة بشكل أكبر من الوقود الأحفوري، خاصة الطاقة الشمسية و طاقة الرياح المتوفرة على نطاق واسع.
- مراقبة منشآت الكهرباء والعمل من أجل ضمان الامتثال للقواعد المتعلقة بجوانب الصحة، السلامة والبيئة.
- مراقبة الجوانب البيئية فيما يخص الحصول على رخص تشغيل محطات توليد الكهرباء.
- متابعة تنفيذ خطط العمل المنجزة من قبل القطاع لإدارة القضايا البيئية.
- تحديث قاعدة البيانات الخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة في قطاع الكهرباء، إضافة إلى تصميم سياسات خاصة بالمناخ والحد من الانبعاثات بوضع أنظمة ملائمة لاسيما فيما يتعلق بكفاءة الطاقة الكهربائية، تمويلها، والتغيير في تصميم هياكلها الأساسية بما يتماشى ومتطلبات تحقيق التنمية المستدامة.
- إدراج تكلفة الآثار الخارجية في النشاط الإنتاجي بالقدر الذي يسمح بملاءمتها لمتطلبات الإنتاج وأسعار الاستهلاك، من خلال وضع قواعد تنظيمية وقانونية تسمح بالحد من انبعاثات الغازات المصاحبة لإنتاج الكهرباء.
- يجب على الجزائر أن تأخذ بعين الاعتبار الأولويات البيئية باستخدام نظام جباية بيئية بالنسبة للمؤسسات وسياسة سعرية تقوم على تخفيض الدعم تدريجيا، ووضع حد أقصى للاستهلاك، وفي حال التجاوز تتم المحاسبة وفق أسعار تصاعدية.

هوامش وإحالات:

¹ خالد جلال الخميسي، الآثار الاقتصادية الخارجية، دار النهضة العربية، 2006، ص 16.

² Cathrine Boemarie, Quel système de regulation des activités polluantes ?-le cas des sources mobiles de pollution atmosphérique-, Thèse pour le Doctorat de l'E.H.E.S.S en Socio-économie du développement, Paris, 2001, p18.

³ Assouline M., Lemiale L., Théorie des externalités : les instruments des politiques de l'environnement, in SCHUBERT K., ZAGAM2 P., L'environnement : Une nouvelle dimension de l'analyse économique, Vuibert, Paris, 1998, p9.

- ⁴ FRANCOIS Lévêque ,La réglementation des externalités, Editions La Découverte - Collection Repères, Paris, 1998, p5.
- ⁵ Marbry H., Rodney H., Introduction to economic principles, Macgrow Press, New York, 1989, p223.
- ⁶ علي عدنان الفيل، شرح التلوث البيئي في قوانين حماية البيئة العربية، المركز القومي للإصدارات القانونية، القاهرة، 2013، ص39.
- ⁷ عبد الرزاق بن هاني، محمد الروابدة، اقتصاديات الموارد والبيئة، دار وائل للنشر، عمان، 2015، ص68.
- ⁸ Meade J., External Economies and diseconomies in a competitive situation, The Economic journal, Vol 62, N° 245,1952, generated January, 2004, pp54-67.
- ⁹ عبد الرزاق بن هني، محمد الروابدة، مرجع سبق ذكره، ص68.
- ¹⁰ خالد جلال الخميسي، مرجع سبق ذكره، ص20.
- ¹¹ Hogendrom, Jan S., Modern economics, Englewood cliffs, Prentice Hall, New Jersey, 1995, p248.
- ¹² Ibid., p250.
- ¹³ François Pigalle., Les externalités, p2, au site d'internet : http://www.unilim.fr/pages_perso/francois.pigalle/Economie%20Publique/externalités.pdf, consulter le :01/09/2017.
- ¹⁴ Catherine Boemare, Quel système de régulation des activités polluant ?- le cas des sources mobiles de pollution atmosphérique-, Thèse de doctorat en Socio-économie de développement, École des hautes études en sciences sociales, Paris , Janvier 2001, p18
- ¹⁵ MARSHALL, A.. Principles of Economies, 8e édition, Macmillan, 1920, generated September, 2011, p262.
- ¹⁶ Ibid., p267.
- ¹⁷ تمثل الحالة التي يتم فيها تخصيص الموارد واستخدامها بأفضل طريقة ممكنة، حيث تكون عوامل الإنتاج قد حصلت على ما تستحقه من أرباح، والتوزيع الأفضل للدخل قد تحقق لكل عنصر خاص بالإنتاج، ولا نستطيع تحسين حال عون اقتصادي دون أن نلحق الضرر بعون آخر (الانخفاض في الرفاهية).
- ¹⁸ Jean-Jacques Laffont, Note historique sur les effets externes, L'Actualité économique, 1975, généré le 23 nov. 2017, p422.
- ¹⁹ Idem.
- ²⁰ Ibid.,p 426.
- ²¹ Coase R.H., « The problem of social cost », Journal of Law and Economics, Vol. 3, 1960, pp 1-44.
- ²² Randall A, « Coasian Externality Theory in a Policy Context », Natural Resources Journal, Vol. 14, n°1, 1974, pp 35-54.
- ²³ Hervé Devillé, Economie et politiques de l'environnement, principe de précaution critère de soutenabilité politique environnementales, l'Harmattan, Paris, 2010, p135.
- ²⁴ Lévêque F., Economie de la réglementation, La découverte, Paris, 2004, p125.
- ²⁵ Anderson, T. L., Libecap, G., 2006, « Forging a New Environmental and Resource Economics Paradigm: The Contractual Bases for Exchange. », Working Paper, Property and Environment Research Center, Montana.
- ²⁶ محطات التوليد وطرق حمايتها، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، على الموقع الإلكتروني: <http://www.kutub.info/library/book/1712>. تاريخ الاطلاع: 2018/3/1

- ²⁷ Comment ça marche la production d'électricité, Ontario Power Generation, au site d'internet : <http://www.opg.com/learningzone>, consulter le : 1/3/2018.
- ²⁸ Spadaro J.V., Rabl A., External costs of energie : Application of the externe methodology in France, Centre d'Énergetique, Ecole de Mines, Paris, 1998, p8.
- ²⁹ Électricité nucléaire : quels sont les coûts externes?, L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN), 2003, p18
- ³⁰ Ibid., p19.
- ³¹ Edmond Pauly, L'Analyse de cycle de vie (ACV) des sources d'énergie et la production de l'électricité, au site d'internet : <http://home.ca.inter.net/paulye/ACVHQ.htm>, consulter le : 1/10/2017.
- ³² Ecosense Web, <http://ecosenseweb.ier.uni-stuttgart.de>, consulter le : 12/10/2017.
- ³³ Rabl A, Spadaro J. V, Les coûts externes de l'électricité, Revue de l'Energie, No.525, mars-avril 2001,p3.
- ³⁴ External Costs, Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport, European Commission, B-1049, Brussels, 2008, p8
- ³⁵ ExterneE , «EXTERNE: Externalities of Energy: Methodology Update», European Commission, Brussels, 2005, p44
- ³⁶ Ibid., p90.
- ³⁷ Monétarisation des externalités environnementales, rapport d'étude de Sétra, mai 2010, p 121.
- ³⁸ Anil Markandya, Op cit., p91.
- ³⁹ الطاقة والتعاون العربي، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، 2014، ص 5.
- ⁴⁰ النشرة الاحصائية للاتحاد العربي للكهرباء، العدد التاسع عشر، 2010.
- ⁴¹ النشرة الاحصائية للاتحاد العربي للكهرباء، العدد العشرون، 2011.
- ⁴² النشرة الاحصائية للاتحاد العربي للكهرباء، العدد الخامس والعشرون، 2016.
- ⁴³ ماجد كرم الدين محمود، رنا الجندي، التكاليف الخارجية لمخطات إنتاج الكهرباء بالمنطقة العربية، دراسة حالة الدول الأعضاء بالركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، 2014، ص2.
- ⁴⁴ ماجد كرم الدين محمود، رنا الجندي، مرجع سبق ذكره، ص6.
- ⁴⁵ The World Bank, World Bank national accounts, and OECD National Accounts data files, 2012, au site d'internet : <http://data.worldbank.org>, consulter le : 3/10/2017.
- ⁴⁶ Office national des statistiques, les comptes économiques en volume de 2000 à 2013, collections statistiques No 670, juillet 2014.
- ⁴⁷ Ministère de l'énergie, 2013, Bilan des réalisations du secteur année 2012.
- ⁴⁸ Ministère de l'énergie, Bilan des réalisations du secteur année 2016, DGP/DES/Septembre 2017.
- ⁴⁹ The World Bank, World Bank national accounts, and OECD National Accounts data files, 2012, au site d'internet : <http://data.worldbank.org>, consulter le : 4/10/2017.

⁵⁰ Office national des statistiques, 2016, , au site d'internet :
<http://www.ons.dz/-population-et-demographie-.html>, consulter le :
4/10/2017.

⁵¹ Report of the High-Level Commission on Carbon Prices supported, Carbon Pricing Leadership Coalition, May 29, 2017, p3.

⁵² الطاقة والتعاون العربي، مرجع سبق ذكره، ص 26