



جامعة الجزائر 3
كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير
قسم العلوم الاقتصادية
تخصص اقتصاد تطبيقي

أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية الموسومة:

الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر في ظل
الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية

دراسة قياسية للفترة 1970-2015

إشراف: الأستاذ الدكتور

حميدي يوسف

إعداد الطالب:

رحيم إبراهيم

(نوقشت وأجيزت بتاريخ 2021/07/07)

لجنة المناقشة

| | | | |
|--------------|-----------------|----------------------|---------------|
| رئيسا | جامعة الجزائر 3 | استاذ التعليم العالي | كساب علي |
| مشرفا ومقررا | جامعة المدية | استاذ التعليم العالي | حميدي يوسف |
| عضوا | جامعة الجزائر 3 | استاذ التعليم العالي | بن حمود سكينه |
| عضوا | جامعة الجزائر 3 | استاذ التعليم العالي | بلحاج فتيحه |
| عضوا | جامعة المدية | استاذ التعليم العالي | تهتان مراد |
| عضوا | ENSSEA | استاذ التعليم العالي | طوماش رشيد |

السنة الجامعية: 2020/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قال الله تعالى:

"والذين إذا أنفقوا لم يسرفوا ولم يقتروا وكان بين ذلك قواماً".

سورة الفرقان- الآية 67

شكر وتقدير

الحمد لله حمد الشاكرين على نعمه التي لا تعد ولا تحصى حيث قال تعالى:

"وإن تعدوا نعمة الله لا تحصوها"،

وعلى توفيقه لي، وإلهامه إياي هبة الصبر وتحمل متاعب هذا العمل إلى أن بزغ فجره.

لا يسعني بعد أن تم انجاز هذه الأطروحة، بعون الله وتوفيقه، إلا أن أتقدم بجزيل الشكر، وعظيم الامتنان، وخالص التقدير والعرفان لأستاذي الفاضل "الأستاذ الدكتور يوسف حميدي"، الذي شرفني بقبوله الإشراف على هذا العمل، حتى خرج نبتة طيبة بفضل الله تبارك وتعالى وحسن رعايته.

كما أتقدم بخالص الشكر وأسمى آيات التقدير والعرفان إلى:

أعضاء لجنة المناقشة على قبولهم قراءة هذا العمل وتقويمه ليخرج في أحسن صورة.

كما أتقدم بالشكر والتقدير والامتنان إلى:

كل من أخذ بيدي في سبيل تحصيل العلم والمعرفة، وإلى كل من أنكر ذاته ووقف بجانبني من أجل حصولي على هذه الدرجة العلمية، ومد يد العون والدعم والتشجيع إلى أن خرج هذا المولود العلمي إلى الوجود، وأخص بالذكر الدكتورين: عبد القادر مراد ومحمود سمايلي

وعملاً بقوله تعالى " ولئن شكرتم لأزيدنكم "

فالحمد والشكر لله من قبل ومن بعد.

إهداء

اللهم لك الحمد والشكر كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك،
والصلاة والسلام على خير خلق الله محمد المبعوث رحمة للعالمين، وبعد:

أهدي ثمرة هذا الجهد:

إلى من تعهداني بالتربية في الصغر، وكانا لي نبراسا يضيء فكري بالنصح والتوجيه في الكبير
الفقيدان "والدي الكريمين"، برا بهما واعترافا بفضليهما ودعاء مستمرا:
" رب ارحمهما كما ربياني صغيرا ".

ألبساني ثوب المعرفة، وأنارا لي طريق العلم، وعبدت لي دعواتهما سبل التوفيق والرشاد.
فاجعل الله لهما هذا العمل صدقة جارية يصيبان أجرها وأجر من عمل بها.
واجعلهما ممن قلت فيهم: "سلام عليكم طبتم فادخلوها خالدين"

إلى عائلتي الصغيرة، زوجتي وأولادي كل باسمه، وزوجة ابني والكتكوتة "يسر الرحمان":
محبة ومودة وعرفانا بالجميل.

إلى من شملوني بالعطف، وأمدوني بالعون، وحفزوني لطلب العلم:
إخوتي وأخواتي وعائلاتهم، وكل من تربطني به رحم أو قرابة
وأخص بالذكر الأخ الفاضل "الصادق" رحمه الله
عزا ووفاء.

إلى كل من شاركني هذا العمل من بعيد أو قريب:
دعوة للعمل ودعاء بالسداد والتوفيق.

| رقم الصفحة | الموضوع |
|------------|---|
| | البسمة |
| | شكر وتمدير |
| | إهداء |
| VI | فهرس المحتويات |
| XV | قائمة الجداول |
| XVII | قائمة الأشكال |
| XIX | ملخص |
| أ - ط | مقدمة عامة |
| 61 - 1 | الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسات الاقتصادية |
| 2 | - تمهيد |
| 3 | 1.1- مفاهيم حيوية حول اقتصاديات البيئة وأساسيات النظم البيئية |
| 3 | 1.1.1- مفاهيم حيوية حول اقتصاديات البيئة ومكوناتها |
| 3 | أولاً: مفاهيم حيوية حول اقتصاديات البيئة |
| 6 | ثانياً: أقسام البيئة ومكوناتها |
| 10 | 2.1.1- أساسيات النظم البيئية Ecosystems |
| 10 | أولاً: مفهوم النظام البيئي وأنواعه |
| 14 | ثانياً: التقسيم حسب مصدر الطاقة |
| 16 | 2.1- التوازن الأيكولوجي والتغيرات في النظم البيئية |
| 16 | 1.2.1- التوازن الأيكولوجي في النظم البيئية |
| 16 | أولاً: استجابة النظم البيئية للتغيرات |
| 17 | ثانياً: العوامل التي أدت إلى اختلال التوازن البيئي |
| 17 | 2.2.1- التغيرات في النظم البيئية |
| 17 | أولاً: ظاهرة الاحتباس الحراري |
| 21 | ثانياً: طبقة الأوزون Ozone Layer |
| 24 | ثالثاً: الجهود الدولية المبذولة لمواجهة استنزاف طبقة الأوزون |
| 25 | رابعاً: الأمطار الحامضية Acidic Rains |
| 27 | 3.1- نظم الإدارة البيئية وسلسلة المواصفات الدولية ISO 14000 |
| 27 | 1.3.1- نشأة وتطور نظم الإدارة البيئية |
| 27 | أولاً: استحداث وتطوير التشريعات وطرق المعالجة الصناعية للملوثات |
| 29 | ثانياً: قمة المناخ بباريس (2015) |
| 30 | 2.3.1- ماهية نظام الإدارة البيئية |
| 31 | أولاً: مفهوم نظام الإدارة البيئية |

فهرس المحتويات

| | |
|----------|--|
| 33 | ثانيا: سلسلة مواصفات التقييس الدولية ISO 14000 |
| 44 | 4.1- تحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية |
| 44 | 1.4.1-مدخل إلى الأداء البيئي وأثره في تحسين الأداء الاقتصادي |
| 44 | أولا: مدخل إلى مفهوم الأداء لبيئي |
| 45 | ثانيا: أبعاد الأداء البيئي |
| 46 | ثالثا: أثر الأداء البيئي في تحسين الأداء الاقتصادي |
| 48 | 2.4.1-واقع المؤسسات الاقتصادية الجزائرية في مجال الاهتمام بالإدارة البيئية |
| 50 | أولا: تطور عدد المؤسسات الاقتصادية الحاصلة على شهادة ISO 14001 في الجزائر |
| 51 | ثانيا: مصفوفة BOIRAL لوضعيات إدماج العنصر البيئي في المؤسسة |
| 53 | 3.4.1-إسهام السلطات العمومية الجزائرية في تعزيز البعد البيئي |
| 53 | أولا: الهياكل المعنية بحماية البيئة في الجزائر |
| 59 | ثانيا: الهيئات المركزية |
| 61 | خلاصة الفصل |
| 111 - 62 | الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء |
| 63 | - تمهيد |
| 64 | 1.2-مفاهيم أساسية حول التنمية المستدامة |
| 64 | 1.1.2-ماهية التنمية المستدامة |
| 64 | أولا: مفهوم التنمية المستدامة |
| 65 | ثانيا: تعريفات التنمية المستدامة |
| 67 | ثالثا: أبعاد التنمية المستدامة |
| 69 | رابعا: أهداف التنمية المستدامة |
| 70 | خامسا: مبادئ التنمية المستدامة |
| 71 | 2.1.2-التنمية المستدامة توازن بين القيم الايكولوجية والاقتصادية والاجتماعية |
| 72 | أولا: مخطط أبعاد التنمية المستدامة |
| 73 | ثانيا: وجهات نظر تتعلق بالتنمية المستدامة |
| 75 | 2.2-محاولة تبني نموذج مستدام للطاقة الكهربائية |
| 75 | 1.2.2-عدم استدامة نظام الطاقة الكهربائية الحالي |
| 76 | 2.2.2-التحديات التي تواجه مستقبل الطاقة الكهربائية |
| 76 | أولا: غياب أو ضعف التشريعات المحلية |
| 76 | ثانيا: سياسة تسعير الطاقة |
| 76 | ثالثا: غياب أو ضعف نظم الحوافز الاقتصادية والمواصفات القياسية |
| 77 | رابعا: صعوبات الحصول على التمويل |
| 77 | 3.2.2-ضوابط التنمية المستدامة في مجال الطاقة الكهربائية |

| | |
|-----|---|
| 77 | أولاً: تخفيف حدة الفقر |
| 78 | ثانياً: تغيير الأنماط غير المستدامة في الاستهلاك والإنتاج |
| 78 | ثالثاً: مراعاة التكاليف الاجتماعية والبيئية |
| 79 | رابعاً: إدارة قاعدة الموارد الطبيعية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية |
| 79 | خامساً: إعطاء الكفاءة الطاقوية أولوية عالمية |
| 79 | 4.2.2- العلاقة بين التنمية المستدامة والبيئة |
| 80 | أولاً: الموارد الاقتصادية الطبيعية والتدهور البيئي |
| 81 | ثانياً: استنزاف الموارد الاقتصادية والتدهور البيئي |
| 82 | 5.2.2- مشكلة فقر الطاقة في العالم العربي |
| 83 | أولاً: الحلول المقترحة لمشكلة فقر الطاقة ومعالجتها |
| 83 | ثانياً: المبادرات وتطوير الخطط في مجال فقر الطاقة |
| 85 | 3-2 دور الكهرباء في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة وتعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر |
| 85 | 1.3.2- الطاقة الكهربائية وتحقيق أبعاد التنمية المستدامة |
| 85 | أولاً: الطاقة الكهربائية وتحقيق البعد الاجتماعي |
| 86 | ثانياً: الطاقة الكهربائية وتحقيق البعد الاقتصادي |
| 87 | ثالثاً: الطاقة الكهربائية وتحقيق البعد البيئي |
| 87 | 2.3.2- خدمات الطاقة الكهربائية لتعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر |
| 88 | أولاً: إسهامات المؤسسة الدولية للتنمية في الحصول على الكهرباء |
| 90 | ثانياً: تركيز المؤسسة الدولية للتنمية على التغييرات النظامية ونتائجها |
| 91 | ثالثاً: تقوية الشراكة بين القطاعين العام والخاص |
| 92 | رابعاً: استراتيجية مكيّفة حسب الاحتياجات |
| 92 | 3.3.2- الطاقة المتجددة وإمكانية التخفيف من آثار تغير المناخ |
| 93 | أولاً: استراتيجيات الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة |
| 95 | ثانياً: موارد وإمكانات الطاقة المتجددة |
| 98 | 4-2 أهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء |
| 98 | 1.4.2- مفهوم الطاقات المتجددة وبعض تعريفاتها |
| 98 | أولاً: مفهوم الطاقات المتجددة |
| 98 | ثانياً: بعض تعريفات الطاقات المتجددة |
| 99 | 2.4.2- الطاقة المتجددة في المنطقة العربية وحوض البحر الأبيض المتوسط |
| 100 | أولاً: تطوير استراتيجية الطاقة المتجددة |
| 100 | ثانياً: وضع الأطر المؤسسية المناسبة للطاقة المتجددة |
| 100 | ثالثاً: وضع سياسة مناسبة وإطار عمل تنظيمي لتعزيز الطاقة المتجددة |
| 101 | رابعاً: مواجهة التحديات التقنية |
| 101 | |

فهرس المحتويات

| | |
|-----------|--|
| 101 | خامسا: بناء قدرات الأبحاث والتطوير وصقل المهارات المحلية |
| 102 | 3.4.2- دور الدول النفطية في تطوير الطاقات المتجددة |
| 103 | أولا: الاستعدادات للمستقبل |
| 104 | ثانيا: سمات مميزة |
| 104 | ثالثا: دمج الخطط |
| 104 | 4.4.2- المعوقات والمخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة في المنطقة العربية |
| 105 | أولا: المعوقات التكنولوجية |
| 106 | ثانيا: المعوقات الاقتصادية |
| 107 | ثالثا: المعوقات الفنية |
| 109 | رابعا: المعوقات الاستراتيجية والمؤسسية |
| 111 | 5.4.2- المخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة |
| | - خلاصة الفصل |
| 112 - 175 | الفصل الثالث: المصادر المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي |
| 113 | - تمهيد |
| 114 | 1.3- مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء |
| 114 | 1.1.3- مصادر الطاقة الأحفورية والآثار البيئية الإيكولوجية للطاقة الناضبة |
| 115 | أولا: مصادر الطاقة الأحفورية (التقليدية) |
| 119 | ثانيا: الآثار البيئية والإيكولوجية للطاقة الناضبة |
| 120 | 2.1.3- أهمية التحول تجاه الطاقات المتجددة المستدامة |
| 121 | أولا: تنوع مصادر الطاقة |
| 121 | ثانيا: المحافظة على البيئة والموارد الطبيعية الناضبة |
| 122 | ثالثا: تحقيق الأمن الطاقى |
| 122 | رابعا: توفير فرص العمل |
| 123 | خامسا: تلبية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية |
| 123 | سادسا: قمة هوبرت |
| 124 | 2.3- مصدر الطاقات المتجددة المستدامة |
| 125 | 1.2.3- الطاقة الشمسية Solar energy |
| 125 | أولا: الطاقة الشمسية الحرارية Solar thermal energy |
| 129 | ثانيا: الطاقة الفوتوفولطائية Photovoltaic solar energy |
| 133 | 2.2.3- طاقة الرياح |
| 134 | أولا: استخدام طاقة الرياح في توليد الكهرباء |
| 136 | ثانيا: استخدام الرياح البحرية في توليد الكهرباء |
| 138 | 3.2.3- طاقة الكتلة الحيوية Energy Biomass |

| | |
|-----------|---|
| 139 | أولاً: مصادر الكتل الحيوية |
| 139 | ثانياً: أنواع الوقود الحيوي |
| 140 | ثالثاً: فرص ومخاطر الوقود الحيوي |
| 140 | رابعاً: سياسات وأهداف الوقود الحيوي |
| 141 | 4.2.3- الطاقة المائية |
| 141 | أولاً: توزيع الإمكانات الهيدروليكية في العالم |
| 142 | ثانياً: إنتاج الكهرباء الهيدروليكية في العالم |
| 143 | ثالثاً: مصادر طاقة المياه |
| 145 | 3.3- التلوث والانبعاثات الناتجة عن المحطات الحرارية لإنتاج الكهرباء |
| 145 | 1.3.3- الطاقة الكهربائية والتنمية الإقليمية والحضرية |
| 147 | أولاً: تأثير المحطات والشبكات الكهربائية على البيئة |
| 153 | ثانياً: تكاليف الاستثمار في الطاقات المتجددة وفي توليد الكهرباء |
| 154 | 2.3.3- العوادم الصادرة من محطات توليد الكهرباء |
| 155 | أولاً: الجزيئات العالقة |
| 155 | ثانياً: المعادن الثقيلة |
| 155 | ثالثاً: أهم الغازات والرسوبيات الملوثة للهواء |
| 159 | 3.3.3- مستويات الاهتمام بتلوث الهواء |
| 159 | أولاً: الاهتمامات المحلية |
| 160 | ثانياً: الاهتمامات الوطنية |
| 161 | ثالثاً: الاهتمامات الإقليمية والعالمية |
| 163 | 4.3- الربط الكهربائي العربي ومنافع استخدام الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء |
| 163 | 1.4.3- أهم المزايا الاقتصادية والفنية للربط الكهربائي |
| 165 | 2.4.3- إمكانية استخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية في توليد الكهرباء بالمنطقة العربية |
| 166 | أولاً: طاقة الرياح |
| 167 | ثانياً: الطاقة الشمسية |
| 168 | 3.4.3- المنافع الفنية التي تحققت من مشاريع الربط الكهربائي |
| 169 | 4.4.3- المنافع الاقتصادية التي تحققت من مشاريع الربط الكهربائي |
| 171 | 5.4.3- التصور المستقبلي لمشاريع الربط الكهربائي |
| 175 | - خلاصة الفصل |
| 236 – 176 | الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر |
| 177 | - تمهيد |
| 178 | 1.4- الإطار المؤسسي للطاقة الكهربائية في الجزائر |
| 178 | 1.1.4- الهيكل التنظيمي لمجمع سونلغاز |

| | |
|-----|--|
| 179 | 2.1.4-سونلغاز من كهرباء وغاز الجزائر إلى شركة قابضة |
| 179 | أولا: مراحل تطور الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز |
| 184 | ثانيا: القانون المتعلق بالكهرباء والغاز |
| 186 | ثالثا: شراكة سونالغاز مع المنشآت الوطنية والأجنبية وحضورها في الساحة الدولية |
| 188 | رابعا: المشاريع المهيكلية الكبرى لسونلغاز |
| 189 | 2.4-أساليب إنتاج الطاقة الكهربائية ومقوماتها في الجزائر |
| 189 | 1.2.4-أساليب إنتاج الطاقة الكهربائية |
| 189 | أولا: الإنتاج عن طريق شبكات الربط فيما بين المراكز |
| 190 | ثانيا: إنتاج المراكز المعزولة في الجنوب |
| 190 | ثالثا: المرحلتان الرئيسيتان لقطاع الكهرباء في الجزائر |
| 192 | 2.2.4-مقومات (خصائص) النظام الكهربائي في الجزائر |
| 192 | أولا: استهلاك الطاقة الكهربائية |
| 193 | ثانيا: إنتاج الطاقة الكهربائية |
| 194 | ثالثا: القدرات المركبة والمحطات الكهربائية |
| 195 | رابعا: شبكة نقل وتوزيع الكهرباء |
| 199 | 3.2.4-التخطيط للنظام الكهربائي في الجزائر |
| 199 | أولا: التوسع الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية |
| 202 | ثانيا: سيناريوهات إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر |
| 208 | 3.4-واقع وآفاق الطاقات المتجددة في الجزائر |
| 208 | 1.3.4-إمكانات الطاقة المتجددة في الجزائر |
| 208 | أولا: الطاقة الشمسية |
| 209 | ثانيا: طاقة الرياح |
| 209 | ثالثا: الطاقة الكهرومائية |
| 210 | رابعا: طاقة الحرارة الجوفية |
| 210 | خامسا: الكتلة الحيوية |
| 210 | 2.3.4-مجهودات الجزائر في مجال الطاقات المتجددة |
| 211 | أولا: مشاريع للإنجاز في الطاقات المتجددة |
| 212 | ثانيا: الهيئات التنظيمية لتطوير الطاقات المتجددة |
| 213 | 3.3.4-برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية |
| 214 | أولا: برنامج تطوير الطاقات المتجددة |
| 216 | ثانيا: برنامج النجاعة الطاقوية واقتصاد الطاقة |
| 217 | ثالثا: تطوير القدرات الصناعية |
| 219 | رابعا: البحث والتطوير في صناعة الطاقة |
| 221 | |

| | |
|-----------|---|
| 223 | خامسا: الإطار القانوني والتنظيمي والإجراءات التحفيزية |
| 223 | 4.4-الحفاظ على البيئة وترشيد استهلاك الطاقة والتحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر... |
| 223 | 1.4.4-إجراءات الحفاظ على البيئة في صناعة الطاقة |
| 224 | أولا: الإطار القانوني التنظيمي |
| 224 | ثانيا: أهم الإجراءات المتخذة للمحافظة على البيئة |
| 225 | ثالثا: الإطار المؤسسي لشؤون الطاقة |
| 225 | 2.4.4-الفاقد في الطاقة الكهربائية وإجراءات ترشيد الاستهلاك |
| 227 | أولا: الفاقد في الطاقة الكهربائية |
| 230 | ثانيا: إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية |
| 231 | 3.4.4-قواعد وإرشادات حول ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية |
| 231 | أولا: الاستفادة من أوقات الاستهلاك الأوفر للكهرباء |
| 232 | ثانيا: طرق الإضاءة في المنازل بشكل موفر للطاقة |
| 232 | ثالثا: استخدام الأجهزة المنزلية بشكل موفر للطاقة الكهربائية |
| 233 | رابعا: توفير الطاقة الكهربائية أثناء التدفئة |
| 233 | خامسا: توفير الطاقة الكهربائية في المطبخ |
| 233 | 4.4.4-التحديات التي تواجه استغلال الطاقات المتجددة في قطاع الكهرباء بالجزائر وسبل العلاج. |
| 235 | أولا: التحديات التي تواجه استغلال الطاقات المتجددة في قطاع الكهرباء بالجزائر |
| 237 | ثانيا: سبل علاج التحديات التي تواجه استغلال الطاقات المتجددة في قطاع الكهرباء |
| | ■ خلاصة الفصل |
| 288 - 238 | الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك |
| 239 | ■ تمهيد |
| 240 | 1.5- الاقتصاد القياسي ونمذجة الطلب العائلي على الكهرباء |
| 240 | 1.1.5- مفهوم الاقتصاد القياسي |
| 240 | 2.1.5- أهداف الاقتصاد القياسي |
| 240 | أولا: هدف تحليلي (اختبار النظرية الاقتصادية) |
| 241 | ثانيا: هدف حسابي (تقدير قيم المعلمات) |
| 241 | 3.1.5- مفهوم وأهداف النماذج القياسية |
| 241 | 4.1.5- توصيف النموذج القياسي |
| 241 | أولا: تحديد متغيرات النموذج |
| 241 | ثانيا: صياغة الشكل الرياضي لنموذج الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر |
| 242 | ثالثا: التوقعات المسبقة لقيم وإشارات معلمات النموذج |
| 244 | 2.5- الدراسة الوصفية لمتغيرات النموذج القياسي للطلب على الكهرباء |
| 245 | |

| | |
|-----|--|
| 245 | 1.2.5- متغير الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر (استهلاك الكهرباء) |
| 246 | 2.2.5- متوسط نصيب الفرد من الفاقد في الكهرباء والتمهيد الخطي له |
| 247 | 3.2.5-تعداد (حجم) السكان في الجزائر (Population) |
| 248 | 4.2.5- متوسط نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 (بالطن المتري) والتمهيد الخطي له |
| 249 | 5.2.5- متوسط نصيب الفرد السنوي من الدخل (R_t) |
| 251 | 3.5- دراسة استقرارية السلاسل الزمنية لمتغيرات النموذج المقترح |
| 251 | 1.3.5- مفهوم استقرارية (سكون) السلاسل الزمنية |
| 252 | 2.3.5- اختبار معنوية معاملات دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية |
| 252 | أولاً: تحليل دوال الارتباط الذاتي لسلاسل متغيرات الدراسة |
| 252 | ثانياً: أهم اختبارات الكمية لجذر الوحدة UnitRoot tests |
| 255 | 4.5- إزالة حالة عدم السكون من السلاسل الزمنية الأصلية قيد الدراسة |
| 262 | 1.4.5- دراسة وصفية لبيانات سلاسل الفروقات من الرتبة الأولى |
| 262 | أولاً: الأشكال البيانية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى |
| 262 | ثانياً: تحليل نتائج الدراسة الوصفية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى |
| 263 | 2.4.5- دراسة استقرارية السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى |
| 264 | أولاً: الاختبارات الكيفية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى |
| 264 | ثانياً: الاختبارات الكمية (اختبارات جذر الوحدة) |
| 266 | 5.5- منهجية التكامل المشترك وتطبيق اختباره على متغيرات الدراسة |
| 269 | 1.5.5- أساسيات حول مفهوم التكامل المشترك |
| 269 | 2.5.5- تطبيق اختبارات التكامل المشترك على السلاسل الأصلية |
| 270 | أولاً: اختبار Sargan-Bhargava (1983) |
| 271 | ثانياً: اختبار انجل-جرانجر (EG) Engle-Granger |
| 272 | ثالثاً: اختبار جوهانسن-جسليس Johansen-Juselius (JJ:1990) |
| 273 | 6.5- التحليل الهيكلي للسلاسل الزمنية المدروسة Structural Analysis |
| 277 | 1.6.5- اختبار السببية وفق Granger بين متغيرات الدراسة |
| 277 | 2.6.5- تحديد وتقدير نموذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي SVAR وتحليل الصدمات |
| 279 | أولاً: تحديد نموذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي |
| 280 | ثانياً: تقدير نموذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي |
| 282 | 3.6.5- دوال الاستجابة النبضية وتباين خطأ التنبؤ |
| 284 | أولاً: دوال الاستجابة لرد الفعل Impulse Response Function (IRF) |
| 285 | ثانياً: تحليل مكونات تباين خطأ التنبؤ |
| 287 | ■ خلاصة الفصل |
| 289 | الخاتمة..... |
| 300 | فائمة المراجع |

فهرس المحتويات

| | |
|-----|---------------|
| 316 | الملاحق |
|-----|---------------|

فهرس المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الجداول

| رقم الصفحة | عنوان الجدول | رقم الجدول |
|------------|---|------------|
| 20 | فعل الدفيئة الجوية في شهر تشرين الأول (أكتوبر) 2000. | (1-1) |
| 29 | أهم مواصفات نظم الإدارة البيئية | (2-1) |
| 36 | هيكل سلسلة المواصفات ISO 14000 | (3-1) |
| 39 | الفرق بين الإصدارين: (ISO 14001:1996) و (ISO 14001:2004) | (4-1) |
| 47 | مصفوفة الأداء البيئي | (5-1) |
| 49 | عدد المؤسسات المتحصلة على شهادة ISO 14001 في بعض الدول العربية | (6-1) |
| 58 | التطور المؤسسي المركزي لحماية البيئة في الجزائر | (7-1) |
| 88 | التقديرات خاصة بالمعدلات الوطنية لحصول الأسر على الكهرباء (سنويا)، بلدان مختارة | (1-2) |
| 89 | استثمار المؤسسة الدولية للتنمية لصالح مشاريع الطاقة حسب المنطقة | (2-2) |
| 118 | التحليل الكيميائي لمثال من أنواع الغاز الثلاثة | (1-3) |
| 118 | توزيع إنتاج الطاقة الكهربائية وفقا لمصادر الطاقة الأولية المستخدمة | (2-3) |
| 119 | أهم التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة التقليدية | (3-3) |
| 124 | إمكانيات مصادر الطاقة المتجددة خلال 2001 | (4-3) |
| 128 | محطات المركبات الشمسية الحرارية في التشغيل حتى نهاية 2011م | (5-3) |
| 133 | أكبر الدول في توليد طاقة الرياح | (6-3) |
| 136 | تطور التكنولوجيا من خلال زيادة طاقة الرياح الناتجة بمعدل 500 للفترة 1980-2008م | (7-3) |
| 141 | تقدير توزيع الإمكانات الهيدروليكية في العالم | (8-3) |
| 142 | وضعية إنتاج الكهرباء الهيدروليكية في العالم | (9-3) |
| 143 | أعلى عشر دول منتجة للكهرباء من حرارة الأرض | (10-3) |
| 152 | نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء لسنة 2012م | (11-3) |
| 165 | كمية الطاقة الكهربائية المتبادلة (GWh) | (12-3) |
| 166 | قدرة وإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في الدول العربية لعام (2004) | (13-3) |
| 168 | مقارنة بين الانبعاثات المرتبطة بتكنولوجيات إنتاج الكهرباء | (14-3) |
| 170 | المنافع الاقتصادية لرأسمالية الناجمة عن مشاريع الربط الكهربائي | (15-3) |
| 171 | المنافع الاقتصادية التشغيلية الناجمة عن مشاريع الربط الكهربائي | (16-3) |
| 188 | المبادلات الخارجية للكهرباء مع المؤسسة | (1-4) |
| 191 | نسب إسهام الطاقة الشمسية والمنح (المكافآت) المقابلة لها | (2-4) |
| 192 | تطور استهلاك الكهرباء في الجزائر خلال الفترة (2000-2012م) | (3-4) |
| 193 | تطور إنتاج الكهرباء في الجزائر خلال الفترة (2000-2012م) | (4-4) |

قائمة الجداول

| | | |
|-----|--|--------|
| 194 | القدرة المركبة حسب نوع المحطة ونسبة الإنتاج لسنة 2012م | (5-4) |
| 196 | شبكات الربط الكهربائي بين الجزائر وتونس، وبين الجزائر والمغرب | (6-4) |
| 199 | التطور المتوقع للطلب على الكهرباء النهائية وقدرة الذروة في الجزائر خلال الفترة (2007-2030م) | (7-4) |
| 200 | قائمة محطات التوليد الكهربائية المرشحة مستقبلا في الجزائر | (8-4) |
| 202 | تطور كميات الطاقة الكهربائية المولدة واحتياجاتها من الوقود لنظام التوليد موزع بحسب نوع المحطة ونمط الوقود خلال الفترة 2015-2030م | (9-4) |
| 208 | توزيع الطاقة الشمسية حسب المناطق في الجزائر | (10-4) |
| 215 | القدرات المتراكمة لبرنامج الطاقات المتجددة، حسب النوع والمرحلة، خلال 2015-2030م | (11-4) |
| 231 | سعر الكيلوات ساعي حسب تعريفه الكهرباء خلال ساعات التشغيل اليومية فيالجزائر | (12-4) |
| 245 | (1،5) ملخص لقيم أهم المؤشرات لوصف متغيرات الدراسة | (1-5) |
| 258 | نتائج تقدير النموذج (03) لاختبار ADF للسلاسل الزمنية | (2-5) |
| 260 | نتائج تقدير النموذج (03) لاختبار PP للسلاسل الزمنية | (3-5) |
| 261 | نتائج تقدير النموذج (03) لاختبار KPSS للسلاسل الزمنية | (4-5) |
| 266 | نتائج اختبار ADF للسلاسل الزمنية المشتقة | (5-5) |
| 267 | نتائج اختبار PP للسلاسل الزمنية المشتقة | (6-5) |
| 268 | نتائج اختبار KPSS للسلاسل الزمنية لفروقات الرتبة الأولى | (7-5) |
| 272 | نتائج اختبار التكامل المشترك لدرين واتسون $CRDW - test$ | (8-5) |
| 273 | نتائج تقدير اختباري التكامل المشترك لـ: ADF و PP للبواقي ε_{it} | (9-5) |
| 275 | تحديد رتبة التباطؤ لنموذج أشعة الانحدار الذاتي المقدر | (10-5) |
| 275 | نتائج اختبار الأثر $(Trace)$ للتكامل المشترك | (11-5) |
| 276 | نتائج اختبار القيمة الذاتية العظمى للتكامل المشترك | (12-5) |
| 279 | نتائج اختبار السببية بين الطلب على الكهرباء وبقية المتغيرات | (13-5) |
| 286 | نتائج تفكيك التباين للطلب على الكهرباء | (14-5) |

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

| رقم الصفحة | عنوان الشكل | رقم الشكل |
|------------|---|------------|
| 8 | الارتباطات والتفاعلات بين مختلف مكونات البيئة | (1-1) |
| 14 | دورة النظام البيئي الطبيعي | (2-1) |
| 32 | العلاقة بين الإدارة البيئية ونظام الإدارة البيئية | (3-1) |
| 40 | نموذج نظام الإدارة البيئية وفقا للمواصفة (ISO 14001 :2004) | (4-1) |
| 50 | تطور عدد المؤسسات الاقتصادية الحاصلة على شهادة ISO 14001 في الجزائر خلال الفترة 2004-2014م..... | (5-1) |
| 51 | مصنوفة BOIRAL لوضعيات إدماج العنصر البيئي في المؤسسة | (6-1) |
| 54 | الأطراف المعنية بحماية البيئة | (7-1) |
| 74 | مخطط يوضح أبعاد التنمية المستدامة | (1-2) |
| 94 | حصص مصادر الطاقة في إجمالي الإمداد بالطاقة الأولية عالميا سنة 2008م | (2-2) |
| 126 | الإنتاج العالمي للطاقة الحرارية الشمسية في العام 2007م للدول العشرة الأولى | (1-3) |
| 130 | تطور إنتاج الطاقة الكهربائية الشمسية في العالم للفترة 1995-2008م | (2-3) |
| 132 | قدرة الطاقة الفوتوفلطية المركبة في ثمانية أسواق للفترة 2000-2009م | (3-3) |
| 135 | النمو في حجم توربينات الرياح التجارية النموذجية | (4-3) |
| 137 | التكلفة الإجمالية المقومة لطاقة الرياح البرية والبحرية (بالسنت الأمريكي 2005 للكيلوات ساعة) | (5-3) |
| 153 | تكاليف الاستثمار من الطاقة المتجددة بمختلف التكنولوجيات (2002 و 2030) | (6-3) |
| 172 | التصور المستقبلي لمنظومة الربط الكهربائي في عام 2020 م | (7-3) |
| 178 | الهيكل التنظيمي لمجمع سونلغاز | (1-4) |
| 189 | توزيع إنتاج الطاقة الكهربائية حسب شبكة الربط فيما بين المراكز | (2-4) |
| 197 | تطور الطاقة الكهربائية المتبادلة بين الجزائر والمغرب، وبين الجزائر وتونس | (3-4) |
| 203 | توقعات الطلب واستهلاك الكهرباء في الجزائر خلال الفترة 2009-2030م | (4-4) |
| 205 | توزيع استخدام الغاز الطبيعي حسب أهم المجالات في الجزائر (2009م) | (5-4) |
| 246 | منحنى الطلب العائلي على الكهرباء والتمهيد الخطي له (الوحدة: الكيلوات ساعي) | (1-5) |
| 247 | منحنى الفاقد في الكهرباء والتمهيد الخطي له (الوحدة: الكيلوات ساعي) | (2,5) |
| 248 | تطور تعداد سكان الجزائر والتمهيد الخطي له خلال فترة الدراسة 1970-2015م | (3,5) |
| 249 | تطور نصيب الفرد السنوي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون والتمهيد الخطي له | (4,5) |
| 249 | تطور متوسط نصيب الفرد السنوي في الداخل والتمهيد الخطي له | (5,5) |
| | دوال الارتباط الذاتية للسلاسل الزمنية قيد الدراسة | (6,5 - 10) |
| | - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة CONS _t | (6-5) |

قائمة الأشكال

| | | |
|-----|--|--------------|
| 253 | <ul style="list-style-type: none"> - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة PER_t (7-5) - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة NH_t (8-5) - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة CO_{2t} (9-5) - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة R_t (10-5) | |
| 263 | <p style="text-align: center;">التمثيلات البيانية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى</p> <ul style="list-style-type: none"> - تغيرات قيم السلسلة $D(CONS_t)$ (11-5) - تغيرات قيم السلسلة $D(PER_t)$ (12-5) - تغيرات قيم السلسلة $D(NH_t)$ (13-5) - تغيرات قيم السلسلة $D(R_t)$ (14-5) - تغيرات قيم السلسلة $D(CO_{2t})$ (15-5) | (5، 11 - 15) |
| 265 | <p style="text-align: center;">دوال الارتباط الذاتي لسلاسل الفروقات الأولى</p> <ul style="list-style-type: none"> - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $D(CONS_t)$ (16-5) - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $D(PER_t)$ (17-5) - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $D(NH_t)$ (18-5) - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $D(R_t)$ (19-5) - دالة الارتباط الذاتي للسلسلة $D(CO_{2t})$ (20-5) | (5، 16 - 20) |

ملخص:

الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر، في ظل الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية

دراسة قياسية للفترة 1970-2015

تهدف هذه الدراسة إلى التأكيد على المزيد من الكفاءة المردودية والكفاية الاجتماعية والبيئية الجيدة للتنمية المستدامة في مجال الطلب على الكهرباء. وتبين الأدبيات الاقتصادية وتجارب التنمية في العالمين المتقدم والنامي أن تحقيق الموازنة بين الكفاءة والكفاية هو مسألة في غاية التعقيد وبالغ الأهمية في الوقت ذاته، وأن هناك تأرجحا كبيرا ودائما بين الكفتين. وبالنتيجة لا تلبث التنمية أن تفقد شروط استدامتها مع اختلاف الظروف البيئية. ويعتمد نجاح السياسات الاقتصادية في التخطيط لتوليد الكهرباء على مرتكزات أساسية، أبرزها البيئية، كما يعتمد نجاح استخدام الموارد على أمرين هما: نجاح الكفاءة الاقتصادية من ناحية وتحقيق الكفاية (العدالة) الاجتماعية من جهة مقابلة.

لذا كان لزاما على كل دول العالم أن يخططوا لتنفيذ استراتيجية محورها الأساسيان: ترشيد استهلاك هذه الطاقة كمحور أول، أما المحور الثاني فهو البحث عن البديل لهذا النوع من الطاقات "الطاقات المتجددة" (الطاقة الشمسية والريحية والمائية، ...) لإطالة عمر الطاقة التقليدية، علما أنها لا تساهم إلا بـ: 20% في إنتاج الكهرباء في العالم، والحفاظ على البيئة، وهذا لتحقيق نظام طاقة مستدام.

وبإسقاط الاستراتيجية السابقة على الاقتصاد الجزائري نجد أن الجزائر تتبنى نموذج ترشيد استهلاك الطاقة تشريعا من خلال القانون رقم 99/09 (المؤرخ في 28 يوليو 1999م)، وتحاول تطبيقها من خلال القانون رقم 09/04 (المؤرخ في 04 أوت 2004م) المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة. وقد أثبتت فاعلية فيما يخص تزويد قرى الجنوب الكبير بالكهرباء الشمسية وما حققته هذه الأخيرة من آثار اجتماعية إيجابية أهمها فك العزلة، إلا أنها لا تلبى سوى 0.01% من حاجيات البلد الطاقوية، وأن العقبة الأساسية التي تعترض تطورها هي الإنفاق المالي، أما آفاقها فإنها واسعة اتساع هذا الكون وما يحتويه من موارد متجددة.

بعدها قمنا بإجراء الدراسة التطبيقية بالاعتماد على أحدث التقنيات المستخدمة في تحليل السلاسل الزمنية وأهم الاختبارات المتعلقة بها وتتمثل في كل من اختبارات الاستقرار، واختبار التكامل المتزامن، ونماذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي SVAR واختبارات السببية للكشف عن العلاقة التوازنية بين متغيرات الدراسة المتمثلة في: الطلب العائلي على الكهرباء، الفاقد في الكهرباء، تعداد السكان، الدخل الفردي، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وكلها سلاسل زمنية متكاملة من الرتبة الأولى.

أظهر التحليل وجود علاقة توازنية في الأجل القصير بين الطلب العائلي على الكهرباء وكل من حجم السكان والدخل، وتبين أيضا أن المتغيرين المستقلين المبطأين بفترتين يرتبطان بالطلب العائلي على الكهرباء في الفترة الحالية، في حين أن الفاقد في الكهرباء وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون لا يفسران الطلب على الكهرباء سواء في الأجل الطويل أو القصير، كما

أعطى التحليل الهيكلي نتائج عديدة وهامة تتعلق بوجود العلاقات السببية بين متغيرات الدراسة، وتحليل الصدمات، وكذا تحليل دوال الاستجابة وتباين خطأ التنبؤ.

كلمات مفتاحية: نظم إدارة بيئية، تنمية مستدامة، كفاءة مورديّة، كفاية بيئية، الطلب على الكهرباء، طاقات متجددة، تكامل مشترك، تحليل هيكلي.

Abstract:

Family demand for electricity in Algeria in light of the balance between environmental sufficiency and resource efficiency Econometric Study from (1970-2015)

This study to confirming the importance of more of resource efficiency, social sufficiency, and good environment for sustainable development in the field of electricity demand. Economic literatures on development experiments at both developed and developing show that achieving the balance between the mentioned thing is a very complicated and important matter at the time. The result development losing its sustainability conditions coinciding with the conditions change. Success of economic policies in the planning of electricity production depends on essential bases; may the environment is the most important one in making use of abounded resources for economic development. The success of using resources in turn depends, on two thinks. The first is success of economic efficiency, the second is achieving social adequacy, so called social sufficiency,

Thus, it is imperative for all countries in the world to adopt a strategy based on two pole, the first consist on the rationalization of energy consumption, while the second revolve around the search for an alternative to this type of energy such as new and renewable energy (a solar, wind, water, ...) as a tool to extend the duration of traditional energy life, which represents only 20% in the world electricity production, and to preserve the environment, for achieving a sustainable energy system.

And by the way, Algeria has adopted the above-mentioned strategy to rationalize the consumption of energy through the law n° 09/99 (dated July 28. 1999), but the practical results are scarcely mentioned, and trying to push through the promotion of renewable energies, the law n° 04/09 (dated 04 august 2004) came to preserve sustainable development. While It has proved effectiveness with regard to the villages in the south and the large solar electricity cover and the positive social effects, which is break isolation, where it covers only 0,01% of the total energy needs of the country, and the main obstacle to the development of this kind of energies is the high financial. Obviously, it has a wide breadth prospect in view of the universe containing of renewable resources.

Then we conducted a study of applied depending on the latest techniques used in time series analysis and the most important tests on them and are in each of the stability tests, the test of simultaneous integration and regression models of self-SVAR-rays and tests for the detection of causal equilibrium relationship between the variables of the study, who sick in

family demand for electricity, loss in electricity, population, personal income, carbon dioxide revivals.

Analysis showed the existence of equilibrium relationship in the short term between the family demand for electricity (cons) and from all population size and income. As well as show these independent variables rear two periods linked to (cons) in the current period, while the loss in electricity and carbon dioxide revivals don't explain (cons) either in the long or short term, just as structural analysis given to a large extend results and pest related to existence of causal relationships between the variables of the study, impulse analysis, reaction and variance decomposition of prediction error.

Key words: Environmental management systems, sustainable development, resource efficiency, environment sufficiency, demand of electricity, renewable energies, Co-integration, structural analysis.

Résumé :

Demande familiale d'électricité en Algérie, compte tenu de l'équilibre entre la suffisance environnementale et l'efficacité des ressources Etude Econométrique à l'intervall (1970-2015)

Cette étude vise à confirmer l'importance d'une efficacité accrue des ressources, de la suffisance sociale et d'un bon environnement pour le développement durable dans le domaine de la demande d'électricité. La littérature économique sur les expériences de développement dans les pays développés et en développement montre que la recherche de l'équilibre entre la chose mentionnée est Une question très importante et complexe en même temps. Le développement résultant perd ses conditions de durabilité coïncidant avec le changement des conditions. Le succès des politiques économiques dans la planification de la production d'électricité dépend de bases essentielles ; que l'environnement soit le plus important dans l'utilisation des ressources abondantes pour le développement économique. Le succès de l'utilisation des ressources à son tour dépend de deux réflexions. Le premier est le succès de l'efficacité économique, le second est d'atteindre l'adéquation sociale, ce qu'on appelle la suffisance sociale,

Ainsi, il est impératif pour tous les pays du monde d'adopter une stratégie axée sur deux pôles ; le premier concerne la rationalisation de la consommation énergétique ,tandis que le second pôle s'articule autour de la recherche d'une alternative à ce type d'énergie » les énergies renouvelables) « énergies solaires ,vent, eau, (... qui pourraient prolonger la durée de vie de l'énergie traditionnelle, ne représentant quant à cette dernière que 20% de la production d'électricité dans le monde ,et la préservation de l'environnement dans le but d'instaurer un système énergétique durable.

Et pour faire face à ce fléau, l'Algerie a adopté la stratégie susmentionnée pour rationaliser la consommation d'énergie par le biais de la loi n° 09/99 (en date du 28 juillet 1999),

et essaye de promouvoir la mise en œuvre de cette transformation par la loi n° 04 /09 (en date du 04 Aout 2004) sur la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable. Alors qu'il a prouvé son efficacité quant à la couverture des villages du sud en électricité solaire avec tous les effets sociaux positifs qu'elle a engendré, notamment l'atténuation de l'isolement, mais ne couvrant que 0.01% du total des besoins en énergie du pays, et le principal obstacle à son développement est le problème de financement. Quant à ses perspectives, elles sont larges tant que l'univers dispose de ces ressources renouvelables.

Ensuite, nous avons mené l'étude d'application sur la base des dernières techniques utilisées dans l'analyse des séries temporelles et des tests les plus importants qui y sont liés, qui sont à la fois des tests de stabilité, un test d'intégration synchrone, des modèles de rayons d'auto-régression structurels (SVAR) et des tests de causalité pour révéler la relation d'équilibre entre les variables d'étude représentées dans: L'électricité, les Pertes d'électricité, la population, le revenu individuel et les émissions de dioxyde de carbone sont tous des séries chronologiques intégrées de premier ordre.

L'analyse a montré l'existence d'une relation d'équilibre à court terme entre la demande familiale d'électricité (cons) et la population, le revenu. En plus de montrer que ces variables indépendantes élèvent deux périodes liées à (cons) dans la période actuelle, alors que la perte d'électricité et du dioxyde de carbone n'explique (cons) ni à long ni à court terme, tout comme l'analyse structurelle donnée à des résultats étendus et ravageurs relatif à l'existence de relations causales entre les variables de l'étude, l'analyse des impulsions, et la décomposition de la variance de l'erreur de prédiction.

Mots clés : Systèmes de managemainte Environmental, développement durable, efficacité des ressources, Suffisance environnementale, demande d'électricité, énergies renouvelables, co-integration, analyse structural.

مقدمة

أولاً: توطئة:

تحدث الأساليب التقليدية المعتمدة في دفع عجلة التنمية الاقتصادية والاجتماعية في البلدان النامية قدرا كبيرا من الأضرار والتلوث البيئي، وتتطلب التنمية تعضية احتياجات كبيرة من الطاقة ومواردها لتحقيق معدلات نمو اقتصادي أسرع مع الإصلاحات البيئية. وغالبا ما تفشل تلك الأساليب فنيا لأن تحقيق التشغيل الكامل للموارد يقتضي بالضرورة مستويات عالية من النمو المستمر المواكب للتطوير البيئي وإصلاح الأضرار البيئية، والتي هي متعذرة في أفضل الحالات. لذلك ينبغي أن تدرك الحكومات حجم وأهمية المشكلة وإعطائها الأولوية في تنمية المجتمع، ويصعب تركها للسوق وآلياته لأن توازنات السوق تهمل التلوث والتوازن البيئي، وهو ما ينعكس سلبا على جميع الكائنات الحية من إنسان وحيوان ونبات وغيرها.

إن تحقيق الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية هو مسألة غاية في التعقيد والأهمية في آن واحد، وهو ما تبرزه الأدبيات الاقتصادية وتجارب التنمية في العالمين النامي والمتقدم، وأن هناك تأرجحا كبيرا على الدوام بين الكفتين، ومن الصعوبة بمكان العمل على رفع إحداهما دون أن يكون ذلك على حساب الأخرى، مما قد يفقد التنمية شروط استدامتها مع اختلاف الظروف البيئية. ولعل من أبرز المرتكزات الأساسية في إنجاح السياسات الاقتصادية هو البيئة التي يتم فيها استخدام الموارد المتاحة من أجل التنمية الاقتصادية. ويعتمد الاستخدام الأمثل للموارد على نجاح الكفاءة الاقتصادية من جهة، وعلى تحقيق الكفاية (العدالة) الاجتماعية من ناحية ثانية.

وقد أدت العلاقة الوثيقة بين البيئة والتنمية إلى ظهور مفهوم " التنمية المستدامة " وهو ما استلزم الاهتمام بحماية البيئة. وتعد الطاقة عنصرا رئيسا في تحقيق التنمية المستدامة لدى المجتمعات المتقدمة والنامية على السواء، إلا أن الاستخدام غير المحدود لمصدرها التقليدي -الوقود الأحفوري- سبب مخاطر بيئية أثرت سلبا على اقتصادات جميع الدول، مما دفع الخبراء والمختصون إلى البحث عن بدائل جديدة للحصول على طاقة نظيفة. ومن أهم عوامل التنمية هو تلبية احتياجات المستهلكين من الطاقة الكهربائية بأقل تكلفة ممكنة، وإمكانية العمل على التحكم في اقتصادياتها وبدائلها، والاهتمام بمصادرها.

لا شك إن التفاعلات الحاصلة بين الطاقة الكهربائية والاقتصاد عديدة. وهو ما يستدعي انسجام وتماسك أهداف السياسة الطاقوية، وأهداف بقية القطاعات الاقتصادية الأخرى. وتشكل الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء أحد وسائل حماية البيئة من أجل التنمية المستدامة، لذلك نجد عدة دول مهتمة بتطوير مصادر هذا النوع من الطاقات، كما هو الشأن في ألمانيا التي تعد رائدا في هذا المجال، غير أن للكهرباء قيودا قد لا تُطرح مجتمعة بالنسبة لغيرها من السلع، لأن الكهرباء من حيث العرض هي سلعة غير قابلة للتخزين، كما أن الطلب عليها يتميز بالتغير الشديد مع الزمن، ومن ثم كان لابد من إحداث عملية التكيف الدائم والمستمر بين العرض والطلب على الكهرباء.

وتعد الكهرباء أحد مصادر الطاقة الهامة والرئيسة للبشرية، إذ تسهم بشكل كبير في مختلف القطاعات التي تحقق التكامل الاقتصادي ودفع عملية التنمية من خلال الطلب على الكهرباء وترشيد استهلاكها، لمواجهة تحديات خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية لأي بلد. وبذلك أضحت من أهم الأسس التي يرتكز عليها تطور الأمم وحضاراتها. ونظرا لارتفاع الطلب على الكهرباء ومعدل تطوره في المجتمعات عامة، وبمقتضى الأزمة التي مر بها المجتمع الجزائري منذ سنوات والتي

ازدادت تفاقما في الأعوام الأخيرة-بالنظر للأحداث التي عرفتها البلاد في 2011 و2012-فإن الطب على الكهرباء أخذ في الارتفاع بوتيرة متسارعة لعدة أسباب تتلخص في التطور الذي عرفه المجتمع، وأصبح لزاما دراسة العوامل المحددة لهذا الطلب، خصوصا وأن الكهرباء طاقة غير متجددة ويلزم توفيرها لجميع المستهلكين.

تنتقل الجزائر كغيرها من الدول إلى مزيد من الاستثمار في هذا المجال الحيوي وتعمل على تطويره من أجل المساهمة أكثر في تحقيق التنمية. ورغم الأهمية الكبرى لـ " الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز " في الاقتصاد الوطني، فهي دوما في حاجة إلى تحديث أساليبها للتقدير والتنبؤ بالطلب على الكهرباء في جميع القطاعات، وهو ما يتطلب إنجاز دراسات تشخيص ديناميكي باستخدام أساليب النمذجة، والتحكم الجيد في مجموعة من التقنيات التي يجب أن يتم اختيارها بدقة ووعي حسب ما هو مطلوب. ويجدر بالمسيرين امتلاك قدرات تحليل جيدة لتحديد وضعيات المؤسسة المشرفين عليها من جهة، ولمتطلبات المحيط من جهة أخرى.

ثانيا: إشكالية الدراسة

في إطار ما سبق ذكره، اختار الباحث مقارنة لدراسة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر، من منظور منهجية العمل في مجال النمذجة. تتمثل هذه المقاربة في بناء نموذج قياسي بمفهوم الانحدار المتعدد من أجل اختبار فرضيات البحث. وعليه يمكن صياغة إشكالية البحث على النحو التالي:

ما هو واقع وآفاق وتحديات الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر، في ظل الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة المورديّة؟

والتي تم تجزئتها إلى ستة تساؤلات فرعية على النحو التالي:

- أ) هل يلبي نظام الإدارة البيئية في الجزائر طموح الدولة في معالجة المشكلات البيئية والاقتصادية والاجتماعية القائمة؟
- ب) هل توجد علاقة بين تطوير الطاقات المتجددة لتلبية الطلب العائلي على الكهرباء وتحقيق أبعاد التنمية المستدامة؟
- ت) هل التحول إلى مصادر الطاقات المتجددة المتاحة لتوليد الكهرباء في الجزائر أمر حتمي؟ وهل هناك منافع من الربط الكهربائي العربي في عملية التأمين الطاقوي؟
- ث) ما النتائج الاستشرافية المتوخاة من التوسع الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية في الجزائر، وكذا المخطط المعتمد لتطوير الطاقات المتجددة في المرحلة القادمة؟
- ج) ما هي العوامل المحددة للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر؟ وهل توجد علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات الدراسة، الطلب العائلي على الكهرباء ومحدداته في الجزائر؟
- ح) هل هناك آثار للتحليل الهيكلي في إبراز وجود علاقات سببية بين متغيرات الدراسة، وتحليل صدمات دوال الاستجابة النبضية وتباين خطأ التنبؤ؟

ثالثًا: فرضيات الدراسة:

اعتمد الباحث مجموعة من الفرضيات كتصور أولي للموضوع، ويسعى إلى اختبار مدى قبولها أو رفضها:
أ) نظام الإدارة البيئي في الجزائر ضعيف ولا يلبي طموح البلد في معالجة المشكلات البيئية والاقتصادية والاجتماعية القائمة؟

ب) توجد علاقة بين تطوير الطاقات المتجددة لتلبية الطلب العائلي على الكهرباء وتحقيق أبعاد التنمية المستدامة، مع وجود تحديات ومخاوف التنمية المستدامة في مجال الطلب على الكهرباء متمثلة في مجموعة المعوقات التكنولوجية، والاقتصادية، والفنية، وغيرها (كضعف معدل النمو الاقتصادي، نقشي البطالة، تفاقم حدة الفقر، والتلوث البيئي)، والعوائق الاستراتيجية المؤسسية (الفجوة التقنية، التسويق، نقص التوعية، والتعريف الكهريائية). إضافة إلى بعض المخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة في المنطقة العربية.

ت) التحول إلى مصادر الطاقات المتجددة المتاحة لتوليد الكهرباء في الجزائر أمر حتمي، لأن من شأنه تأمين اقتصاديات البلاد من الصدمات التي تسببها أسعار الطاقة، والاستمرار في الطلب على الطاقة التقليدية الناضبة قد يرفع نصيب الدول إلى أكثر من ربع إجمالي الطلب بحلول 2050م. أما الربط الكهريائي العربي فهو عملية ضرورية لتأمين الطاقة لما له من منافع اقتصادية وأخرى فنية.

ث) توجد نتائج استشرافية متوخاة من التوسع الأمثل لأنظمة التوليد الكهريائية في الجزائر، والمخطط المعتمد لتطوير الطاقات المتجددة في المرحلة القادمة ممثلة في جملة نقاط منها: أن توسيع نظام التوليد الكهريائي الحالي يمثل المزيج الأمثل للمحطات المستقبلية الجزء الأهم من صياغة استراتيجية التزود بالكهرباء. وأما في مجال تطوير الطاقات المتجددة فيسكون حوالي 40% من إنتاج الكهرباء موجه للاستهلاك الوطني مع نهاية 2030م.

ج) العوامل المحددة للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر هي: الفاقد في الكهرباء سنويا، عدد المشتركين في الطلب العائلي على الكهرباء سنويا، تعداد سكان الجزائر سنويا، نصيب الفرد السنوي من الدخل، نصيب الفرد السنوي من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. وهناك علاقة تكامل مشترك بين متغير الطلب العائلي على الكهرباء ومدخلاته في الجزائر، بمعنى هناك توازن طويل وقصير الأجل للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر.

ح) تشير نتائج السببية وفق غرانجر إلى وجود علاقات سببية بين متغيرات الدراسة، ويسمح لنا التحليل الهيكلي بدراسة آثار الصدمات الهيكلية للطلب على الكهرباء، الفاقد، الحجم السكاني، الدخل وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون على الطلب على الكهرباء، كما يمكننا التحليل من الوقوف على تباين خطأ التنبؤ.

رابعاً: مبررات اختيار الموضوع:

تم اختيار هذا الموضوع لعدة اعتبارات ذاتية ودوافع موضوعية.

فالاعتبارات الذاتية فيمكن حصرها في: الرغبة في إثراء معارف الباحث ضمن مجالات تخصصه، وميله لمثل هذه المواضيع ذات الطابع الاقتصادي الكمي، مع إمكانية مواصلة البحث في مجال النمذجة ضمن النظرية الاقتصادية.

وأما الدوافع الموضوعية فيمكن صياغتها على النحو التالي:

- التنبؤ بالسلوك الاقتصادي الذي يقوم على أسس علمية دقيقة لاحتمالات الطلب العائلي على الكهرباء فيالجزائر في ظل الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية.
- اعتماد النظرية الاقتصادية في اتخاذ القرار ورسم السياسات من خلال العلاقات الكمية والقيم التي لها دلالات اقتصادية مهمة.
- تحسيس المسير بضرورة استخدام الأساليب العلمية والكمية في تقدير الطلب على الكهرباء والتنبؤ به.
- المساهمة في تقليل الانقطاعات المتكررة للتيار الكهربائي في الوقت الذي يكون فيه الزبون بحاجة ماسة لهذه الخدمة.

خامساً: أهمية الدراسة:

تتبع أهمية هذا البحث من أهمية الطاقة الكهربائية التي تحظى باهتمام كبير على مستوى الدول والأقاليم، والاعتماد الكبير عليها في تشغيل الكثير من الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، وللزيادة المطرد تفي الطلب على الكهرباء مقابل العرض لدفع حركة النمو الاقتصادي المتصاعد، والتكنولوجيا المتقدمة والتقنيات الحديثة المستخدمة في كثير من الصناعات والاستفادة منها في اقتصاديات الحجم والسرعة وقلة التكاليف. أما الجانب التطبيقي والمتعلق بقطاع العائلي فتكمن أهميته بأنه أول قطاع يستحوذ في الجزائر على أكبر حصة من الاستهلاك الكلي للطاقة الكهربائية، وعليه نتيجة لتغيره المستمر تسعى الدولة إلى تتبع تطورات.

كما تكمن أهمية البحث العلمي في الندرة النسبية للدراسات السابقة لتناولها الدوال القياسية لطلب الكهرباء في الجزائر باستخدام الأساليب الحديثة للقياس الكمي في الأجلين الطويل والقصير باستخدام التكامل المشترك، بالإضافة إلى معرفة أثر المتغيرات لهذه الدوال، ودراسة مرونة المدبالقصيرو الطويل أهم محددات دوال الطلب للكهرباء في الجزائر.

إضافة إلى ماسبق تبرز أهمية الموضوع في النقاط التالية:

- أصالة البحث في الجزائر، حيث يتناول الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي بالجزائر، باستخدام التكامل المشترك والتحليل الهيكلي، في ظل الموازنة بين أبعاد التنمية المستدامة المتمثلة في البعد الاقتصادي والبعد الاجتماعي والبعد البيئي.
- يتوافق موضوع البحث مع توجه الدولة الجزائرية نحو ترشيد استهلاك الكهرباء في القطاع العائلي وبقية القطاعات الأخرى، وتسعى إلى إدماج الطاقات المتجددة في عملية توليد الكهرباء.

- يساهم البحث في اتخاذ القرارات الإنتاجية وتسعير الكهرباء من خلال نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء.
- تناولت الدراسة جانب الطاقات المتجددة الذي يعد أحد المواضيع الهامة والحديثة، فمن خلاله يتم تبيان الفوائد والمزايا الأساسية للطاقات المتجددة في كونها مصادر طاقة لا تتضب ونظيفة وغير ملوثة للبيئة، وتسهم في خفض معدلات استخدام الطاقة الأحفورية وتحافظ عليها باعتبارها احتياطيا استراتيجيا للأجيال القادمة. كما يمكن توضيح أنه بتسريعي وتيرة استخدام الطاقات المتجددة واستغلالها يمكن تخفيض تكاليفها، والإسهام في مواجهة أخطر المشاكل التي تواجه العالم كالتغيرات المناخية والاحتباس الحراري وغيرها.
- تسليط الضوء على مختلف جوانب الطاقات المتجددة وأبعادها، وباعتبارها محاولة جديدة لمعرفة القيمة المضافة التي يمكن أن تتحصل عليها الجزائر جراء تطوير المصادر الطاقوية المتجددة في كونها إجراء يمكنها من تحقيق أمنها الطاقوي وكذا تحقيق تنمية حقيقية مستدامة.

سادسا: أهداف الدراسة:

- يهتم موضوع البحث بالإجابة على الإشكالية والتساؤلات المطروحة واختبار مدى قبول أو رفض الفرضيات المطروحة، من خلال دراسة العلاقة بين الطلب العائلي على الكهرباء والمتغيرات المستقلة (اقتصادية، اجتماعية وبيئية)، ويسعى الباحث من خلال هذه الدراسة إلى تحقيق بعض الأهداف الأساسية وهي:
- توسيع وتركيز النقاش حول السياسات الطاقوية وبالأخص الطاقة الكهربائية، لأن الكلام التقليدي عن أمن الطاقة غير مكتمل الأركان، وقد يتسبب في الوصول إلى نتائج مظلمة وغير دقيقة، مما يعيق إمكانية الخروج من مأزق المثلث الحرج للتنمية المستدامة في التواصل بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية والرفاه الاجتماعي، ويكون ذلك من خلال دراسة العوامل الرئيسية المحددة للطلب على الكهرباء في القطاع قيد الدراسة.
 - الوصول إلى نموذج قياسي لمحددات الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر في إطار التكامل المشترك، والوصول إلى أنواع المرونة في المدى لقصير والطويل، والتعرف على التوازن قصير وطويل المدى لنموذج الطلب على الكهرباء.
 - تقدير نموذج الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر والتنبؤ بمستقبله، من أجل الارتقاء بالقرارات الاقتصادية المتعلقة باستهلاك الكهرباء في القطاع قيد الدراسة، ومن ثم تقييم الأداء العام للنماذج المعتمدة في هذا الإطار.
 - تحديد العوامل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المؤثرة في الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر وإبراز العلاقة المتبادلة فيم بينها ودلالاتها الإحصائية مع اعتماد أفضل النماذج الرياضية وأكثرها ملائمة لمتغيراتها لدراسة.
 - معرفة فيما إذا كانت الإمكانيات المتاحة من مختلف المصادر الطاقوية تكفي لتلبية الطلب أو ضرورة البحث عن مصادر طاقوية بديلة وخاصة الطاقات المتجددة المتوفرة وتوزيعها حسب الإمكانيات المتاحة في كل منطقة لتغطية الطلب.

سابعا: حدود معالجة الدراسة:

تقتضي منهجية البحث العلمي ضرورة التحكم في إطار التحليل المتعلق بطبيعة هذه الدراسة بهدف الاقتراب من الموضوعية وتسهيل الوصول إلى استنتاجات منطقية، بضبط الإطار الذي يسمح بالفهم الصحيح لمسار الموضوع المراد تحليله واختبار فرضياته، ولتحقيق ذلك تم ضبط مجالات البحث المكانية والزمنية على النحو التالي:

- الإطار المكاني: من أجل نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء باستخدام التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ. في الجزائر، تم اختيار الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز المتواجدة على مستوى التراب الوطني.

- الإطار الزمني: يعتبر تحديد المجال الزمني للدراسة ضروريا من أجل الوصول إلى نتائج يمكن تقييمها وتأكيدها، ولذلك تم اختيار مدة الدراسة للفترة 1970-2015 حسب المعطيات المتاحة، ومن ثم يمكن التنبؤ بمستقبل الطلب على الكهرباء في القطاع محل الدراسة لفترة قادمة والوقوف على الرؤية المستقبلية للطاقة الكهربائية في الجزائر إلى غاية سنة 2030م.

ثامنا: منهج الدراسة وأدوات التحليل المستخدمة

للإجابة عن التساؤلات المطروحة واختبار الفرضيات المتبناة، اعتمد الباحث المنهج المتكامل في البحوث التطبيقية، لاستناد هذا المنهج إلى حقيقة وجود ارتباط وتلازم بين الإطار العلمي للبحث (الفكر النظري) وبين المجال التطبيقي، ويتيح للدراسة التي يقوم بها الباحث عدة مزايا منها:

- تحقيق العمق باستخدام المعطيات التاريخية، وتحقيق الشمول باستخدام الوصف والتحليل، وتحقيق التوازن باستخدام أدوات التحليل القياسي بغية تجنب التحيز.
- تقدير التفاعل بين معالم متغيرات الدراسة، وتفسير النتائج بعناية، مع تجنب الحالات غير الممثلة وتقليل الأخطاء بزيادة عدد حالات الدراسة.
- كما تمثل أدوات التحليل المستعملة في الآتي:
- ترودنا مبادئ النظرية الإحصائية والتحليل الاقتصادي الكمي بالأدوات الإحصائية والرياضية لقياس ظاهرة الطلب العائلي على الكهرباء. وهو ما يجعل موضوع البحث مزيجا بين المنهج المختار وأدوات التحليل المستخدمة.
- الاعتماد على بعض العلاقات الرياضية والمعايير القياسية مرفقة بتحليل بيانية. وللتأكد من مدى معنوية النموذج المعتمد، استخدمنا مجموعة من أدوات التحليل الاقتصادي القياسي من خلال بناء نموذج انحدار متعدد اشتمل متغيرا تابعا وعدة متغيرات مفسرة، والقيام بعدة اختبارات إحصائية.
- وللقيام بالخطوتين سابقتي الذكر استعانة ببعض البرامج المعلوماتية المتخصصة في ذلك منها: Excel، Eviews، .spss.

ويعتمد هذا البحث على مجموعة من المصادر والمراجع المتنوعة وبلغات مختلفة، تم الحصول عليها عن طريق البحث المكتبي والميداني وهي تختص بمعالجة جوانب الموضوع بشكل مباشر وغير مباشر، وتشمل الكتب والمجلات والملتقيات والمقالات والأونترنيت وغيرها.

تاسعا: الدراسات السابقة:

تعددت وتنوعت الدراسات في موضوع تقدير الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي في الدول المتقدمة، خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية، وفي الدول النامية والعربية، وقل عددها في الجزائر ضمن حدود ما استطعنا الإطلاع عليه. ولعدم قدرتنا تناول جميع الدراسات التطبيقية التي بحوزتنا ضمن مقدمة هذا البحث، اكتفينا بالتعرض إلى بعض هذه الدراسات وتلخيص النتائج المتوصل إليها على النحو التالي:

1- دراسة لكل من (Fisher and Kaysen) في عام 1962 حول: تقدير دالة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي ضمن (47) ولاية أمريكية باستخدام نموذج الانحدار المتعدد اللوغاريتمي من خلال بيانات سلسلة زمنية للفترة 1946م - 1957م، وقد أسفرت الدراسة عن النتائج التالية:

كانت معلمات المتغيرات التفسيرية الثلاثة لسعر الكهرباء، الدخل الفردي، والأجهزة الكهرومنزلية ذات معنوية إحصائية حيث بلغت قيمة (t) لها على الترتيب: (8.329، 4.15، -2.13).

- مرونة الطلب السعرية للكهرباء هي (-1.413) وتمثل طلبا مرنا بالنسبة للسعر.
- مرونة الطلب الداخلية للكهرباء هي 0.824، مما يوضح أن الكهرباء سلعة ضرورية للمستهلك.
- مرونة الطلب بالنسبة للسلع الكهرومنزلية هي 1.02.

2- دراسة للفتيبيط عام 1989 قام بتقدير دالة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي بالكويت من خلال استخدامه لثلاثة نماذج لبيانات سلاسل زمنية شهرية للفترة 1977م-1981م، وكانت نتائج الدراسة على النحو التالي:

أ. النموذج الأسى: جاءت العلاقة عكسية بين كمية الكهرباء المطلوبة وكل من سعر الكهرباء ومتوسط الرطوبة النسبية، في حين كانت العلاقة طردية بين الكمية المطلوبة من الكهرباء وكل من متوسط دخل الفرد ومتوسط درجة الحرارة والكمية المستهلكة من الكهرباء عن الفترة السابقة.

ب. النموذج الخطي، كانت قيم المرونات على النحو التالي:

- مرونة الطلب السعرية في الأجل القصير هي (-0.762) وتساوي (-0.934) في الأجل الطويل وتمثل طلبا غير مرنا.
- مرونة الطلب الداخلية في الأجل القصير هي (0.147) وتساوي (0.180) في الأجل الطويل مما يوضح أن الكهرباء سلعة ضرورية.

جاءت معلمات سعر الكهرباء ودرجة الحرارة والكمية السابقة المستهلكة من الكهرباء ذات دلالة إحصائية حيث بلغت قيمة (t) لها على الترتيب (-3.81)، (15.665)، (2.360) بينما لم يكن للدخول الرطوبة النسبية معنوية إحصائية حيث بلغت قيمتي (t) لهما (0.978)، (1.551).

ت. النموذج اللوغاريتمي، وكانت المرونات كما يلي:

- مرونة الطلب السعرية في الأجل القصير هي (-0.714) وتساوي (-1.088) في الأجل الطويل. وبذلك نجد أن الطلب غير مرنا بالنسبة للسعر في الأجل القصير ومرن في الأجل الطويل.
- المرونة الداخلية في الأجل القصير هي 0.266 وتساوي 0.405 في الأجل الطويل مما يدل على أن الكهرباء سلعة ضرورية في الأجلين القصير والطويل.

- وجاءت معلمات النموذج ذات دلالة إحصائية لكل من سعر الكهرباء والكمية السابقة المستهلكة من الكهرباء ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية حيث بلغت قيمة (t) لهذه المعلمات على الترتيب (-2.687)، (4.368)، (2.031)، (-2.715) بينما كانت معلمة الدخل ذات دلالة غير معنوية حيث بلغت قيمة (t) لها (1.474).
- 3- دراسة لعبد القادر محمد عبد القادر عطية عام 1998م حول تقدير دالة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي بجمهورية مصر العربية استخدم نموذج الانحدار المتعدد اللوغاريتمي لبيانات سلسلة زمنية للفترة 1980م-1996م. وقد أسفرت الدراسة على النتائج التالية:
 - مرونتا الطلب السعرية في الأجلين القصير والطويل هما (-0.113)، (-0.690) على التوالي، مما يدل على أن الطلب على الكهرباء غير مرن في كل من الأجلين القصير والطويل ولكنه أكثر تجاوباً للتغير في الأجل الطويل.
 - مرونة الطلب الدخلية في الأجل القصير هي 0.157 وتساوي 0.960 في الأجل الطويل، مما يدل على أن الطلب على الكهرباء بالنسبة للدخل في الأجل القصير أكثر ضرورة منه في الأجل الطويل.
- 4- دراسة أعدها البنك الآسيوي للإنماء عام 2003م حول: الطلب على الطاقة الكهربائية في جمهورية الصين، والتي طور فيها الباحث ونموذجاً قياسياً لتقدير الطلب على الطاقة الكهربائية، حيث استخدم فيها أسلوب تحليل التكامل المشترك (Cointegration Analysis) وافترضت الدراسة وجود علاقة بين الطلب على الكهرباء وكل من الناتج المحلي الإجمالي وعدد السكان وأسعار الكهرباء، وكان من أبرز نتائج هذه الدراسة وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة في النموذج ومنها الناتج المحلي الإجمالي وأسعار الكهرباء وعدد السكان، حيث تزداد معنوية هذه العلاقة خصوصاً بعد الإصلاحات الاقتصادية. التي اتخذت في جمهورية الصين وذلك بعد العام 1978م.
- 5- دراسة لوانل مصطفى باهي عام 2004م حول تقدير دالة الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي بالمملكة العربية السعودية استخدم نموذج التعديل الجزئي اللوغاريتمي لبيانات سلسلة زمنية للفترة 1979م-1999م. وقد أسفرت الدراسة على النتائج التالية:
 - بلغت قيمة معامل التحديد المعدل (R^2) (0.996) الأمر الذي يعني أن المحددات في المعادلة تشرح (99.6%) من الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي بالمملكة، وقد بلغت قيمة (F) (963.706) مما يعني رفض فرضية عدم القائلة بعدم وجود علاقة بين المتغير التابع مع المتغيرات المستقلة، وتشير قيمة (D.W) البالغة (2.141) إلى عدم وجود مشكلة ارتباط ذاتي في النموذج، ويواجه النموذج مشكلة الارتباط المتعدد.
 - قيم معاملات مرونة الطلب السعرية في الأجلين القصير والطويل هما (-0.07479)، (-0.152) على التوالي مما يدل على أن الطلب على خدمة الكهرباء في القطاع العائلي طلب غير مرن.
 - قيم معاملات المرونة الدخلية في الأجلين القصير والطويل هي (-0.150)، (-0.30) ، وتدل الإشارة السالبة على وجود علاقة عكسية بين الدخل والطلب على الكهرباء، وهذا غير متوافق مع النظرية الاقتصادية. مما يجعلنا غير قادرين على الوثوق به إحصائياً.

- قيم معاملات المرونة بالنسبة لعدد المشتركين في الأجلين القصير والطويل هما (0.358)، (0.726) على التوالي، مما يدل على أن الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي طلب غير مرن بالنسبة لعدد المشتركين، إلا أنه أعلى مرونة نسبياً في الأجل الطويل.
- قيم معاملات مرونة الطلب بالنسبة لعدد الأجهزة في الأجلين القصير والطويل فهما (0.591)، (1.199) على التوالي، مما يدل على أن الطلب بالنسبة للأجهزة الكهربائية أكثر مرونة في الأجل الطويل منها في الأجل القصير.

6- دراسة لانمار وآخرون عام 2010م حول تقدير فجوة الطلب على الطاقة الكهربائية في القطاع السكني بمحافظة نينوى، وقد هدفت الدراسة إلى قياس الطاقة الفعلية التي تم استهلاكها من قبل القطاع السكني لنيونيو منقمة تقدير الاحتياجات الفعلية للقطاع السكني لنيونوى وفقاً للمؤشرات العلمية بهدف تحديد الفجوة بين التجهيز والطلب، والتعرف على السبل المتاحة لتغطية هذه الفجوة مستعينين بأخر المستجدات في مجالات الطاقة الكهربائية ومن ثم تقدير فجوة الطلب. وتفترض الدراسة أن أزمة نقص الطاقة الكهربائية في محافظة نينوى سببها العديد من المتغيرات التي أسهمت بنسب مختلفة في تنامي فجوة الطلب على الطاقة الكهربائية، منها الناتج المحلي الإجمالي والنمو السكاني والتطور العمراني ودرجة الحرارة والوقود من النفط والغاز المستخدم للإنتاج.

من أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة هي وجود علاقة عكسية مع درجات الحرارة وطردية للناتج المحلي الإجمالي للطلب على الكهرباء. وأكبر فجوة للطاقة الكهربائية للقطاع السكني في نينوى سجلت 58%، ومن الملاحظ أن حصة الفرد من الطاقة الكهربائية في نينوى بلغت 851 كيلوات ساعي. أما التوصيات التي خلصت إليها هذه الدراسة فهي: بناء محطات جديدة للطاقة الكهربائية لسد النقص الموجود والعمل على صيانة وتأهيل محطات توليد الكهرباء الحالية، وترشيد الاستهلاك وزيادة كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية، استخدام محطات شمسية ومزارع الرياح والسدود المهيأة التي تعد صديقة للبيئة من تلوث الكهرباء.

7- *D.R. Kamerschen, and D.V. Porter, The demand for: residential, industrial and total electricity Department of Economics, Terry College of Business, The University of Georgia, USA, 2004*

قام الباحثان في هذه الورقة البحثية سنة 2004 بتقدير دالة الطلب على الكهرباء لثلاث قطاعات السكني 1998م باستخدام بيانات سلسلة - الصناعي والكل للولايات المتحدة الأمريكية للفترة الممتدة بين 1973 زمنية سنوية واعتماداً على نموذج التعديل الجزئي، بالنسبة للنموذج السكني أعتمد على المتغيرات التفسيرية التالية: الناتج المحلي الإجمالي، السعر الحدي للكهرباء، سعر الغاز الطبيعي، درجة الحرارة اليومية على مدار السنة، كمية الكهرباء المباعة السنوية للمستهلك للفترة السابقة (المتغير المتباطئ)، وجد أن إشارة معلمة السعر الحدي للكهرباء سالبة في القطاعات الثلاثة، بالنسبة للقطاع العائلي فقد توصل الباحث إلى أن كل من المتغيرات التالية: الناتج المحلي الإجمالي، متوسط سعر الغاز الطبيعي ودرجة التبريد اليومية على مدار السنة والمتغير المبطل ذو دلالة معنوية، أي لها تأثير معنوي على المتغير التابع أما بالنسبة للمرونة فقد تحصل على أن:

- مرونة الطلب السعرية في الأجل القصير تساوي (- 0.10) ويدل هذا أن الطلب غير مرن؛
- بلغت مرونة الطلب الداخلية في الأجل القصير 0.658، مما يدل على أن الكهرباء سلعة ضرورية؛

- بلغت المرونة التقاطعية لسعر الغاز الطبيعي 0.45 وهذه النتيجة تدل على أن الغاز الطبيعي سلعة بديلة؛
- بلغت قيمة معامل التعديل 0.213 ، ومن خلالها نجد أن المرونات في المدى الطويل لكل من السعر والدخل على التوالي: (-0.45)، 3.089.

8- *Imen Gama, Jaleddine Ben Rejeb, "Electricity demande in Tunisia" Energy policy volum45.*

عمل الباحث ان في هذه الدراسة على إبراز العوامل الأساسية المحددة للطلب الكلي على الكهرباء في تونس في المدى الطويل وكمية هذا التأثير من خلال حساب المرونات، مع إيجاد الصيغة الملائمة للنموذج باستخدام نموذج اتجاه الانحدار الذاتي وبيانات سنوية للفترة الممتدة من 1976 إلى 2006م، وهذا من أجل تحديد السياسة المناسبة للتخفيض من استهلاك الكهرباء. وتوصل البحث إلى أن محددات الطلب هي: الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الثابتة، درجة التحضر، متوسط درجة الحرارة السنوية، سعر الكهرباء للكيلوات ساعي، استهلاك الكهرباء للقطاعات السابقة، ومرونتها تتوافق مع ماتتص عليه النظرية الاقتصادية وتختلف درجة التأثير فيما بينها، فالطلب مرن بشكل كبير لكل من التحضر (2.46) ودرجة الحرارة (1.32) وغير مرن للدخل (0.86) والسعر (- 0.24) .

9- *Ferda Halicioglu, Residential electricity demand dynamics in Turkey, Energy Economics, V29, Elsevier, 2007.*

هدفت هذه المقالة إلى حصر محددات الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي لتركيا خلال الفترة 1968-2005م والبرهنة على العلاقة بين الدخل، التحضر والسعر للطلب العائلي على الكهرباء في المدينين الطويل والقصير باستخدام اختبار حدود التكامل المشترك بهدف معرفة السياسة اللازمة لتطبيقها. وتوصل البحث إلى أن كل المتغيرات تؤثر في الطلب على الكهرباء للقطاع العائلي بتركيا وإشارات تتوافق مع ما تنص عليه النظرية الاقتصادية وتختلف درجة تأثير كل منها على الطلب، فالطلب غير مرن لكل من الدخل 0.70 والسعر (-0.52) فزيادة الدخل سوف تؤدي إلى زيادة الطلب من السلع والخدمات الكهربائية، وقيمة المرونة في المدى الطويل أكبر منها في المدى القصير، في حين الطلب مرن بشكل كبير لمتغير التحضر (1.34)، أي أنه إذا زاد معدل التحضر بنسبة 1% فإن استهلاك الكهرباء أو الطلب على الطاقة الكهربائية يزداد بنسبة 1.34% . وعليه فإن التحضر هو أحد المؤشرات الاقتصادية المفسرة للطلب على الكهرباء بتركيا.

10- دراسة لنصر الدين ادريس، مساعد يوسف عام 2008م، تناولت الدراسة النموذج القياسي للطلب على الكهرباء في السودان من أجل عملية التكييف الدائم بين العرض والطلب على الكهرباء في القطاع السكني. وهدفت الدراسة إلى تقدير الطلب على الكهرباء باستخدام نموذج الانحدار وتحديد العوامل التي تؤثر في الطلب على الكهرباء والتنبؤ به مستقبلا. أما النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة فإن العلاقة طردية بين الدخل والطلب على الكهرباء، بمعنى أنه كلما زاد الدخل زاد الطلب على الكهرباء، وأن هناك علاقة عكسية بين السعر والطلب على الكهرباء. أما من الناحية الإحصائية فإن النموذج متسق وذو مغنوية.

وتوصلت الدراسة إلى عدد من التوصيات أهمها استخدام النماذج القياسية لتقدير الكميات المطلوبة من الكهرباء، كونها طريقة علمية تساعد في التخطيط لإنتاج الطاقة الكهربائية. وعلى الهيئة الوطنية للكهرباء وضع أسعار أو تعريف

للكهرباء تتناسب المستهلك لان السعر يعتبر متغيرا رئيسا في تحديد الكميات المطلوبة من الكهرباء. وعلى الجهات المسؤولة مراعاة تحديد دخل الفرد مع ما يتماشى مع زيادة أسعار متطلبات الحياة الضرورية. وتوفير المعلومات الإحصائية وتنظيمها بصور تصحيحية حتى تساعد في رسم التخطيط السليم.

11- دراسة لمخلد سالم العمري ومحمد عبد الهادي 2008م حول: الطلب على الطاقة الكهربائية في الاقتصاد الأردني، هدفت الدراسة إلى التعرف على محددات الطلب على الطاقة الكهربائية في الاقتصاد الأردني خلال الفترة 1985-200م والتنبؤ بمستقبل نموها حتى عام 2015م، حيث استخدمت الدراسة منهجية Auto Regressive Distributed Lags (ARDL) لإيجاد أثر كل من معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي ومعدل نمو عدد السكان ومعدل نمو الرقم القياسي لأسعار الطاقة ومعدل نمو تحسين الكفاءة الإنتاجية في القطاع الصناعي على معدل نمو الطلب على الطاقة الكهربائية في الأردن. وقد خلصت الدراسة إلى أن الطلب على الطاقة الكهربائية ينمو بسبب زيادة كل من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي وعدد السكان.

وقد كانت العلاقة عكسية بين كل من معدل أسعار الطاقة وتحسين الكفاءة الإنتاجية في القطاع الصناعي من جهة وبين معدل النمو في الطلب على الطاقة الكهربائية من جهة أخرى. وقد جاءت كافة المتغيرات ذات دلالة إحصائية معنوية. وتقتصر الدراسة البحث عن بدائل متعددة لمصادر الطاقة كاستخدام الغاز الطبيعي وإحلاله التدريجي محل زيت الوقود والسولار في الصناعات المختلفة وفي عمليات توليد الطاقة الكهربائية كمرحلة أولى، تمهيداً لتعميمه للاستخدام في القطاع المنزلي والتجاري ووسائل النقل، خاصة في المدن الرئيسية. وضرورة إتباع السياسات التي من شأنها ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية وتحسين كفاءة استخدامها.

12- دراسة لخلود موسى عمران وريسان عبد السلام عام 2012م حول: استخدام بعض الأساليب الإحصائية للتنبؤ بالطلب على استهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، تناولت الدراسة التنبؤ بالطلب على استهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، ومعرفة المتغيرات التي تؤثر في الاستهلاك نتيجة التزايد المستمر في طلب الطاقة الكهربائية بالمملكة. وهدفت الدراسة إلى معرفة العوامل التي تؤثر في دالة استهلاك الطاقة الكهربائية بالمملكة العربية السعودية، واستخدام الأساليب الإحصائية للتنبؤ بتوقعات الطلب على الطاقة الكهربائية في السعودية. كما افترضت الدراسة أن تسارع النمو الاقتصادي في المملكة العربية السعودية والتوسع في المجالات العمرانية والخدمية والصناعية وقيام عدد من المدن الاقتصادية مما تقتضي الحاجة لإضافة قدرات توليد إضافية للسنوات القادمة التنبؤ بالطلب ومعرفة العوامل المحددة للطلب على الكهرباء. وقد استخدمت الدراسة طرق تنبؤ مختلفة منها الانحدار البسيط والمتعدد والتمهيد الأسلوب وكسجينكينز للوصول إلى أفضل نموذج قياسي للتنبؤ. أما نموذج الدراسة فقد استند استهلاك الطاقة الكهربائية (المتغير التابع) على المتغيرات المستقلة الآتية: عدد السكان، الناتج المحلي الإجمالي، المتغير المبطأ (المتغير الذاتي لاستهلاك الكهرباء في السنة الماضية).

وتوصلت الدراسة إلى نتائج عديدة منها تم التوصل إلى أهم المتغيرات التي تؤثر إيجابيا في استهلاك الطاقة الكهربائية بالمملكة العربية السعودية وهي متغير الناتج المحلي الإجمالي وعدد السكان واستهلاك الطاقة الكهربائية في الفترة السابقة والتوصل إلى أفضل نموذج للطاقة الكهربائية. وأن هناك نمو في استهلاك الطاقة الكهربائية يبلغ 32% سنويا وأن زيادة التطور الاقتصادي بمختلف أنواعه. وتوصي الدراسة بتطوير الطاقة الكهربائية بالمملكة العربية السعودية من خلال الاستعانة بتقنيات التوليد المشترك ومشاريع الربط الكهربائي والاستعانة بمصادر الطاقة المتجددة.

13- دراسة لمحمد شحاتيت وآخرون عام 2015م: هدفت الدراسة إلى تحليل العلاقة بين استهلاك الكهرباء للأغراض المنزلية والنمو الاقتصادي في الأردن ومعرفة العوامل المحددة لهذه العلاقة خلال الفترة 1980-2012م وتم بناء نموذج اقتصادي قياسي اعتمادا على النظرية الاقتصادية ونموذج الانحدار الذاتي المتجه VAR. ولفحص أداء النموذج، تم تطبيق عدة اختبارات أهمها اختبار جذر الوحدة واختبار عدد فترات التباطؤ واختبار التكامل المشترك واختبار السببية. وقد بينت الدراسة عدم وجود تأثير معنوي لاستهلاك الكهرباء على نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي وأن تأثير السعر على استهلاك الكهرباء كان معنويا وساليا. واتضح من النتائج أن العلاقات السببية بين متغيرات النموذج كانت أحادية unidirectional ، وأن النتائج تتفق مع النظرية الاقتصادية المتعلقة بالطلب على السلع والإنتاج والأسعار.

أما في الجزائر فقد ندرت الدراسات التطبيقية المتخصصة في الطلب على الكهرباء بالقطاع العائلي. منها:

14- رسالة ماجستير لبشير بلغيث عام 1996 بعنوان: "مسألة التكييف الدائم بين العرض والطلب على الكهرباء-حالة الجزائر"، والتي اشتملت على نتائج أهمها:

- قيد الزمن: تتطلب منشآت الإنتاج، النقل والتوزيع أجالا بعيدة لبنائها وحياة طويلة، مما يتطلب التخطيط المسبق لإقامتها وتطويرها.
- يغطي التنبؤ فترات مختلفة: المدى البعيد، لتحسيس صاحب القرار بسيئاريوهات التطور المستقبلي والنتائج المترتبة عنها وأخذ التدابير اللازمة. أما المدى المتوسط، فلتحضير البرنامج الأمثل للصيانة وتحديد برنامج التزود بالوقود الخاصة بالمحطات، ونمط استغلال عناصر النظام الكهربائي. والمدى القصير، لتحضير قواعد الاستغلال والتنسيق بين وحدات الإنتاج وتشغيل الشبكات، وأخذ التدابير والإجراءات المستعجلة.
- يواجه التكييف بين العرض والطلب على الكهرباء صعوبات ناجمة عن خصائص وقيود النظام الكهربائي منها: استحالة تخزين الكهرباء، ضرورة تلبية الطلب على الكهرباء، طبيعة سلسلة الإنتاج، النقل والتوزيع، قيد الزمن وقيد عدم التجزئة.

15- رسالة ماجستير لرحيم إبراهيم عام 2012م بعنوان: دراسة قياسية للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر-للفترة 1969-2008م، تناولت هذه الدراسة نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر خلال الفترة المذكورة آنفا بهدف تحديد العوامل الأساسية المفسرة للطلب على الكهرباء، والمساهمة في عملية التكييف الدائم بين العرض والطلب على هذه السلعة الحيوية. وكانت نتائج الدراسة على النحو التالي:

- أهم المتغيرات المحددة للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر هي: سعر الغاز، متوسط الدخل الفردي، عدد المشتركين سنويا، المتغير المبطل المتمثل في كمية الكهرباء المستهلكة في الفترة السابقة؛
- عدم مرونة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر بسبب أن الكهرباء سلعة ضرورية بالنسبة للمستهلك؛
- أهمية التنبؤ بالطلب على الكهرباء لمواجهة العجز في عرض الطاقة الكهربائية، أو وجود طاقة عاطلة في محطات التوليد لتفادي الأضرار السلبية التي تضر بالاقتصاد الوطني.
- اعتماد نموذج الانحدار الخطي المتعدد الديناميكي الذي يتشكل من معادلة واحدة والذي يصلح للتنبؤ في المدى القصير والطويل في آن واحد، كونه يحتوي على المتغير التابع كمتغير مبطل تفسيري.

16- أطروحة دكتوراه **لدلهم خليدة، السنة الجامعية 2016 -2017م بعنوان: "المتغير الديمغرافي في الجزائر والتنبؤ بالطلب على الكهرباء"**، لدراسة وتحليل العلاقة بين الطلب على الكهرباء في القطاع العائلي والمتغيرات الديمغرافية (عدد السكان، معدل النمو السكاني، التركيبة العمرية) والاقتصادية (السعر والدخل) خلال الفترة 1967-2013م والتنبؤ بالقيم المستقبلية للفترة 2014-2025م، اعتمادا على الصيغة اللوغاريتمية لنمذجة هذه العلاقة. توصل البحث إلى أن المتغيرات الديمغرافية هي أكثر تأثيرا في الطلب العائلي للطاقة الكهربائية، الذي سيعرف زيادة مطردة مستقبلاً، ولتغطية هذا النمو نجد أن المصادر الحالية الناضبة غير كافية لذلك، ولتفادي الوقوع في العجز يجب اعتماد سياسات ترشيد استهلاك الكهرباء، والبحث عن مزيج طاقتوي بديل مستدام.

أوجه الاختلاف والشبه (الفجوة) بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية

من خلال هذه الدراسات ودراسات سابقة أخرى، تجدر الإشارة إلى أن الباحث قد استفاد مما عاجته هذه الدراسات وما توصلت إليه من نتائج، ونخص بالذكر النماذج المعتمدة في تقدير الطلب على الكهرباء وأهم المتغيرات المستقلة المدرجة ضمن تلك النماذج المفسرة للطلب على الكهرباء. غير أن معظم الدراسات التي تمكنا من الاطلاع عليها (وهي كثيرة)، اكتفت بالدراسات القياسية التي تعتمد على الاختبارات من الدرجة الثانية دون التطرق إلى التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ إلا القليل منها، وأن ذلك من شأنه أن يؤدي إلى الوصول لنتائج زائفة، وبالتالي إلى اتخاذ قرارات غير سليمة وقد تكون مضللة في نفس الوقت. ويمكن تصنيف هذه الدراسات من خلال أوجه الشبه والاختلاف إلى:

- **الدراسات التي ركزت على جانب الطلب على الكهرباء:**
 - دراسة كل من: (أحمد بلال؛ 2011م)، (Carl Kaysen)، (فيشر وكيزين)، (البنك الآسيوي؛ 2003م)، (شحاتيت؛ 2015)، (محمد عبد الهادي؛ 2008م) أن هذه الدراسات تتشابه مع الدراسة الحالية في تقدير دالة الطلب على الكهرباء، من حيث المتغيرات المستقلة (الناتج المحلي الإجمالي وعدد السكان، والمتغير الذاتي لكمية الكهرباء المستهلكة في الفترة السابقة) وتشابها مع دراسة مخلد ودراسة Bader في استخدام منهجية التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ، كما استفادت من الدراسات السابقة الذكر في اختيار نموذج الدراسة المعتمد. واختلفت معهم في انفرادها ببعض المتغيرات التي لم تتناولها الدراسات السابقة، كمتغير الفاقد في الكهرباء، وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وعدد المشتركين.
- **الدراسات التي ركزت على الطلب والعرض للكهرباء:**

ختلفت دراسة كل من (Manuel Buzoianu, Anthone) معالدراسة الحالية في أن هذه الدراسة تناولت دالة الطلب والعرض للكهرباء معا، وكذا استخدام متغير سعر الغاز المستخدم لإنتاج الكهرباء. واتفقتا في بعض المتغيرات الأخرى في الطلب على الكهرباء. أما دراسة الصديق، 2007 م، وانشراح، 2005 م فقد تناولت الآثار الاقتصادية والتنموية للكهرباء. وختلفت مع الدراسة الحالية في تناولها لنماذج العرض والطلب للكهرباء واتفقتا في استخدام التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ. ولقد اختلفت هذه الدراسة لسد النقص في مثل هذه المواضيع التي تهتم بمدى الأثر الذي يتركه القياس الدقيق لتلك الدوال للتنبؤ من جانب، والوقوف على مشاكل الاقتصاد القياسي للنماذج القياسية قصيرة وطويلة المدى التي تواجه الباحث وحل هذه المشاكل بالطرق المختلفة والمستحدثة من الجانب الآخر.

أما نقطة الاختلاف الجوهرية بين الدراسات السابقة والدراسة الحالية فهي تتمثل في أن هذه الأخيرة تناولت بشيء من التفصيل الجانب البيئي من خلال التطرق لنظم الإدارة البيئية وربطها بالتنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء، بالإضافة إلى مصادر توليد الكهرباء وضرورة التحول نحو الطاقات المتجددة لما تتميز به من قدرة تنافسية في إنتاج الكهرباء مستقبلا.

عاشرا: الصعوبات التي واجهت الباحث:

واجهت الباحث عدة عقبات أثناء إنجازه لهذه الأطروحة، إن على المستوى النظري أو على المستوى التطبيقي، نذكر منها على سبيل الذكر لا الحصر ما يلي:

- ندرة الدراسات الجزائرية السابقة المعالجة لموضوع المذكرة (حالة الجزائر)؛
- تجميع المعلومات في ظل عدم التأكد؛
- عدم دقة البيانات المتاحة واختلافها أحيانا من مصدر إلى آخر؛
- صعوبة الحصول على البيانات الرسمية والمتعلقة بموضوع البحث.

حادي عشر: هيكل الدراسة:

حرصا على أن تكون هذه الدراسة ذات طابع منهجي أكاديمي فإن محاولة الإجابة عن التساؤلات واختبار الفرضيات المتبناة، عمدنا إلى تناول هذا الموضوع من خلال خمسة فصول تسبقها مقدمة تتضمن مختلف المحاور الأساسية لموضوع البحث وتساؤلاته، وتنتهي بخاتمة تتضمن نتائج البحث النظرية والتطبيقية، بالإضافة إلى جملة من التوصيات والاقتراحات المنبثقة من نتائج الدراسة ثم تليها آفاق البحث.

- الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية؛
- الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة للطلب على الكهرباء؛
- الفصل الثالث: الطاقات المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي؛
- الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر خلال فترة الدراسة؛

مقدمة

- الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك وأشعة الانحدار الذاتي الهيكلي "SVAR".

الفصل الأول:

نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في
المؤسسة الاقتصادية

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

تمهيد:

نتيجة للتغيرات والتطورات الاقتصادية والسياسية والاجتماعية التي أدت إلى استفحال مظاهر التلوث البيئي منذ النهضة الصناعية في القرن الثامن عشر، ازداد الوعي العالمي بضرورة حماية البيئة، وكان إرساء وتعزيز منظومة للإدارة البيئية من المدركات والالتزامات الهامة في استغلال الموارد وإدارة المؤسسات في ظل السعي للحصول على شهادة دولية (ISO14001 مثلا) بالنسبة للمؤسسات الاقتصادية. والأعظم من ذلك، تعتبر الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي للمؤسسة من الأدوات المهمة في تحقيق التنمية المستدامة في البلدان التي تسلك هذا المنهج.

انطلاقاً من مثلث التنمية المستدامة، وفي ضوء خارطة المؤشرات البيئية تتقدم هذه الدراسة بمحاولة مقترحة لرسم أبعاد التحرك والانتقال بين زوايا المثلث الحرج للتنمية والبيئة والموارد، أي بين الكفاية البيئية والكفاءة الاقتصادية والتوفر النسبي للموارد، وأثر كل منها في تحقيق النمو الاقتصادي المقرون بتوازن بيئي يعزز الموارد النادرة، حذ الباحث أن يبدأ الأطروحة بهذا الفصل الموسوم بـ: "نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسات الاقتصادية"، وقد تم تقسيم هذا الفصل على النحو التالي:

1.1- مفاهيم حيوية حول اقتصاديات البيئة وأساسيات النظم البيئية

2.1-التوازن الأيكولوجي والتغيرات في النظم البيئية

3.1-نظم الإدارة البيئية وسلسلة المواصفات الدولية ISO 14000

4.1-تحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

1.1- مفاهيم حيوية حول اقتصاديات البيئة وأساسيات النظم البيئية

خلق الله سبحانه وتعالى الكون في نظام محكم دقيق، وأودع فيه ثروات جمّة، وجعل لكل عنصر في الكون دورا وقدرًا، واستخلف الإنسان في الأرض وسخر له كل ما أوجد، وأمره باستغلال مواردها الطبيعية تلبية لاحتياجاته، ونهاه عن الإسراف وأمره بالاعتدال لما فيه من تحقيق للتوازن البيئي الذي يكفل الاستمرار لكل العناصر. قال تعالى في محكم تنزيله: ﴿والذين إذا أنفقوا لم يسرفوا ولم يقتروا وكان بين ذلك قواماً﴾¹ سورة الفرقان- الآية 7. وقوله عز من قائل: ﴿إنا كل شيء خلقناه بقدر﴾². سورة القمر- الآية 4

1.1.1- مفاهيم حيوية حول اقتصاديات البيئة ومكوناتها

يعتبر مصطلح البيئة من المصطلحات اللامعة في العصر الحالي لما له من تأثير قوي على معطيات الحياة. ونظرا لما يقتضيه البحث العلمي من دقة، ينبغي تحديد الأصل التاريخي لهذا المصطلح.

أولاً: مفاهيم حيوية حول اقتصاديات البيئة

1- مفهوم البيئة لغة:

البيئة في اللغة العربية مشتقة من الفعل (باء) و(تبوأ) أي نزل وأقام. قال ابن منظور في معجمه الشهير لسان العرب: باء إلى الشيء أي رجع إليه. وذكر المعجم نفسه معنيين قرييين من بعضهما البعض لكلمة تبوأ، الأول: إصلاح المكان وتهيئته للمبيت فيه. والثاني بمعنى النزول والإقامة³. والبيئة بمعناها اللغوي الواسع تعني الموضع الذي يرجع إليه الإنسان، فيتخذ فيه منزله ومعيشتة⁴، وقد قال الله تعالى في محكم تنزيله: ﴿وكذلك مكنا ليوسف في الأرض يتبوأ منها حيث يشاء نصيب برحمتنا من نشاء ولا نضيع أجر المحسنين﴾⁵ سورة يوسف- الآية (56)⁵. ولعل ارتباط البيئة بالمنزل دلالة الواضحة حيث تعني في أحد جوانبها تعلق قلب المخلوق بالدار وسكنه إليها، ومن ثم يجب أن تتال البيئة بمفهومها الشامل اهتمام الفرد كما ينال منزله وبيته واهتمامه وحرصه. وفي اللغة الفرنسية، جاء في قاموس "Larousse" بأن البيئة (Environnement) هي: "مجموع العناصر الطبيعية والصناعية التي تمارس فيها الحياة الإنسانية"⁶. أما في اللغة الإنجليزية، كما جاء في قاموس "ويستر"، فإن اصطلاح البيئة هو: "مجموع الظروف الاجتماعية والثقافية التي تؤثر على حياة الفرد أو الجماعة، كالعرف والقوانين، واللغة والدين، والمنظمات الاقتصادية والسياسية"⁷.

¹ القرآن الكريم، سورة الفرقان، الآية 7.

² القرآن الكريم، سورة القمر، الآية 49.

³ نجم العزاوي، عبد الله النصار، 2010، إدارة البيئة- نظم ومتطلبات وتطبيقات ISO14000، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، ص 93.

⁴ كافي فريدة، 2014-2015، الطاقات المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة-دراسة حالة الجزائر، أطروحة دكتوراه الطور الثالث، قسم العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة باجي المختار، عنابة، الجزائر، ص 185.

⁵ القرآن الكريم، سورة يوسف، الآية 56.

⁶ كافي فريدة، مرجع سابق، ص 6.

⁷ المرجع السابق، ص 185.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

مما سبق ندرك أن المعنى اللغوي لكلمة "بيئة" يكاد يكون متطابقاً بين مختلف اللغات، فهو يدل على المكان أو الوسط الذي يعيش فيه الكائن الحي بوجه عام، كما ينصرف إلى الظروف المحيطة بالكائن الحي، أي كانت طبيعة تلك الظروف، طبيعية أو اجتماعية أو بيولوجية أو غيرها.

2- مفهوم البيئة اصطلاحاً:

إن مصطلح " Ecology " مشتق عن الأصل اليوناني لكل من المفردة " Oki,s " والتي تعني مسكن، والمفردة "Loges" وتعني علم. والإيكولوجيا أو علم التنبؤ كمصطلح نسب تاريخياً إلى عالم البيولوجيا الألماني أرنست هيجل عام 1869 والذي استخدمه للدلالة على علاقة الكائن الحي ببيئته العضوية وغير العضوية. إذ يعرف علم التنبؤ بالعلم الذي يهتم بالعلاقات والتفاعلات بين الأحياء مع بعضها مثل النباتات والحيوانات والأحياء الأخرى، وبينها وبين محيطها المتكون من الماء والهواء والمعادن والتربة، وأن جوهر تشكيل هذا النظام هو الأشعة الشمسية¹.

يعود تحديد مفهوم البيئة العلمي إلى العلماء العاملين في مجال العلوم الحيوية والطبيعية، فيرى البعض أن للبيئة مفهومين يكمل بعضهما البعض، أولهما "البيئة الحيوية" وهو كل ما يختص لا بحياة الإنسان نفسه من تكاثر ووراثة فحسب، بل تشمل علاقة الإنسان بالكائنات الحية، الحيوانية والنباتية، التي تعيش في صعيد واحد. أما ثانيهما فهي " البيئة الطبيعية أو الفيزيائية " وهذه تشمل موارد المياه وتربة الأرض والجو ونقاوته أو تلوثه وغير ذلك من الخصائص الطبيعية للوسط.

ويرى البعض الآخر أن البيئة تعني الوسط الذي يعيش فيه الكائن الحي أو غيره من المخلوقات، وهي تشكل مجموع الظروف والعوامل التي تساعد الكائن الحي على بقائه ودوام حياته. ويحاول اتجاه آخر التركيز على الإنسان باعتباره أحد مكونات البيئة الفاعلة، فيعرف البيئة بأنها كل مكونات الوسط الذي يتفاعل معه الإنسان مؤثراً ومتأثراً، أو هي الإطار الذي يعيش فيه الإنسان ويحصل منه على مقومات حياته، من غذاء وكساء ودواء ومأوى. وفي الوقت الحاضر أجمع العلماء على أن مفهوم البيئة يشمل كل الظروف والعوامل الخارجية التي تعيش فيها الكائنات الحية وتؤثر في العمليات التي تقوم بها، فالبيئة بالنسبة للإنسان هي الحيز والوسط الذي يعيش فيه والذي يحتوي على التربة والماء والهواء وما يتضمنه كل عنصر من تلك العناصر الثلاثة من مكونات جمادية وكائنات حية².

ويبدو الأقرب للحقيقة العلمية القول: "إن البيئة هي مجموع العوامل الطبيعية والبيولوجية والعوامل الاجتماعية والثقافية والاقتصادية التي تتجاوز في توازن، وتؤثر على الإنسان والكائنات الأخرى بطريق مباشر أو غير مباشر". وهذا التعريف يبصر بأن البيئة اصطلاحاً ذو مضمون مركب: فهناك البيئة الطبيعية، وتشمل الماء والهواء والتربة وأشعة الشمس، وما يعيش على تلك العناصر من إنسان ونبات وحيوان. وهناك البيئة الاصطناعية وهي تشمل كل ما أوجده تدخل الإنسان وتعامله مع المكونات الطبيعية للبيئة، كالمدن والمصانع والعلاقات الإنسانية والاجتماعية التي تدير هذه المنشآت.

¹ نجم العزاوي، عبد الله النفار، مرجع سابق، ص ص 93-94.

² فراس أحمد الخرجي، 2007، الإدارة البيئية، الطبعة الأولى، داركنوز المعرفة العلمية، عمان، ص ص 15-16.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

بصفة عامة، تشير البيئة إلى المحيط الكائن حول الإنسان أو الحيوان أو برنامج حاسوب أو نفس الإنسان. ويتفق العلماء في الوقت الحاضر على أن مفهوم البيئة يشمل جميع الظروف والعوامل الخارجية التي تعيش فيها الكائنات الحية وتتأثر في العمليات التي تقوم بها. فالبيئة بالنسبة للإنسان- "الإطار الذي يعيش فيه والذي يحتوي على التربة والماء والهواء وما يتضمنه كل عنصر من هذه العناصر الثلاثة من مكونات جمادية، وكائنات تتبض بالحياة. وما يسود هذا الإطار من مظاهر شتمن طقسومناخ ورياح وأمطار وجاذبية ومغناطيسية... الخ، ومن علاقات متبادلة بين هذه العناصر".

وتأسيسا على ما سبق نعي أن مفهوم البيئة عميق وذو مدلول واسع نظرا لشموليته وتفاعله وتداخله مع العلوم الأخرى، وهذا ما دفع الدارسين له والباحثين فيه يسعون لكشف معالمه والغوص في حقائقه، وأفضى بسيل من التعاريف التي نورد أهمها في هذا الصدد:

- مؤتمر ستوكهولم عام 1972: أعطى مفهومها واسعا للبيئة حيث أصبحت تدل على " ذلك الرصيد من الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته¹.
- تعريف آخر للأمم المتحدة عن البيئة: " هي ذلك النظام الفيزيائي والبيولوجي الذي يحيى فيه الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وهي كل متكامل وإن كانت معقدة تشمل عناصر متداخلة ومتربطة.
- قاموس البيئة العام: " هي ذلك الوسط الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي الذي يحيط بالكائن الحي².

وبناء على ما تقدم نستنتج ما يلي:

- البيئة هي ذلك الوسط الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي الذي يحيط بالكائنات الحية.
- توجد علاقة تبادلية بين الكائنات الحية وذلك المحيط الذي تسكنه.
- تتلائم طبيعة وخصائص كل من البيئة والكائنات الحية حسب نوع التفاعل الحاصل بصورة سلبية أم إيجابية.

3- مفهوم البيئة في الفكر المعاصر

ذهب بعض المفكرين المعاصرين إلى تعريف البيئة على أنها: "كلمة لا تعني شيئا لأنها تعني كل شيء" وهو تعريف يعكس ما يكتنف هذا المصطلح من غموض، لذا فقد أصبح للبيئة مفاهيم متنوعة ومتباينة. والتي يمكن تجزئتها إلى قسمين رئيسيين: الأول يختص بالمفهوم الأيكولوجي للبيئة الذي يركز على الطبيعة التي تحيط بالإنسان، وأما الثاني فهو المفهوم الواسع للبيئة الذي تبناه مؤتمر ستوكهولم لسنة 1972م.

¹ نصير أمنة محمد، 1995، الإسلام وحماية البيئة، مجلة الإسلام اليوم، مجلة دورية تصدرها المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة، العدد الثالث عشر، ص 64.

² وردم، باقر محمد علي الأشقر، يوسف محمد، 1998، قاموس البيئة العام، الطبعة الأولى، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، ص 81.

أ) المفهوم الأيكولوجي للبيئة

تعرف الأيكولوجيا بأنها "مجموع كل المؤثرات والظروف الخارجية المباشرة وغير المباشرة المؤثرة على حياة ونمو الكائنات الحية¹. وهو ما جعل البعض يعرف البيئة بأنها "الوسط الطبيعي الذي يعيش فيه الإنسان"، كما عرفها بعضهم بأنها "الوسط أو المجال المكاني الذي يعيش فيه الإنسان بما يضم من ظواهر طبيعية وبشرية يتأثر بها ويؤثر فيها"². وفي هذا الصدد يرى الاقتصادي "كوبر" أن الإطار البيئي يتكون من ثلاثة عناصر متداخلة مع بعضها البعض وهي: البيئة كمصدر للترفيه والتمتع بالمناظر الطبيعية، والبيئة كمصدر للموارد الطبيعية، والبيئة كمستودع لاستيعاب المخلفات³.

وذهب البعض الآخر إلى القول بأن "البيئة مخزن أو مستودع للموارد الطبيعية والبشرية المتوفرة في مكان محدد وزمان معين، والمستخدم لإشباع حاجات الإنسان". كما وصف عبد الرحمان محمود الحيارى (2004) البيئة بأنها: "المحيط الذي يشمل الكائنات الحية وغير الحية، وما يحتويه من مواد، وما يحيط به من هواء وماء وتربة، وتفاعلات أي منها، وما يقيمه الإنسان من منشآت"⁴. فالبيئة إذن هي وعاء شامل لعناصر الطبيعة المتجددة وغير المتجددة، وعلاقة الإنسان بالبيئة متبادلة الأثر والتأثير، لذلك فهي المصدر الذي يحصل منه الإنسان على مقومات حياته.

مما سبق نخلص إلى أن البيئة بهذا المفهوم، تمثل المحيط الذي يعيش فيه الإنسان ممارسا فيه نشاطاته في الحياة، غير أننا نسجل على هذا المفهوم الأيكولوجي للبيئة قصورا كونه لا يربط بين البيئة وبين العادات والتقاليد التي يرتبط بها الإنسان في سلوكه وأنشطته الإنتاجية والاستهلاكية، ويتجاهل شكل المؤسسات الاجتماعية والاقتصادية التي تنظم المجتمع، والعلاقات التي تربط بينها وبين البيئة، كما يتجاهل الوسط الاجتماعي للإنسان ومدى نظرتة للبيئة ومشاكلها.

ب) مفهوم البيئة حسب مؤتمر استكهولم

توج مؤتمر استكهولم (السويد: 1972) تحت مظلة الأمم المتحدة بإعطاء مفهوم للبيئة أكثر شمولية ويعني "رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما وفي مكان ما لإشباع الحاجات الإنسانية وتطلعاته". والبيئة وفقا لهذا المؤتمر ومؤتمر تبايسي 1978م أن البيئة هي: "مجموعة من النظم الطبيعية والاجتماعية والثقافية التي يعيش فيها الإنسان والكائنات الأخرى والتي يستمدون منها زادهم، ويؤدون فيها نشاطهم"⁵. ومن ثم أصبحت البيئة هي كل ما تخبرنا به حواس السمع والبصر والشم واللمس والتذوق، سواء كان هذا موجود في الطبيعة أو من صنع الإنسان⁶.

¹ الشيخ محمد صالح، 2002، الآثار الاقتصادية والمالية ووسائل الحماية منها، الطبعة الأولى، مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية، مصر، ص 15.
² كافي فريدة، مرجع سابق، ص 187.
³ وانجر ترفيس، ترجمة صابر محمد، 2007، البيئة من حولنا دليل لفهم التلوث والآثار، الجمعية المصرية للمعرفة والثقافة العلمية، القاهرة، مصر، ص 19.
⁴ سليمان كعوان، جابة أحمد، تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد 2015/14، الجزائر، ص 51.
⁵ إبراهيم بورنان، 2007، الغاز الطبيعي ودوره في تأمين الطلب على الطاقة-حالة الجزائر، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر، ص 75.
⁶ الشيخ محمد صالح، مرجع سابق، ص 17.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

ت) مفهوم البيئة عند المشرع الجزائري

اعتبر المشرع الجزائري أن: " البيئة تتكون من الموارد الطبيعية اللاحوية والحيوية كالهواء والماء والأرض وباطنها، والنبات والحيوان، بما في ذلك التراث الوراثي، وأشكال التفاعل بين هذه الموارد، وكذا الأماكن والمناظر الطبيعية"¹، وبذلك فقد اقترب المشرع الجزائري من مفهوم ستوكهولم الذي عرف البيئة بأنها كل شيء محيط بالإنسان.

وخلاصة القول أن البيئة بصفة عامة هي "الأحوال الفيزيائية والكيميائية والإحيائية للإقليم الذي يعيش فيه أي كائن حي، وتعتبر الكرة الأرضية كلها بمثابة البيئة لبني البشر، وتتكون من الهواء والماء وكافة الكائنات الحية الأخرى"². كما يمكن القول أنها: " المحيط أو الوسط الذي يعيش فيه الإنسان وغيره من المخلوقات، وهي تشمل العناصر الطبيعية كالهواء والماء والتربة.

ثانياً-أقسام البيئة ومكوناتها

قسم الباحثون البيئة إلى قسمين رئيسيين هما:

1. البيئة الطبيعية (Physical Environment)

وهي عبارة عن المظاهر التي لا دخل للإنسان في وجودها أو استخدامها ومن مظاهرها:³

أ) الأرض: وتشمل التربة (ومكوناتها وصفاتها وقدرتها الاحتمالية وتعريتها ونفاذيتها...الخ)، والطبولوجيا (الشكل الخارجي لسطح الأرض من وعورة وانحدار)، والتكوين الجيولوجي (التكوينات الصخرية والرواسب السطحية والتراكيب الجيولوجية كالصدوع والثروات الباطنية كالمعادن والمياه الجوفية)، وظروف خاصة كالفيضانات والانزلاقات الأرضية والزلازل.

ب) المناخ: ويشمل كل من الأمطار، ودرجات الحرارة، واتجاهات الرياح السائدة، والأعاصير، وطول فصل نمو النباتات... الخ.

ت) الغطاء النباتي والحيوانات البرية والمناظر الطبيعية: وتشمل حجم ونوعية الغطاء النباتي والحيوانات البرية، بالإضافة إلى النظم البيئية المتواجدة مثل مناطق حياة الحيوانات البرية من غابات ومسطحات مائية.

2. البيئة الاصطناعية-الحضرية (Environment (Man Made)

وهي من صنع الإنسان، وتتكون من النظم الاجتماعية والمؤسسات التي شيدها هذا الأخير. وتشمل هذه البيئة الأراضي التي تستخدم للزراعة والسكن والتقيب فيه عن الثروات الطبيعية، وكذا المناطق الصناعية والمراكز التجارية والمعاهد والطرق

¹ عبد القادر رزيق المخادمي، 2004، التلوث البيئي، مخاطر الحاضر وتحديات المستقبل، ديوان المطبوعات الجامعية، الطبعة الثانية، بنعكنون، الجزائر، ص 72.

² ترافيس وانجر، ترجمة محمد صابر، مرجع سابق، ص 20.

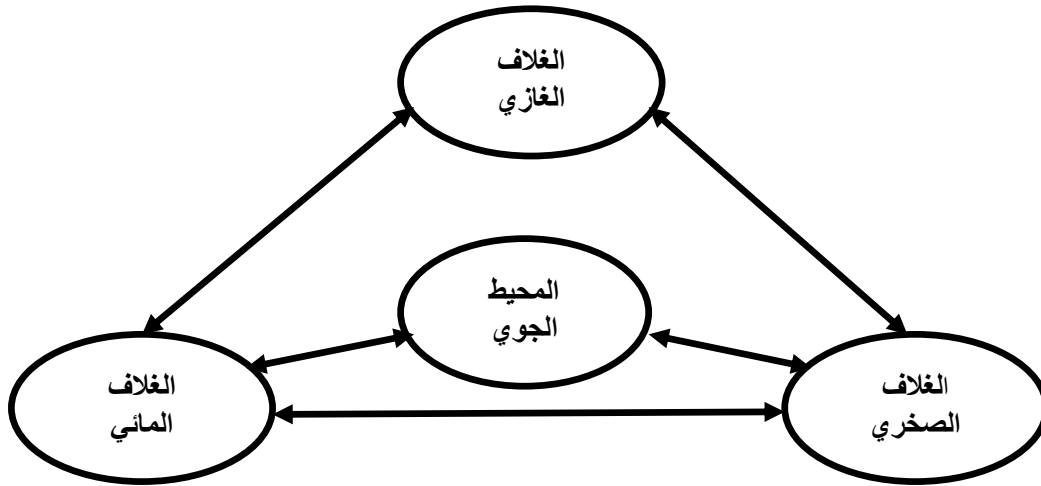
³ أيمن مزاهرة، علي شوابكة، 2008، البيئة والمجتمع، الطبعة الأولى، دار الشروق، عمان، ص 18-19.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

والمستشفيات... وحسب توصيات مؤتمر استكهولم، يمكن تقسيم البيئة وفق توصيات مؤتمر استكهولم، إلى ثلاثة عناصر هي¹:

(أ) البيئة الطبيعية: وتتكون من أربعة أنظمة متكاملة ومتفاعلة فيما بينها وهي: الغلاف الأرضي، والغلاف المائي، والغلاف الغازي (الهوائي)، والمجال الجوي للكرة الأرضية وما يشملهم من ماء وهواء وتربة ومعادن، ومصادر للطاقة بالإضافة إلى النباتات والحيوانات، وهي تمثل الموارد التي يحصل الإنسان منها على مقومات حياته من غذاء وكساء ودواء ومأوى. وسنوضح من خلال هذا المخطط التفاعل القائم بين هذه المكونات الذي قد يكون إيجابياً ينعكس بفوائد جمة، أو سلبياً يؤثر في البيئة ويضر بها ويجر عليها عواقب وخيمة تتفاوت من حيث الأهمية والتأثير.

الشكل (1-1) الارتباطات والتفاعلات بين مختلف مكونات البيئة



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على يونس إبراهيم أحمد يونس، 2008، البيئة والتشريعات البيئية، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، ص 28.

(ب) البيئة البيولوجية: وتشمل الإنسان "الفرد" وأسرته ومجتمعه، وكذلك الكائنات الحية في المحيط الحيوي. وتعد البيئة البيولوجية جزءاً من البيئة الطبيعية.

(ت) البيئة الاجتماعية: ويقصد بها ذلك الإطار من العلاقات الذي يحدد ماهية علاقة حياة الإنسان مع غيره، وهو الأساس في تنظيم أي جماعة سواء بين أفرادها بعضهم ببعض في بيئة ما، أو بين جماعات متباينة أو متشابهة معاً في بيئات متباعدة، وتؤلف أنماط تلك العلاقات ما يعرف بالنظم الاجتماعية، واستحدث الإنسان خلال رحلة حياته الطويلة بيئة حضارية تساعده في حياته.

¹ كافي فريدة، مرجع سابق، ص 189.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

وكنتيجة أن البيئة ليست مجرد موارد يستمد منها الإنسان مقومات حياته، إنما تشمل أيضا علاقة الإنسان بالإنسان التي تنظمها المؤسسات الاجتماعية كالتقاليد والعادات والقيم والأديان. وهناك عدة تصنيفات لإطار البيئة كلها تشترك في العناصر المذكورة سابقا، ضف إلى ذلك التصنيف الذي يدرج المحيط المصنوع أو التكنولوجي الذي يتكون من كافة ما أنشأه الإنسان في البيئة الطبيعية باستخدام مكوناتها سواء التجمعات السكنية أو المراكز الصناعية والطرق والمواصلات والمشاريع الزراعية وغيرها.

3. قوانين البيئة Rulles Ecological

للبيئة ثلاثة قوانين طبيعية تعرف بالقوانين الأيكولوجية وهي¹:

- (أ) **قانون الاعتماد المتبادل:** العلاقات الغذائية هي صورة لسلسلة غذائية، حيث ينتقل الغذاء من المنتج إلى المستهلك، وتتكون هذه العلاقات الغذائية بين الأحياء وتكون متداخلة، تعطي للمستهلك الكثير من فرص الاختيار.
- (ب) **قانون ثبات النظم البيئية:** يقصد بالغلاف أو المحيط الحيوي، ذلك الجزء من أغلفة كوكب الأرض الذي تعيش فيه الكائنات الحية بأنواعها المختلفة، وهو نظام كبير الحجم، كثير التعقيد، متنوع المكونات ومحكم العلاقات، ويتميز بالاستمرارية والتوازن. وهذا النظام الكبير يتكون من مجموعة كبيرة من النظم البيئية الأصغر فالأصغر، ومن الجدير بالذكر أنه لو شبهت الأرض بتفاحة لكان الغلاف الحيوي هو قشرة هذه التفاحة، ويشمل الغلاف الحيوي جميع النظم البيئية الطبيعية على كوكب الأرض². ومن أمثلة هذه النظم البيئية: الصحراء، المنطقة العشبية، المنطقة القطبية، الغابات، الأرض المزروعة، المناطق المائية وغيرها.
- (ت) **قانون محدودية الموارد البيئية:** تمثل مكونات البيئة موارد متاحة لقيام الإنسان بنشاطاته العملية والاقتصادية المختلفة، ويمكن تصنيف موارد البيئة إلى ثلاثة أقسام وهي: موارد البيئة الدائمة، وموارد البيئة المتجددة، وموارد البيئة غير المتجددة.

والخلاصة أنه توجد ثلاثة قوانين بيئية تنظم المكونات الطبيعية للبيئة، وتبقي التعامل مع البيئة في إطارها بعقلانية وترشيد وضبط في الاستهلاك. إلا أن الواقع الحال يقول غير ذلك، فإذ استقوى الإنسان على البيئة، وتجاهل قوانينها الأيكولوجية وأسرف في استخدام مكوناتها واستنزف مواردها المتجددة وغير المتجددة، وهو ما أدى إلى إتلاف الموارد الدائمة وظهور مشكلات بيئية تهدد الإنسان في حاضره ومستقبله. "والافتراض الخاطئ الذي يقضي بأن الطبيعة قد وجدت لخدمة الإنسان فقط، يشكل أصل المعضلة البيئية، وفي هذا الوقت فإن الخيار الوحيد للإنسان هو العيش بصفاء مع الطبيعة وليس أن يحاول قهرها"³.

¹ كافي فريدة، مرجع سابق، ص 191-192.

² أيمن مزاهرة، علي شوايكة، مرجع سابق، ص 38.

³ نفس المرجع، ص 12.

2.1.1- أساسيات النظم البيئية Ecosystems

علم البيئة موضوع موسوعي ومتشعب، وقد يبدو لأول وهلة مربكا ومثبطا للباحث ومشتتا إلى حد كبير، وعلى الباحث أن يأخذ في الاعتبار أساليب الحياة لأكثر من مليوني نوع مختلف من الحيوانات والنباتات، وكذا جميع كيميائيات التأثير والتفاعل بينها. فعلم البيئة لا يشمل علوم الحياة فحسب، بل أيضا الكيمياء، والفيزياء، وعلوم الأرض، والجغرافيا، والفلك، والمناخ، والمياه، والمتحجرات، والآثار، وتاريخ الإنسان وعلم الاجتماع. ومن ثم حُق لعلماء البيئة أن يدعوا السيادة على كل العلوم الاجتماعية والطبيعية.

أولاً: مفهوم النظام البيئي وأنواعه

1- مفهوم النظام البيئي

البيئة بمفهومها السابق، يحكمها ما يسمى بالنظام البيئي، والتوازن الإيكولوجي وهما فكرتان متلازمتان من الناحية العلمية. والإنسان جزء من نظام معقد يتفاعل معه ويؤثر فيه. والظواهر البيئية الناتجة عن التغيرات التي يحدثها الإنسان في بيئة الأرض من خلال الأنشطة المختلفة التي يقوم بها، لا يمكن فهمها إلا في إطار علاقة ثلاثية تبادلية تقوم بين الإنسان والمجتمع والبيئة¹.

النظام البيئي كما عرفه البعض هو: "عبارة عن وحدة أو قطاع معين من الطبيعة بما تحويه من عناصر وموارد حية نباتية وحيوانية وأخرى غير حية، تشكل وسطاً حيوياً تعيش فيه عناصره وموارده في نظام متكامل، وتسير على نهج طبيعي ثابت ومتوازن، دون أي تدخل بشري"². ويعرفه البعض الآخر بقولهم "إن النظام البيئي عبارة عن وحدة بيئية متكاملة تتكون من كائنات حية ومكونات غير حية متواجدة في مكان معين، يتفاعل بعضها ببعض، وفق نظام دقيق ومتوازن، في ديناميكية ذاتية، لتستمر في أداء دورها في الحياة"³.

نلاحظ أن القاسم المشترك بين هذين التعريفين يدور حول علاقة الكائنات الحية في منطقة ما ووسطها المحيط، قائمة على التأثير المتبادل. لذلك يمكن أن نعرف النظام البيئي بشكل مبسط بأنه "جملة من التفاعلات الدقيقة بين الكائنات الحية التي تستوطن قطاعاً معيناً من الطبيعة، والوسط المحيط بها".

فالنظام البيئي بهذا المعنى يتكون من محيطين أساسيين هما:⁴

(أ) المحيط اللاحيوي (العناصر غير الحية): ويدعى المحيط الفيزيائي، ويضم العناصر الجامدة والتي لا تتوفر فيها مظاهر الحياة المعروفة من حس وحركة وتكاثر، وأهمها الماء والهواء والتربة، وكل عنصر منها يشكل محيطاً خاصاً به، فهناك المحيط المائي ويشمل كل ما على الأرض من مصطلحات مائية: بحار - أنهار - محيطات - بحيرات. وهناك المحيط

¹ كافي فريدة، مرجع سابق، ص 192.

² أيمن مزاهرة، علي شوابكة، مرجع سابق، ص 38.

³ نفس المرجع، ص.

⁴ سليمان كعوان، جابة أحمد، مرجع سابق، ص 52.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

الجوي أو الهوائي ويشتمل على غازات وجسيمات وأبخرة وذرات معادن. وأخيراً هناك المحيط اليابس أو الأرضي ويشمل الجبال والهضاب والتربة.

(ب) **المحيط الحيوي:** ويقصد به جميع الكائنات الحية من نبات وحيوان وحتى الإنسان، والتي تعيش بطبيعة الحال في المحيط اللاحيوي مع العوامل الفيزيائية ضمن علاقة متبادلة، أي في نظام حركي متكامل، كل عنصر يتأثر بالعناصر الأخرى ويؤثر فيها، ويؤدي دوراً خاصاً به يتكامل مع أدوار العناصر الأخرى، وبأني الإنسان على قمة هذه العناصر فينسق بينها ويسخرها لخدمته.

(ت) **النظام البيئي:** هو "مجموعة من الكائنات الحية التي تعيش في بيئة محددة، وتتفاعل مع عناصرها غير الحية ومع بعضها البعض، بحيث تحافظ هذه الكائنات على استمرارية وجودها"¹. كما عرف المشرع الجزائري النظام البيئي بأنه: "مجموعة ديناميكية مشكلة من أصناف النباتات والحيوانات، وأعضاء مميزة وبيئتها غير الحية والتي حسب تفاعلها تشكل وحدة وظيفية"².

ومن ثم يمكن القول بأن النظام البيئي هو كل وحدة تنظيمية أو مكانية تشمل كائنات حية ومواد غير حية متفاعلة تؤدي إلى تبادل للمواد بين الأجزاء الحية وغير الحية. فهو يشمل الجماعات والمجتمعات والمواطن والبيئات. ويشير بصفة خاصة إلى التفاعل الحركي لجميع أجزاء البيئة.

واستناداً لما سبق ندرك أنالعناصر الحية وغير الحية ترتبط ببعضها البعض بعلاقات متكاملة متوازنة. وأي اختلال في التوازن البيئي يتأتى من زيادة أو نقصانغير طبيعي لأحد عناصر النظام البيئي بفعل تأثير خارجي، كتلوث الماء أو الهواء أو التربة، أو انقراض بعض النباتات أو الحيوانات أو غيرها. ويمثل الإنسان أحد العوامل الهامة في هذا النظام البيئي، بل يعتبر من أهم عناصر الاستهلاك التي تعيش على الأرض، ولذلك فإن الإنسان إذا تدخل في هذا التوازن الطبيعي دون وعي أو تفكير، فإنه يفسد هذا التوازن تماماً.

2-أنواع النظم البيئية ومكوناتها

تقسم النظم البيئية على أساس المكونات الحية وغير الحية أو حسب مصدر الطاقة كما يلي:³، فحسب الحالة الأولى يوجد نظامان:

¹ عبد القادر عابد، غازي سفاريني، 2004، أساسيات علم البيئة، دار وائل للطباعة والنشر، الطبعة الثانية، الأردن، ص 72.

² عبد القادر رزيق المخادمي، مرجع سابق، ص 178.

³ أيمن مزاهرة، علي شوايكة، مرجع سابق، ص 47.

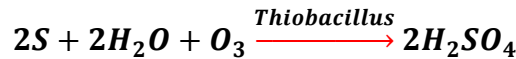
الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

أ) **نظام بيئي طبيعي (Open Ecosystem):** ويسمى بالنظام البيئي المفتوح، ويتكون إجمالاً من مكونات حية: تشمل النباتات والحيوانات والفقرات والكائنات المجهرية، ومكونات غير حية: تشمل عدة عوامل مرتبطة بالماء والهواء والترية. وبالرغم من تأثير المكونات غير الحية في المكونات الحية والتحكم فيها وتحدد خصائص النظام البيئي، فإن المكونات الحية تؤثر هي الأخرى في بعض المتغيرات غير الحية عن طريق تثبيت التربة وغيرها¹. وتتمثل مكونات هذا النظام مما يلي:

- **المكونات غير الحية Abiotic Components:** وتشمل ما يلي:²
 - ✓ **المواد غير العضوية:** كالكربون، والأكسجين، النيتروجين، والفسفور، وباقي العناصر الطبيعية.
 - ✓ **المواد العضوية:** مثل البروتينات، والكربوهيدرات، والدهون، والفيتامينات، والأحماض النووية.
 - ✓ **عناصر المناخ:** كالحرارة، والرطوبة، والرياح، والضوء.
 - ✓ **عناصر فيزيائية:** كالجاذبية، والإشعاع.
 - ✓ **عناصر المياه والتربة** وخصائصها الكيميائية والفيزيائية.
- **المكونات الحية Biotic Components:** وتشمل جميع الكائنات الموجودة ضمن النظام البيئي من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة. ويمكن تصنيف الكائنات الحية حسب طريقة تغذيتها أو حصولها على الطاقة إلى:³

1/ **المنتجات (Producers):** وهي كائنات حية تحضر غذاءها بذاتها، وهي نوعان:

- **منتجات ذاتية التغذية-ضوئية:** وهي النباتات والطحالب الخضراء والهوائم النباتية التي تقوم بتحويل المركبات غير العضوية من ماء وثاني أكسيد الكربون (ذات الطاقة المنخفضة) بواسطة عملية التمثيل الضوئي إلى مركبات عضوية ذات طاقة مرتفعة كالسكريات.
- **منتجات ذاتية التغذية-كيميائية:** وهي كائنات حية تحصل على غذائها أو طاقتها كيميائياً مثل بكتيريا الكبريت التي تؤكسد الكبريت للحصول على الطاقة، وبكتيريا النيتروجين التي تلعب دوراً مهماً في دورة النيتروجين.



2/ **المستهلكات (Consumers):** وهي التي تستعمل المواد العضوية المنتجة من قبل الكائنات ذاتية التغذية بصورة مباشرة أو غير مباشرة، وهي غير قادرة على إنتاج المركبات العضوية للأغراض الغذائية الأساسية، وتشمل الحيوانات والفطريات وبعض الطلائعيات ومعظم البكتيريا. وتصنف المستهلكات حسب مصادر غذائها إلى:

- **آكلات الأعشاب Herbivores:** تتغذى على النباتات، كالمواشي وأنواع من القوارض والغزلان والطيور آكلة البذور والحشرات، وبعض الكائنات المائية التي تتغذى على الهوائم النباتية (الطحالب). وجميعها تعتبر مستهلكات أولية (Primary Consumers).
- **آكلات اللحوم Carnivores:** تتغذى على اللحوم ويختلف مستوى غذائها، فقد يعد مستهلكاً ثانوياً (Secondary Consumers) كالمفترسات مثل الأسود إذا تغذت على آكلة الأعشاب، أو مستهلكاً ثالثياً (Tertiary Consumers) كالمفترسات إذا تغذت على غيرها من آكلات اللحوم كالعقاب والأسماك.

¹ المرجع السابق، ص 47.

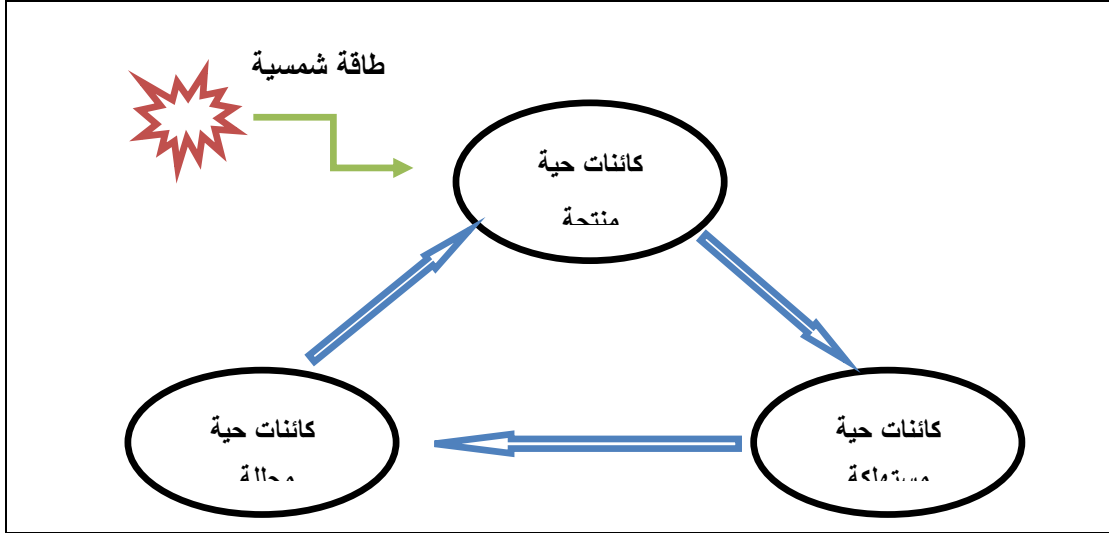
² المرجع السابق، ص 42.

³ نفس المرجع، ص ص 42-45.

- **آكلات الأعشاب واللحوم Omnivores:** تتغذى على النبات والحيوان معا، وهي بذلك يمكن أن تكون مستهلكات أولى وثانية وثالثة في الوقف نفسه. ومنها الإنسان، وكذلك الحال بالنسب للعديد من الكائنات الحية الأخرى.
- **الطفيليات Parasites:** هي كائنات حية تعيش على أو داخل كائن حي (عائل Host) تتغذى منه دون أن يموت مباشرة. وحسب فترة بقاء الطفيلي على أو داخل العائل، نفرق بين الطفيليات المؤقتة التي تترك العائل بعد حصولها على غذائها كالبعوض، والطفيليات الدائمة التي تعيش طول حياتها داخل العائل مثل الديدان المعوية.
- 3/**المحللات Decomposers:** تسمى بالكائنات الحية الهادمة، وتقوم بتحليل الكائنات الحية بعد انتهاء عملية التحلل الذاتي-التي تحدث داخل الكائن الحي بعد الموت مباشرة- وذلك للحصول على الطاقة اللازمة لحياتها. وتشمل المحللات البكتيريا والفطريات التي تمتص ما تحتاج إليه من مواد عضوية محللة عن طريق غشائها الخلوي مباشرة. وتصنف إلى ثلاثة أقسام حسب متطلبات الأكسجين:¹
 - **الكائنات الحية الدقيقة الهوائية (Aerobic Microbes):** تحتاج إلى الأكسجين الكافي لاستمرار حياتها ونشاطها وفقا للمعادلة التالية: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ + طاقة
تشبه عملية التحلل الهوائي التنفس داخل الخلايا الحية، حيث تتحلل المادة العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون والماء، وهي عكس تفاعل التمثيل الضوئي من حيث المدخلات والمخرجات النهائية للتفاعل. لذا يدعى التحلل الهوائي ب: " تنفس النظام البيئي "
 - **الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية (Anaerobic Microbes):** لاستمرار حياتها ونشاطها، تحتاج إلى وسط خال من الأكسجين لأن توافر الأكسجين يكون ساما أو قاتلا لها. ومن أمثلة هذه الكائنات: بكتيريا الميثان التي تحلل المواد العضوية والكربونات إلى غاز الميثان عند عدم توفر الأكسجين.
 - **الكائنات الحية الاختيارية (Faculative Microbes):** وهي التي تستطيع التكيف حسب الوسط الذي تعيش فيه. فإذا توافر الأكسجين كانت هوائية، وإن لم يتوفر أصبحت لاهوائية مثل بكتيريا التربة.
توجد الكائنات المحللة بكثرة في الطبيعة، ولا يمكن لنوع معين من البكتيريا والفطريات اتمام عملية التحلل بمفرده. حيث تتم عملية التحلل ضمن سلسلة بكتيرية لإنتاج تراكيب أيضية تؤثر على الكائنات الحية الأخرى بشكل منظم، وتعرف هذه التراكيب بالهرمونات البيئية. والشكل التالي يوضح مكونات النظام البيئي الطبيعي في صورة حلقات متصلة معا على شكل دورة.

¹ نفس المرجع، ص 45-46،

الشكل (1-2) دورة النظام البيئي الطبيعي



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، 2008، البيئة والمجتمع، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان-الأردن، ص46.

تحتل المحلات المرتبة الثانية بعد المنتجات من حيث الأهمية في النظم البيئية الطبيعية، حيث تعمل على إعادة المواد إلى دوراتها الطبيعية، ولو لا قيامها بهذا الدور لبقيت المواد المغذية والعناصر مرتبطة في بنية المركبات العضوية للكائنات الحية والنفايات على سطح الأرض، ولم تستطع الكائنات الحية القادمة الاستفادة منها، ومن ثم يساهم في زيادة الإخلال بالتوازن البيئي والتنمية البشرية.

ب) نظام بيئي مغلق (Closed Ecosystem): بمعنى غير متكامل، يفتقر إلى واحد أو أكثر من المكونات الأساسية. ومن أمثلة ذلك: الأعماق السحيقة للبحر، والكهوف المغلقة التي تفتقر إلى كائنات حية منتجة وتوجد بها كائنات مستهلكة ومحللة فقط، وذلك لانعدام الطاقة الشمسية من أجل حياة النباتات. ومن المحتمل أن توجد قلة من البكتيريا ذات البناء الكيميائي، غير أنها لا تستطيع إنتاج الكمية الكافية من المادة العضوية.

ثانياً: التقسيم حسب مصدر الطاقة:

تقسم النظم البيئية من ناحية مصدر الطاقة المحركة للنظام البيئي إلى ثلاثة أقسام:¹

1- **نظام بيئي طبيعي:** يدار بالطاقة الشمسية مثل الغابات والمحيطات المفتوحة.

¹ نفس المرجع، ص 49.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

- 2- نظام بيئي بشري: يدار بالطاقة الشمسية، وقد ساهم هذا النوع في تلوث البيئة والإضرار بعناصرها الحيوية وغير الحيوية باستخدام الأسمدة والمبيدات في الزراعة بدلا من النباتات الطبيعية.
- 3- نظام بيئي صناعي: يدار بطاقة الوقود، كاستخدام الكهرباء والوقود في المدن والمجمعات الصناعية الذي أدى دون ريب إلى المساهمة المباشرة في تلوث البيئة.

2.1- التوازن الأيكولوجي والتغيرات في النظم البيئية

من سنة الكون أن يكون هناك توازن للنظم البيئية الموجودة في الغلاف الحيوي لاستمرار الحياة، بمعنى أن يحدث توازن في الدورات الغذائية الأساسية والمسالك المتداخلة للطاقة داخل هذه الأنظمة البيئية أو داخل أي نظام بيئي محدود، حيث يتم التوازن بين الإنتاج والاستهلاك والتحلل.

1.2.1- التوازن الأيكولوجي في النظم البيئية

التوازن على مستوى النظام البيئي يعني البحث في مدخلات بيئية تأتي من الوسط المحيط كالطاقة الشمسية، وثاني أكسيد الكربون، والأكسجين، والماء والعناصر الغذائية، ومخرجات بيئية تخرج إلى الوسط المحيط وتشمل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين والماء والعناصر الغذائية والطاقة الحرارية المفقودة من عملية التنفس. وحتى يحدث التوازن لا بد أن يتم التعادل بين المدخلات والمخرجات، ويتحقق ذلك عن طريق ميكانيكية التغذية الراجعة والتنظيم الذاتي.

يمكن القول أن التوازن البيئي هو المحصلة المنطقية للأثار الجانبية للتنمية، وقدرة البيئة على استيعاب تلك الآثار. وقد عرف بعض العلماء التوازن البيئي بأنه: " حصيلة حركة الحياة على سطح الأرض من بشر وحيوانات ونباتات...، وهو الضابط لتوجيه استخدام موارد التنمية المستدامة من خلال حسن التعامل مع البيئة..."¹. ونخلص إلى القول بأن توازن النظام البيئي هو استمرار وبقاء عناصر البيئة الطبيعية على حالتها، دون تغيير يذكر سواء في خصائصها الكمية أم النوعية.

أولاً: استجابة النظم البيئية للتغيرات

يستجيب النظام البيئي للتغيرات البيئية عن طريق العوامل الحية التي تشكله من خلال تعديل سلوك هذه الكائنات بما يوائم النظام أو التغيير الجديد، كما تستطيع الاستجابة للتغيرات التي تحدث في الوسط المحيط عن طريق الجماعات وبالأخص الأفراد المكونة لها، بمعنى أن توازن النظام البيئي يبدأ من قدرة الأفراد السلوكية على التعامل مع هذه التغيرات بمعدلات استجابة مختلفة. وللنظام البيئي القدرة الذاتية على البقاء تحت ضغط التغيرات المحيطة، فقد يمارس النظام البيئي أحد الأمرين التاليين، لتحقيق دورة في التوازن الطبيعي:²

(أ) **المرونة البيئية (Ecological Resilience)** وهي قدرة النظام البيئي على امتصاص التغيير، ومن ثم البقاء والعودة إلى الوضع الطبيعي عند تحسن الظروف. ويمتاز النظام سريع المرونة بالقدرة على التزاوج والتناسل، وبالتالي زيادة حجمه في مدة زمنية مقيدة لتعويض النقص المنهار نتيجة للظروف المغايرة.

¹ ليلي أنيس جاد عبد الرحمان، 2002، التغيرات المناخية وتداعياتها على التنمية، مكتبة الأسرة، مصر، ص 12.

² أيمن مزاهرة، علي شوايكة، مرجع سابق، صص 50-51.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

(ب) المقاومة البيئية (Ecological Resistance) وهي قدرة النظام البيئي على مقاومة التغير بأقل ضرر ممكن، ويمتاز النظام البيئي المقاوم بقدرة حيوية عالية وبطاقة مخزنة تساعده على البقاء.

وللإشارة أن معظم النظم البيئية تتميز إما بالمرونة أو المقاومة، ونادرا ما تتصف بهما معا. وتختلف قدرات الكائنات الحية على التكيف، حيث تتمكن الكائنات ذات القدرة العالية على التكيف من إنتاج مستقبل أجيال نظام بيئي محدد ويعطي ذرية مقاومة وهو ما يعرف باللياقة، وهذا التفاوت في القدرة على الإنتاج بين الأفراد يعرف بالانتخاب الطبيعي. وبزيادة ظاهرة تكيف الأفراد مع مرور الزمن تبرز ظاهرة التطور في النظام البيئي (ظاهرة التعاقب) حيث تزداد القوة والخبرة لدى أفراد النظام في مقاومة التغيرات البيئية.

ثانيا: العوامل التي أدت إلى اختلال التوازن البيئي

من العوامل التي أدت إلى اختلال التوازن البيئي ما يلي:¹

(أ) العوامل الطبيعية: مثل الزلازل، والبراكين، والفيضانات، والجفاف، والأمراض، والنمو الديمغرافي...

(ب) العوامل البشرية: وهي على ثلاثة أشكال، بطريقة مباشرة: كالمخاطر التكنولوجية والتي تتجلى مظاهرها في صورة أمطار حمضية وتلويث الأراضي الزراعية، وارتفاع مستوى البحار، وحرق الغابات. أو بطريقة مروعة: مثل كوارث المناخ، والانفجارات، والكوارث النووية، أو بطريقة غير مباشرة: من خلال الأنشطة البشرية التي تسمح بظهور أو زيادة المخاطر الطبيعية كتجريف الأراضي، وانهيار المباني، ودفن النفايات النووية.

ومهما تعددت الأسباب - طبيعية كانت أو بشرية- فهي تنعكس في صورة خسائر بشرية وكوارث بيئية، وتحطيم للموارد الطبيعية والتي قد تؤدي بدورها إلى ظهور وتفاقم مشكلات بيئية، وهذه الأخيرة من شأنها أن تؤثر على مستقبل البشرية، ومن أخطر هذه المشكلات البيئية: الاحتباس الحراري، وتآكل طبقة الأوزون، والتنوع البيولوجي وغيرها.

2.2.1- التغيرات في النظم البيئية

ازداد وعي البشرية على النطاق العالمي بالمشاكل البيئية، ويعود ذلك بشكل خاص إلى الظواهر العالمية أو الإقليمية المعن عنها، والتي تشكل خطرا يهدد المجتمعات والبيئة على السواء. وفي تقديرنا أن من أهم هذه المشاكل التي لها علاقة بموضوع الدراسة هي ما يلي:

أولا: ظاهرة الاحتباس الحراري

الاحتباس الحراري هو ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة في بيئة ما نتيجة تغيير في سيلان الطاقة الحرارية من البيئة وإليها، وعادة ما يطلق هذا الإسم على ظاهرة ارتفاع درجات حرارة الأرض عن معدلها الطبيعي. ويعد الإشعاع الشمسي

¹ ليلي أنيس جاد عبد الرحمان، مرجع سابق، ص 13.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

المصدر الرئيس للطاقة على سطح الأرض، حيث ينفذ من خلال غازات الغلاف الجوي على شكل أشعة مرئية قصيرة وأخرى طويلة الموجات (تحت الحمراء) وبعض الأشعة فوق البنفسجية، فيمتص سطح الأرض الأشعة الواصلة إليه فيسخن ويبث حرارته نحو الغلاف الجوي على شكل أشعة تحت الحمراء فيمتصها الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض فيحتبس الحرارة ويعيد بثها نحو الأرض، مما يؤدي إلى زيادة درجة حرارة سطح الأرض¹.

1) الغازات الدفيئة وتغير نسبها في الغلاف الجوي

الغازات الدفيئة هي غازات متواجدة في الغلاف الجوي، تتميز بقدرتها على امتصاص الأشعة تحت الحمراء. ومن أهم غازات الدفيئة الرئيسية هي: ثاني أكسيد الكربون ومركبات الكلوروفلوروكربونات والهالوجينات، والميثان وأكسيد النيتروز والأوزون وغاز سادس فلوريد الكبريت الذي يستخدم في العزل الكهربائي، وهذه الغازات تسهم بشكل مباشر في ظاهرة الدفيئة من خلال خواصها الدينامية الحرارية². وهناك غازات أخرى ليس لها تأثير حراري مباشر، تسهم من خلال تفاعلاتها الكيميائية مع غازات الدفيئة فتؤثر على تراكيزها، مثل: غاز أكسيد النيتريك وغاز أول أكسيد الكربون.

ودفيئة الجو تعيق تسرب الأشعة تحت الحمراء من سطح الأرض بصورة مباشرة، إلا جزء من أشعة الشمس ذات الموجة القصيرة والمقدر بـ: 24% تقريبا، وينعكس منه 3% فورا للفضاء. أما الباقي من الإشعاع القادم من الشمس فإنه يحتجز في الجو ويتوزع إلى أجزاء منها ما يتبعثر ويعود إلى الفضاء تقدر نسبته 25%، ومنها ما يوجهه الانعكاس نحو السطح وتقدر نسبته 26%³.

أما ما يتعلق بتغير نسب الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي فإن الجو يحتوي على 380 جزءا من المليون من غاز ثاني أكسيد الكربون وهو الغاز الأساس المسبب لظاهرة الاحتباس الحراري مقارنة بنسبة الـ 275 جزءا من المليون التي كانت موجودة في الجو قبل الثورة الصناعية، بمعنى أن مقدار تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أصبح أعلى بحوالي 30% عما كان عليه قبل الثورة الصناعية⁴.

ولا شك أن نسبة ثاني أكسيد الكربون الجوي في تزايد، وسببه الأول هو حرق أنواع الوقود الأحفوري-والغاز الطبيعي والبتترول والفحم-في المواقع الثابتة كمحطات توليد الطاقة الكهربائية وأجهزة التدفئة، أو في وسائل النقل المتعددة. فإذا كان

¹ عبد الرحمان سيف سردار، 2015، التنمية المستدامة، الطبعة الأولى، دار الزاوية للنشر والتوزيع، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية، ص 70.

² أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 55.

³ نفس المرجع، ص 55.

⁴ عبد الرحمان سيف سردار، مرجع سابق، ص 72.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

الاحتراق يشمل 5 بلايين طن من الوقود سنويا، فإن كمية ثاني أكسيد الكربون التي تصل للجو تبلغ ثلاثة أضعاف هذا المقدار وزنا تقريبا. وأن نسبة امتصاص ثاني أكسيد الكربون للأشعة تحت الحمراء هي 55%¹. وعلى سبيل المثال:²

- كذلك يبدو أن تزايد كميات الميثان في الجو خلال العقود الأخيرة يرفع قدرته التعزيزية إلى أن صار في الدرجة الثانية من الأهمية بعد ثاني أكسيد الكربون، حيث ازداد تركيزه إلى ضعف مقدار تركيزه قبل الثورة الصناعية. ويتم إنتاجه في مناجم الفحم أو عند إنتاج الغاز الطبيعي أو عند التخلص من القمامة. وتبلغ نسبة امتصاصه للأشعة تحت الحمراء 15%.
- أيضا للكوروفلوروكربونات تأثير قوي على طبقة الأوزون وهي مركبات صناعية المنشأ، تتميز بقدرة عالية على الثبات الكيميائي حيث تبقى تامة الهلجنة لحوالي 100 سنة دون أن تتحلل في طبقة التروبوسفير القريبة من الأرض، وتعتبر هذه الطبقة كمخزون لهذه المواد. كما أنها غير ضارة ولا سامة بالنسبة للاستخدام، وهي ذات أهمية كبيرة في كثير من الاستخدامات الصناعية، ويزداد بنسبة 4% سنويا عن النسب السابقة وتقدر نسبة امتصاصه للأشعة تحت الحمراء 24%.
- كما أن أكسيد النيتروز أصبح تركيزه أعلى بحوالي 18% من تركيزه قبل الثورة الصناعية، ويتكون بفعل المخصبات الزراعية ومنتجات النيلون، وتبلغ نسبة امتصاصه للأشعة تحت الحمراء 6%. أما الفريونات مثل فريون-12 فهي الغازات التي تستخدم في وسائل التبريد وفي علب الرش المضغوطة التي توضع فيها مبيدات الحشرات ومصنفات الشعر وغيرها.

يختلف تأثير الغازات الدفيئة وغير الدفيئة على ظاهرة الاحتباس الحراري باختلاف أنواعها. وعلى الرغم من أن تأثير ثاني أكسيد الكربون باعتباره أكبر ملوث للجو، إلا أن هناك غازات أخرى صناعية تتسرب إلى الجو بكميات أقل بكثير من ثاني أكسيد الكربون، لكنها تؤثر على ظاهرة الاحتباس الحراري بمعدل أشد من تأثير كمية مماثلة من ثاني أكسيد الكربون. مثلا: تأثير غاز سادس فلوريد الكبريت أشد بـ: بتقريب 24 مرة من ثاني أكسيد الكربون.

¹ نفس المرجع، ص 72.

² نفس المرجع، ص 73.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

الجدول (1-1) فعل الدفينة الجوية في شهر تشرين الأول (أكتوبر) 2000.

| اسم الغاز | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|-----|------|-------|-------|
| ثاني أكسيد الكربون | 288 | 368 | 1 | 120 |
| الميثان | 848 | 1800 | 21 | 12 |
| أكسيد النيتروز | 285 | 312 | 310 | 120 |
| ثلاثي كلورفلور الميثان | 0 | 262 | 3800 | 50 |
| ثلاثي كلور ثنائي فلور الميثان | 0 | 533 | 8100 | 102 |
| ثلاثي كلور ثلاثي فلور لإيثان | 0 | 83 | 4800 | 80 |
| رباعي كلوريد الكربون | 0 | 100 | 1400 | 42 |
| ميثيل الكلوروفورم | 0 | 75 | 360 | 5 |
| كلور ثنائي فلور الميثان | 0 | 118 | 1500 | 12 |
| سادس فلوريد الكبريت | 0 | 3.5 | 23900 | 3200 |
| ثلاثي فلور ميثيل خماسي الفلوريد | 0 | 0.12 | 18000 | 1000 |
| فوق فلوريد الإيثان | 0 | 4 | 9200 | 10000 |
| أوزون الكبريت | 25 | 26 | 18 | ساعات |

1- التركيز قبل العصر الصناعي 1860.

2- التركيز في طبقة التروبوسفير في الوقت الحاضر.

3- كفاءة امتصاص الأشعة تحت الحمراء على اعتبار أن ثاني أكسيد الكربون = 1.

4- عمر بقاء الغاز في الجو بالسنين.

المصدر: أيمن مزاهرة، عليا لشوابكة، 2008، **البيئة والمجتمع**، دار الشروق للنشر والتوزيع، ط1، عمان-الأردن، ص 57.

(2) بعض الظواهر المرتبطة بالاحتباس الحراري

تفاقت ظاهرة الاحتباس الحراري بسبب النشاط البشري، ويعود ذلك بشكل أساس إلى ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي نتيجة احتراق الوقود الأحفوري وعمليات التصنيع. ومن الظواهر التي ارتبطت بالاحتباس الحراري ما يلي:¹

- ارتفاع مستوى المياه في البحار من 0.3 إلى 0.7 قدم خلال القرن الماضي.
- ارتفاع درجة الحرارة ما بين 0.4° م و 0.8° م خلال القرن الماضي.
- بداية ذوبان الجليد في القطبين وفوق قمم الجبال الأسترالية بشكل ملحوظ.

¹ نفس المرجع، ص 75.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

- ازدادت مواسم الشتاء دفئا خلال العقود الثلاث الأخيرة عما كانت عليه من قبل، وقصرت فتراته حيث أصبح الربيع يحل قبل مواعيده.
- تغير مجرى التيارات المائية في المحيطات، مما أثر على التوازن الحراري الذي كان موجودا، ودليل العلماء في ذلك هو ظهور أعاصير في أماكن لم تظهر بها من قبل.
- يربط بعض العلماء التلوث الحاصل بالتغير في عدد حيوانات البلانكتون في البحار نتيجة ارتفاع حموضتها.

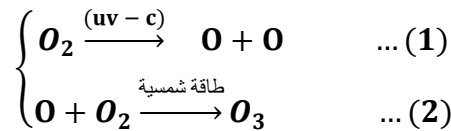
ثانيا: طبقة الأوزون Ozone Layer

يتكون الأوزون في الغلاف الجوي نتيجة النشاط الشمسي، ويتركز في الطبقات العليا من الجو (منطقة الستراتوسفير)، كما يتواجد بنسب منخفضة تحت هذه الطبقة وحتى مستوى سطح الأرض، ونسبته قليلة في الغلاف الجوي قد لا تتجاوز في بعض المناطق واحد في المليون.

(1) مفهوم غاز الأوزون: هو غاز سام ذو رائحة نفاذة، يميل لونه إلى الزرقوتيكون من ثلاث ذرات أكسجينصيفته الكيميائية (O_3)، وذو خواص كيميائية وطبيعية تختلف تماما عن خواص الأكسجين. وتقوم طبقة الأوزون بدور أساس وآخر ثانوي هما: ¹ الدور الأساس هو قيام الطبقة العليا (الستراتوسفير) بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية الضارة. الدور الثانوي وهو اشتراك الأوزون مع الغازات الأخرى في الطبقة السفلى، في التأثير على المناخ وتدفئة الأرض ورفع درجة حرارتها، وذلك بامتصاص الأشعة تحت الحمراء المرتدة من سطح الأرض.

(2) مصادر الأوزون

▪ الأوزون في صورته الطبيعية: نتيجة للعوامل الفيزيائية والكيميائية والضوئية التي تحدث بصورة مستمرة يوميا يتكون الأوزون، وأهم هذه العوامل: الأشعة فوق البنفسجية القصيرة ($UV-C$) التي لا تصل إلى الأرض بتاتا تحت أي ظرف، تقوم بتحليل جزيئات الأكسجين إلى ذرات منفردة، ثم تتحد ذرة أكسجين مع جزيء أكسجين تحت تأثير الطاقة الشمسية فيتكون غاز الأوزون حسب التفاعلين التاليين:²



وبذلك يقوم الغلاف الجوي بوظيفة هامة هي: حماية الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة، حيث يستخدمها

في إنتاج الأوزون والذي يمنع أيضا الأشعة السينية وأشعة جاما من الوصول إلى سطح الأرض.

¹ أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 60.

² نفس المرجع، ص 61.

▪ الأوزون كملوث للهواء بالقرب من الأرض: تختلف مصادر الأوزون الملوث للهواء والمتواجد في المنطق الملامسة للأرض عن مصادر الأوزون في طبقة الستراتوسفير، حيث تتلخص مصادره في ما يلي:¹

مصادر صناعية ومهنية: نتيجة استخدامه كمؤكسد في بعض الصناعات الكيميائية، وكما مادة مطهرة للطعام والماء، وعمليات تبييض الأقمشة ولب الورق، وفي معالجة بعض النفايات الصناعية وعمليات التجفيف السريع للأحبار وفي عمليات التلحيم.

هو أحد المؤكسيدات الضوئية: ينتج بوجود ملوثات أحريكالهيدروكربونات وأكسيد النيتروجين الناتج عن عوادم السيارات ومداخن محطات المصانع، حيث تتفاعل هذه المركبات مع الأشعة الضوئية وأهمها الأوزون.

3) مشكلة تآكل طبقة الأوزون وأسباب تلفها

أثار العلماء في الستينات احتمال حدوث نضوب مستمر لطبقة الأوزون نتيجة وقوع سلسلة من التفاعلات الكيميائية في طبقات الجو العليا لبعض المركبات وبالأخص الكلوروفلوروكربونات. وتآكل طبقة الأوزون أخطر من ثقب هذا الأخير، ويتراوح النقص بين 3% و4.7% (في الشتاء) فوق الدول الصناعية الكبرى مثل: الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا وروسيا، وقد أكد دونالد هيس (1998م) أن تلفا كبيرا حدث فوق الدنمارك والنرويج وفنلندا وفي بعض مناطق أوروبا خاصة أعلى جبال الألب، واتخذت الولايات المتحدة أول إجراء وقائي تمثل في تقييد المواد المحتملة التأثير على طبقة الأوزون. وفي نهاية السبعينات اتخذت بعض الدول إجراءات تخفيض استخدام الكلوروفلوروكربونات، وأضافت كندا عام 1980 حظرا على مجموعة من تلك المواد حتى وصل التخفيض إلى 80%². ثم بدأت مستويات الإنتاج ترتفع مرة أخرى في الولايات المتحدة نتيجة زيادة استخدامات أخرى لهذه المواد المحظورة.

في عام 1983 اكتشف علماء بريطانيون منطقة خالية من الأوزون فوق القطب الجنوبي أثناء قيامهم بعملية مسح للقارة المتجمدة الجنوبية، وملاحظة هبوط حاد في تركيز طبقة الأوزون بمنطقة الستراتوسفير يتكرر حدوثه كل ربيع، ثم يعود إلى تركيزه الأصلي في نهاية شهر نوفمبر. وعند اكتشاف هذه المشكلة كان هناك بعض الغموض حول مسبباتها، لكن مع استمرار عمليات رصد تركيز طبقة الأوزون تبين أن هناك مناطق في أوروبا وأخرى تعاني من تآكل طبقة الأوزون. الأمر الذي يدعو إلى انتباه المجموعة الدولية وتضافر جهود الدول مجتمعة في دفع هذه الأخطار القادمة من الفضاء الخارجي، ووضع حدود لها قبل أن تهدد النظام البيئي العالمي برمته³.

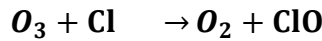
¹ نفس المرجع، ص 61.

² عبد الرحمان سيف سردار، مرجع سابق، 78.

³ أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 65.

من أسباب تلف طبقة الأوزون ما يلي:¹

- الكلوروفلوروكربونات: بعد المرحلة الأولى التي تتخزن فيها هذه المركبات في طبقة التروبوسفير وتبقى تامة الهلجنة لحوالي 100 سنة، تأتي المرحلة الثانية لتنتقل كميات من هذا المخزون إلى الفضاء الخارجي في طبقة الستراتوسفير حيث تتحلل مركبات CFC^2 وتحرر ذرات الكلور Cl . تتحد ذرة حرة مع جزيء أوزون فيتكون أكسيد الكلور الأحادي ويتحول جزيء الأوزون إلى جزيء أوكسجين حسب التفاعلين الآتيين:³



ثم يتحد جزيء أكسيد الكلور الأحادي مع ذرة أوكسجين لتحرير ذرة الكلور مرة ثانية لتقوم بدورها مرة أخرى على النحو التالي:



وتتكرر هذه العملية حيث تستطيع ذرة الكلور الواحدة استتزاز أكثر من 10 آلاف جزيء أوزون. ثم تبدأ المرحلة الثالثة بعودة الكلور إلى طبقة التروبوسفير على هيئة حامض الهيدروكلوريك وتتحلل بسرعة في الجو.

وصلت كمية الإنتاج العالمي من مركبات "CFC" سنويا إلى حوالي 1400 مليون طن، منها 970 ألف كيلوغرام من النوع المدمر للأوزون، وتأتي أمريكا في مقدمة الدول الأكثر استهلاكاً لهذه المواد حيث تنتج 350 مليون طن سنويا.

- أكاسيد النيتروجين: منها أول أكسيد الكربون الذي يتحول إلى حمض النتريك، وأكسيد النيتروجين السام الذي يلون الجو فتصبح الرؤية صعبة بحسب تركيزه. ويتوقع العلماء زيادة هذه الأكاسيد من 11 إلى 30 مليون طن في الجو. أما الحدود المسموح بها لتركيز النيتروجين فهي من 3 إلى 10 جزء في المليون، ونتيجة لتركزها في الطبقات الدنيا يتحلل ثاني أكسيد النيتروجين بواسطة الأشعة فوق البنفسجية إلى أكسيد النيتروجين وذرة أوكسجين. ثم تتحد هذه الذرة مع جزيء آخر، فتتكون مجموعات نشطة تدخل في سلسلة من التفاعلات مكونة عناصر أخرى من بينها الأوزون.

- التجارب النووية: التي تتلف الأوزون بنسبة 20-70% وخاصة التفجيرات الهوائية.
- الانفجارات البركانية: تعتبر البراكين أحد الأسباب الجزئية المدمرة لطبقة الأوزون، نظراً لأن نشاطها عرف منذ ملايين السنين دون تأثير ملموس على طبقة الأوزون. إلا أنها تساهم في تآكل طبقة الأوزون حين تقذف حوالي 11 طن من كلوريد الهيدروجين و 6 مليون طن من كبريتيد الهيدروجين في الغلاف الجوي سنويا، مما يؤدي إلى تفاعل الكلور وحمض الكبريت مع الأوزون في طبقة الستراتوسفير.

¹ عبد الرحمان سيف سردار، مرجع سابق، ص 79-81.

² "CFC": تعني الكلوروفلوروكربونات

³ أيمن مزاهرة، علي الشوايكة، مرجع سابق، ص 64.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

- العوامل الجيوفيزيائية: يرجح العلماء أن سبب نضوب طبقة الأوزون في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية إلى عوامل جيوفيزيائية تتعلق بالأعاصير والنشاط الشمسي.

ثالثاً: الجهود الدولية المبذولة لمواجهة استنزاف طبقة الأوزون

استنزاف طبقة الأوزون مشكلة ذات نطاق عالمي، تفوق إمكانيات أي دولة بمفردها. مما يستدعي تضافر جهود جميع الدول مجتمعة. وقد باشرت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) برنامجها العالمي لمراقبة الأوزون عام 1976، ثم قام برنامج الأمم المتحدة للبيئة في اجتماع عقد بواشنطن عام 1977 تعزيزاً لجهود المنظمة، بتوزيع محطات الرصد على دول مختلفة وتكوين شبكة عالمية شملت 12 دولة للمراقبة وتجميع البيانات الخاصة بالأوزون في مركز المعلومات بمدينة تورونتو الكندية¹.

كما عقدت لجنة التنسيق (CCOL) بكوبنهاجن في الفترة 12-16 أكتوبر 1981 اجتماعاً تم التطرق فيه للمساهمات الفعالة من الدول والمنظمات المهمة بموضوع الأوزون، وتوصل الاجتماع إلى نتائج أهمها احتمال استمرارية تآكل طبقة الأوزون نتيجة للأنشطة البشرية، وبالأخص انبعاث المواد (CFC) للفضاء الخارجي.

تم توقيع اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون في مارس 1985 بحضور 76 دولة بالإضافة إلى الجماعة الاقتصادية الأوروبية. وفي هذا الإطار أصبحت 70 دولة بالإضافة إلى الجماعة الاقتصادية الأوروبية أطرافاً في بروتوكول مونتريال، والتي بدأ سريانها في جانفي عام 1989.

ومن الوثائق التي تم التوصل إليها للحد من نضوب طبقة الأوزون مايلي:²

- مشاركة المجتمع الدولي في حماية طبقة الأوزون والبيئة عموماً، والحفاظ على المستوى الصحي للجيل الحاضر والأجيال القادمة من الأخطار المحدقة بها.
- تجنب أخطار المبادلات التجارية مع من ليسوا أطرافاً في الاتفاقية بموجب البروتوكول.
- الاستفادة من الدول الصناعية في مجال تطوير ونقل التقنية عن طريق:
 - ✓ توفير المعلومات عن التقنيات البديلة وتسهيل اكتسابها.
 - ✓ توفير المعدات اللازمة للبحث والملاحظة المنتظمة.
 - ✓ التدريب المناسب لكل من الموظفين والعاملين والتقنيين.
- الاستفادة من الدول الصناعية في إتاحة المواد الآمنة بيئياً، ونقل التقنيات البديلة للأمراض المنتشرة في البلدان النامية والإسراع في استعمالها.

¹ المرجع السابق، ص ص 65-66.

² نفس المرجع، ص 66.

رابعاً: الأمطار الحامضية AcidicRains

أدرك الإنسان أخيراً جسامه الضريبية التي سيمنى بها لقاء تطوره الحضاري ورفاهيته التي حلم بها، من هذه الضرائب الأمطار الحامضية التي تنتج عن تلوث الجو ببعض المواد الكيميائية، مثل أكاسيد الكبريت وأكاسيد الأوزون وغيرها، سريعة التفاعل مع الماء وبالأخص تحت أشعة الشمس التي تساعد على حدوث التفاعل. فهذا النوع من الأمطار ملوث خطير، يشبه المطر العادي حيث لا لون له ولا طعم ولا رائحة فيه¹.

(1) كيفية تشكل المطر الحامضي: يتشكل المطر الحامضي بشكل أساس من انبعاث غاز ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين إلى الجو، حيث تتحد هذه الغازات مع بخار الماء والأوكسجين لينتج صابون حمضي مخفف يحمل بواسطة الهواء إلى أماكن بعيدة عن مصدره. يغسل هذا الصابون في الجو ويسقط على شكل رطب (مطر، ثلج) أو على شكل جاف (غازات حمضية أو حبيبات رمال)، مما يؤدي إلى تلوث الجو والمياه والأشجار والمباني.

إن مصادر المطر الحامضي عديدة، منها احتراق الوقود الأحفوري، كالفحم والبتروول والغاز الطبيعي المستخدمة في كل من: محطات توليد الكهرباء، والتدفئة المنزلية، والمصانع، والسيارات وغيرها. ولا ننسى تلك الحروب المدمرة في اليابان وفي الجزائر وعلى أرض فلسطين، وفي منطقة الخليج العربي التي تسببت في اشتعال أكثر من 600 بئر بترولية لمدة تجاوزت العام، وهي تنفث الغازات، كغاز ثاني أكسيد الكبريت وغيره، ممتدة آثارها إلى شرق سوريا وإيران والهند والصين، ... الخ.

(2) آثار الأمطار الحامضية على النظم البيئية: تترك الأمطار الحامضية عدة آثار بشرية وبيئية يمكن تلخيصها فيما يلي:²

(أ) **على مستوى الكائنات الحية:** بدءاً بالإنسان، فإن للمركبات الكبريتية آثار سلبية على الجهاز التنفسي، حيث تسبب له أمراض الربو (الحساسية)، مما يؤدي إلى تهيج في الرئة أو تلفها، وتقلل من وضوح الرؤية. أما الحيوان، فتفيد بعض الدراسات أن الأحياء البيوضة في طريقها إلى الانقراض بسبب تفاعل المياه الحامضية مع قشور البيض الكلسية، مما يؤدي إلى إلتافها. كما تحدث في الغطاء النباتي أضراراً بالغة في أوراق فتييس، وينقص معدل نمو الأشجار وتموت أحياناً، مما يعني نقص كمية الأخشاب والورق المنتج. بالإضافة إلى التأثيرات السلبية على التربة وعلى المحاصيل الزراعية، حيث تحمل الأمطار الحامضية بعض العناصر المعدنية الهامة لنمو المزروعات إلى المياه الجوفية، فتقل جودة وإنتاجية هذه المحاصيل.

(ب) **على مستوى المياه:** تزيد الأمطار الحامضية في حموضة البحيرات والجداول، فيؤثر سلباً على الثروة السمكية، حيث ينجم عن تجمع الألمنيوم في خياشيم الأسماك إفرازات في موادها المخاطية فتسبب اختناقها. كما تؤدي إلى إذابة الكالسيوم وتحمله إلى البحيرات والأنهار فتزداد حموضة، وهو ما يؤثر بدوره على جميع الكائنات الحية.

¹ المرجع السابق، ص 67.

² نفس المرجع، ص 68. (بتصرف)

**الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة
الاقتصادية**

ت) على مستوى المنشآت العمرانية: تتلف الأمطار الحامضية مختلف أنواع الحجارة والمعادن، وبالتالي تؤثر على المنشآت المبنية بالأحجار الكلسية بسبب تفاعلها مع حامض الكبريت مكونة الكبريتات التي تتفكك بعوامل التعرية المختلفة. كما تؤثر على السطوح المعدنية حيث تتفاعل مع النحاس مشكلة كبريتات النحاس (أو الصدأ) الذي يتفكك بسهولة.

3.1 - نظم الإدارة البيئية وسلسلة المواصفات الدولية ISO 14000

أسهمت الثورة الصناعية بقصد أو من غير قصد في تنامي سلسلة من المشاكل ذات الطابع البيئي، حيث أضحت قضايا التدهور البيئي واقعا مؤلما ملازما للحياة في العصر الحديث، خاصة مع تعزيز نموذج الحداثة المعولم والتقنيات المتطورة لقدرة البشر على الإضرار بالبيئة، ونعتقد أن معظم هذه المشكلات ناجمة عن سوء تسيير الإنسان للبيئة. وفي ظل التحديات التي تواجه المؤسسات الاقتصادية، تطلب الأمر من هذه المؤسسات سعيا حثيثا لتحسين أدائها، وقد اهتمت الإدارة المعاصرة إلى نظم الإدارة البيئية، كوسيلة تمكنها من تحسين أدائها الاقتصادي في إطار احترام المؤسسة لمسؤولياتها الاجتماعية والبيئية.

1.3.1- نشأة وتطور نظم الإدارة البيئية

جاء في إحدى رسائل حمورابي (1751-1993 ق.م) أمر قضى بموجبه تحديد كمية ونوعية الأشجار المسموح باستخدامها من قبل عمال التعدين في إحدى المدن، كما أكد إدور الثاني في القرن الرابع عشر الميلادي على منع حرق الفحم في مدينة لندن درءا لخطر الدخان الذي هدد حياة السكان آنذاك. وفي هذا إشارة واضحة إلى وجود حرص على البيئة منذ الحضارات الأولى، واستمرت هذه المحاولات من أجل المحافظة على البيئة، إلا أنه وعلى امتداد حقبة طويلة من الزمن، غاب التشريع البيئي الصريح نظرا لقدرة البيئة على استيعاب تلك الملوثات المحدودة. وهو ما أدى إلى قلة الإحساس العام بمستوى الخطر الناتج عن التلوث.

لكن مع التطور الفاحش والنمو السريع وغير المتوازن للتقدم الصناعي انطلاقا من أوروبا في الفترة (1760-1820 م)، ظهر التلوث في الأرض والماء وحتى الهواء نتيجة الاستنزاف اللاعقلاني في استخدام الموارد الطبيعية، وحصول عدة حوادث مؤلمة منها:¹ تسرب المواد الكيميائية السامة في البحر واكتشاف مواقع نووية خطيرة. مما زاد في الوعي البيئي العام، فدفعت السكان المحليين ليكونوا حافزا للحكومات والشركات للأخذ بتدابير كفيلة تحد من ظاهرة التدهور البيئي.

أولا: استحداث وتطوير التشريعات وطرق المعالجة الصناعية للملوثات

وكرد فعل للوعي البيئي المتزايد استحدثت وطورت العديد من التشريعات وطرق المعالجة الصناعية للملوثات في تلك الدول، حيث قامت بريطانيا في سنة 1912م بإصدار قانون الصحة العامة وقانون حماية الأنهار سنة 1951م، كما صدر في الولايات المتحدة الأمريكية قانون النفايات سنة 1889م وقانون الصحة العامة سنة 1912م وغيرها من التشريعات. ثم تراكمت الأدلة العلمية الدامغة في أواسط القرن العشرين (1955م تحديدا) حول مستوى الدمار الذي خلفه التفجيران الذريان، ومن أضرار وأمراض لم تكن معروفة من ذي قبل.²

¹ نجم العزاوي، عيد الله النقار، مرجع سابق، ص 115.

² نفس المرجع، ص 116.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

اقترحت الجمعية العمومية للأمم المتحدة سنة 1968م عقد مؤتمر ينفحص مشاكل البيئة، وعلى إثر ذلك تم انعقاد أول مؤتمر عالمي بستوكهولم سنة 1972م برعاية هيئة الأمم المتحدة، حيث ركز على قضية الوضع البيئي واقترح حلول للحد من التلوث، والذي أسس لإنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة (PNUE). وقد تبعه العديد من المؤتمرات العالمية مثل مؤتمر بلغراد وتبليس، والتي ركزت على ضرورة إنقاذ البيئة من جميع أشكال التلوث، وحماية المصادر الطبيعية للأجيال القادمة. كما صدرت تقارير عديدة أهمها تقرير لجنة برونتلاند سنة 1987 تحت اسم "مستقبلنا المشترك" والذي جاء بمفهوم جديد " التنمية المستدامة"، يهدف للاستعمال العقلاني للموارد الطبيعية وانتهاج سلوك وقائي من أجل الحفاظ على البيئة، حماية لحقوق الأجيال القادمة.

ثم عقد مؤتمر الأمم المتحدة الثاني للبيئة والتنمية المسمى بـ " قمة الأرض الأولى" في مدينة ريودي جانيرو البرازيلية خلال الفترة 3-14 جويلية 1992 وكان أكبر اجتماع، حضره ثلاثون ألفاً من ممثلي 178 دولة ومائة وثلاثون من رؤساء الدول والحكومات، اجتمعوا من أجل حماية الأرض ومناخها ومواردها، ووضع سياسة النمو العالمي والقضاء على الفقر والمحافظة على البيئة. واختتم المؤتمر أشغاله بتوقيع ثلاث اتفاقيات وقعت عليها أكثر من 150 دولة¹ وهي:

- اتفاقية التنوع الحيوي التي تهدف إلى حماية الكائنات الحية الحيوانية والنباتية المهددة بالانقراض؛
- اتفاقية مناخ الأرض وتتعلم بالتغيرات المناخية ومكافحة ارتفاع درجات الحرارة بالحد من انبعاث الغازات المسببة لها؛
- معاهدة الغابات والمساحات الخضراء.

وقد صدر عن المؤتمر ما يسمى بأجندة القرن (21)، وهي بمثابة برنامج تنموي لهذا الأخير ويتكون من 27 مبدأ يهدف إلى القضاء على المشاكل البيئية والتنموية.

وفي سبتمبر 2002م انعقد مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة برعاية الأمم المتحدة في جوهانسبورغ بجنوب إفريقيا، حيث تناول موضوع القضاء على الفقر، وتغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدامة، وحماية وإدارة قاعدة الموارد الطبيعية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، والإطار المؤسسي للتنمية المستدامة. تمت فيه مراجعة عمل العشر سنوات الماضية من تحقيق لأجندة القرن (21)، ومدى وفاء الدول بالتزاماتها لتحقيق التنمية المستدامة. وقد صدرت عنه وثيقتان أساسيتان هما:²

1- مشروع خطة التنفيذ: معدة من أجل مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، والتي تمثل برنامج عمل للسنوات العشر القادمة لتنفيذ أجندة القرن (21) الصادر عن قمة الأرض الأولى، بالإضافة إلى الأهداف التنموية الدولية التي تضمنها إعلان قمة الألفية الذي صدر في 2000م عن الأمم المتحدة.

¹ عبد الرحمان سيف سردار، مرجع سابق، 16.

² عبد الرحيم علام، 2005، مقدمة في نظم الإدارة البيئية، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، ص 9.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

أن النظام الأكثر تشددا الذي كانت تخضع له الدول النامية في مجال التقييم والتثبت في المبادرات التي تقوم بها هو ذاته الذي يطبق على الجميع.

- المساعدة المالية لدول الجنوب: وعدت الدول الغنية في 2009م بتقديم "مئة مليار دولار سنويا" بدءا من 2020م لمساعدة الدول النامية على تمويل انتقالها إلى الطاقات النظيفة، ولتتلاءم مع انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري. كما طالبت الدول النامية في نص الاتفاق على اعتبار المبلغ المذكور ليس سوى "حد أدنى". وسيتم اقتراح هدف جديد في 2025م، وترفض الدول المتقدمة أن تدفع وحدها المساعدة، وتطالب دولا مثل الصين وكوريا الجنوبية وسنغافورة والدول النفطية الغنية بالمساهمة.
- الخسائر والتعويضات: بمعنى مساعدة الدول التي تتأثر بالاحتباس الحراري، حين تصبح المواعمة غير ممكنة، ومن الخسائر التي لا يمكن تعويضها تلك المرتبطة بذوبان كتل الجليد وارتفاع منسوب المياه على سبيل المثال. وتغرز قمة باريس 2015 الآلية الدولية المعروفة بآلية "وارسو" التي لم يتعين تحديد إجراءاتها العملية بعد. وهي مسألة حساسة بالنسبة للدول المتقدمة وبالأخص الولايات المتحدة التي تخشى الوقوع في مساءلات قضائية بسبب مسؤولياتها التاريخية في التسبب في الاحتباس الحراري. وتوصلت هذه الدول إلى إدراج بند يوضح أن الاتفاق لن يشكل قاعدة لتحمل المسؤوليات أو (المطالبة) بتعويضات.

2.3.1- ماهية نظام الإدارة البيئية

تتطلب الإدارة البيئية تكوين منظومة معرفية تتلخص مفرداتها الأساسية في القواعد المعرفية والبرمجيات المتخصصة في الإدارة البيئية، بالإضافة إلى الآليات وأنظمة الاتصالية حتى يمكن إيجاد التلاحم بين الحوسبة والمعلومات والاتصالات ضمن بوتقة متكاملة ومتوازنة تحسن من أداء مناهج وأساليب العملية الإدارية عند إدارة الموارد الاقتصادية بطريقة رشيدة ومتوازنة بيئيا واقتصاديا واجتماعيا.

ولقد أدت زيادة حركة التبادل التجاري بين دول العالم المختلفة إلى ضرورة إعداد معايير يكون من شأنها تحسين نوعيات المنتجات التي يتم التعامل فيها من خلال تنفيذ عقود التبادل التجاري الخارجية، ومن بين هذه المعايير (ISO 14000) واكتمال نظم الإدارة البيئية¹.

¹ أحمد فرغلي حسن، 2007، البيئة والتنمية المستدامة: الإطار المعرفي والتقييم المحاسبي، الطريق المؤدية إلى التعليم العالي، كلية التجارة، جامعة القاهرة، ص 31.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

أولاً: مفهوم نظام الإدارة البيئية

تعريف منظمة (ISO) لنظام الإدارة البيئية: " هو جزء من النظام الإداري الكامل الذي يتضمن الهيكل التنظيمي والنشاطات التخطيط والمسؤوليات والممارسات والإجراءات والعمليات والموارد المتعلقة بتطوير السياسة البيئية وتطبيقها ومراجعتها والحفاظ عليها"¹.

أما من وجهة نظر UNEP² حيث تنظر إلى منظومة الإدارة البيئية على أنها ذلك الهيكل المتضمن مجموعة من العمليات والإجراءات المتوافقة مع الأهداف البيئية للمنظمة والذي يمتلك مسؤوليات مهمة في تكوين المنظمة، حيث أن نظام الإدارة البيئية من العناصر الرئيسة في إنجاز التطورات المستدامة.

وتعريف المواصفة القياسية ISO 14000 بأنها مجموعة المواصفات الخاصة بكيفية عمل المنظمات في القضاء على التلوث عن طريق وضع نظام رسمي وقاعدة بيانات من أجل متابعة الأداء البيئي، وغاية هذه المواصفة هو تزويد المنظمات بعناصر نظام إدارة بيئية فاعلة يمكن أن تتعامل مع المتطلبات الإدارية الأخرى للمنظمة، كما تسعى إلى مساعدة المنظمات في تحقيق التوازنين أهدافها الاقتصادية³.

ويعرف YARNELLET PATRICK أن نظم الإدارة البيئية هي: " دورة دورات مستمرة من التخطيط والتنفيذ والمراجعة والتحسين للأعمال التي تقوم بها المنظمات لإيفاء بالتزاماتها البيئي"⁴.

وعطفا على ما سبق يمكن القول بأن نظام الإدارة البيئية هو: "مجموعة من السياسات والمفاهيم والإجراءات والالتزامات وخطط العمل التي من شأنها منع حدوث عناصر التلوث البيئي بأنواعه وتفهم العاملين بالشركات المختلفة لذلك النظام كل في اختصاصه، بالإضافة إلى تطبيق هذه الأساليب، والإجراءات في الواقع العملي وإعداد تقارير دورية عن نتائج ذلك التطبيق". وتبدو الإدارة كحلقة وصل بين المنظمة والبيئة الطبيعية بكل محتوياتها. كما أن نظم الإدارة البيئية ليست بتلك الأدوات الإدارية الصارمة، بل تتمتع بمرونة تمكن المنظمة من التعامل مع مختلف الحالات وبما يحقق أداء بيئيا نظيفاً وآمناً.

ويمكن توضيح العلاقة بين الإدارة البيئية ونظام الإدارة البيئية من خلال الشكل التالي:

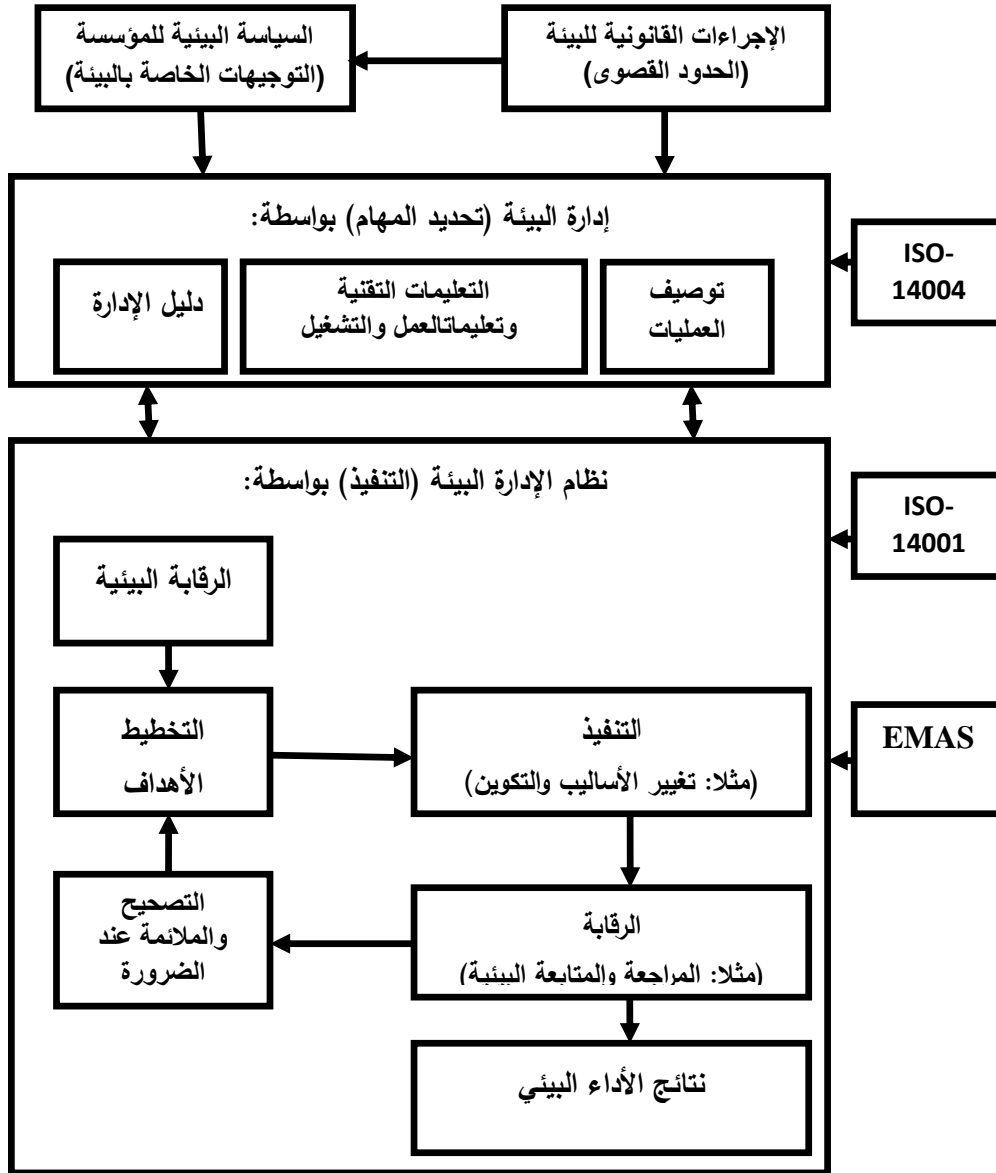
¹ محمد عبد الوهاب الغزوي، 2006، أنظمة إدارة الجودة والبيئة (ISO9000 و ISO14000)، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، ص 189.

² UNEP «: تعني برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

³ إيتار عبد الهادي آل فيدحان، سوزان عبد الغاني البياتي، ص 118.

⁴ « Implementing an ISO 14001 », Environmental management system, School of, Yarnell Patrick, resource & Environmental management, Canada, 1999? P 14.

الشكل (3-1) العلاقة بين الإدارة البيئية ونظام الإدارة البيئية



المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على عثمان حسن عثمان، مرجع سابق، ص7.

يبين الشكل (3-1) أن إدارة البيئة في المؤسسة تستخدم نظام الإدارة البيئية كآلية للرقابة على تطبيق المتطلبات والالتزامات الخاصة بالحفاظ على البيئة، وهي محددة في توجيهات الإدارة وفي تعليمات العمل والتشغيل وتوصيف العمليات. ويحق للمؤسسة أن تتبنى نظام إدارة بيئية على أساس أحد المعايير: الإيزو ISO14001 أو EMAS أو BS7750 أو غيره من المعايير.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

وتعزى أهمية تطبيق نظام الإدارة البيئية إلى ما يلي:¹

- تعد نظم الإدارة البيئية أداة لتطوير نظم الإنتاج والتشغيل، وبما يؤدي إلى زيادة حجم الطاقة الإنتاجية المحققة فعلا؛
- يعمل نظام الإدارة البيئية على منع الإسراف والضياع في الخدمات والطاقة؛
- يؤدي تطبيق نظام الإدارة البيئية إلى تحقيق فائض للشركات ومؤسسات الأعمال ينتج عن عدم حدوث إهدار في كميات الخدمات والطاقة ومستلزمات التشغيل المستخدمة في الإنتاج؛
- منع الإصابات بأمراض أضرار تلوث البيئة الداخلية، مما يؤدي إلى تخفيض تكاليف علاج الأفراد من هذه الأمراض؛
- تحسين المراكز المالية للشركات ولمؤسسات الأعمال؛
- اكتساب المزايا التنافسية لمنتجات الشركات التي تطبق نظم الإدارة البيئية؛
- تطبيق أسلوب دورة حياة المنتج (Product Life-Cycle) مما يؤدي إلى التحسين المستمر في مواصفات المنتجات، وتخفيض مدخلات عوامل الإنتاج.

ثانياً: سلسلة مواصفات التقييس الدولية ISO14000

تم خلال العقد الأخير من القرن العشرين تطوير عدة مواصفات دولية لنظم الإدارة البيئية، وهي خطوة هامة في تصميم نظم الإدارة البيئية داخل المنظمات الصناعية والخدمية، ونخص بالذكر تلك المواصفات التي أعدتها هيئة المواصفات البريطانية (BS) والتشريع الأوروبي (EMAS) والمنظمة الدولية للتقييس (ISO) وغيرها. وكل هذه المواصفات تتوافق مع الاحتياجات الملحة لمنظمة التجارة العالمية. ومن تحصل من المنظمات على تطبيق نظام الإدارة البيئي طبقاً لإحدى هذه المواصفات، سيكون دليلاً على الجهد المبذول من طرف المنظمة لمنع التلوث باستخدام التكنولوجيات المتاحة، وقدرتها على إدارة تأثيراتها البيئية بما يحقق تحسناً بيئياً مستمراً. وتشارك كل هذه المواصفات في الآتي:²

- مواصفات طوعية (اختيارية)، فالمؤسسة هي التي تختار تطبيقها.
- تعتمد على مبدأ التحسين المستمر للأداء البيئي للمؤسسة.
- تشترط مراجعين خارجيين وحياديين في نفس الوقت، لمراجعة النتائج المحققة للمؤسسة وبصفة متكررة.
- تتطلب تحليلاً معمقاً للحالة البيئية للمؤسسة، والتي تحدد أهداف التحسين التي لا تتعارض مع سياسة واستراتيجية المؤسسة.

(1) منظمة المواصفات الدولية (ISO)

بعد الحرب العالمية الثانية اقترحت عدة دول أوروبية إنشاء منظمة دولية متخصصة تعمل على تحقيق مجموعة أهداف أبرزها توحيد المواصفات المعتمدة في مجال الصناعة، لتسهيل عملية التبادل التجاري والعودة السريعة إلى المجال الصناعي العالمي، لذلك عقدت وفود (25) دولة سنة 1946م لقاء في لندن، وانفقوا على إقامة منظمة دولية سميت "منظمة المواصفات

¹ أحمد فرغلى حسن، مرجع سابق، ص 32.
² نفس المرجع، ص 32.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

الدولية " (International Standards Organization) واختيرت مدينة جنيف مقراً لها. وبشرت المنظمة عملها الفعلي بتاريخ 1946/2/23م، بإصدار جملة مواصفات موحدة عممت على دول الأعضاء¹. وهدفت منذ تأسيسها إلى توحيد وتطوير المواصفات الطوعية قصد تطوير مختلف القطاعات الإنتاجية من أجل تقديم خدمة أو بضاعة بطريقة كفاءة، آمنة ونظيفة. إذن تعتبر المنظمة العالمية للتقييس منظمة خاصة، وهي بمثابة اتحاد دولي لأجهزة التقييس حيث تتكون من أكثر من 120 دولة. وهي من طور سلسلة مواصفات ISO14000 التي تم التوصل إليها من أجل وضع مقاييس للإدارة البيئية. وتتلخص رسالة المنظمة في تحقيق التجانس والتناغم في عملية تطوير مقاييس دولية من أجل تسهيل التجارة العالمية، ويتم وضع هذه المقاييس الدولية باتفاق جماعي اختياري².

وسلسلة الإيزو 14000 هي مجموعة من المقاييس، تمثل مدخلا يحدد أنظمة إدارة عمليات أي منظمة، مع التركيز على النواحي البيئية لأنشطتها ومنتجاتها والخدمات التي تقدمها. وعلى المنظمات أن تسعى ليس لإرضاء عملائها فحسب، بل أيضا لإدارة موضوعات البيئة التي تخصها بفعالية، وأن تظهر قدرا من المسؤولية البيئية للجماعات وأصحاب المصالح في المجتمع وغيرهم من المهتمين بالقضية البيئية الذين تتنامى أعدادهم باستمرار.

(2) نشأة وتطور سلسلة المواصفات الدولية ISO14000

نظرا لتزايد الدعوات التي وجهت لمنظمة المواصفات الدولية (ISO) من قبل منظمة الأمم المتحدة وغيرها لإصدار مواصفة متخصصة في الإدارة البيئية، على إثر النجاح الذي حققته (ISO) في مجال نظام الجودة (ISO9000)، شكلت المنظمة (ISO) في أوت 1991م مجموعة استشارية دولية مخصصة لتطوير مواصفة دولية قادرة على³:

(أ) وضع مدخل عام لإدارة البيئة مماثل للمواصفة لإدارة الجودة (ISO9000).

(ب) تعزيز قدرة المنظمة على ترسيخ التحسين في الأداء البيئي.

(ت) تسهيل التجارة الدولية عن طريق تخفيض وإزالة الحواجز التجارية.

وكانت من نتائج جهود المجموعة الاستشارية تكوين لجنة فنية عرفت بلجنة (ISO TC, 207)⁴، حيث اختصت هذه الأخيرة بتطوير المواصفة (ISO9000). وتضمنت اللجنة الفنية ستة لجان فرعية، بالإضافة إلى مجموعة عمل أخرى متخصصة في الجوانب البيئية ومواصفات المنتج، وكانت كل هذه الأعمال في إطار التحضير لمؤتمر Rio الي انعقد سنة

¹ نجم العزاوي، عبد الله النقار، مرجع سابق، ص 124.

² عبد الرحيم علام، مرجع سابق، ص 7.

³ نجم العزاوي، عبد الله النقار، مرجع سابق، ص 124.

⁴ رعد منفي، أحمد الدليمي، 2001، إدارة الجودة الشاملة للبيئة باستخدام المواصفة الدولية ISO 14000، دراسة حالة شركة مصافي الوسط، رسالة دكتوراه، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، ص 30.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

1992م¹. كما قامت اللجنة (ISO TC, 207) بعدة مقابلات في كل من مدينة تورونتو ثم استراليا ثم أوسلو، حيث تم عرض خمسة مسودات عمل كمواصفة دولية صودق عليها ثم عرضت على جميع أعضاء المنظمة (ISO) للتصويت وتمت الموافقة في شباط 1996م.

ظهرت سلسلة ISO14000 في وقت قياسي مقارنة بسلاسل التقييس الأخرى التي تستغرق عادة أكثر من خمس سنوات، وقد صدرت في أيلول 1996م بشكلها النهائي متضمنة عدة إصدارات طوعية دولية ترشد من خلالها إلى المتطلبات العامة لتكوين نظام إدارة بيئية مع طريقة التنفيذ بعد أن بدأت عملية تطوير هذه السلسلة في ربيع 1993م واستغرق إقرار ونشر سلسلة الإيزو 14001 ثلاث سنوات ونصف فقط، وتمثل هذه الأخيرة المحور الرئيس للسلسلة كونها تمد المستفيدين بمتطلبات وضع نظام إدارة بيئية. وقد تجمعت عدة عناصر كانت سببا في هذا الإنجاز نلخصها فيما يلي:²

- ظهور تيار لتطوير عدة مقاييس للإدارة البيئية كالمقاييس البريطانية BS7750، وخطة الإدارة والمراجعة البيئية في الاتحاد الأوروبي EMAS. مما أثار مخاوف من أن تصبح مثل هذه المقاييس عقبة في وجه التجارة الدولية؛
- تزايد الاهتمام على مستوى القطاعين العام والخاص بتحسين ممارسات الإدارة البيئية بما يؤدي إلى استدامة التنمية، وإلى إظهار قدر مناسب من المساعلة البيئية؛
- ازدياد وعي المستهلكين بالجوانب البيئية للمنتجات التي يقومون بشرائها؛
- الأهمية المتزايدة للقيم البيئية في عملية صنع القرار المتعلقة بالمصالح التجارية أو بالمصالح العامة؛

وللتوضيح أكثر يمكننا إدراج هيكل السلسلة SO14000 بإصداراتها وتواريخها المختلفة الهادفة إلى تحسين الأداء البيئي بالدرجة الأولى، ثم الاقتصاد والعقلانية في استخدام الموارد الطبيعية وما يتناسب مع المنظمة المطبقة.

¹Damall, N., Hennques, I., & Sadorsky, P. **Do environmental management systems improve business performance in an international seething?** Journal of International Management, 14(4), 2008, pp 364-365

² عبد الرحيم علام، مرجع سابق، ص 8.

**الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة
الاقتصادية**

الجدول (1-3) هيكل سلسلة المواصفات ISO14000

| العنوان | رقم وتاريخ المواصفة | الحالة |
|--|---------------------|------------|
| نظم الإدارة البيئية: مواصفات مع مرشد الاستخدام | 14001 : 1996 | ISO |
| نظم الإدارة البيئية: إرشادات عامة للمبادئ والأنظمة والتقنيات المساندة | 14004 : 1996 | ISO |
| تدقيق نظم الإدارة البيئية: إرشادات للتدقيق البيئي: مبادئ عامة | 14010 : 1996 | ISO |
| تدقيق نظم الإدارة البيئية: إرشادات للتدقيق البيئي: إجراءات التدقيق | 14011 : 1996 | ISO |
| تدقيق نظم الإدارة البيئية: إرشادات للتدقيق البيئي: معايير مؤهلات المدققين البيئيين | 14012 : 1996 | ISO |
| تدقيق نظم الإدارة البيئية: التقييم البيئي للموقع | 14015 : لم يحدد | W/D |
| المصفاة البيئية: مبادئ عامة | 14020 : 1998 | ISO |
| المصفاة البيئية: الإعلان البيئي الذاتي | 14021 : 1999 | ISO |
| المصفاة البيئية: النوع I: المبادئ والإجراءات | 14024 : 1998 | ISO |
| المصفاة البيئية: النوع III: مرشد للمبادئ والإجراءات | 14026 : لم يحدد | W/D T.R |
| نظم الإدارة البيئية: تقويم الأداء البيئي: الإرشادات | 14031 : 1999 | ISO |
| نظم الإدارة البيئية: تقويم الأداء البيئي: دراسة حالة لتوضيح استخدام ISO14001 | 14032 : 1999 | T.R |
| نظم الإدارة البيئية: تقدير دورة الحياة: المبادئ وإطار العمل | 14040 : 1997 | ISO |
| نظم الإدارة البيئية: تقدير دورة الحياة: تعريف الهدف والمجال وتحليل المخزون | 14041 : 1998 | ISO |
| نظم الإدارة البيئية: تقدير دورة الحياة: تقدير تأثير دورة الحياة | 14042 : 2000 | ISO |
| نظم الإدارة البيئية: تقدير دورة الحياة: تفسير دورة الحياة | 14043 : 2000 | ISO |
| نظم الإدارة البيئية: تقدير دورة الحياة: توثيق بيانات دورة الحياة | 14048 : 1999 | T.R |
| نظم الإدارة البيئية: تقدير دورة الحياة: أمثلة تطبيق ISO14040 | 14049 : 1999 | T.R |
| نظم الإدارة البيئية: تقدير دورة الحياة: المفردات | 14050 : 1998 | ISO |
| معلومات لمساعدة المنظمات لرعاية الغابات باستخدام ISO14001-14004 | 14061 : 1998 | T.R |
| دليل الجوانب البيئية في مقياس المنتج | 14064 : 1997 | ISO |

المصدر: نجم العزاوي، عبد الله النقار، 2010، إدارة البيئة، نظم ومتطلبات وتطبيقات ISO14000، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، الطبعة الثانية، عمان-الأردن، ص126.

ملاحظات: International Standard Organization مواصفة دولية ISO
Working Draft مسودة عمل: W.D
Technical Report تقرير لجنة: T.R

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

وقد تم تصنيف مقاييس الإيزو إلى مقاييس مواصفات، تحدد المتطلبات الواجب توافرها للتأهيل من أجل الحصول على شهادة تطبيق نظام الإدارة البيئية، وهي قابلة للمراجعة والتدقيق. ومقاييس تعريفية لا تشمل على متطلبات وغير قابلة للمراجعة والتدقيق، لكنها توفر التعريف والإرشاد فيما يخص المبادئ والأنظمة والأدوات والآليات أو المعلومات الداعمة للتطبيق السليم لنظم الإدارة البيئية¹. والمقياس الوحيد في سلسلة ISO14000 (من 14000 إلى 14100) الذي يعتبر مقياس مواصفات هو المقياس 14001، بمعنى أنه المقياس الذي يمكن مراجعته وتدقيق الالتزام به، ويمكن المنظمة من إثبات تأهلها للحصول على شهادة ISO14000.

وتأسيسا على ما سبق يمكن تعريف سلسلة المواصفات ISO14000 بأنها: " مواصفات موثقة تستدعي من المنظمة المساهمة في الحفاظ على استخدام المواد الأولية وإنتاج ومعالجة وتصريف الفضلات الخطيرة " وتستهدف هذه السلسلة تحقيق جملة أهداف أهمها:

- مساعدة المنظمات على إقامة نظام داخلي للإدارة البيئية يضمن حسن التعامل مع القضايا البيئية؛
- مساعدة المنظمات على وضع الأهداف والسياسات الخاصة بها في مجال البيئة؛
- التزام المنظمات بإعلان سياستها البيئية وشروط السلامة البيئية أمام السلطات الرسمية والزبائن والرأي العام؛
- تشجيع المنظمات في سعيها للحصول على شهادات المطابقة من الجهات المختصة بشأن السلامة البيئية.

(3) نظام الإدارة البيئية ISO14001

هو مجموعة من المتطلبات يبنى بموجبها نظام إدارة البيئة، حيث توفر الإرشادات عن كيفية إدارة المظاهر البيئية لأنشطة ومنتجات المؤسسة الصناعية، والخدمات التي تقدمها بأسلوب أكثر فعالية، وتأخذ في الاعتبار الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية وحماية البيئة من التلوث، وتساهم في تحسين تنافسية المؤسسة من خلال:²

- تحسين صورة المؤسسة وتوطيد علاقتها مع العملاء، الجمهور، السلطات والمجتمع المحلي؛
- استخدام أفضل الموارد والتحكم في تدوير المخلفات بما يساهم في تخفيض التكاليف، مما يزيد في التنافسية؛
- تخفيض الأعباء المالية التي تتحملها الشركة نتيجة إتباعها سياسات رد الفعل، كالعلاج، والتنظيف، والغرامات المالية التي تدفع عند خرق القوانين والتشريعات البيئية؛
- ضمان الالتزام بالتشريعات والقوانين البيئية المحلية، مما يقلل من مخاطر الغرامات المالية والعقوبات؛
- فتح آفاق وفرص جديدة لعقد الصفقات في الأسواق التي تهتم فقط بالنشاط الأخضر.

¹ نفس المرجع، ص 9.

² فاتح مجاهدي، شراف براهيم، الإدارة البيئية كمدخل لتحقيق تنافسية المؤسسة الصناعية - الإشارة إلى حالتي مؤسستي Sony وIBM، الملتقى الدولي الرابع حول: المنافسة والاستراتيجيات التنافسية للمؤسسات الصناعية خارج قطاع المحروقات في الدول العربية، ص 6.

أ) ماهية نظام الإدارة البيئية ISO14001

يرمي نظام الإدارة البيئية إلى مساعدة المنظمة في إنجاز عملياتها على ضوء الأهداف المحددة، مشددا على أهمية تحمل كل فرد في المنظمة المسؤولية تجاه البيئة والمجتمع، عن طريق توفير إطار عمل تكون الأهداف البيئية فيه إحدى المدخلات الرئيسية لعملية إتخاذ القرار. وعلى الرغم من أن تطبيق متطلبات نظام الإدارة البيئية غير إلزامي عند التعامل مع القضايا البيئية نظرا لطوعية تبني وتنفيذ النظام، إلا أن القوانين البيئية والضغط التنافسية أدت دورا كبيرا ومؤثرا في توجه منظمات الأعمال لتطبيق نظام الإدارة البيئية. "وتحت المواصفة العالمية ISO14001 المؤسسات على وضع نظام للإدارة البيئية بغرض التحسين من فعاليتها البيئية، كونه يسمح للمنظمة بتطوير سياستها البيئية ووضع أهداف تسمح لها باحترام التزاماتها المعلن عنها في هذه السياسة، كما تسمح لها باتخاذ التدابير الضرورية لتحسين أدائها البيئي"¹.

المواصفة ISO14001 هي:² " مجموعة المتطلبات الخاصة بكيفية عمل المنظمات في القضاء على التلوث عن طريق وضع نظام رسمي وقاعدة بيانات من أجل متابعة الأداء البيئي، وتزويد المنظمات بعناصر نظام إدارة بيئية فاعلة يمكن أن تتعامل مع المتطلبات الإدارية الأخرى للمنظمة. كما تسعى إلى مساعدة المنظمات في تحقيق التوازن بين أهدافها البيئية والاقتصادية". وقد قبلت لجنة التقييس الأوروبية بمتطلبات المواصفة ISO14001 بما يلبي متطلبات المواصفة الأوروبية، شريطة أن يضاف إليها:

- إعداد كشف بالأداء البيئي ويحدد فيه وثائق (EMAS) وما ينبغي أن تحتويه تلك الوثائق.
- إيضاح القضايا البيئية المتعلقة بالمنتجات التي تعدها المنظمة لذوي المصالح.

وتأسيسا على ما تقدم يوصف نظام الإدارة البيئية على أنه: " مجموعة عناصر مترابطة تشمل نظاما إداريا فرعيا لإدارة التأثيرات البيئية الناتجة عن أنشطة المنظمة بصرف النظر عن حجم ونوع ذلك النشاط عن طريق توفير إطار عمل تكاملي للتطوير، والتنفيذ، والمحافظة على السياسة البيئية، وضمان التوافق مع القوانين البيئية وتحسين الأداء البيئي.

ب) تحديث متطلبات المواصفة ISO14001

نتناول في هذه الفقرة متطلبات نظام الإدارة البيئية وفق المواصفة الدولية ISO14001 الصادرة في سنة 2004م، وهو الإصدار الثاني لهذه المواصفة بعد إصدارها الأول لسنة 1996. وتتعلق الأمور المستحدثة في النسختين بتطبيق نظام الإدارة البيئية، دون غيره من الشروط العامة للمواصفة (التعاريف، وضع المواصفة التنفيذ، والتحسين المستمر)، وقد مس أهم تعديل الفصل الرابع من النسخة القديمة لسنة 1996م. ويمكن توضيح أوجه الاختلاف بين الإصدارين من خلال الجدول التالي:

¹ Angèle DOHOU – RENAUD, 2009, les outils d'évaluation de la performance environnementale : audits et indicateurs environnementaux, colloque sur la place de la dimension européenne dans la comptabilité contrôle Audit, Strasbourg, France, p.2.

² إيثار عبد الهادي آل فيحان، سوزان عبد الغاني البياتي، 2008، نظام الإدارة البيئية 2004: ISO 14001: دراسة حالة في الشركة العامة

لصناعة البطاريات-معمل بابل 1-، مجلة الإدارة والاقتصاد، العدد 70، بغداد، ص 118.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

الجدول (1-4) الفرق بين الإصدارين: (ISO14001:1996) و(ISO14001:2004)

| أوجه الاختلاف | إصدار 2004 | إصدار 1996 |
|--|------------|------------|
| تم دمج المتطلب 4.3.4 في المتطلب 3.3.4 ضمن الإصدار الجديد | 3.3.4 | 4.3.4 |
| كان بعنوان: الهيكل والمسؤولية وأصبح: الموارد، الأدوار، المسؤولية والسلطة | 1.4.4 | 1.4.4 |
| أضيف متطلب جديد وهو تقييم المطابقة | 2.5.4 | |
| أصبح المتطلب 4.5.4 في مكان المتطلب 5.5.4 بعنوان المراجعة الداخلية | 5.5.4 | 4.5.4 |

المصدر: اعداد الباحث، اعتماد على الإصدارين: (ISO14001:1996) و(ISO14001:2004)

يتضح من الجدول (1-4) أنه فيما يخص الشروط العامة المتعلقة بالتعاريف، ووضع المواصفات، والتنفيذ، والتحسين المستمر، فهي متوفرة في النسختين. أما الشيء المستحدث فيخخص مجال تطبيق نظام الإدارة البيئية، حيث لا يوجد اختلاف جوهري بين الإصدار (ISO14001:1996) والإصدار (ISO14001:2004):¹ تم دمج المتطلب 4.3.4 في المتطلب 3.3.4 ضمن الإصدار الجديد، بالإضافة إلى توسيع في المتطلب 1.4.4 بعد أن كان يتضمن الهيكل والمسؤولية، أصبح يتطلب توفير الموارد، وتحديد الأدوار، وتبيين المسؤولية والسلطة. كما أضيف متطلب جديد وهو تقييم المطابقة والذي يعتمد على أسلوب التحسين المستمر. وقد جاء الإصدار الجديد لتقريب التوافق مع ISO9001 الخاص بالجودة، وأوجدت أدوات لتنفيذ نظام الإدارة البيئية منها:

- أسلوب تقدير دورة حياة المنتج يمكن استخدامه أثناء تحليل الجوانب البيئية الخاصة بمنتجات أو خدمات أو أنشطة المنشأة.
- أسلوب الملصقات والإعلان والإفصاح البيئي والتي تقدم توجيهات لتوفير المعلومات عن الجوانب البيئية للمنتجات والخدمات من خلال الملصقات والبيانات المفصح عنها.

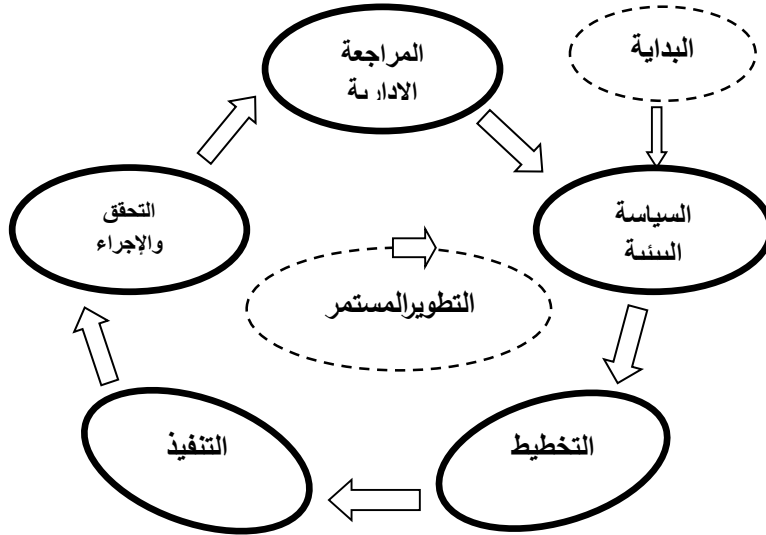
ت) متطلبات المواصفة الدولية ISO14001

يتشكل نظام الإدارة البيئية من حلقة التحسين المستمر والتي تمثل متطلبات المواصفة القياسية ISO14001 لإصدار

2004 والتي نعرضها في الشكل التالي:

¹ زين الدين بروش، جابر دهيمي، دور نظام الإدارة البيئية في تحسين الأداء البيئي للمؤسسات-دراسة حالة شركة الإسمنت، مجمع مدخلات الملتنقى الدولي الثاني حول الأداء المتميز للمنظمات والحكومات، الطبعة الثانية: نمو المؤسسات والاقتصاديات بين تحقيق الأداء المالي وتحديات الأداء البيئي، جامعة ورقلة، 22 و23 نوفمبر 2011، ص ص 652-653.

الشكل (4-1) نموذج نظام الإدارة البيئية وفقا للمواصفة (ISO14001 :2004)



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على محمد أبو القاسم محمد، نظم الإدارة البيئية، مجلة أسبوط للدراسات البيئية، العدد التاسع والعشرون، يوليو 2005، ص 28.

يعتمد تنفيذ نظام الإدارة البيئية الإيزو 14000 بشكل عام على أساليب الإدارة التقليدية، وهي التخطيط ثم التنفيذ من خلال آليات مختلفة لتحقيق أهداف محددة وقابلة للقياس، ثم تقويم الأداء أثناء التنفيذ الذي غالبا ما يصطحبه تصحيح المسار في دائرة مغلقة تعرف بدائرة ديمينج (D.MING). وتوفر هذه الدائرة إطارا لتطوير نظام الإدارة البيئية، حيث تقوم على فلسفة التحسين المستمر وفقا للمنهج التالي:¹

- الخطة: وضع الخطط والعمليات اللازمة لتحقيق النتائج.
- عمل: تنفيذ العمليات.
- فحص: رصد وتقييم العمليات والنتائج ضد الأهداف والمواصفات وتقديم تقرير بالنتائج النهائية.
- تطبيق: تطبيق الإجراءات الضرورية لتحسين النتائج.

يتناول الجزء (4) من المواصفة الدولية ISO14001 المتطلبات الرئيسية لنظام الإدارة البيئية الذي يتألف، حسب اللجنة 207 التابعة لمنظمة التقييس العالمية من خمس مكونات رئيسية تمثل حلقة التحسين المستمر وفقا للمواصفة سالفة الذكر، وتتمثل فيما يلي:²

¹ شتوح وليد، مكانة نظام الإدارة البيئية الإيزو 14000 في تسيير المؤسسات الجزائرية، مجلة الواحات للبحوث والدراسات، المجلد 7 العدد 2 (2014)، ص ص 3-4.

²ISO 14001, Environmental Management System Requirements with Guidance for Use, ISO office copyrite, Switzerland, 2004, PP 4-13.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

1/ السياسة البيئية (4.2 Environmental Policy): لبناء نظام إدارة بيئية ينبغي وضع سياسة بيئية واضحة المعالم وموثقة من قبل الإدارة العليا والالتزام بها وإعلانها، فهي توضح أساسيات النظام وعلاقاته بجميع مفردات الأداء البيئي¹. ويتوجب من خلال هذه السياسة التأكيد على التزام المنظمة بما يلي:²

- أن تكون مناسبة لطبيعة وحجم التأثيرات البيئية لأنشطتها وخدماتها؛
- أن تتضمن الالتزام بالتحسين المتواصل والحد من التلوث؛
- أن تتضمن الالتزام بالتشريعات واللوائح البيئية السائدة والمتطلبات الأخرى التي تشارك بها المنشأة؛
- أن تعد الإطار العام لضبط وفحص الأهداف والمستهدفات البيئية؛
- أن توثق وتنفذ وتضمن وتعمم على كل العاملين؛

2/ التخطيط (Planning): يتم من خلاله حصر أهم الجوانب البيئية، ثم تحديد المتطلبات القانونية التي تتوافق معها. ومن ثم تطوير الغايات والأهداف البيئية للمؤثرات، وإعداد برنامج عمل لإنجازها وفق المطلوب وبما يتناسب والمعلومات المستخدمة³. ويتضمن المراحل التالية:⁴

- 1- تحديد الجوانب البيئية.
- 2- تحديد المتطلبات القانونية والمتطلبات الأخرى؛
- 3- تحديد الأهداف والغايات والبرامج، وذلك بوضع وتنفيذ والحفاظ على برنامج يشمل:
 - إنشاء الأهداف وتصنيفها أهدافا بعيدة المدى وأخرى قصيرة المدى إلى مراحل (طويلة- قصيرة الأجل).
 - إنشاء نظام إدارة بيئية لتنفيذ تلك الأهداف.

3/ التنفيذ والتشغيل (Implementation): تتضمن هذه المرحلة تحديد الهيكل التنظيمي للإدارة البيئية من خلال تحديد المهام والمسؤوليات والسلطات، بالإضافة إلى تدريب وتوعية العمال قصد رفع المهارات الخاصة بالأفراد الذين ينتج عن أعمالهم تأثيرات بيئية هامة⁵، فضلا عن تحديد النمط الاتصالي المناسب داخليا وخارجيا بما يخدم أهدافها بشكل عام⁶. كما تهتم هذه المرحلة بتوثيق نظام الإدارة البيئية كقاعدة بيانات بيئية مرجعية، والرقابة عليها وعلى مدى إتاحتها في أماكن التنفيذ

¹ عبد الرحيم علام، نفس المرجع، ص 11.

² الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسي- بدون تاريخ -جودة الإنتاج والمواصفات القياسية العالمية لنظم الإدارة البيئية الإيزو 14000 بالمقارنة مع المواصفات القياسية العالمية لإدارة الجودة الإيزو 9000.

³ فاتح مجاهدي، شراف برا هيمي، مرجع سابق، ص 7.

⁴ محمد صلاح الدين عباس حامد، 2006، نظم الإدارة البيئية والمواصفات القياسية العالمية إيزو 1400، دار الكتب العلمية، القاهرة ص 152.

⁵ نجوى عبد الصمد، طلال محمد مفضي بطاينة، الإدارة البيئية للمؤسسات الصناعية كمدخل حديث للتميز التنافسي، المؤتمر العلمي الدولي

حول: الأداء المتميز للمنظمات والحكومات، 8-9 مارس 2005، جامعة ورقلة، ص 137.

⁶ خالد مصطفى قاسم، 2007، إدارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة المعاصرة، الدار الجامعية، الإسكندرية، ص 252.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

بشكل دوري، وفي ذات الوقت تهتم بالرقابة على العمليات والأنشطة المتعلقة بالجوانب البيئية الهامة. حتى تكون على استعداد للاستجابة للطوارئ.

4/ التحقق والإجراء التصحيحي (Checking and Corrective Action): يعد هذان النشاطان من الأنشطة الأساسية في الإدارة البيئية كونه يضمن توافق أداء المؤسسة مع ما هو مخطط من خلال المتابعة والقياس لكل ما له أثر مباشر على البيئة من أنشطة وعمليات عن طريق تنظيم السجلات وحفظها ومراجعة نظام الإدارة البيئية، حتى تتمكن من القيام بالإجراءات التصحيحية والوقائية في حالة عدم المطابقة. ويجب أن تتضمن هذه المرحلة ما يلي:¹

- قياس الأداء الخاص بالبيئة؛
- كيفية تطبيق الإجراء التصحيحي فور ظهور مشكلات؛
- حفظ وفهرسة المستندات الخاصة بتنظيم الإدارة البيئية؛
- كيفية المراجعة المستمرة لنظم الإدارة البيئية.

5/ المراجعة الإدارية (Management Review) تعتبر المراجعة الإدارية أساس التحسين المستمر، والتحقق من أن نظام الإدارة البيئية كفاء، حيثتقوم الإدارة العليا في أوقات دورية بمراجعة نظام الإدارة البيئية لضمان استمرار ملاءمته وفعاليتته. وينبغي أن تتضمن عملية المراجعة المعلومات الضرورية التي قد تم جمعها حثيثتسنى للإدارة مباشرة هذا التقييم، كما يتعين توثيق نتائج هذه المراجعة. ويمكن تلخيص عملية المراجعة الإدارية فيما يلي:²

- نتائج التدقيقات الداخلية وتقييمات المطابقة للمتطلبات القانونية والمتطلبات الأخرى التي تخضع لها المنظمة؛
- المعلومات الواردة من الأطراف الخارجية المهمة، بما في ذلك الشكاوى؛
- الأداء البيئي للمنظمة؛
- مستوى تحقيق الأهداف والغايات؛
- حالة الأعمال التصحيحية والوقائية وتوصيات التحسين.

4) مزايا تطبيق المواصفة الدولية (ISO14001)

لا يوجد هيكل نموذجي لأنظمة الإدارة البيئية، إلا أن هيكل المواصفة الدولية (ISO14001) يعتبر مثاليا في التطبيق العملي، فقد أظهر عدة مزايا تلخصها فيما يلي:³

¹ عبد الرحيم علام، نفس المرجع، ص 12.

² شتوح وليد، مرجع سابق، ص 10.

³ نفس المرجع، ص 4.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

- التوافق المتزايد مع التشريعات البيئية والطاعة للأهداف السياسية الاستراتيجية.
- اعتراف المنظمات بأن تطورها متعلق بالمصادر البيئية المؤثر على نشاطها هو عمق درجة الاهتمام بالبيئة.
- تصاعد رغبة المنظمات في شرح وضعها البيئي للرأي العام المحلي والعالمي مستهدفة باستعدادها للتقييم البيئي وإعادة تأهيل نشاطاتها واكتساب المعرفة والخبرة فيما يتعلق بالمبادئ البيئية.
- منع التلوث والحفاظ على المواد الأولية بما يسهم في تقليل التكاليف.
- إيجاد أسواق ومستهلكين جدد، فقد لوحظ أن هناك اتصال واسع بين المستهلكين والأداء البيئي، وهذه سابقة وجدت لدعم عملية الحفاظ على البيئة. كما تم اعتماد الأداء البيئي كأساس في التعامل التجاري العالمي.
- تعزيز صورة المنظمة لدى المنظمين والموردين والمستثمرين والأفراد والجهات الأخرى المتعاملة مع المنظمة.
- رفع معنويات العاملين تجاه مسؤولياتهم البيئية.
- يزيد في إبداع المنظمات وقدرتها على التنافس لأجل الحصول على حصة سوقية أعلى.
- تحسين التخطيط المالي من خلال تحديد رأس المال الرئيس والمستقبلي، وتكاليف نشاطات الإدارة البيئية.
- تحسين استحضار الإدارة العليا في مواقف الأزمات والطوارئ البيئية.

4.1- تحسين الأداء البيئي في المؤسسات الاقتصادية

تستعين المؤسسات الاقتصادية في وضع نظام الإدارة البيئية الخاص بها بمواصفات التقييس للإدارة البيئية، الدولية منها أو المحلية ومنها على وجه الخصوص: المواصفة البريطانية (BS7750) والمواصفة الأمريكية (NSF110) والمواصفة (EMAS) في الاتحاد الأوروبي، وتأتي على رأسها المواصفة الدولية (ISO14001) التي تلقى إقبالا متزايدا سنويا. فإلى غاية نهاية السنة 2010م بلغ عدد شهادات إيزو 14001 الممنوحة 230972، أي بزيادة قدرها 27833 شهادة وهو ما يعادل نسبة 12%. ومع ذلك تعترف المنظمة العالمية للتقييس الإيزو أنه " بالرغم من الارتفاع المتزايد لعدد المنظمات الحاصلة على شهادة الإيزو 14001 من سنة لأخرى إلا أن الإقبال عليها يبقى ضعيفا"¹. وتبرر المنظمة هذا الضعف بأنه " توجد على مستوى الكرة الأرضية أكثر من 143 مليون كيان تتوفر فيه شروط تطبيق المواصفة القياسية إلا أنه يلاحظ أن أكثر من 70% منها لم يسمع بعد بالإيزو 14001"².

1.4.1- مدخل إلى الأداء البيئي وأثره في تحسين الأداء الاقتصادي

توجد دراسات وأبحاث عديدة نظرية وتطبيقية منذ القدم (غير حديثة) تهدف إلى تدقيق مفهوم الأداء، غير أنه لا يوجد اتفاق عام حول تعريف الأداء، بالإضافة إلى الاختلاف في المصطلحات المستخدمة للدلالة على مفهوم الأداء. ونحاول من خلال هذا المدخل تقديم بعض التعاريف والمفاهيم لمصطلح الأداء، والأداء البيئي التي وردت قديما أو حديثا.

أولا: مدخل إلى مفهوم الأداء البيئي

(1) الأداء البيئي لغة: كلمة أداء من أصل لاتيني، استعملت في اللغة الفرنسية منذ القرن الثالث عشر، وقد حدده القاموس الفرنسي Le grand Larousse من خلال: "النجاح في أي ميدان أو مجال". ثم جاءت اللغة الإنجليزية لتعطيه معنى أكثر وضوحا في القرن الرابع عشر من خلال القاموس Oxford الذي عرفه على أنه: "التمثيل لعمل حرفي كالعامل في فرقة موسيقية أو مسرحية"³.

(2) الأداء البيئي اصطلاحا: ورد الكثير من المفاهيم والتعريفات التي تناولت مصطلح الأداء منها:⁴

حسب Alain.M: يرى أن أداء المؤسسة هو العلاقة بين سلسلة متعددة الخدمات، المرتبطة بالجودة والإنتاجية، وهذان الأخيران يمثلان مرآة الأداء ومحددات درجة الاتساق والتوازن. أما المنظمة العالمية للتقييس ISO فقد عرفت الأداء البيئي بأنه: " النتائج الكمية القابلة للقياس لنظام الإدارة البيئية ذات العلاقة بالأبعاد البيئية والتي تم وضعها على أساس

¹Lynn JOHANNSON, ISO 14000 : quand rien ne sera plus comme d'habitude, revue ISO Focus⁺, publier par le secrétariat de l'organisation internationale de normalisation, numéro spécial sur la durabilité, juin 2012, Genève, Suisse, p.43.

²Lynn JOHANNSON, op.cit, p.43.

³Deboeck, 2007, Gestion des performances au travail, Sylvie Saint- ONGE & Victor Haines, Bruxelles, p.60.

⁴ زين الدين بروش، جابر دهيمي، مرجع سابق، ص 656.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

السياسة والأهداف البيئية للمنظمة"¹. كما عرف Lorino Ph الأداء في المؤسسة يسمح بتحسين العلاقة (القيمة -التكلفة) لتحقيق الأهداف الاستراتيجية.

واستناد إلى ما سبق، يمكن فهم الأداء البيئي على أنه: " هو النتائج القابلة للقياس والمتحصل عليها من نظام الإدارة البيئية المرتبطة برقابة الجوانب البيئية المحددة للمنظمة بناء على سياستها وأهدافها وغاياتها البيئية". ويكون تحقيق الأداء البيئي باحترام التشريعات والقوانين من ناحية، وأن يؤدي إلى تحسين المردود المالي. فتحسين طرق الإنتاج من شأنه أن يحقق إيجابيات من الناحية المالية والبيئية. كما أن المؤسسة التي تطبق الأداء البيئي هي التي تتحكم في تكاليفها البيئية، ويكون ذلك بالصيانة الجيدة للمعدات وتحليل الخسائر التي قد تحدث أثناء العملية الإنتاجية، وتكون أيضا بالاعتدال في الطاقة مما يؤدي إلى التقليل من استهلاك مختلف مدخلات العملية الإنتاجية. ويمكن حصر الدوافع الاستراتيجية التي تجعل المؤسسة الاقتصادية أكثر اهتماما بالبعد البيئي فيما يلي:²

- إدماج البعد البيئي ضمن المتغيرات التي تحكم إدارة وتسيير المؤسسة الاقتصادية؛
- الاستجابة إلى المتطلبات التي تفرضها الحكومات بواسطة القوانين والتشريعات البيئية التي سنتها؛
- ضرورة تطوير ما يسمى باليقظة التكنولوجية خاصة فيما يخص العملية الإنتاجية.

ثانيا: أبعاد الأداء البيئي:

- 1) الكفاءة البيئية:** لا يمكن الحديث عن مؤسسة متطورة ومستمرة دونما أن تتحدد درجة كفاءة الأسس والقواعد التي بنيت عليها، كما تعتبر مؤشرا هاما لنجاح النظام المطبق في المؤسسة. وقد قدم الكثير من المختصين والباحثين تعريفات مختلفة للكفاءة منها:³
- عرفها Etzioni على أنها: " قدرة المنظمة على تحقيق أهدافها، وتعتمد على القدرة والمعايير المستخدمة في قياسها على النموذج المستخدم في دراسة المنظمات، وغالبا ما يستخدم هذا المتغير بوصفه متغيرا تابعا لمتغيرات مستقلة أخرى مثل بناء السلطة وأنماط الاتصال وأساليب الإشراف والروح المعنوية والإنتاجية.
 - عرفها Enzo Roblins & بأنه: "التأكد من استخدام الموارد المتاحة قد أدى إلى تحقيق الغايات والأهداف المرجوة منها."

¹Norme internationale ISO 14031, Management environnemental, Evaluation de la performance environnementale, lignes directrices, AFNOR, 1999, p.2.

²Sandrine BERGER6 DOUCE, 2002, **la certification ISO 14000, catalyseur du changement organisationnel ? Actes de la 11^{ème} conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique "AIMS"**, Paris, France, p.4.

³ بوقطف فوزية، مؤشرات قياس الأداء والفعالية في المنظمات، الملتقى العلمي الدولي حول أداء وفعالية المنظمة في ظل التنمية المستدامة، جامعة محمد بوضياف، المسيلة، 10-11 نوفمبر 2009، ص 5.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

(2) **الفعالية البيئية:** برز مفهوم الفعالية البيئية في مؤتمر ريو سنة 1992م والمتعلق بتوريد السلع والخدمات وفق أسعارها

التنافسية، وسندرج في هذا الصدد مفهوم وأهم تعريفات الفعالية البيئية على النحو التالي:¹

- عرف مجلس الأعمال العالمي للتنمية المستدامة WBCSD الفعالية البيئية على أنها: "تقديم سلع وخدمات بأسعار تنافسي، تلبي حاجات المستهلكين وتحسين نوعية الحياة، وهذا بالحد من الآثار البيئية تدريجيا، مع المحافظة على كمية الموارد الطبيعية اللازمة طوال دورة حياة المنتج، وصولا إلى مستوى منسجم يحمي الأرض بشكل مستدام".
- وفي تعريف أخرى لها: " فهي القدرة على تحقيق الأهداف على حساب الاستهلاك الأمثل للموارد". كما أنها: " فلسفة إدارية تهدف إلى الحد من الأضرار البيئية مع تحقيق أقصى قدر من كفاءة الشركة في عمليات الإنتاج".

فالفعالية البيئية إذن تعمل على تحسين الأداء البيئي والاقتصادي معا، ويمكن قياسها وفق المعادلة التالية:

$$\text{الفعالية البيئية} = \text{قيمة المنتج أو الخدمة} / \text{الأثر البيئي}$$

وللاشارة، فإن هناك من يعتبر الكفاءة شرط لازم وغير كاف لتحقيق الفعالية. غير أن المنظمة العالمية للتقييس في

تعريفها للأداء حسب مواصفة ISO9000 إصدار 2000 فقد شمل الكفاءة والفعالية في نفس الوقت.

ثالثا: أثر الأداء البيئي في تحسين الأداء الاقتصادي

الأداء البيئي شرط أساسي لتحسين الأداء الاقتصادي، كما أن الأداء الاقتصادي هو الآخر يعمل على تحسين أداء المؤسسات. إذن فالأداء البيئي وسيلة لتحسين علاقة المؤسسة بالأطراف ذات المصلحة على المدى البعيد، حيث تعمل على تعظيم عوائد المؤسسة مع إمكانية تخفيض تكاليفها².

(1) **تعظيم العوائد:** إن تحسين الأداء البيئي من خلال تبنينظام إدارة بيئية، يسهل للمؤسسات الدخول إلى الأسواق، ويضمن

لها وفاء لمنتجاتها من طرف المستهلكين، وتستفيد ماليا من وفورات في التكاليف من خلال الإنتاج الأنظف، إضافة إلى تقليص الآثار المترتبة عن حوادث العمل كتكلفة العلاج وتوقف العمل. كما أن العمل بالأدوات المالية الاقتصادية مثل الضرائب أو الرسوم المفروضة على الإنبعاثات (النفائيات) يساعد في خفض مستويات التلوث³.

كما تستطيع المؤسسة التخلص من الضغوط المتزايدة عليها من بعض الأطراف مثل المؤسسات المالية، مؤسسات التأمين، المساهمين والموظفين، وضغوطات جماعات المصالح البيئية والمستهلكين وعامة الناس، وذلك نتيجة تنامي الوعي في المجتمع بالأعمال المتعلقة بالبيئة... وفي إطار تزايد حجم السياسات والقوانين واللوائح الملزمة باحترام البيئة، فإن التحسين في الأداء البيئي يساعد المؤسسة في الالتزام باحترام التشريع المطبق.

¹ زين الدين بروش، جابر دهيمي، مرجع سابق، ص 657.

²Entreprise et développement durable : Guide Medef- Vademe cum, Mai, 2006, p.11.

³ زين الدين بروش، جابر دهيمي، مرجع سابق، ص 658.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

(2) إمكانية تخفيض التكاليف:

(أ) **تكاليف الجانب التشريعي:** يساهم الاهتمام بالجانب التشريعي في تحسين الأداء البيئي للمؤسسة، وهو ما يؤدي إلى التخفيض من التكاليف. ومن أمثلة الشركات التي استفادت من تطبيقها للالتزامات التشريعية: شركة (Catterpillar) عملاق الصناعة منذ 82 سنة برقم أعمال يقدر بـ: 41.5 دولار سنة 2006م، والتي توظف 95 ألف عامل، أعلنت في تقريرها حول الاستدامة لسنة 2006م بأن إعادة تدوير المنشآت الصناعية للنفايات يؤدي للاقتصاد في المواد الأولية، والطاقة، ويخفض النفايات الصناعية بشكل كبير¹.

(ب) **تكاليف الطاقة والمعدات والخدمات ورأس المال:** يفترض أن تحسين الأداء البيئي للمؤسسة أن يخفض من تكاليف الطاقة المستهلكة، والمعدات، والخدمات المرتبطة بالعملية الإنتاجية، وتكاليف رأس المال. فالشركة البترولية (British Petroleum) مثلاً قامت بتخفيض انبعاث ثاني أكسيد الكربون (CO2) بنسبة 10% مقارنة بسنة 1990م بسبب تطبيقها لنظريات الإنتاج والحد من التسربات. وأما مسيرو شركة (General Motors) فقد اكتشفوا أن هناك كمية هائلة من الطاقة تستهلك في أوقات الراحة حتى وإن كانت الآلات لا تعمل، والذي أدى بهم لمعالجة الخلل ومن ثم اقتصاد سنوي في التكاليف قدر بـ: 250 ألف دولار على مدار السنتين الموالتين².

(ت) **تكاليف اليد العاملة:** المؤسسة الفعالة والكفاءة هي التي يملك القائمون عليها رؤية واضحة ومعايير محددة، من شأنها متابعة أنشطة العمال. ويرى Backer بأن المواصفة ISO14001 تحفز العمال بشكل جيد، وبالتالي تضاعف إنتاجيتهم مقارنة بالمواصفة ISO9000، كما أن هذا النوع من المؤسسات يستقطب أكثر العمال من حاملي الشهادات العليا.

هناك من يرى من المختصين أن للأداء البيئي أربعة أبعاد، يأتي على رأسها تحسين المنتجات والعمليات، وتحسين العلاقة مع أصحاب المصالح، ثم يتبعها احترام القوانين والتشريعات البيئية، وأخيراً تحسين صورة وسمعة المؤسسة³. ولقد لخصت الباحثة Reynaud هذه الأبعاد على شكل مصفوفة في الجدول التالي:

الجدول (1-5) مصفوفة الأداء البيئي

| محور داخلي-خارجي | | محور العمليات والنتائج |
|----------------------------|--------------------------------|------------------------|
| داخلي | خارجي | |
| تحسين المنتجات والعمليات | تحسين العلاقة مع أصحاب المصالح | العمليات |
| احترام القوانين والتشريعات | آثار بيئية إيجابية | النتائج |
| تحقيق عوائد مالية | تحسين صورة وسمعة المؤسسة | |

¹ المرجع السابق، ص 659.

² المرجع السابق، ص 659.

³ Angèle DOHOU – RENAUD, Op. Cit, p.3.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

المصدر: عبد الرحمان العايب، جابر دهيمي، قراءة في دور الدولة الداعم لتحسين الأداء البيئي المستدام للمؤسسات الاقتصادية - حالة الجزائر، جامعة سطيف، (بدون تاريخ) ص 86.

ويتضح من الجدول (5-1) أن للأداء البيئي انعكاسات داخلية وأخرى خارجية، بالنسبة للمحور الداخلي فهو ينعكس إيجابا على كل من جودة المنتجات والعمليات، كما يساعد على تحقيق وفورات مالية للمؤسسة. أما بالنسبة للمحور الخارجي فبالإضافة إلى تحسين العلاقة مع أصحاب المصالح فهو يدعم الصورة الإيجابية للمؤسسة ضمن بيئة أعمالها.

ينبغي أن يكون الاهتمام بالمؤسسة ذا بعد استراتيجي، بمعنى أن تعيد المؤسسة النظر في استراتيجيات أعمالها. " فحسب Hamel & prahald، حتى تحقق المؤسسة الاقتصادية الاستدامة، يجب أن تصنع لنفسها أهدافا استراتيجية ذات بعد بيئي واجتماعي تكون ركيزة من ركائز استراتيجيتها التنافسية". بالإضافة إلى هذا "فإن المؤسسات الاقتصادية تلعب دورا بالغ الأهمية في التنمية المستدامة، حيث تساعدها نظم الإدارة البيئية على التحلي بالمسؤولية وذلك من خلال احترام المتطلبات الخاصة بأدوات الإفصاح والشفافية عن الأداء البيئي¹.

من خلال ما ورد سلفا يتضح أن العوائد التي تحصل عليها المؤسسة لا تقتصر على تحسين صورتها أمام المجتمع فحسب، بل أن للأداء البيئي الجيد عوائد أخرى أهمها العوائد المالية التي تستفيد منها المؤسسة والتي تساعدها في الحد من التكاليف، والحصول على تسهيلات من قبل المؤسسات المالية والحكومية. وأن أهم ما يميز نظم الإدارة البيئية هو التحسين المستمر للأداء البيئي، وهو ما ينعكس على الأداء الاقتصادي للمؤسسة.

2.4.1- واقع المؤسسات الاقتصادية الجزائرية في مجال الاهتمام بالإدارة البيئية

إلى وقت قريب (2003م) تحصلت ثلاث مؤسسات جزائرية فقط على شهادة الإيزو 14001 مقابل 294 لمصر، 48 لسوريا، 39 للأردن، 30 لتونس، 21 للمغرب و5 لفلسطين². ومن أجل قراءة متأنية لواقع المؤسسات الاقتصادية في مجال الاهتمام بالإدارة البيئية، تم اعتماد بعض الأرقام الرسمية التي نشرتها المنظمة العالمية للتقييس حول عدد المؤسسات الاقتصادية الجزائرية المتحصلة على شهادة ISO14001 من خلال الجدول التالي:

¹ عبد الرحمان العايب، جابر دهيمي، قراءة في دور الدولة الداعم لتحسين الأداء البيئي المستدام للمؤسسات الاقتصادية - حالة الجزائر، جامعة سطيف، (بدون تاريخ) ص 87.

² Belgacem Hanchi, *la situation environnementale de l'industrie en Tunisie*, CITET, p.40, WWW.citet.nat.tn, (consulté le: 15/09/2013).

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

الجدول (6-1) عدد المؤسسات المتحصلة على شهادة ISO14001 في بعض الدول العربية

| السنة | ديسمبر 2005 | ديسمبر 2006 | ديسمبر 2007 | ديسمبر 2008 | المجموع | % | الدولة |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-------|---------|
| | | | | | | | الجزائر |
| | 6 | 6 | 7 | 24 | 43 | 1 | الجزائر |
| | 354 | 379 | 306 | 410 | 1449 | 2.97 | مصر |
| | 26 | 37 | 30 | - | 93 | 18.45 | تونس |
| | 30 | 50 | 67 | 102 | 249 | 17.27 | المغرب |

المصدر: عبد الرحمان العايب، جابر دهيمي، مرجع سابق، ص 90.

توضح أرقام الجدول (6-1) الضعف الشديد في إقبال المؤسسات الاقتصادية الجزائرية على نظم الإدارة البيئية، خاصة المؤسسات العاملة في القطاعات والفروع الاقتصادية المعروفة بالحجم الكبير، كمصانع الإسمنت، الزنك، النحاس، البتروكيميا، الحديد والصلب، الأسمدة والمخصبات الزراعية، الصناعات الغذائية، الجير والجبس¹. وبمقارنة الجزائر مع الدول المذكورة في الجدول نجد أن اليون شاسع، حيث بلغت نسبة المؤسسات الجزائرية الحاصلة على شهادة ISO14001 مقارنة بمصر 2.9%، بينما بلغت نسبة المؤسسات الجزائرية الحاصلة على هذه الشهادة مقارنة بتونس 18.45%، في حين بلغت نسبة المؤسسات الجزائرية الحاصلة على الشهادة مقارنة بالمغرب 17.27%، وأن وتيرة تبني المواصفات الدولية في الجزائر يتم ببطء شديد. كما تظهر هذه النسب أن الجزائر موجودة على هامش الحركة التي تفرضها العولمة الاقتصادية كتطبيق المعايير ومواصفات التقييس العالمي.

وتشير إحصائيات (2006م) الصادرة عن وزارة الصناعة الجزائرية عن اهتمام المؤسسات الصناعية بالمواصفة الخاصة بالجودة ISO9001 وإهمال المواصفة الخاصة بالبيئة ISO14001، حيث تحصلت 172 مؤسسة جزائرية على شهادة الإيزو 9001 مقابل 7 فقط تحصلت على شهادة الإيزو 14001². وحتى (جانفي 2008م) كان عدد المؤسسات التي حصلت على شهادة إيزو 14000 هو 26، و6 مؤسسات صناعية أخرى على وشك الحصول على الإشهاد، وفي نهاية (2011م) تحصلت مؤسستا فرتيال (FERTIAL) لصناعة المخصبات والأسمدة الزراعية، ومؤسسة جيزي (DJEZZY) للاتصالات، أي أن عدد المؤسسات الجزائرية التي حصلت على إيزو 14001 هو 34. وهو ما يعادل 8.29% من مجموع الشهادات التي تحصلت عليها المؤسسات المصرية، وتقريبا ثلث ما تحصلت عليه المؤسسات المغربية قبل ديسمبر 2008م

¹ شتوح وليد، مرجع سابق، ص 12.

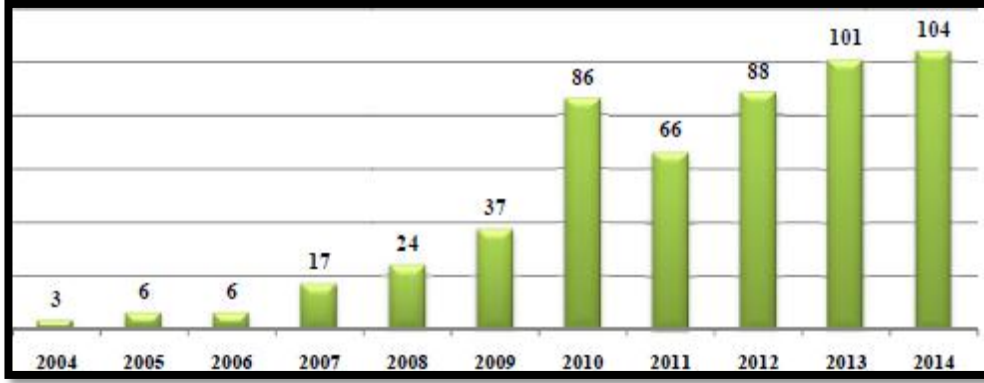
²Karim Zein, les cours de formation meso, Université Badji Mokhtar, Annaba, 29-31/ 03/2007, p.4.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

أولاً: تطور عدد المؤسسات الاقتصادية الحاصلة على شهادة ISO 14001 في الجزائر

يعتبر اعتماد نظم الإدارة البيئية ISO 14001 في الجزائر ضعيفاً إذا ما قورن بمثيلاتها في الدول العربية، فقد بلغ عدد المؤسسات التي تحصلت على شهادة المواصفة القياسية ISO 14001 في الجزائر 104 سنة 2014م، وهو عدد قليل إذا علمنا أنه في نفس الفترة أحصت الإمارات العربية المتحدة 1119 مؤسسة متحصلة على هذه الشهادة، وفي مصر 833 مؤسسة، كما أن العدد كان في تونس 198 خلال نفس الفترة¹. والشكل الموالي يبين تطور عدد المؤسسات الاقتصادية الحاصلة على شهادة ISO 14001 في الجزائر خلال الفترة 2004-2014م.

الشكل (1-5) تطور عدد المؤسسات الاقتصادية الحاصلة على شهادة ISO 14001 في الجزائر خلال الفترة 2004-2014م.



المصدر: ISO, Rapport annuel, 2014.

يتضح من خلال الشكل (1-5) أن عدد المؤسسات الحاصلة على شهادة الجودة ISO 14001 في الجزائر شهد تزايداً منذ سنة 2004م بمعدلات متفاوتة، ففي الفترة 2004-2008م كانت الزيادة بنسب ضعيفة ثم ارتفعت في الفترة 2009-2014م، ويعود ذلك في تقديرنا إلى مجموعة من العوامل أهمها: ازدياد الوعي البيئي لدى متخذي القرار، واشتداد المنافسة إذ تسعى المؤسسات الاقتصادية إلى تعزيز ميزتها التنافسية ومكانتها في السوق من خلال حصولها على شهادة الجودة البيئية، بالإضافة إلى ازدياد قيود التجارة الخارجية حيث تفرض بعض الدول والمؤسسات حصول المتعاملين على شهادة الجودة البيئية.

وفيدراسة حديثة (2012م) أجراها مركز يال (Yale) للسياسات والقوانين البيئية التابع لجامعة يال الأمريكية والخاص بالفعالية البيئية في الوسط الصناعي والتي شملت 132 دولة، احتلت فيها الجزائر المركز 286². وفي دراسة أخرى أجراها مركز GTZ للتعاون الألماني سنة 2007م حول الوضع البيئي للقطاع الصناعي في الجزائر، تبين أن " الخسائر الإيكولوجية التي يتسبب فيها هذا القطاع تتراوح بين 850 و 950 مليون دولار أمريكي، أي ما يعادل 1.8% و 2% من الناتج المحلي

¹ISO, Rapport annuel, 2014.

² عبد الرحمان العايب، جابر دهيمي، مرجع سابق، ص 87.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

الداخلي للجزائر¹، وذلك على الرغم من الإعانات المالية الموجهة للمؤسسات الجزائرية التي تعمل على توطين نظم إدارة بيئية مطابقة لمواصفات التقييس الدولية (ISO9001, ISO14000, ISO22000) التي تمنحها وزارة الصناعة من خلال المخصصات المالية لصندوق تحسين التنافسية الصناعية في الجزائر التي تمثل 80% من تكلفة وضع نظام إدارة البيئة، وتكلفة الحصول على الشهادة على ألا يتعدى مبلغ الإعانة 2 مليون دينار جزائري².

ثانيا: مصفوفة BOIRAL لوضعيات إدماج العنصر البيئي في المؤسسة

يمكن تقديم بعض القراءات بغرض تفسير حال المؤسسات الاقتصادية الجزائرية على النحو التالي:

- نظرا لعدم قناعة المسير الجزائري بأن للأداء البيئي نتائج اقتصادية إيجابية، فإن اهتمامه به يحتل مرتبة منخفضة مقارنة بالأداء الاقتصادي (المردودية الاقتصادية والإنتاجية) الذي يأتي في مقدمة أولويات المؤسسات الصناعية، نتيجة العوائق الكثيرة أمام تبني أنماط التسيير الحديثة ومنها نظم الإدارة البيئية، وذلك بسبب المعاناة من مشاكل التمويل، وضعف الأداء الاقتصادي والمالي، ومن ظاهرة تسرب الإطارات المؤهلة وذات الكفاءة. لذلك اتجهت الجهود نحو إيجاد حلول لهذه المشاكل على حساب الأداء البيئي.
- رغم ما وضعتة الدولة من آليات تحفيزية من شأنها حث المسير على تبني نظم الإدارة البيئية، إلا أن الطابع الطوعي لأساليب التسيير الحديثة في الإدارة جعلت المسيرين لا يرون أن هناك ضرورة لدمج البعد البيئي في استراتيجيات أعمالهم. وقد يبرر ما سبق بالدراسة التي قام بها الباحث (Boiral)³ سنة 2001م والذي صنف فيها درجة إقبال المؤسسات الإدارية البيئية وفق أربعة سلوكيات تحتويها المصفوفة التالية:

الشكل (1-6) مصفوفة BOIRAL لوضعيات إدماج العنصر البيئي في المؤسسة

| | |
|--------------------|-------------------|
| التزام عادي (1) | التزام تحفيزي (2) |
| التزام استباقي (3) | التزام تفاعلي (4) |

رهانات خارجية

رهانات داخلية

Source : Olivier BOIRAL, 2001, ISO 14001 : d'une exigence commerciale aux paradoxes de l'intégration, Actes de la X^{ème} conférence de l'AIMS, Québec, Canada, p.18.

¹ نفس المرجع، ص 87.

² نفس المرجع، ص 87.

³ نفس المرجع، ص 92.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

يوضح الشكل (6-1) أنه توجد أربع وضعيات للمؤسسات التي يمكن من خلالها إدماج العنصر البيئي في استراتيجيتها والوصول إلى تطبيق المواصفة القياسية إيزو 14001. وهذه الوضعيات هي:¹

1- **الالتزام العادي**: وهو ناتج عن ضغوط خارجية كبيرة تسعى المؤسسة للحصول على ميزة تنافسية أو تحسين صورتها وتكون فيها الضغوط الداخلية ضعيفة. في هذه الوضعية كل من المسيرين والعمال غير مقتنعين بأهمية البعد البيئي، ويكون التركيز على المجالات الاقتصادية والمالية؛

2- **الالتزام المجند** "التحفيزي": وهو ناتج عن أمرين، الأول هو التوجه الاستراتيجي للمؤسسة التي تعتبر البيئة الطبيعية عنصرا مهما في المؤسسة، بل قد يضمن أو يرهن استمرارية نشاط المؤسسة، والثاني ناتج عن الاستجابة لمتطلبات إدارية داخلية؛

3- **الالتزام الاستباقي**: وهو ناتج عن إرادة داخلية قوية للمسير بإدماج البعد البيئي في الإدارة نابعة من الاستجابة لضغوط داخلية ترى أن دمج البعد البيئي مهم مع الغياب التام للضغوط الخارجية في مثل هذا الوضع؛

4- **الالتزام التفاعلي**: وهو الذي تفضل فيه المؤسسة البقاء في وضع ساكن تراقب فيه التغيرات التي قد تحدث والتي تفرض عليها التوجه نحو إدماج البعد البيئي كإصدار تشريعات صارمة على سبيل المثال.

ومن خلال التقسيم الذي ورد في المصنوفة، يتبين أن سلوك مسيري المؤسسات الاقتصادية في الجزائر يتطابق مع الالتزام التفاعلي، أي أن ما توليه من اهتمام بالبيئة يأتي على شكل امتثالي للضغوط المتأتية من البيئة الخارجية، وعلى وجه الخصوص البيئة السياسية والقانونية.

▪ بالرغم من الضغوط المفروضة على مؤسسات القطاع الصناعي العمومي والذي يستدعي المرافقة من الجهات الوصية على إدارة شؤون الاقتصاد بغرض الرفع من تنافسيته، إلا أن هذه المحاولات تبقى ضعيفة. وقد يعود السبب إلى:² " أن حجم ومبالغ الإعانات المالية الممنوحة سواء من طرف الدولة أو من طرف البرامج الدولية غير مشجعة على تبني نظم الإدارة الحديثة". فالمبلغ الممنوح كإعانة من أجل تطبيق نظم الإدارة البيئية المطابق للمواصفة القياسية الإيزو 14001 إصدار 2004 (مرحلة المرافقة) هو 80% من سقف لا يتعدى 2 مليون دينار جزائري، والإعانة الخاصة بالحصول على الشهادة (مرحلة الإشهاد بالمطابقة) هو 80% من سقف لا يتعدى 1 مليون دينار جزائري.³

¹Olivier BOIRAL, 2001, **ISO 14001 : d'une exigence commerciale aux paradoxes de l'intégration**, Actes de la X^{ème} conférence de l'AIMS, Québec, Canada, p.18.

² سالمى رشيد، المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الجزائرية بين الالتزام البيئي ومنطق تعظيم الربحية: دراسة ميدانية، مجلة البحوث والدراسات العلمية، جامعة المدية، العدد 06 مارس 2012، ص 134-141.

³ عبد الرحمان العايب، جابر دهيمي، مرجع سابق، ص 91.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

- قد يكون تعدد البرامج المتوفرة أمام المؤسسات الاقتصادية بغرض الاستفادة منها من أجل دمج الإدارة البيئية هو في حد ذاته عائق، "لأن تعدد البرامج يجعل من المؤسسة محتارة في اختيار البرنامج المناسب" وبذلك تبرز الحاجة إلى توحيد البرامج وتبسيط إجراءات الاستفادة منها.
- من المعوقات التي تجعل مسيري مؤسسات القطاع الاقتصادي لا يقومون بأي مبادرة طوعية تجاه البعد البيئي، هو غياب رؤية طويلة وواضحة المعالم خاصة بالاستراتيجية الصناعية للجزائر. فمنذ بداية الإصلاحات الاقتصادية صار مصير المؤسسة الاقتصادية مجهولاً، وهو ما جعل المسيرين في وضع ساكن ينتظرون يوماً قرارات سياسية تحدد وجهة مؤسساتهم.
- يرجع بعض الخبراء ضعف الاهتمام بتبني نظم الإدارة البيئية إلى مسألة الحكم الراشد على مستوى الدولة. "فالاقتصاد الموازي الذي تتغافل عليه الدولة ولا تحاربه يجعل من المؤسسة الاقتصادية التي تنشط في ظل الشرعية يفكر أساساً في كيفية ضمان البقاء والاستمرارية، ولا يفكر في تطبيق أساليب وأنماط التسيير الحديثة المتأتية من تطبيق مبادئ الحوكمة بما فيها المسائل المرتبطة بالمسؤولية الاجتماعية للشركات"¹.
- إن غياب جماعات الضغط الممثلة في المجتمع المدني والجمعيات التي تسهر على حماية البيئة وجمعيات حماية المستهلك وضعف نفوذ تلك الموجودة منها يجعل من المؤسسات الاقتصادية الجزائرية ضعيفة تجاه المسائل البيئية مما يترتب عليه قلة الاهتمام بالإدارة البيئية.

3.4.1- إسهام السلطات العمومية الجزائرية في تعزيز البعد البيئي

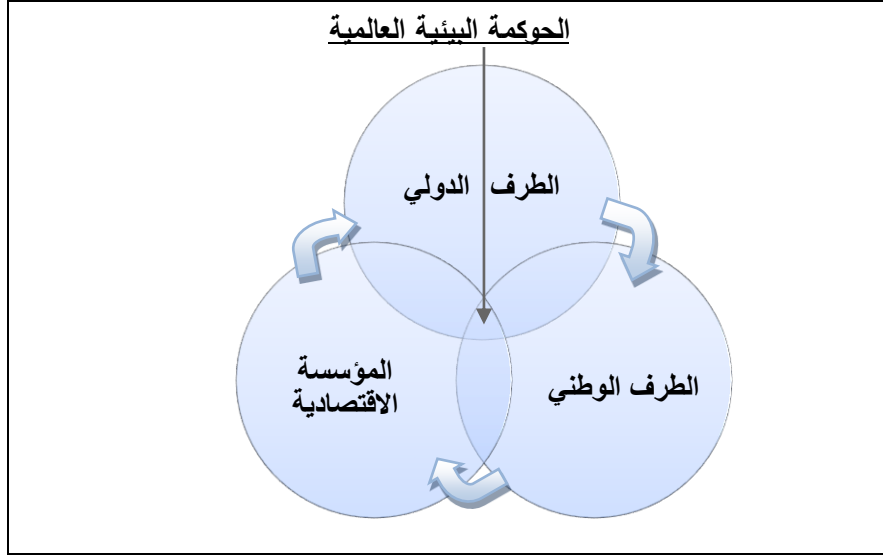
سعت الجزائر إلى وضع استراتيجية عمل ترمي إلى حماية البيئة، والتوفيق بين التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وإلى ترشيد واستدامة الموارد الطبيعية، وضرورة التخفيف من الملوثات والمخاطر التي تهدد الصحة العامة، واتخاذ التدابير المحفزة لمعالجة المشاكل البيئية. وتعد الجزائر من الدول المهتمة بالمحيط والبيئة وتسعى من خلال سياستها إلى المحافظة على البيئة، رغم اعتماد اقتصادها على المحروقات التي تعد من أكثر السلع الملوثة إذا لم يتم التعامل معها بشكل ملائم ومسؤول. كما تعتبر الجزائر دولة فاعلة في برنامج هيئة الأمم المتحدة لحماية البيئة، ولها اتفاقيات ومشاركات أورو متوسطية وعربية وعالمية في مجال حماية البيئة.

أولاً: الهياكل المعنية بحماية البيئة في الجزائر

يمثل التقاطع في الشكل (7-1) الحيز المشترك لعملية (Environnemental Governance) الحوكمة البيئية فيما بين الأطراف المعنية بحماية البيئة، والتي تشمل بدورها الحوكمة البيئية العالمية، والوطنية، والمؤسسية.

¹ Abdelatif BENACHENHOU, 2007, Système de gouvernance des entreprises : L'impératif d'assainir l'environnement économique, Supplément El-Watan Economie, n°114, semaine du 23 au 29 Juillet, Alger, Algerie.

الشكل (7-1) الأطراف المعنية بحماية البيئة



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على عائشة بن عطا الله، مرجع سابق، ص 5.

فالحوكمة البيئية والاجتماعية هي أحد المجالات الاقتصادية التي تبحث في كيفية تعزيز وتحفيز الإدارة وزيادة كفاءتها من خلال مجموعة من المبادئ الإرشادية والآليات التي تهدف إلى تخفيف حدة الفقر وتحسين نوعية الحياة، الالتقاء بين حوكمة الكيانات الاقتصادية والحوكمة البيئية والاجتماعية¹. كما تعني أيضا مجموعة القواعد والممارسات والمؤسسات ذات الصلة بإدارة البيئة في أشكالها المختلفة (الحفظ والحماية واستغلال الموارد الطبيعية)، وهي آليات وعمليات اتخاذ القرارات الجماعية التي تمكن أصحاب المصلحة من التأثير وتنسيق احتياجاتهم ومصالحهم المترابطة وتفاعلاتها مع البيئة².

(1) **المسؤولية الدولية لحماية البيئة:** تتمثل الحوكمة البيئية العالمي GEG من خلال مجموع المنظمات، والسياسات، والأدوات، والآليات التمويلية، والقواعد والإجراءات التي تنظم عمليات حماية البيئة العالمية³. وقد ارتبط مفهوم الحوكمة البيئية باعتماد الأدوات والعمليات السياسية لإدارة المشاكل البيئية، حيث بدأت المشاركة الرسمية للأجهزة العليا للرقابة الدولية سنة 1953م بعد تأسيس مجموعة الانتوساي INTOSAI، ثم منحت صفة "منظمة غير حكومية" تابعة للأمم المتحدة عام 1973م. ومن بين الأعمال الرائدة التي ساهمت في تطوير الحوكمة البيئية عالميا هو انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة الخاص بالإنسان باستوكهلم وإنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ونجد أيضا⁴:

¹ فارس مستور، أهمية تدخل الحكومات في حماية البيئة من خلال الجباية البيئية، مجلة الباحث، العدد 07، 2009-2010، ص5.

² فريد كورنيل، حوكمة الشركات: منهج القادة والمدراء لتحقيق التنمية المستدامة في الوطن العربي، جامعة سكيكدة، ورقة بحثية مقدمة للمشاركة في المؤتمر العلمي الدولي الأول لكلية الاقتصاد بجامعة دمشق، أيام 15-16 أكتوبر 2008، ص 14.

³ عائشة بن عطا الله، التأهيل البيئي للمؤسسة الاقتصادية الجزائرية بين الحاجة والضرورة، الملتقى الدولي الأول حول: التأهيل البيئي للمؤسسة في اقتصاديات دول شمال إفريقيا، يومي 06-07 نوفمبر 2012، ص 5.

⁴ عائشة بن عطا الله، مرجع سابق، ص 7.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

- عشروزاراتالبيئة قبل مؤتمر ستكهولم، 110 دولة منها وزارات أو إدارات مختصة بالبيئة عام 1983؛
- صدور 31 قانوني وطني رئيسي في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD بين عامي 1971-1975 مقارنة بأربعة قوانين بين 1957-1960، و 10 بين 1960-1965 و 18 بين 1966-1970؛
- عرفت حوالي 50 حكومة البيئة في دساتيرها الوطنية على أنها حق أساسي من حقوق الإنسان.
- أ) **برامج الدعم التقني الأجنبية:** نفذت الجزائر برنامج التأهيل البيئي تحت إشراف وزارة البيئة وتهيئة الإقليم، واستعانت بجملة من الخبرات الأجنبية في المجال البيئي من خلال إجراء دراسات تقنية تدخل ضمن جملة الاتفاقيات الثنائية هدفها الاستفادة من الخبرات التقنية لبعض الهيئات الدولية المختصة من بينها:
- ب) **برنامج إيكوسيس ECOSYS:** يجري برنامج إيكوسيس دراسات تسمى بـ: "Mésoprofil" والتي تقوم بالتقييم الاقتصادي للآثار البيئية للقطاع الصناعي بالربط بين المستوى الجزئي (مؤسسة اقتصادية) والمستوى الكلي (الدولة) ويسمى هذا الربط بالمستوى القطاعي (Mésoprofil)¹. وتهدف هذه الدراسات إلى:
- التعرف على الفوائد الاقتصادية للقطاعات الصناعية عند انتهاجها لسياسات حماية البيئة؛
- التعرف على مدى التأثير السلبي للقطاع الصناعي على البيئة الطبيعية للبلاد؛
- اقتراح الامتيازات والحوافز الاقتصادية التي يمكن تطبيقها للتحكم في الآثار السلبية للقطاع على البيئة.
- ت) **برنامج مراقبة التلوث البيئي:** يتولى تنفيذه وتمويله مشروع التعاون التقني الجزائري الألماني GTZ. هذا البرنامج الذي ينشط كثيرا في مجال التنمية المستدامة في الجزائر، ويتولى تمويل جملة من المشاريع الأخرى أهمها:²
- مشروع كونفورم PME CONFORM 1998: حيث تم تكوين جملة من الخبراء الجزائريين في مجال الإدارة البيئية وفي وضع المواصفة القياسية الإيزو 14001 والتدقيق البيئي؛
- مشروع الإدارة البيئية المربحة، والذي يهدف إلى: تحقيق الفعالية الاقتصادية من خلال التقليل في التكاليف، وتخفيض الأثر البيئي من خلال التقليل من النفايات والمياه المستعملة والهواء المنبعث وكل المخلفات الأخرى، وتوفير التنظيم المناسب الذي يسمح بإحداث التغيير في التسيير.
- ث) **برنامج دلتا DELTA:** هو اختصار للكلمات "Developing Environmental Leadership Towards Action"، تم تأسيسه من أجل ترجمة ما جاءت به أجنده 21 في قمة الأرض (1992م)، وتؤكد الفقرة 30 من هذه الأجنده على الدور البارز للصناعة والتجارة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. و DELTA منظمة تعتبر جزءا من خطة عمل نشاط مركز الأعمال المستدامة، تتشبط مع المؤسسات لحثها على الاهتمام بالإدارة البيئية بغرض تحسين فعاليتها الاقتصادية والتقليل من الآثار السلبية للنشاط الذي تمارسه على البيئة. تتكون شبكة دلتا من مجموعة خلايا بما فيها

¹ عبد الرحمان العايب، جابر دهيمي، قراءة في دور الدولة الداعم لتحسين الأداء البيئي المستدام للمؤسسات الاقتصادية، مرجع سابق، ص 89.

² عبد الرحمان العايب، بقة شريف التنمية المستدامة والمتطلبات الجديدة المطروحة أمام المؤسسات الاقتصادية مع الإشارة إلى الوضع الراهن للجزائر، المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، جامعة سطيف، أيام 7، 8، 9، أبريل 2008، ص 18-19.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

برنامج دلنا في المشرق والمغرب العربيين، ويتكون هذا الأخير من مدرء مؤسسات تابعة لإحدى عشر بلد عربي منخرط فيه. تمثله في الجزائر " جمعية ترقية الفعالية البيئية بالمؤسسات (APEQUE)¹.

لقد استفادت بعض المؤسسات الاقتصادية الجزائرية من الدعم التقني لهذا البرنامج خصوصا المصانع العمومية للإسمنت. ومن أهم ما استفادت به هو وضع لوحات قيادة الأداء البيئي والتدريب على كيفية إجراء التشخيص البيئي الذاتي. فبواسطة هذه اللوحة يقوم البرنامج بوضع اللبانات الأولى التي تهئ المؤسسة لوضع نظام الإدارة البيئية المطابق للمواصفة القياسية الإيزو 14001:2004. ومن أهداف اللجوء لهذه الأداة ما يلي:² الحكم على أدائها البيئي في المصنع؛ والتعرف على الإجراءات التي يجب وضعها من أجل تحقيق الفعالية البيئية؛ بالإضافة إلى تهيئة المؤسسة للمشروع في وضع نظام إدارة بيئية مطابق للمواصفة القياسية الإيزو 14001:2004.

كما استفادت مؤسسات جزائرية أخرى من عمليات تدريب على كيفية إجراء التشخيص الذاتي في المجال البيئي، تتمثل هذه العملية في وضع دليل يسمح للإدارة أن تستعين به للتعرف على الآثار البيئية للمؤسسة التي تتسبب فيه، وتقييم درجة خطورتها. وتم وضع برنامج عمل يسمح بالتخلص أو التقليل من تلك الآثار، وقد طورت المنظمة الفرنسية " الشركات من أجل البيئة EPE " دليل التشخيص الذاتي البيئي. ومن أهداف الاستعانة بوضع هذا الدليل هي:³ تحليل التوافق بين المظاهر البيئية الأكثر أولوية لنشاطات المؤسسة الاقتصادية؛ واتخاذ التدابير اللازمة بعد إجراء عملية التحليل؛ وإعداد خطة عمل تتدمج في إطار مشروع المؤسسة الاقتصادية لوضع نظام إدارة بيئية مطابق للمواصفة الإيزو 14001:2004.

(2) **المسؤولية الوطنية لحماية البيئة:** بادرت العديد من الحكومات في نهاية الثمانينات إلى الالتزام بالاتفاقيات الدولية للبيئة، وسعت إلى تحسين قوانينها ولوائحها بالبيئية، وتماشيا مع التوجه العالمي شرعت الحكومة الجزائرية في ضبط سياستها البيئية ضمن الاتفاقيات الدولية لحماية البيئة.

(أ) **أهم الاتفاقيات الدولية لحماية البيئة التي صادقت عليها الجزائر:** تمت المصادقة في 20/10/1992م على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيير المناخ 1993م الهادفة لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وعلى بروتوكول مونتريال واستفادت الجزائر من إعانات مالية من الصندوق متعدد الأطراف بكندا، وفي 06/07/1995م على اتفاقية التنوع البيئي (البيولوجي) المصادقة عليها في 1992م بريوديجانيرو⁴.

¹ العايب عبد الرحمان، التحكم في الأداء الشامل للمؤسسة الاقتصادية في ظل تحديات التنمية المستدامة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 2012، ص 256.

² DELTA programme, Tableau de bord environnemental : cas pratique, SBA, 2003, p.2.

³ عبد الرحمان العايب، جابر دهيمي، قراءة في دور الدولة الداعم لتحسين الأداء البيئي المستدام للمؤسسات الاقتصادية، مرجع سابق، ص 90.

⁴ عائشة بن عطا الله، مرجع سابق، ص 7.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

(ب) الإطار القانوني لحماية البيئة: تطورت المنظومة التشريعية لحماية البيئة في الجزائر بسبب الاهتمام بالجانب البيئي محليا ودوليا، وأولى هذه الاهتمامات لدى المشرع الجزائري كانت من خلال صدور قانون البلدية لسنة 1967م¹ الذي حدد صلاحيات رئيس المجلس الشعبي البلدي باعتباره يسعى لحماية النظام العام بما يتضمن حماية للبيئة ومنع التلوث.

ولقد صدر قانون 83-3 المتعلق بحماية البيئة ليحدد الإطار القانوني للسياسة الوطنية لحماية البيئة، والتي ترمي إلى حماية الموارد الطبيعية، وانتقاء كل أشكال التلوث والمضار ومكافحته وتحسين إطار المعيشة ونوعيتها. واعتبر حماية الطبيعة والحفاظ على فصائل الحيوان والنبات والإبقاء على التوازنات البيولوجية، والمحافظة على الموارد الطبيعية من جميع أسباب التدهور التي تهددها أعمالا ذات مصلحة وطنية². ومن أهم القوانين والتشريعات التي أصدرتها الدولة حماية للبيئة هي:

- إدماج الرسم الإيكولوجي (حماية البيئة) منذ سنة 2005م انطلاقا من مبدأ "على من يلوث البيئة أن يدفع الثمن"، والهدف من ذلك هو حث المؤسسات الصناعية على انتهاج تصرفات أكثر حماية للبيئة، وقد تم إدخال الرسم البيئي في قانون المالية لسنة 2005م، وصدرت في نفس السنة تعليمة وزارية توضح كيفية تطبيق الرسم، حيث حدد مبلغ الرسم بـ: 10.500 دج عن كل طن إذا كان الملوث يمارس نشاطا صناعيا³.
 - كما تم صياغة جملة من القوانين منذ سنة 2001م في إطار التنمية المستدامة أهمها:⁴
 - ✓ القانون 01-19 المؤرخ يوم 12 ديسمبر 2001م المتعلق بتسيير ومراقبة والتخلص من الفضلات؛
 - ✓ القانون 01-20 المؤرخ يوم 12 ديسمبر 2001م المتعلق بالتهيئة العمرانية؛
 - ✓ القانون 03-10 المؤرخ يوم 19 جويلية 2004م المتعلق بحماية البيئة؛
 - ✓ القانون 04-09 المؤرخ يوم 14 أوت 2004م المتعلق بترقية الطاقات المتجددة؛
 - ✓ القانون 04-20 المؤرخ يوم 25 ديسمبر 2004م المتعلق بالوقاية من الأخطار الكبيرة وتسيير الكوارث.
- (ت) الإطار المؤسسي لحماية البيئة: ويشمل الهيئات المركزية والهيئات المركزية المستقلة بالإضافة إلى الجمعيات المعنية بحماية البيئة. ويمكن تلخيص التطور المؤسساتي لقطاع البيئة في الجزائر من خلال الجدول التالي:

¹ الأمر 67-24 المؤرخ في 18 جانفي 1967م المتعلق بالقانون البلدي، ج ر، عدد 06 المؤرخ في 18 جانفي 1967.

² يحي وناس، 2007، الآليات القانونية لحماية البيئة في الجزائر، أطروحة دكتوراه في القانون العام، جامعة أبو بكر بالقائد، تلمسان، جويلية، ص 14.

³ فروحات حدة، استراتيجيات المؤسسات المالية في تمويل المشاريع البيئية من أجل تحقيق التنمية المستدامة-دراسة حالة الجزائر-، م مجلة الباحث، العدد 07، 2009-2010، ص 130.

⁴ الأمر 82-10 المؤرخ في 21 أوت 1982م المتعلق بالصيد، ج ر، عدد 34، المؤرخة في 24 أوت 1982.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

الجدول (7-1) التطور المؤسسي المركزي لحماية البيئة في الجزائر

| السنة | اسم الهيئة |
|-------|---|
| 1974 | اللجنة الوطنية للبيئة |
| 1977 | وزارة الري واستصلاح الأراضي وحماية البيئة |
| 1979 | كتابة الدولة للغابات والتشجير |
| 1980 | كتابة الدولة للغابات واستصلاح لأراضي |
| 1983 | وزارة الري والبيئة والغابات |
| 1988 | وزارة الفلاحة |
| 1990 | وزارة البحث والتكنولوجيا |
| 1994 | وزارة التربية لوطنية |
| 1994 | وزارة الجامعات |
| 1994 | وزارة الداخلية والجماعات المحلية والبيئة والإصلاح |
| 1996 | كتابة الدولة المكلفة بالبيئة |
| 1999 | وزارة الأشغال العمومية وتهيئة الإقليم والبيئة العمران |
| 2001 | وزارة تهيئة الإقليم والبيئة |
| 2002 | وزارة التهيئة العمرانية والبيئة |
| 2004 | وزارة تهيئة الإقليم والبيئة |
| 2007 | وزارة تهيئة الإقليم والبيئة والسياحة |
| 2010 | وزارة التهيئة العمرانية والبيئة |
| 2012 | وزارة التهيئة العمرانية والبيئة والمدينة |
| 2013 | وزارة البيئة والتهيئة العمرانية |
| 2015 | وزارة الموارد المائية والبيئة |

المصدر:

رشيد علاب،

2016-2017، نظم الإدارة البيئية (ISO14000)، واقع ومعوقات تطبيقها في المؤسسات الاقتصادية في الجزائر، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في علوم التسيير-تخصص علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد بوضياف-المسيلة، الجزائر، ص 105.

من خلال الجدول (7-1) يتضح أن الحكومات المتعاقبة في الجزائر قد أولت اهتماما واضحا لموضوع البيئة منذ سنة 1974م، إلا أن هذه الحكومات لم تفرد البيئة بوزارة خاصة، بل كانت دوما تترافق مع التهيئة العمرانية: كتهيئة الإقليم، المياه، الري، الغابات، ... إلخ.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

ثانيا: الهيئات المركزية:

تعاقب دور حماية البيئة في الجزائر على عدة أجهزة مركزية قبل صدور قانون 83-03 وبعده حيث استحدثت "اللجنة الوطنية للبيئة" في 1974م كأول جهاز إداري متخصص في حماية البيئة، تقدم الخطوط العامة لسياسة البيئة في إطار التهيئة العمرانية والتنمية الاقتصادية والاجتماعية، وتم إنهاء مهام اللجنة بسنتين بعد تنظيم "الكتابة الدائمة للجنة الوطنية للبيئة"، ثم انتقلت المهمة إلى "وزارة الري واستصلاح الأراضي وحماية البيئة" دون تحديد لصلاحياتها لعدم صدور مرسوم يقضي بذلك. وبعد التعديل الحكومي 1979م استحدثت كتابة الدولة للغابات والتشجير ولم تعمر بدورها (سنة واحدة)، مما يؤكد عدم وضوح مهمة حماية البيئة التي كانت تتقاذفها مختلف الهيئات المركزية. ثم أعيد تنظيم هذه الأخيرة بعد التعديل الحكومي 1980م بكتابة الدولة للغابات واستصلاح الأراضي، وقد أنيط بها حماية الطبيعة واستخدامها للرفاهية الجماعية¹.

وفي سنة 1983م صدر قانون حماية البيئة 83-03 الذي يهدف إلى تنفيذ سياسة وطنية لحماية البيئة، وألحقت البيئة بوزارتي الري والغابات في 1984م وبالبحث والتكنولوجيا في 1988م، ثم بوزارتي التربية والتعليم والداخلية في 1992-1994². واستمرت حالة عدم الاستقرار وكثرة تداول مختلف الوزارات على ملف البيئة، إلى أن عرف هذا الملف الاستقرار لأول مرة بإنشاء وزارة خاصة "وزارة البيئة وتهيئة الإقليم" سنة 2001م، وقد عرفت تنظيما دقيقا للهياكل التي تضم المديريات والمديريات الفرعية التي تضطلع بحماية البيئة والحفاظ على الإقليم³.

واستنادا إلى ما ورد سلفا، وعلى الرغم من وجود اهتمام بالبيئة في الجزائر منذ 1974م، يمكننا القول بأن عدم استقرار الهيئات المركزية التي كلفت بالمجال البيئي قد أفرزت فراغا استراتيجيا واضحا في مجال البيئة، وهذا ما دفع الجهات الوصية إلى استحداث وزارة مختصة بالبيئة وتهيئة الإقليم، وننوه إلى أن الهيئات المحلية والجمعيات ذات الصلة بحماية البيئة لها دور بارز إلى جانب هذه الوزارة الوصية والذي نبرزه من خلال ما يلي:

(1) **الهيئات المحلية:** نظرا للاختصاصات التي تتمتع بها الهيئات المحلية (الولاية والبلدية) في المجال البيئي، يمكن لهذه الهيئات أن تؤدي دورا هاما في حماية البيئة، حيث⁴:

(أ) المجلس الشعبي الولائي: يقوم عامة بأعمال التنمية الاقتصادية والاجتماعية والثقافية، وتهيئة الإقليم وحماية البيئة. ويتولى الوالي التنسيق العام للإدارة حيث بذلك السلطة التنفيذية على مستوى الولاية والممثل المباشر لكل وزارة

¹ حوشين رضوان، الوسائل القانونية لحماية البيئة القاضي ودور القاضي في تطبيقها، مذكرة تخرج لنيل إجازة المدرسة العليا للقضاة، السنة الثالثة، الدفعة 14، الفترة التكوينية 2003-2006، ص 37.

² عمر صخري، عبادي فاطمة الزهراء، مرجع سابق، ص 159.

³ الجريدة الرسمية، المادة الأولى من المرسوم التنفيذي رقم 01-09 المؤرخ في 12 شوال عام 1421 الموافق لـ 7 يناير سنة 2001 يتضمن تنظيم الإدارة المركزية في وزارة تهيئة الإقليم والبيئة، العدد 4 الصادر بتاريخ 19 شوال عام 1421 الموافق لـ 14 يناير 2001، السنة الثامنة والثلاثون، ص 17.

⁴ حوشين رضوان، مرجع سابق، ص 40.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

إذ يقوم بتنفيذ القوانين في إطار الامتداد الإقليمي للولاية¹. ومن بين الاختصاصات المتعلقة بحماية البيئة: تحديد مخطط التهيئة العمرانية للولاية ومراقبة تنفيذه، وتجهيز القرى، وضمان حماية وتوسيع الأراضي الفلاحية وترقيتها، والتنسيق مع المجالس الشعبية في كل أعمال الوقاية من الأوبئة، والسهر على تطبيق أعمال الوقاية المسحية، وتشجيع إنشاء هياكل مرتبطة بمراقبة وحفظ الصحة في المؤسسات التي تستقبل الجمهور وفي مواد الاستهلاك.

ب) أما البلدية فتعد مخططها التنموي القصير والمتوسط وطويل المدى وتصادق عليه وتنفذه بانسجام مع مخططات الولاية وأهداف التهيئة العمرانية. أما عن دور البلدية في حماية البيئة الواردة في قانون البلدية 90-08، فيمكن في صرف ومعالجة المياه القذرة والنفايات الجامدة ومكافحة التلوث وحماية البيئة. كما أنها تتكفل بإنشاء وتوسيع وصيانة المساحات الخضراء بهدف تحسين إطار الحياة، كما تسهر على حماية التربة والموارد المائية وتساهم في استعمالها الأمثل².

2) **الجمعيات المعنية بحماية البيئة:** أجاز قانون البيئة لسنة 1983م إنشاء الجمعيات للمساهمة في حماية البيئة، دون توضيح للدور الذي تؤديه وكيفية تدخلها. كما أن القضاء من جهته لم يعترف للجمعيات بهذا الدور، إلا أن المشروع وفي ظل قانون البيئة الجديد 03-10، قد أتاح للجمعيات التي تمارس نشاطاتها في مجال حماية البيئة وتحسين الإطار المعيشي، أن تساهم في عمل الهيئات العمومية بخصوص البيئة، وذلك بالمساعدة وإبداء الرأي والمشاركة³. كما أعطى الحق في رفع الدعاوى أمام الجهات القضائية المختصة عن كل مساس بالبيئة، حتى في الحالات التي لا تعني الأشخاص المنتسبين لها بانتظام، وأتاح للأشخاص الطبيعيين الذين تعرضوا لأضرار فردية، أن يفوضوا جمعية معتمدة قانونا لكي ترفع باسمها دعوى تعويض أمام أية جهة قضائية⁴. وخلاصة القول أن النشاط الجمعي في الجزائر لم يكن طرفا فاعلا في حماية البيئة بسبب المشاكل القانونية بداية، وتقييد الحريات، مما ساهم وبشكل كبير في حصر دور الجمعيات في حماية البيئة⁵.

¹رشيد غلاب، 2016-2017، نظم الإدارة البيئية (ISO 14000)، واقع ومعوقات تطبيقها في المؤسسات الاقتصادية في الجزائر، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في علوم التسيير-تخصص علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد بوضياف-المسيلة، الجزائر، ص 108.

² الجريدة الرسمية، المادة 108 من القانون 90-08، مرجع سابق، ص 497.

³ نفس المرجع، ص 497.

⁴ نفس المرجع، ص 160.

⁵ يحي وناس، 2007، مرجع سابق، ص 136.

الفصل الأول: نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية

خلاصة الفصل:

نتيجة لاستنزاف الموارد الطبيعية والبقايا الناجمة عن عمليات التصنيع المتزايد، تتعرض البيئة إلى تحديات جمة تؤثر على مستقبل الأجيال القادمة وعلى الحياة عامة، وإحساسا بخطورة الأمر سارعت بعض الدول ابتداء لعقد اتفاقيات ومؤتمرات دولية للحد من تفاقم الأوضاع سعيا منها لتجاوز المشكل المتمثل في " كيفية الاستمرار في التنمية الاقتصادية دون الإضرار بالبيئة".

ولمعالجة المشكل المذكور وفق أساليب علمية، تبنت مجموعة من الدول ما يسمى بنظم لإدارة البيئية التي ظهرت آثارها على تلك الدول من خلال تبني إجراءات إدارية حفاظا على البيئة، وعلى المؤسسات الاقتصادية من خلال تبني خطط إدارية في التعامل مع الجانب البيئي، ومن ثم شهدت أنماط التسيير في المؤسسة الاقتصادية تطورا كبيرا جعلت من هذه الأخيرة وحدة فعالة لا يقتصر دورها في الحفاظ على البيئة من التدهور فحسب، بل تجعل لها مسؤولية بيئية واجتماعية تسهم في حماية البيئة ورفاهية المجتمع.

لقد عرف اعتماد نظم الإدارة البيئية انتشارا واسعا في العالم، وحضيت المواصفة القياسية ISO 14001 اهتماما متزايدا خاصة في البلدان المتقدمة، إلا أنها تعرف نموا بطيئا في البلدان النامية ويعزى ذلك لعدة أسباب أبرزها: ضعف التشريعو كذا الوعي البيئي، بالإضافة إلى ضعف المنافسة وارتفاع تكلفة اعتماد هذه النظم خاصة لدى المؤسسات الصغيرة والمتوسطة التي تشكل النسبة الأكبر في البلدان النامية.

والجزائر كغيرها من الدول النامية تعاني من عدة مشاكل بيئية كالتصحر وندرة المياه وانتشار النفايات، مما دفع الجزائر إلى السعي للحفاظ على البيئة والوقاية من التلوث، عبر العديد من الهيئات المركزية كالوزارات والهيئات المحلية في شكل مراد ومراكز ووكالات لامركزية وإمضاء معاهدات دولية حفاظا على البيئة ودعم التنمية المستدامة. وهناك العديد من المؤسسات الاقتصادية الجزائرية تتبنى نشاطا مسؤولا تجاه البيئة، غير أن اعتماد نظم الإدارة البيئية "ISO 14000" لا يزال ضئيلا لأن عدد المؤسسات الاقتصادية التي تحصلت على شهادة الإيزو قليلة مقارنة بدول أخرى. كما تم ملاحظة أنه حتى المؤسسات التي تحصلت على هذه الشهادة فإن نسبة تطبيق متطلبات هذه المواصفات القياسية تتراوح بين 36% و 44%، كما تم استخلاص أن هناك تباينا في التعامل مع البيئة في المؤسسات الاقتصادية تبعا لنوع النشاط، كملكية المؤسسة ونوع المخلفات الناتجة عن نشاط المؤسسة.

يعد التوجه الدولي نحو تبني نظم الإدارة البيئية خيارا استراتيجيا لمعالجة مشكل كيفية الاستمرار في التنمية الاقتصادية دون الإضرار بالبيئة، واستجابة للطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية في ظل الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية، سوف نتناول في الفصل الموالي التنمية المستدامة، وأهمية تطوير الطاقات المتجددة لتلبية الطلب على الكهرباء، تحقيق أبعاد التنمية المستدامة، ...

الفصل الثاني:

التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة
في الطلب على الكهرباء

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

تمهيد:

بالرغم من تنوع مصادر الطاقة المتوفرة في الطبيعة، ودخول المصادر المتجددة كاختيار أمثل لمواجهة الاحتياجات المستقبلية من الطاقة، إلا أن استخدام الوقود الأحفوري هو الخيار الرئيس لإمداد الطاقة لعقود مقبلة. وتعتبر محطات توليد الكهرباء الحرارية التي تستخدم هذا النوع من الوقود المصدر الرئيس للملوثات والمتمثل في تلوث الهواء المحيط، وفي مقدمتها من حيث الضرر غاز ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين والجزيئات الكلية العالقة. وتتفاوت المحطات الحرارية في إصدار كميات هذه الملوثات وفقا لنوع ومواصفات الوقود المستخدم، وقد يتسبب ذلك في زيادة تركيز هذه الملوثات إلى مستوى قد يتجاوز الحد الأقصى المسموح به طبقا للمعايير الدولية والمحلية، وتكون لها آثار ضارة على صحة الإنسان وعلى البيئة.

وبسبب تعاضم خطر المشاكل البيئية من جهة، وتقلص نسبة الموارد على الأرض وإضعاف قدرتها على تجديد ذاتها من جهة أخرى، فإن هناك حاجة ملحة لترشيد التعامل الإنساني مع مصادر الطاقة للطلب على الكهرباء عن طريق: تبني ما يعرف بالتنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء، ومعالجة ذلك من خلال ما يلي:

- 1.2 - مفاهيم أساسية حول التنمية المستدامة
- 2.2 - محاولة تبني نموذج مستدام للطاقة الكهربائية
- 3.2 - دور الكهرباء في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة وتعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر
- 4.2 - أهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

3.3- مفاهيم أساسية حول التنمية المستدامة

ترتبط إمكانات تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستدامة بمدى توافر مصادر كافية ومنظمة للطاقة تعتمد على الموارد المتاحة بمواقع الاستخدام ما أمكن، وتكفل الظروف المعيشية اللائقة للسكان. ويتطلب ذلك توفير خليط متوازن من المصادر التقليدية والمتجددة للطاقة، مع مراعاة الآثار البيئية الناجمة عن إنتاج واستهلاك الطاقة على البيئة وصحة الإنسان، ومع الزيادة المضطردة في الطلب على الطاقة تبرز أهمية تطوير مواردها.

1.1.2- ماهية التنمية المستدامة

احتلت التنمية المستدامة منذ العقد الأخير من القرن العشرين، مكانة بارزة على المستوى الدولي، وأصبحت الشغل الشاغل لمختلف الحكومات، ومطلب أساسي لتحقيق العدالة الاجتماعية والإنصاف في توزيع مكاسب التنمية والثروات بين مختلف الأجيال، لذا فهي تشكل أداة مهمة في مواجهة التحديات التي تعترض أغلبية المجتمعات. ولعل أعظم مشكل تواجهه الدول المتخلفة هو الركود الاقتصادي، الذي يتطلب إيجاد نموذج تنمية قادر على زحزحة أو بالأحرى إزالة هذا الركود الجاثم على صدور الكثير من الشعوب.

أولاً: مفهوم التنمية المستدامة

التنمية المستدامة عملية شاملة ومتكاملة في أبعادها الاقتصادية والاجتماعية والسياسية والثقافية والبيئية والتكنولوجية. وفي هذا الصدد ينبغي مراعاة الضوابط البيئية وتجنب دمار الموارد الطبيعية، والعمل على تطور الموارد البشرية. ومن ثم إحداث تحولات في القاعدة الصناعية السائدة، حتى تكون التنمية عملية إيجابية تجاه المجتمعات، وفي هذا الإطار يقتضي الأمر أن نفرق بين النمو الاقتصادي والتنمية الاقتصادية. فالنمو الاقتصادي هو الزيادة الكمية في متوسط الدخل الحقيقي للفرد، وهو عكس الركود الاقتصادي.

أما التنمية الاقتصادية فهي ظاهرة مركبة تتضمن النمو الاقتصادي كأحد عناصرها المهمة، بالإضافة إلى حدوث تغيير في الهياكل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية والثقافية، وعكس التنمية هو التخلف¹.

وفي هذا السياق، شهد مفهوم التنمية في التسعينات عدة تطورات، حيث ظهر مفهوما التنمية البشرية والتنمية المستدامة. وقد أدى برنامج الأمم المتحدة الإنمائي دوراً مهماً في تبني مفهوم التنمية البشرية من خلال التقارير التي صدرت منذ 1990م²، وحسب الأمم المتحدة: تعرف التنمية البشرية بعملية توسيع الخيارات المتاحة للأفراد لتمكينهم من العيش حياة صحية، والحصول على المعارف، بالإضافة إلى الحصول على الموارد الضرورية لتوفير مستوى المعيشة المناسب.

¹ محمد عبد العزيز عجيبة، إيمان عطية ناصف، 2003، التنمية الاقتصادية: دراسات نظرية وتطبيقية، الدار الجامعية، الإسكندرية، ص ص 17-18.

² جمال حلاوة، علي صالح، 2009، مدخل إلى علم التنمية، الطبعة العربية الأولى: الإصدار الأول، دار الشروق للتوزيع والنشر، عمان، ص 197.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

ثانياً: تعريفات التنمية المستدامة

استخدم الاتحاد الدولي للحفاظ على البيئة عبارة "التنمية المستدامة أول مرة (1980م) في الاستراتيجية العالمية للبقاء، حيث عرفت التنمية المستدامة بأنها التنمية التي تجيب عن حاجيات الحاضر دون تعريض قدرات الأجيال القادمة للخطر، ثم تطور مفهومها فعرّفها برنامج الأمم المتحدة للبيئة بما يلي: "تحسين شروط وجود المجتمعات البشرية، مع البقاء في حدود قدرة تحمل أعباء الأنظمة البيئية"¹. وتعمل التنمية المستدامة على التوفيق بين التوازنات البيئية والسكانية والطبيعية، من خلال الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية بحيث تعيش الأجيال الحالية دون إلحاق الضرر بالأجيال القادمة. كما أنها تعالج مشكلة الفقر، لأن العيش في وسط من الحرمان يؤدي إلى تلوث البيئة واستنزاف مواردها، ومن ثم تم إدماج فكرة التنمية المستدامة بالتنمية البشرية فكوننا مع مفهوم التنمية البشرية المستدامة.

تعريف اللجنة العالمية للتنمية والبيئة (1987م) في مؤتمر برينلاندر للتنمية المستدامة، والذي أصبح أكثر انتشاراً واستخداماً في الأوساط المختلفة، على أنها: "تنمية تسمح بتلبية احتياجات الأجيال الحاضرة دون الإخلال بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها"².

وتعرف منظمة الأغذية والزراعة-الفاو (FAO: 1989) التنمية المستدامة بأنها: "إدارة وحماية قاعدة الموارد الطبيعية وتوجيه التغيير التقني والمؤسسي بطريقة تضمن تحقيق واستمرار إرضاء الحاجات البشرية للأجيال الحالية والمستقبلية". فالتنمية المستدامة في الزراعة والغابات والمصادر السمكية، تحمي الأرض والمياه والمصادر الوراثية النباتية والحيوانية ولا تضر بالبيئة، وتتسم بأنها ملائمة من الناحية الفنية ومناسبة اقتصادياً ومقبولة اجتماعياً³.

وحسب الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة (IUTN)، التنمية المستدامة تعني: "تحسين نوعية الحياة باحترام الطاقة الاستيعابية للنظام البيئي الذي تعتمد عليه"⁴.

كما يعرفها إدوارد باربييه Edward BARBIER بأنها: "ذلك النشاط الذي يؤدي إلى الارتقاء بالرفاهية الاجتماعية بأكبر قدر ممكن، مع الحرص والحفاظ على الموارد الطبيعية المتاحة، وبأقل قدر ممكن من الأضرار والإساءة إلى البيئة"⁵.

وقد حددت إحدى الدراسات لهذا الأخير بعنوان: "The concept of sustainable Economic, Edward Barbier"

"Development 1987 أربع سمات أساسية للتنمية المستدامة هي:

¹ أوراق عمل المؤتمر العربي الرابع للإدارة البيئية، التنمية المستدامة والإدارة المجتمعية: الأدوار المستقبلية للحكومات المركزية والمحلية والقطاع الخاص والمجتمع المدني، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، المنامة، ص 68.

² إبراهيم سليمان مها، النحضر وهيمنة المدن الرئيسية في البلدان العربية: أبعاد وأثار على التنمية المستدامة، دراسات اقتصادية، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، العدد 44، 2000، ص22.

³ عبد الرحمن سردار، 2015، التنمية المستدامة، دار الزاوية للنشر والتوزيع، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية، ص 13.

⁴ LAZZERI Yvette, MOUSTIER Emmanuelle, **Le développement durable : du concept à la mesure** ; Paris : L'HARMATTAN. 2008, p12.

⁵ WAKERMAN Gabriel, **Le développement durable**, France : édition ellipses, 2008, p31

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

- أن التنمية المستدامة تختلف عن التنمية في كونها أشد تداخلا وأكثر تعقيدا، خاصة فيما يتعلق بما هو طبيعي وما هو اجتماعي في التنمية؛
- أن التنمية المستدامة تتوجه أساسا لتلبية احتياجات أكثر الطبقات فقرا، أي أن التنمية تسعى للحد من الفقر العالمي؛
- أن التنمية المستدامة تحرص على تطوير الجوانب الثقافية والإبقاء على الحضارة الخاصة بكل مجتمع؛
- أن عناصر التنمية المستدامة لا يمكن فصل بعضها عن البعض الآخر، بسبب تداخل الأبعاد والعناصر الكمية والنوعية الشديد لهذه التنمية.

وفي ضوء هذه الدراسة، ندرك أن التنمية المستدامة هي التي تحقق التوازن بين النظم الثلاثة: البيئي والاقتصادي والاجتماعي، وتساهم في تحقيق أقصى قدر من النمو في كل نظام من الأنظمة المذكورة دون أن يؤثر التطور في أحدها سلبا على النظامين الآخرين.

وعرفها وليم رولكر هاوس، مدير حماية البيئة الأمريكية على أنها، " تلك العملية التي نقر بضرورة تحقيق نمو اقتصادي يتلاءم مع قدرات البيئة، وذلك من منطلق أن التنمية الاقتصادية والمحافظة على البيئة هما عمليتان متكاملتان وليستا متناقضتين"¹. وعرف الاقتصادي " روبرت سولو" Robert Solow (1991) التنمية المستدامة على أنها تعني: "عدم الإضرار بالطاقة الإنتاجية للأجيال المقبلة وتركها على الوضع الذي ورثها عليه الجيل الحالي". وهو ما يشير إلى إعطاء الاهتمام الكافي لنوعية البيئة التي تورث للأجيال القادمة، والتي تشمل إجمالي الطاقة الإنتاجية للاقتصاد بما فيها من مصانع ومعدات وتكنولوجيا وهياكل معرفية. ومن هذا المنطلق يرى سولو أن التنمية المستدامة تتحول إلى مشكلة للادخار والاستثمار، لأنها تتعلق بالاستهلاك الحالي والمستقبلي للموارد المختلفة².

كما عرفت جامعة "أوي جون" بالولايات المتحدة الأمريكية، التنمية المستدامة، " بأنها تشير إلى استخدام وتنمية وحماية الموارد المختلفة بمعدلات وأساليب تمكن الناس من مواجهة وتحقيق احتياجاتهم الخاصة باستخدام تلك الموارد". بمعنى أن التنمية المستدامة تتطلب التحقيق الآني للمتطلبات البيئية والاقتصادية والاجتماعية³.

وعطفا على ما سبق يمكن تقديم تعريفا إجرائيا للتنمية المستدامة حيث تتمثل في: تحقيق الحد الأعلى من الكفاءة الاقتصادية للنشاط الإنساني ضمن حدود ما هو متاح من الموارد المتجددة وقدرة الأنساق الحيوية الطبيعية على استيعابه، مع ربطها باحتياجات الجيل الحالي والأجيال القادمة. بمعنى أن هناك قيودا مزدوجا على التنمية المستدامة، يرتبط جانب منه بأداء العمليات الطبيعية، ويتعلق الآخر بالإيفاء بالاحتياجات الموضوعية، فضلا عن الاحتياجات الإنسانية الحالية والمستقبلية كلما كان ذلك ممكنا. ويتطلب تحقيق هذا الأمر، تعظيم إنتاجية الموارد من جهة، وتقليص العبء الذي تتحمله البيئة من حيث الموارد أو الطاقة من جهة ثاني

¹ عثمان محمد غنيم وآخرون، 2007، التنمية المستدامة، ط1، دار الصفاء، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية، ص 25.
² عبد القادر محمد عبد القادر عطية، 2004-2005، قضايا اقتصادية معاصرة، قسم الاقتصاد، كلية التجارة، جامعة الإسكندرية، مصر، ص 205.
³ المرجع نفسه، ص 206.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

وقد تم تحديد أولويات التنمية المستدامة في القمة العالمية بجوهانسبورغ (2002م)، والتي تتركز في المجالات التالية: المياه، الطاقة، الصحة، الزراعة، التنوع البيولوجي، الفقر، التجارة، التمويل، نقل التكنولوجيا، الإدارة الرشيدة، التعليم، المعلومات والبحوث.

ثالثاً: أبعاد التنمية المستدامة

للتنمية المستدامة أبعاد أساسية تتحدد في أربعة عناصر وهي: الجانب البيئي والجانب الاقتصادي والجانب الاجتماعي والجانب التكنولوجي. وستناول هذه الأبعاد بشكل مختصر على النحو التالي:

1- **البعد البيئي:** يركز هذا البعد على مراعاة الحدود البيئية، بحيث يكون لكل نظام بيئي حدوداً معينة لا يمكن تجاوزها من الاستهلاك والاستنزاف، ويوضح الاستراتيجيات التي يجب توفرها واحترامها في مجال التصنيع، بهدف التسيير الأمثل للرأس المال الطبيعي من خلال التحكم في استعمال الموارد وتوظيف تقنيات تتحكم في النفايات والملوثات، ومن ثم نقل المجتمع إلى عصر الصناعات النظيفة. وقد قدمت الأمم المتحدة خطوات من أجل الوصول إلى صناعة نظيفة وهي:¹

- تشجيع الصناعة المستدامة بيئياً في إطار خطط مرنة؛
- إلزام الشركات العالمية بنفس المعايير خارج وداخل أوطانها؛
- التوعية بكل الوسائل، بالخسائر والأخطار الناجمة عن التلوث، سواء المباشرة أو غير المباشرة؛
- إدخال مفاهيم البيئة الآمنة، والزامية المحافظة عليها من طرف الفرد والمجتمع في كافة مراحل التعليم؛
- إشراك المجتمعات في آلية التنمية المستدامة بجهود وسائل الإعلام والثقافة للجميع؛
- تشجيع الإنتاج النظيف بيئياً، من خلال آليات السوق والسياسة الضريبية.

ونرى أنه من المفيد جداً إلقاء الضوء على المشاريع البيئية، وهي تلك التي تساهم في التنمية الاقتصادية وتراعي البعد البيئي كركيزة أساسية لقيامها، والعمل مع المستخدمين والمجتمع بوجه عام بهدف تحسين جودة الحياة لجميع الأطراف. أما إن كان المشروع اقتصادياً، فلا ينبغي إغفال دراسة الجدوى البيئية، والتي تعيد دراسة التأثير المتبادل بين مشاريع برامج التنمية والبيئة، بهدف تقليص أو منع التأثيرات السلبية، وتعظيم التأثيرات الإيجابية.

2- **البعد الاقتصادي:** تعني الاستدامة استمرارية وتعظيم الرفاه الاقتصادي لأطول فترة زمنية ممكنة من خلال توفير مقومات الرفاه الإنساني، إلا أن مفهوم التنمية المستدامة يختلف بين دول الشمال والجنوب فدول الشمال الصناعية ترى بأن الاستدامة هي السعي إلى خفض كبير ومتواصل في استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية، وإحداث تحولات جذرية في أنماط الاستهلاك والإنتاج، والحد من تصدير نموذجها الصناعي للدول المتخلفة. في حين أن نظرة الدول الفقيرة بخصوص التنمية المستدامة، تعني توظيف الموارد من أجل رفع المستوى المعيشي للسكان الأكثر فقراً.

ويمكن تلخيص أهم النقاط المتعلقة بالبعد الاقتصادي فيما يلي:²

(أ) **نصيب الفرد من الموارد الطبيعية:** حيث يستغل سكان البلدان الصناعية أضعاف ما يستخدمه سكان البلدان النامية، فاستهلاك الطاقة الناجمة عن النفط والفحم والغاز الطبيعي في بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (OCDE) أعلى بعشرات المرات في المتوسط منه في البلدان النامية مجتمعة.

¹ عيد الرحمان سيف سردار، مرجع سابق، ص 34.

² خالد مصطفى قاسم، 2007، إدارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة، الدار الجامعية، مصر، ص ص 28-31.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

ب) مسؤولية البلدان المتقدمة عن التلوث ومعالجته: تقع على البلدان بسبب استهلاكها المتراكم من الموارد الطبيعية كالمحروقات، الذي أدى إحداث مشكلات التلوث العالمي، كما أن لهذه البلدان الموارد المالية والتقنية والبشرية الكفيلة بأن تكون السبقة في استخدام التكنولوجيات الأنظف وموارد أقل كثافة، وأن تكون رائدة في تعزيز التنمية المستدامة في البلدان الأخرى على اعتبار أن ذلك استثمار في مستقبل الكرة الأرضية.

ت) تقليص تبعية البلدان النامية: ثمة روابط دولية بين الدول الغنية والفقيرة تحتاج إلى دراسة دقيقة، وعلى رأسها تقليص التبعية والانطلاق في نمط تنموي يعتمد على تنمية القدرات الذاتية، وتأمين الاكتفاء الذاتي، ومن ثمة التوسع في التعاون الإقليمي والتجارة فيما بين الدول النامية.

ث) المساواة في توزيع الموارد: للتخفيف من حدة الفقر وتحسين مستويات المعيشة، والتي أصبحت مسؤولية كل من البلدان الغنية والفقيرة. فالمساواة في التوزيع تساعد على تنشيط التنمية والنمو الاقتصادي الضروريين لتحسين مستويات المعيشة.

ج) الحد من التفاوت في المداخل: فالتنمية المستدامة تعني الحد من التفاوت المتنامي في الدخل. وتجدر الإشارة إلى أن هذه السياسة قد أدت دورا حاسما في تحفيز التنمية السريعة والنمو في اقتصاديات النمرور الآسيوية مثل ماليزيا وكوريا الجنوبية وتايوان.

ح) تقليص الإنفاق العسكري: وتعني التنمية المستدامة فيما يخص هذا البعد، تحويل الأموال من الإنفاق على الأغراض العسكرية وأمن الدولة إلى الإنفاق على احتياجات التنمية وهذا في جميع البلدان، من أجل الإسراع بالتنمية بشكل ملحوظ.

3- البعد الاجتماعي: يركز البعد الاجتماعي للتنمية المستدامة على أن الإنسان يشكل جوهر التنمية وهدفها النهائي من خلال الاهتمام بالعدالة الاجتماعية، ومكافحة الفقر، وتوفير الخدمات الاجتماعية لجميع المحتاجين إليها، بالإضافة إلى ضمان الديمقراطية من خلال مشاركة الشعوب في اتخاذ القرار بكل شفافية. كما تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيق معدلات نمو مرتفعة، مع المحافظة على استقرار معدل نمو السكان، حتى لا تفرض ضغوطات على الموارد الطبيعية، ووقف هجرة الأفراد إلى المدن من خلال تطوير مستوى الخدمات الصحية والتعليمية في الأرياف. وبذلك فإن البعد الاجتماعي للتنمية المستدامة يسعى إلى:¹

أ) تثبيت النمو الديموغرافي الذي أصبح يتم بمعدلات لا يمكن لقاعدة الموارد الطبيعية المتاحة استيعابها؛
ب) تحقيق العدالة الاجتماعية بين أفراد الجيل الحالي من جهة، ثم بين أفراد الجيلين الحالي والمستقبلي من جهة أخرى؛
ت) تحسين الصحة التي تعتبر أساس رفاة البشرية، فالسياسة الصحية القائمة على قاعدة واسعة أمر أساسي للتنمية، كإنتاج الغذاء وتأمين المياه والمرافق الصحية؛

ث) توسيع قاعدة المشاركة الشعبية في اتخاذ القرار والحكم بما يعزز ثقة الأفراد بأهمية دورهم في المجتمع؛
ج) توفير الفرص الاقتصادية والعدالة الاجتماعية، وذلك بالعمل على توزيع المنافع الاجتماعية بشكل عادل.

4- البعد التكنولوجي: تعمل التنمية المستدامة في إطار البعد التكنولوجي على التحول إلى تكنولوجيات أنظف وأكثر كفاءة، حيث تتوفر خاصية الاقتصاد في استهلاك الطاقة وغيرها من الموارد الطبيعية إلى المستوى الذي لا يضر بالتوازن الأيكولوجي²

¹ محمد سمير مصطفى، 2006، التنمية الحضرية المستدامة في البرازيل، الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، ط1، الدار العربية للعلوم، بيروت، ص 448.

² أديب عبد السلام، أبعاد التنمية المستدامة، مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الاجتماع السنوي لنقابة المهندسين الزراعيين التابعة للاتحاد المغربي للشغل 2002.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطالب علم الكهرباء

- بمعنى نقل المجتمع إلى عصر الصناعات النظيفة، التي تستخدم تكنولوجيا منظفة للبيئة، وتنتج الحد الأدنى من الغازات الملوثة والحايسة للحرارة والضارة بطبقة الأوزون. ويمكن تعزيز التكنولوجيا من أجل التنمية المستدامة كما يلي:¹
- (أ) تطوير أنشطة البحث بتعزيز تكنولوجيا المواد الجديدة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، واعتماد الآليات القابلة للاستدامة؛
- (ب) تحسين أداء المؤسسات الخاصة، من خلال مدخلات معينة مستندة إلى التكنولوجيات الحديثة؛
- (ت) استحداث أنماط مؤسسية جديدة تشمل مدن وحاضنات التكنولوجيا؛
- (ث) تعزيز بناء القدرات في العلوم والتكنولوجيا والابتكار، بغية تحقيق أهداف التنمية المستدامة في الاقتصاد القائم على المعرفة، لاسيما أن بناء القدرات هو الوسيلة الوحيدة لتعزيز التنافسية، وزيادة النمو الاقتصادي، وخلق فرص عمل جديدة ومحاربة الفقر؛
- (ج) وضع الخطط والبرامج التي تهدف إلى تحويل المجتمع إلى مجتمع معلوماتي، بحيث يتم إدماج التكنولوجيات الجديدة في خطط واستراتيجيات التنمية الاجتماعية والاقتصادية، بالموازاة مع تحقيق أهداف عالمية كأهداف الإنمائية للألفية.

رابعاً: أهداف التنمية المستدامة

تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيق عدة أهداف نلخصها فيما يلي:²

1- زيادة الدخل الوطني: من أهداف التنمية المستدامة في الدول المتخلفة رفع الدخل الوطني، لأن الدافع الأساس في هذه الدول لإحداث تنمية مستدامة يكمن في فقرها وانخفاض مستوى معيشة سكانها، مما يقتضي زيادة الدخل الوطني الحقيقي من خلال توفير السلع والخدمات التي تنتجها الموارد الاقتصادية المختلفة. غير أن زيادة الدخل تتوقف على إمكانيات الدولة، فكلما توفرت رؤوس أموال وكفاءات أكبر، أدى ذلك إلى إمكانية تحقيق نسبة أعلى للزيادة في الدخل الوطني.

2- تحسين مستوى المعيشة: ومن بين أهداف التنمية المستدامة، هو تحسين مستوى المعيشة، وزيادة الدخل الوطني لا يؤدي بالضرورة إلى تحقيق ذلك. فزيادة السكان بنسبة أكبر من زيادة الدخل الوطني تجعل تحقيق زيادة في متوسط نصيب الفرد من الدخل أمراً صعباً أو مستحيلاً. كما أن عدم عدالة توزيع الدخل سيؤدي إلى تحول معظم الزيادة التي تحققت في الدخل الوطني إلى فئة معينة من الأفراد، ويؤدي بالتالي إلى عدم تحسين مستوى المعيشة. لذلك ينبغي أن ترتبط زيادة الدخل بتنظيم الزيادة السكانية، والتحكم في معدلات المواليد، وتحقيق توزيع عادل للدخل الوطني.

وعليه، فإن التنمية المستدامة تعمل على تحسين نوعية حياة أفراد المجتمع عن طريق التركيز على الجوانب النوعية للنمو. في هذا السياق يجب العمل على لإشباع الحاجات الأساسية للأفراد، الحالية والمستقبلية، وتحسين جودة الحياة من خلال توفير فرص العمل وكذلك التعليم والعناية الصحية والخدمات الاجتماعية والسكن، بالإضافة إلى احترام حقوق الأفراد وتمكينهم من المشاركة في اتخاذ القرار.

3- تقليص التفاوت في المداخل والثروات: ومبين الأهداف المهمة التي تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيقها، هو تقليص التفاوت في الدخل والثروات، ويندرج ذلك ضمن الأبعاد الاجتماعية لعملية التنمية. وفي هذا المجال تعاني الدول

¹ عبد الرحمان سيف سردار، 2015، التنمية المستدامة، دار الرابية للنشر والتوزيع، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية، ص 37.

² ناصر مراد، 2009، التنمية المستدامة وتحدياتها في الجزائر، بحوث اقتصادية عربية، العدد 46، ص ص 109-112.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

المتخلفة فوارق كبيرة في توزيع الدخل، حيث تملك غالبية أفراد المجتمع نسبة ضئيلة من الثروة وتتحصل على نصيب متواضع من الدخل الوطني، بينما تملك فئة صغيرة من أفراد المجتمع جزءا كبيرا من الثروة، وتتحصل على نصيب عال من الدخل.

4- ترشيد استخدام الموارد الطبيعية: تعمل التنمية المستدامة على تحسين نوعية حياة الإنسان، مع مراعاة الجانب البيئي، من خلال الحفاظ على الموارد الطبيعية، وعدم استنزافها، عن طريق الاستخدام العقلاني لهذه الموارد بحيث لا يتجاوز هذا الاستخدام معدلات تجدها الطبيعية، بالإضافة إلى البحث عن بدائل لهذه الموارد حتى تبقى فترة زمنية طويلة، ولا تخلف نفايات بكميات تعجز البيئة عن امتصاصها. إن للدولة دورا مهما فيما يتعلق بتنظيم استخدام الموارد الطبيعية، وتحقيق التوازن البيئي، وتبني سياسة بيئية ملزمة لجميع أفراد المجتمع. وفي هذا الصدد يجب توفر الشروط التالية:

5- أن تكون السياسة البيئية ملزمة للمجتمع بقانون، مع وجود عقوبات رادعة للخارجين عليه تشرف عليها الدولة.

6- التعليم والإعلام البيئي، حيث أن السلوك البيئي السليم يأتي عن طريق التعليم في مختلف المراحل، وعن طريق الإعلام الذي يركز على أهمية البيئة والأضرار المترتبة عن الإساءة إليها.

7- ربط التكنولوجيا الحديثة بأهداف المجتمع: تسعى التنمية المستدامة إلى توظيف التكنولوجيا الحديثة بما يخدم أهداف المجتمع من خلال توعية أفراد المجتمع بأهمية التقنيات الحديثة في المجال التنموي، وكيفية استخدامها قصد تحسين نوعية حياة المجتمع، مع إيجاد الحلول المناسبة للسيطرة على المخاطر والمشكلات البيئية الناجمة عن استخدام هذه التكنولوجيا.

خامسا: مبادئ التنمية المستدامة

تستمد التنمية المستدامة قوتها من العلاقة التكاملية بين النمو والترشيد في استغلال الموارد، والمحافظة على البيئة من خلال التنسيق الفعال ضمن برنامج يعتمد حماية البيئة، والموارد، واحتياجات المجتمع معا، مع عدم استنزاف الموارد والمحافظة على استمراريتها. وقد بدأت تتبلور عقيدة جديدة مع بداية القرن الواحد والعشرين، تبناها البنك العالمي تقوم على عشر مبادئ أساسية هي على النحو التالي:¹

1- **المبدأ الأول: تحديد الأولويات بعناية**، اقتضت خطورة مشكلات البيئة ونُدرة الموارد المالية، التشدد في وضع الأولويات، وتنفيذ إجراءات العلاج على مراحل، وهذه الخطة قائمة على التحليل التقني للأثار الصحية والإنتاجية والايكولوجية لمشكلات البيئة، وتحديد المشكلات الواجب التصدي لها بفعالية.

2- **المبدأ الثاني: الاستفادة من كل دولار**، كانت معظم السياسات البيئية، بما فيها السياسات الناجحة مكلفة بدون مبرر، وبدأ التأكيد على فعالية التكلفة. وهذا التأكيد يسمح بتحقيق إنجازات كثيرة بموارد محدودة، وهو ما يتطلب نهجا متعدد الفروع، ويناشد المختصون والاقتصاديون في مجال البيئة، العمل معا على تحديد السبل المثلى للتصدي للمشكلات البيئية الرئيسية.

3- **المبدأ الثالث: اغتنام فرص تحقيق الربح لكل الأطراف**، سوف تتضمن بعض المكاسب في مجال البيئة تكاليف ومفاضلات، ويمكن تحقيق البعض الآخر كمنتجات فرعية لسياسات صممت لتحسين الكفاءة والحد من الفقر، ونظرا لخفض الموارد التي تركز لحل مشكلات البيئة، منها خفض الدعم على استخدام الموارد الطبيعية.

¹ عبد الرحمان سيف سردار، مرجع سابق، ص ص 41-44.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

4- المبدأ الرابع: استخدام أدوات السوق حيثما يكون ممكناً، إن الحواجز القائمة على السوق والرامية إلى خفض الأضرار الضريبية، هي الأفضل من حيث المبدأ والتطبيق، فعلى سبيل المثال تقوم بعض الدول النامية بفرض رسوم الانبعاث وتدقق النفقات، رسوم قائمة على قواعد السوق بالنسبة لعمليات الاستخراج.

5- المبدأ الخامس: الاقتصاد في استخدام القدرات الإدارية والتنظيمية، يجب العمل على تنفيذ سياسات أكثر تنظيماً وقدرة، مثل فرض ضرائب على الوقود، أو قيود على الاستيراد لأنواع معينة من المبيدات الحشرية، وإدخال مبدأ الحوافز على المؤسسات الصناعية التي تسعى إلى التقليل من الأخطار البيئية.

6- المبدأ السادس: العمل مع القطاع الخاص، يجب على الدولة التعامل بجدية وموضوعية مع القطاع الخاص، باعتباره عنصراً أساسياً في العملية الاستثمارية، وذلك من خلال تشجيع التحسينات البيئية للمؤسسات وإنشاء نظام (الإيزو) الذي يشهد بأن الشركات لها أنظمة سليمة للإدارة البيئية.

7- المبدأ السابع: الإشراف الكامل للمواطنين، عند التصدي للمشكلات البيئية لبلد ما تكون فرص النجاح قوية بدرجة كبيرة، إذا شارك المواطنون المحليون، ومثل هذه المشاركة تكون ضرورية للأسباب التالية:

- قدرة المواطنين على المستوى المحلي على تحديد الأولويات؛
- يعرف أعضاء الجماعات المحلية حلولاً ممكنة على المستوى المحلي؛
- يعمل أعضاء الجمعيات المحلية غالباً على مراقبة مشاريع البيئة؛
- يمكن أن تساعد مشاركة المواطنين على بناء قواعد جماهيرية تؤيد التغيير.

8- المبدأ الثامن: توظيف الشراكة التي تحقق نجاحاً، ينبغي على الحكومات الاعتماد على الارتباطات الثلاثية التي تشمل (الحكومة-القطاع الخاص-منظمات المجتمع المدني)، والعمل بخطط متكاملة للتصدي لبعض القضايا البيئية.

9- المبدأ التاسع: تحسين الأداء الإداري المبني على الكفاءة والفعالية، بوسع المديرين البارعين إنجاز تحسينات كبيرة في البيئة بأدنى التكاليف، فمثلاً أصحاب المصانع يستطيعون خفض نسبة التلوث للهواء والغبار من 60% إلى 80% بفضل تحسين تنظيم المنشآت من الداخل.

10- المبدأ العاشر: إدماج البيئة من البداية، عندما يتعلق الأمر بحماية البيئة، فإن الوقاية خير من العلاج بكل تأكيد، وتسعى معظم البلدان الآن إلى تقييم تخفيف الضرر وتبني ما يعرف بالجدوى البيئية، وباتت تضع في الحسبان التكاليف والمنافع النسبية عند تصميم استراتيجيتها المتعلقة بالطاقة، كما أنها تجعل من البيئة عنصراً فعالاً في إطار السياسات الاقتصادية والمالية والاجتماعية والتجارية.

2.1.2- التنمية المستدامة توازن بين القيم البيئية والاقتصادية والاجتماعية

اكتسب موضوع التنمية عالمياً أهمية بالغة، وأصبح هناك اهتمام دولي متزايد تجاه التنمية المستدامة من أجل الوصول إلى مستقبل مستدام، بعد أن كان العالم منجهاً نحو مجموعة من الكوارث البشرية والبيئية المحتملة، فالاحتباس الحراري، والتدهور البيئي، وتزايد النمو السكاني، والفقر، وفقدان التنوع البيولوجي، واتساع نطاق التصحر وغيرها من المشاكل لا تتفصم عن قضية الرفاه البشري ولا عن عملية التنمية الاقتصادية بصورة عامة، حيث تنحصر جل الأشكال الحالية للتنمية ضمن الموارد البيئية في العالم. وقد أشار المبدأ الرابع الذي أقره مؤتمر ريو دي جانيرو عام (1992) إلى الارتباط الوثيق بين البيئة والتنمية أنه: " لكي تتحقق التنمية المستدامة ينبغي أن تمثل الحماية البيئية جزءاً لا يتجزأ من عملية التنمية، ولا يمكن التفكير

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

فيها بمعزل عنها". كما تم التأكيد على هذا المعنى من خلال المبدأ الثالث من نفس التقرير، حيث تم تعريف التنمية المستدامة بأنها:¹ "ضرورة إنجاز الحق في التنمية".

أولاً: مخطط أبعاد التنمية المستدامة

وتقوم التنمية على استغلال الموارد البيئية والإمكانات البشرية بمنجزاتها العلمية والتكنولوجية من أجل تلبية الاحتياجات البشرية وتغيير حياتها نحو الأحسن، ويقاس مستوى التطور التنموي في أي مجتمع بما تحدته التنمية من تغييرات اجتماعية واقتصادية تتجلى في تحسين المستوى المعيشي وزيادة الدخل لأفراد المجتمع. ومن ثم يمكن اكتشاف العلاقة الوطيدة بين التنمية والبيئة، حيث تقوم الأولى على موارد الثانية لأن الإخلال بالموارد وإفسادها ستكون له انعكاسات سلبية على العملية التنموية. وعليه ينبغي أن تقوم التنمية على أساس وضع الاعتبار للبيئة، ولن تحقق التنمية أهدافها دون الأخذ بسياسات بيئية سليمة، وأن ينظر للبيئة والتنمية باعتبارهما متلازمتين.

ولقد أسهم الصراع بين البيئة والتنمية في مطلع الستينات من القرن العشرين في تأخير الاهتمام بالبيئة وإدراك أهميتها في التنمية بسبب المطالبة بحماية البيئة كرد فعل للكوارث البيئية التي حدثت في العالم جراء النشاطات الصناعية والتكنولوجية. حتى أنه أشارت بعض البحوث فيما يتعلق بالأضرار البيئية الناجمة عن التلوث، أن الفيلسوف اليوناني " أفلاطون " كتب في قوانينه ما يمكن اعتباره " مبدأً تغريم مسبب التلوث"². فالعلاقة بين الإنسان والبيئة هي علاقة فطرية وأزلية طالما أن هذه الأخيرة هي الإطار الذي يستمد منه الإنسان مقومات حياته، وقد تنامت هذه العلاقة في تلبية الاحتياجات خلال العصور المختلفة.

لكن ثمة تعامل عشوائي وأضرار تعرضت لها البيئة في "عصر الثورة الصناعية" الذي بدأ مع اختراع جيمس وات للآلة البخارية عام (1763م)، حيث ظهرت العديد من الكوارث البيئية أولها تم تسجيلها في ولاية دونوار الأمريكية عام (1948م) التي تحتوي على عدد من المصانع الخاصة بالصلب وحامض الكبريتيك وإنتاج الزنك، حيث أدت إلى وفاة عشرين شخصاً ومرض 5900 آخر، إضافة إلى كوارث بيئية أخرى في عدة بلدان صناعية، وأشهر كارثة تعرضت لها لندن عام (1952) جراء تلوث الجو بالضباب الداخلي، أدى إلى وفاة أربعة آلاف شخص بسبب تركيز ثاني أكسيد الكبريت في الجو³. وقد كثرت الاحتجاجات التي تحذر من أخطار التلوث على البيئة وعلى الكائنات، ورافق ذلك ظهور الحركات المطالبة بحماية البيئة، واحتدم الصراع بين التتمويين والبيئيين، لأن التتمويين حققوا انتصارات في مجال الصناعة دون وضع اعتبار للبيئة ومواردها ورفضوا مطالب أنصار البيئة واعتبروا مسألة التحكم في التلوث وإعادة النظر في المنشآت الصناعية عملية مكلفة. واستمر الصراع على هذا النحو بين الطرفين حتى جاء دور تقرير "مسيرنا المشترك" الصادر عن جماعة بورتلاند رئيسة وزراء النرويج عام (1978م) فوضع حدا لهذا الخلاف، وعلى هذا الأساس تحركت القضايا والاعتبارات البيئية إلى أفق واسع، وباتت جزءاً هاماً من السياسات والفلسفات الاقتصادية والتنموية.

¹ دوجلاس موشثيت، 2000، ترجمة بهاء شاهين، مبادئ التنمية المستدامة، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، مصر، ص 13.

² عبد الرحمان سيف سردار، مرجع سابق، ص 50.

³ نفس المرجع، ص 51.

ثانيا: وجهات نظر تتعلق بالتنمية المستدامة

لا تقتصر عبارة " التنمية المستدامة " على التنمية الاقتصادية فحسب، بل تتعداها لتشمل مجموعة واسعة من القضايا وتقتضي نهجا متعدد الجوانب لإدارة الاقتصاد والبيئة والمجتمع، وهذه العناصر الثلاثة الأخيرة هي بمثابة الركائز الأساسية للتنمية المستدامة. من هذا المنطلق نستنتج أنه توجد وجهات نظر عديدة متداخلة تتعلق بالتنمية المستدامة، ويعد المنظور الأيكولوجي¹ وجهة نظر أساسية من بين الرؤى الهامة، وينبغي تناولها في سياق يمكن فهمه فهما تاما. وقد بذلت جهود متواصلة لتأكيد المضامين المتأصلة في العناصر الثلاثة للتنمية المستدامة:²

1- الأيكولوجيون: يرون أن المحيط الحيوي هو الذي يجب أن يكون مستداما لأنهم يهتمون بحماية التنوع الحيوي والوراثي بالدرجة الأولى، ومن هؤلاء "كونواي" الذي كرس اهتمامه للزراعة المستدامة، ويعالج مفهوم الاستدامة من خلال ميل النظام البيئي لمقاومة الانهيار في أزمة ما، فحسبه: "الاستدامة هي القدرة على المحافظة على الإنتاجية سواء كانت حقلا أو مزرعة أو أمة في وجه الأزمات والصدمات". لذا يركز الكثير من علماء البيئة على حماية التنوع البيئي من خلال حماية المناطق الطبيعية.

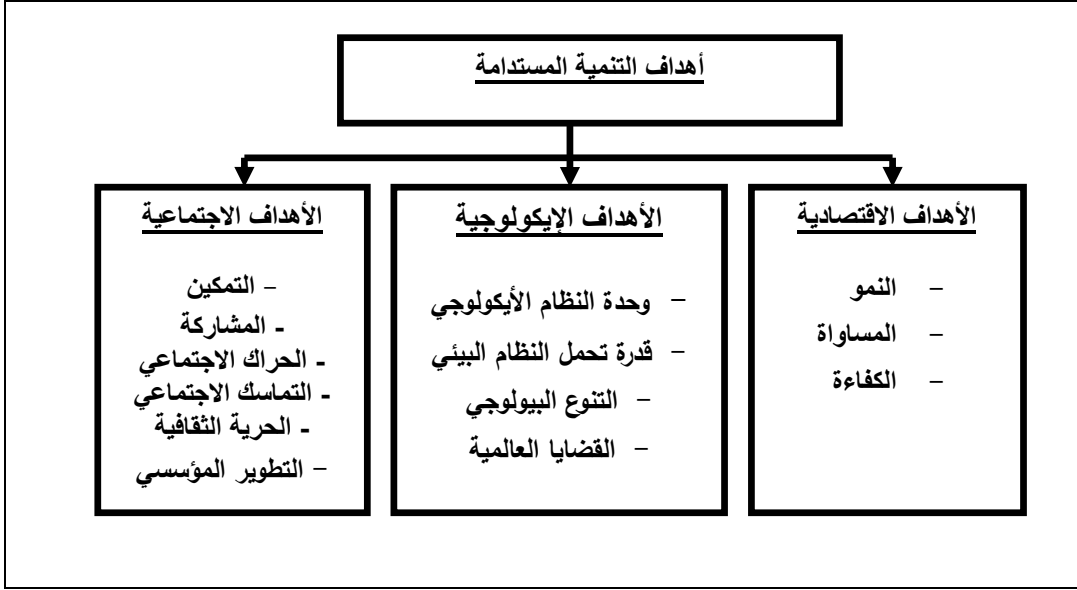
2- الاقتصاديون: نظرا لزيادة الوعي العالمي بالبيئة، يرون أن التنمية المنشودة هي التنمية الاقتصادية المستدامة، حيث عرفها بعضهم على أنها: "التنمية الاقتصادية التي تهدف إلى تعظيم المكاسب الصافية، شريطة المحافظة على الخدمات ونوعية الموارد الطبيعية مع مرور الوقت" وبالتالي فهي تشير إلى الحد الأمثل من التداخل بين نظم ثلاث: البيئي والاقتصادي والاجتماعي من خلال عملية تكيف ديناميكية للبدائل.

3- علماء الاجتماع: يؤكدون على طلبات البيئة التي تحددها الثقافة، بمعنى أنهم يركزون على استدامة النظم الثقافية والبشرية وقبول نظريات البيئة. والهدف من تحقيق التنمية في نظرهم هو الإنسان، لذا فهم يهتمون بمختلف الجوانب المحيطة به من تربية وثقافة وأنماط استهلاك وتوزيع للثروة، وينظرون للاستدامة من خلال التوزيع العادل للثروة والموارد الطبيعية.

تقع الحلول الدائمة اللازمة لتنمية النظم الأرضية في مفترق الطرق بين المجالات التي تمثل العناصر الثلاثة الرئيسة للتنمية المستدامة، ولا تتحقق هذه الأخيرة إلا حينما تكون أهداف الإدارة وإجراءاتها قابلة للتطبيق من الناحية الأيكولوجية، وأن تكون عملية من الناحية الاقتصادية وموضوعية اجتماعيا. وتتحقق التنمية المستدامة من خلال التقاء الركائز الثلاثة الرئيسة التي تشمل وجهات نظر الأيكولوجيين والاقتصاديين وعلماء الاجتماع³. ويمكن تصوير التقاء الركائز الثلاث على أنها تمثل دوائر متداخلة ذات أحجام متساوية، وأن منطقة التقاطع هي بمثابة رفاهية الإنسان، فكلما اقتربت هذه الدوائر من بعضها البعض، شريطة أن تكون متكاملة لا متناقضة، ازدادت منطقة التقاطع، وهو ما يعني زيادة رفاهية الإنسان.

¹ الأيكولوجية: مصطلح مترجم عن كل مة "Ecology" وتعني العلم الذي يدرس العلاقات بين الكائنات الحية وبيئاتها.
² إسماعيل سراج الدين، حتى تصبح التنمية مستدامة، مجلة التمويل والتنمية، صندوق النقد الدولي، واشنطن، ديسمبر 1993، ص 7.
³ جمال رضا حلوة، علي محمود صالح، مرجع سابق، ص 138.

الشكل (1-2) مخطط يوضح أبعاد التنمية المستدامة



المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على: ف. دوجلاس موشثيت، ترجمة بهاء شاهين، 2000، مبادئ التنمية المستدامة، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، الطبعة الأولى، القاهرة، مصر، ص 72.

أما عدم التوازن بين العناصر الثلاثة أو إعادة صياغة التوازن ليعكس تفوق إحدى وجهات النظر على ما عداها، قد يسفر عن فشل تحقيق صيانة البيئة بسبب تعرض أحد المجالات أو أكثر للإخفاق. فعلى سبيل المثال إذا تم إبراز الأهداف الاقتصادية فقط كالنمو والكفاءة، ورجعت في الوقت نفسه الأهداف البيئية إلى إدارة الموارد الطبيعية وحدها، فإنه لا يمكن تحقيق توازن دائم في الأمد البعيد.

2.2- محاولة تبني نموذج مستدام للطاقة الكهربائية

يتميز النموذج الطاقوي الحالي بهيمنة المصادر الأحفورية على إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، نظرا لكثير من الاعتبارات الاقتصادية. لكن عند أخذ الاعتبارات البيئية في الحسبان يتبين أن هذا النموذج ينبغي تعديله بشكل جوهري في إطار مبادئ التنمية المستدامة لتحقيق أهدافها المختلفة، وهذا يقتضي إعادة بلورة خيارات طاوقية استراتيجية والمفاضلة بينها معتمدين في ذلك على معايير التنمية المستدامة.

1.2.2- عدم استدامة نظام الطاقة الكهربائية الحالي

يقال عن نظام طاوقي ما إنه مستدام، إذا كان متوافقا مع أهداف التنمية الاقتصادية والكفاية (العدالة) الاجتماعية ببعديها المكاني والزمني، مع المحافظة على التوازن البيئي على المديين المتوسط والبعيد. وعلى هذا الأساس يمكن الحكم على أن النظام الطاقوي الحالي غير مستدام للأسباب التالية:¹

- غياب العدالة الاجتماعية ببعدها المكاني بين أفراد الجيل الحالي في مجال إمكانية الوصول إلى الخدمات الطاقوية المناسبة كما ونوعا إن على المستوى العالمي أو على صعيد الدولة الواحدة، باستثناء بعض الدول المتقدمة في مجال الطاقة. فثلثا سكان العالم لا تتوفر لهم خدمات مناسبة لتلبية احتياجاتهم المختلفة من الطاقة الكهربائية.
- ندرة مصادر الطاقة الكهربائية: وهي تؤثر على التنمية الاقتصادية، وتجعل منها أمرا صعب التحقق، لأن افتقاد خدمات طاوقية ملائمة للقطاعات الاقتصادية الأساسية كالصناعة والزراعة والنقل يؤثر سلبا على مستويات النمو والتنمية الاقتصادية. وهذا ما يحدث في الكثير من الدول النامية وخاصة دول إفريقيا الفقيرة الواقعة في جنوب الصحراء الكبرى حيث نجد " من 80% إلى 90% من دول جنوب الصحراء الكبرى تعاني ندرة حادة وصعوبات بالغة في توفير خدمات الطاقة الكهربائية المناسبة". كما تؤثر هذه الندرة على الإنتاجية الصناعية وعلى الإنتاجية الزراعية، مما يؤدي إلى انتشار البطالة والمجاعة وإلى تدني مستويات المعيشة لدى الأفراد، ومن ثم انخفاض مستويات التنمية المستدامة كما هو حال الدول الفقيرة.
- العدالة (بعدها الزمني) بين الأجيال المتلاحقة الحالية والمستقبلية مفقودة وغير مضمونة في مجال الطاقة، نتيجة للاستهلاك المفرط وغير العقلاني لمصادر الطاقة الأحفورية. وبهذا النمط من الاستغلال سوف تنفذ تلك المصادر. وهو ما يرهن حقوق الأجيال القادمة من الطاقة، لذا لابد من إعادة النظر في طريقة الاستغلال الحالية لتلك المصادر بما يتماشى ومتطلبات الاستدامة المنية.
- أما الجانبان البيئي والصحي، فإن إنتاج الطاقة الكهربائية العالمي الحالي غير مستدام، لأن الاستعمال الكثيف واللاعقلاني للطاقة الأحفورية وحرقتها يتسبب في انبعاث كميات كبيرة من الغازات الدفيئة، أي حوالي 80% من هذه الغازات مصدرها القطاع الطاقوي الغالب، والتي أدت إلى بروز ظاهرة الاحتباس الحراري وتغيرات مناخية خطيرة تؤثر سلبا على الكرة الأرضية.

¹BONFILS Sibi, 2008, *stratégies énergétiques pour le développement durable*, Canada : Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, p31.

2.2.2- التحديات التي تواجه مستقبل الطاقة الكهربائية

تعرض الدول النامية صعوبات جمة ذات الطابع التنظيمي في التوجه نحو الطاقة المستدامة، خاصة تلك الدول التي لا تملك القدرة الكافية للاندماج في مسار الطاقة المستدامة، ومن أهم هذه الصعوبات:¹

أولاً: غياب أو ضعف التشريعات المحلية

للتشريع دور هام في تبني النظم المستدامة للطاقة، من خلال الإلزام بالتخلص من الأساليب ذات الكفاءات الدنيا أو كثيرة الفقد، خاصة في القطاعات كثيفة الاستهلاك، ويلاحظ ضعف تلك التشريعات أو غيابها كلية في الدول النامية، إلا بعض المبادرات الطوعية من بعض المؤسسات التي تأخذ بمبادئ التسيير البيئي. بالإضافة إلى غياب أو قلة المؤسسات التي تزود المستهلك بالمعلومات والاستشارات المتعلقة بكفاءة الطاقة والحفاظ عليها، مع نقص القدرات البشرية المؤهلة والوسائل الضرورية لعملها وضعف الاتصال بينها وبين المستهلكين.

وفي مقابل ضعف التشريع في الدول النامية، تمارس الشركات الكبرى في الدول المتقدمة والولايات المتحدة الأمريكية على الخصوص ضغوطا كبيرة التوجهات البيئية بحجج واهية مختلفة، وتساهم في الحد من تدفق المعلومات المتعلقة بالتهديدات المناخية لأفراد المجتمع، وبالتالي استمرارهم في إنتاج واستهلاك أنماط غير مستدامة كما هو باد بوضوح في قطاع الطاقة.

ثانياً: سياسة تسعير الطاقة

تمثل سياسة تسعير موارد الطاقة في معظم دول العالم عائقا كبيرا أمام تطوير الطاقات الجديدة والمتجددة بصفة خاصة واقتصاد الطاقة عامة، نتيجة الدعم الممنوح لمصادر الطاقة، وذلك للعديد من الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية. وهو ما أدى إلى زيادة الإسراف في الاستهلاك واستخدام معدات منخفضة الكفاءة، في ظل غياب الوعي بأهمية الحفاظ على مصادر الطاقة كونها موردا طبيعيا ذي أهمية اقتصادية واجتماعية كبيرة، وهو ما عمل على تسريع معدلات استنزاف موارد الطاقة الناضبة والتدهور البيئي. وعليه فإن استمرار الدعم لأسعار الطاقة سيثبط من جهود استدامة الموارد الطاقوية وزيادة التكاليف البيئية، كما أن هذه الأسعار المدعومة ستشكل عبئا على المصادر المتجددة، مما يحول دون التوسع في استخدامها في المستقبل المنظور.

ثالثاً: غياب أو ضعف نظم الحوافز الاقتصادية والمواصفات القياسية

لا زالت تقنيات الطاقات المتجددة عالية الكفاءة تواجه صعوبات نتيجة غياب الحوافز الاقتصادية المشجعة لاستخدامها في الدول النامية، بسبب فرض رسوم جمركية عالية على استيرادها، مما يجعلها غير قادرة على منافسة المنتجات ذات الكفاءة المتدنية، والتي تتوفر للمستهلك بأسعار جذابة. وإضافة إلى ما ذكر فإن عدم وجود معايير قياسية للمعدات المستهلكة للطاقة في الدول النامية أصبح عاملا آخر يساهم في انتشار التقنيات متدنية الكفاءة بدلا من ذات الكفاءة العالية،

¹ حمزة جعفر، 2011-2012، استراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة-دراسة الطاقة الكهربائية بالجزائر،-، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، تخصص اقتصاد دولي وتنمية مستدامة، جامعة عباس فرحات، سطيف، الجزائر، ص 66.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

حيث لا اعتبار للكفاءة في إنتاج أو استيراد التجهيزات المنزلية أو الصناعية، وعندها تكون أسواق الطاقة في الدول النامية ملاذا ومأوى للمنتجات ضعيفة الكفاءة.

رابعاً: صعوبات الحصول على التمويل

لم ينطرق إلى الطريقة التي سيمول بها تطبيق التكنولوجيات الجديدة إلا القليل من التقارير، رغم الاهتمام الواسع بموضوع التغيرات المناخية والتطور التكنولوجي الكبير في مجال قطاع الطاقة، وقد تبدو أهمية هذه القضية واتساع نطاق التحديات التكنولوجية صغيرة إلا أن الأمر غير ذلك. فقد قدرت وكالة الطاقة الدولية أن الاحتياجات تتطلب استثمار حوالي 17 تريليون دولار لتمويل التوسع العالمي للطاقة¹، بما في ذلك مشاريع الطاقة النظيفة لمدة خمسة وعشرين سنة القادمة، كما ستدعو الحاجة إلى توظيف خمسة آلاف مليار في البلدان النامية وحدها، ونظراً لتخبط معظم هذه الدول في أزمة المديونية فهي تعاني عجزاً في توفير رأس المال، ويتعذر نتيجة ذلك الحصول على التكنولوجيات عالية الكفاءة.

3.2.2- ضوابط التنمية المستدامة في مجال الطاقة الكهربائية

ركز مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة في جوهانسبورغ على استكمال انجازات جدول أعمال القرن 21 لعام 1992م²، من خلال الإسراع في تحقيق الأهداف التي لم تتحقق بعد، وقد التزم قادة العالم باتخاذ تدابير والقيام بأنشطة محددة على كافة المستويات وبدفع وتعزيز التعاون الدولي آخذين في الاعتبار مبادئ ريو دي جانيرو، بما فيها مبدأ المسؤوليات المشتركة والمتمايزة، حيث يعتبر تخفيف وطأة الفقر وتغيير الأنماط غير المستدامة للإنتاج والاستهلاك، وحماية القاعدة الأساسية للموارد الطبيعية وحسن إدارتها من أجل التنمية الاقتصادية والاجتماعية. ومن أهم ضوابط ومتطلبات التنمية المستدامة المتعلقة بالطاقة الكهربائية³:

أولاً: تخفيف حدة الفقر

لقد أعطت قمة جوهانسبورغ لمشكلة مكافحة الفقر بعداً جديداً من خلال الربط القوي بين الطاقة والبيئة والتنمية الاقتصادية، فالحصول على الطاقة الكهربائية يمثل شرطاً ضرورياً في عملية التنمية، حيث تمكن من توفير الخدمات الأساسية للسكان، غير أنه لا يزال سكان الدول النامية محرومون من المتطلبات الأساسية للتنمية كالمياه الصالحة للشرب والخدمات الصحية والتعليمية الملائمة، ويستعمل هؤلاء السكان مصادر الطاقة التقليدية التي تسام إلى حد كبير في تدهور الوسط المعيشي، ولذا لا بد من:

¹ فاتح بن نون، الطاهر خامرة، 2008، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو-مغاربي، ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، 07-08 أبريل 2008، سطيف، عين المليحة: دار الهدى للطباعة والنشر، ص 956.

² اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، بيروت: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، ص 11.

³ حمزة جعفر، مرجع سابق، ص 68.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

- تحسين إمكانية الوصول إلى خدمات طاقة كهربائية معتمدة، وبأسعار ميسرة ومقبولة اجتماعيا وسليمة بيئيا آخذين في الاعتبار الخصوصيات والظروف الوطنية والمحلية، من خلال وسائل متعددة مثل: زيادة إمدادات الطاقة الكهربائية إلى الريف، واستخدام الطاقات المتجددة، ورفع كفاءة الطاقة؛
- تطوير السياسات الوطنية للطاقة والأطر التنظيمية التي تساعد على تهيئة الظروف الاقتصادية والاجتماعية والمؤسسية في قطاع الكهرباء، مما يسمح بتحقيق التنمية المستدامة وتخفيف وطأة الفقر في المناطق الريفية والنائية ومناطق العشوائيات داخل المناطق الحضرية؛
- دفع وتعزيز التعاون الدولي والإقليمي من أجل تحسين قدرة الوصول إلى الطاقة الكهربائية.

ثانيا: تغيير الأنماط غير المستدامة في الاستهلاك والإنتاج

من الأهداف العامة للتنمية المستدامة هو تغيير أنماط الاستهلاك والإنتاج، وشرط أساسي لتحقيقها، وهذا ما يقتضي اتخاذ الإجراءات التالية:¹

- دعوة كل الدول إلى تطوير وتشجيع تطبيق أنماط الاستهلاك والإنتاج المستدامة للطاقة الكهربائية، وأن تأخذ الدول المتقدمة بزمام المبادرة لإفادة كل الدول الأخرى؛
- وضع إطار من البرامج لتدعيم المبادرات الإقليمية والوطنية للتجديد والتحول نحو الاستهلاك والإنتاج المستدامين للطاقة الكهربائية لدفع عجلة التنمية الاجتماعية والاقتصادية؛
- تحقيق زيادة قدرها أربعة أضعاف فيما يتعلق بكفاءة الطاقة والموارد في الدول المتقدمة خلال العقدين أو الثلاثة القادمة، وإن أمكن تحقيق زيادة بمقدار عشرة أضعاف في كفاءة الموارد في البلدان المتقدمة على المدى الطويل؛
- تعزيز مسؤولية المنشآت ومساءلتها من خلال مبادرات مثل الإنفاق العالمي، والمبادرة العالمية للإفادة ورفع التقارير، وغير ذلك من الأدوات مثل محاسبة الإدارة البيئية ورفع التقارير البيئية؛
- تقديم الحوافز للمؤسسات الصناعية والعامة للارتقاء بمستوى أبحاث تكنولوجيات الإنتاج الأنظف والتطور في استخدام تلك التكنولوجيات؛
- التشجيع على الاستهلاك المستدام من خلال العمل الحكومي، بما في ذلك الحسابات القومية " الخضراء"، وعمل إصلاح ضريبي للحفاظ على الموارد، وإعمال تدابير "خضراء" للتدبير.

ثالثا: مراعاة التكاليف الاجتماعية والبيئية

من المعلوم أن أسعار الطاقة الكهربائية ولمدة طويلة لا تعكس تكلفتها الحقيقية، حيث لا تتضمن التكاليف المترتبة عن التلوث وأثره على أجيال واقتصاديات الحاضر والمستقبل، كما أن الدعم المباشر وغير المباشر للطاقة الأحفورية يمثل عائقا لتطوير الطاقات البديلة والمتجددة. وتتطلب استدامة الطاقة مراعاة محدودية الأنظمة الإيكولوجية وتأمين فرص عادلة من توزيع الموارد المتجددة وغير المتجددة بين الحاضر والمستقبل آخذين في الاعتبار محدودية التدوير للبيئة، وهذا ما يمر حتما عبر التحديد الدقيق للتكاليف البيئية والاجتماعية المصاحبة لإنتاج الطاقة الكهربائية وتقييمها.

¹ المرجع السابق، ص 68.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

رابعاً: إدارة قاعدة الموارد الطبيعية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية

لتحقيق التنمية المستدامة، ينبغي إدارة قاعدة الموارد الطبيعية بطريقة مستدامة ومتكاملة، وهو ما يتطلب اتخاذ الإجراءات التالية:

- الالتزام بتحقيق الهدف الرئيس لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغير المناخي، بشأن استقرار تركيز انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي؛
- تقديم المساعدات التقنية والمالية والمعاونة في بناء القدرات إلى الدول النامية والدول التي تمر اقتصادياتها بمراحل انتقالية، طبقاً للالتزامات الواردة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغير المناخي وكذا اتفاق مراكش؛
- تطوير ونشر تكنولوجيات مبتكرة في قطاعات التنمية الرئيسية، لا سيما قطاع الطاقة الكهربائية، والاستثمار في هذا الشأن من خلال مشاركة القطاع الخاص واتباع نهج تراعى فيه ظروف السوق، ومن خلال ترقية التعاون الدولي واتباع سياسات عامة داعمة؛
- تشجيع ودفع التعاون على المستويات الدولية
- والإقليمية والوطنية من أجل تقليل تلوث الهواء العابر للحدود.

خامساً: إعطاء الكفاءة الطاقوية أولوية عالمية

يواجه استقرار إمدادات الطاقة لمختلف مناطق العالم مجموعة من الصعوبات ذات الطابع السياسي والتكنولوجي والبيئي، التي تؤثر على حجم ونوعية الإمدادات، وهناك إجماع حول ضرورة رفع الكفاءة الطاقوية بما يمكن من تلبية الاحتياجات باستهلاك أقل كمية من الطاقة. إلا أن المنطق الاقتصادي السائد والقائم على أساس تلبية الاحتياجات بأقل تكلفة يزيد من صعوبة الوضعية، لأن تكاليف الطاقة منخفضة بشكل عام، وبالتالي لا تشكل عبئاً على ميزانية المستهلك.

وعليه فإن اعتماد سياسة التحكم في الطلب على الطاقة على الطاقة أصبح أمر ضروري لتصحيح هذه الوضعية عن طريق مجموعة من الأدوات، وقد تبنت العديد من الدول ذلك كأولوية في إطار سياساتها الطاقوية، لكن ضعف الإمكانيات البشرية والمالية اللازمة يعيق تحقيق الأهداف المرغوبة للعديد من الدول، وهو ما يدعو إلى العمل على المستوى الدولي واستثمار إمكانيات التعاون وتبادل التجارب في مجال كفاءة الطاقة.

4.2.2- العلاقة بين التنمية المستدامة والبيئة

تقوم التنمية على استغلال الموارد البيئية والإمكانيات البشرية بما فيها المنجزات العلمية والتكنولوجية من أجل تحقيق جملة من الأهداف أهمها: تلبية الاحتياجات البشرية وتحسين وتطوير نوعية الحياة البشرية، ويقاس مستوى النهوض والتقدم التنموي في أي مجتمع بما تحدثه التنمية من متغيرات في البنية الاجتماعية والاقتصادية التي تظهر من خلال تحسين معيشة الأفراد وزيادة الدخل الوطني. ولقد أدى مفهوم التنمية المستدامة إلى ظهور فلسفة تنموية جديدة تأخذ بعين الاعتبار محدودية الموارد البيئية الطبيعية وحدود قدرة الأرض على تحمل الاستنزاف من جهة والتلوث والتدهور من ناحية أخرى.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

أولاً: الموارد الاقتصادية الطبيعية والتدهور البيئي

الحدثة هي نسق اعتقادي له إنجازات عديدة، حيث يضع هذا النسق ثقة مطلقة في التقنية والعلم، وثقة لا تنزح في النمو الاستهلاكي واقتصاد السوق. وقد عبر بول هاوكن (Hawken) عن هذا النسق بقوله:¹ " إن الحدثة قد أنتجت، وبشكل طبيعي، ثقافة تجارية مهيمنة تعتقد بأن كل حالات انعدام المساواة، اجتماعية كانت أو موردية، يمكن حلها من خلال التنمية، والابتكار، والتمويل والنمو". وفي هذا السياق قدمت شارلين سبرنتاك (Spretnak) وصفا لخصائص هذه الحدثة يتضمن ما يلي:²

- أن الأولوية فيه تكون للرفاهية الاقتصادية التي ستقود إلى تحقيق الرفاهية في مجالات الحياة الأخرى؛
- أن التقنية ستجد حلولاً لكل المشاكل وأن الحالة الإنسانية سوف تتحسن بالتدريج من خلال الوفرة؛
- أن الإنتاج على نطاق واسع سيؤدي إلى تحقيق الوفرة والتي بدورها ستؤدي إلى تشكيل نزعة استهلاكية؛
- أن استهلاك السلع المادية هو مصدر السعادة البشرية؛
- التنافس على المنفعة الفردية وإعطاء المصالح الفردية أولوية على المصالح العامة.

ولنسق الحدثة أيضاً جانبه المظلم متمثلاً في الظلم الاجتماعي وإفساد البيئة، حيث يتسبب في تغيير كيميائية الأرض، وتشويه النظم البيئية، وإحداث أضرار لا يمكن إصلاحها لكل من الأرض والماء والهواء. وخير دليل هو الدمار البيئي الذي حدث خلال القرن العشرين، والذي يشير إلى أن النموذج الاقتصادي المهيمن (الليبرالية الرأسمالية) هو اقتصاد استخلاصي يستنزف الموارد غير المتجددة، ويستغل المتجددة منها بدرجة أكبر من قدرتها على البقاء. ولن يصبح المجتمع الحديث في وضع يسمح له بالتكيف مع رؤية عالمية بديلة، وبناء سياسي وثقافي واجتماعي قادر على تشكيل مجتمع مستدام بيئياً وتنموياً. وعليه فإن معالجة تلك القضايا يتطلب تفكيراً يعترف بالعلاقة المتداخلة بين الإنسان والبيئة في ظل التنمية المستدامة، التي توازن بين التغيير الإبداعي والتقدمي، والمحافظة على البيئة، وتحقيق العدالة الاجتماعية، وتعزيز رفاهية الفرد والمجتمع.

1- مفهوم الموارد الاقتصادية الطبيعية

المورد هو كل ما يستخدم في إنتاج سلعة أو خدمة تشبع حاجات إنسان ما، والموارد الاقتصادية هي جميع الموارد التي تتصف بالندرة، من حيث المحدودية و/أو قابلية النضوب. ويكون الطلب على المورد مشتقاً من الطلب على السلعة التي يكون عنصراً في إنتاجها، فالبتترول في حالته الخام لا يصلح لتلبية حاجة إنسانية إلا إذا خضع لعمليات تصفية وتكرير يترتب عنها مشتقات بترولية تصلح لأن تكون استخداماتها في مجالات كثيرة، فيزيد الطلب على البترول بزيادة الطلب على مشتقاته.

الموارد الطبيعية هي كل ما تؤمنه الطبيعة من مخزونات طبيعية يتطلبها بقاء الإنسان أو يستخدمها لبناء حضارته. وتراجع الموارد الطبيعية نتيجة الإهمال والاستغلال المفرط، وتتمثل في الطاقة وعلى رأسها البترول والمعادن كالفوسفات والحديد الخام... الخ³. فالموارد الطبيعية هي التي تستخلص من سطح الأرض أو باطنها، وتكون موزعة بمقادير متفاوتة، مثل:

¹ عبد الرحمان سيف سردار، مرجع سابق، ص 55.

² نفس المرجع، ص 55.

³ نفس المرجع، ص 57.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

المياه، الحديد، النحاس، البترول، الغابات، الحيوانات البرية... جميعها موارد طبيعية، ويكون دور الإنسان فيها هو اكتشافها واستغلالها لتحقيق منافع له.

2- أنواع الموارد الاقتصادية الطبيعية

تحتوي البيئة الطبيعية ضمن مكوناتها الرئيسية على مجموعة من الموارد الطبيعية الضرورية للإنسان والكائنات الحية الأخرى، والنظام البيئي. ولقد صنف الباحثون البيئيون الموارد البيئية الطبيعية إلى ثلاثة أصناف يندرج في كل واحد منها عدد من الموارد وهي:¹ مجموعة الموارد غير الحية وتتضمن الماء والهواء وطاقة الشمس الحرارية والضوئية والمعادن المشعة ومصادر الطاقة مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي، ومجموعة الموارد الحية وتتضمن النباتات الطبيعية من غابات وحشائش ونباتات صحراوية والحيوانات البرية من آكلة العشب أو آكلة اللحوم، ومجموعة الموارد المائية وتتضمن الأحياء المائية (النباتية والحيوانية) مثل الطحالب والأسماك والمحار.

3- تصنيف الموارد الاقتصادية الطبيعية

تصنف الموارد الطبيعية إلى موارد متجددة وموارد غير متجددة. فالموارد المتجددة تتضمن الموارد الطبيعية التي تتجدد ذاتيا، ولا تتعرض للنضوب إذا ما استغلها الإنسان بأسلوب معتدل راشد بعيدا عن الإسراف. ويمكن أن يتزايد رصيدها هي ظل ظروف محفزة، مثل: الثروة السمكية، الثروة الحيوانية، والغابات. أما الموارد غير القابلة للتجدد فهي التي يكون رصيدها ثابتا في الطبيعة، ويتناقص هذا الرصيد بفعل الاستغلال وعمليات الاستخدام. وهي معرضة لخطر النفاذ، مثل: الفحم والنفط والغاز الطبيعي والمعادن المشعة، فاحتياطيات النفط المتاحة في الطبيعة ثابتة، وهذه الاحتياطيات تتناقص مع عمليات الاستخراج، سواء تم اكتشافها أملا.

ثانيا: استنزاف الموارد الاقتصادية والتدهور البيئي

هو أحد العوامل المؤثرة على البيئة حيث أدى الاستخدام الزائد للتكنولوجيا في حدوث ضغوط هائلة على البيئة، دمر جزءا كبيرا من رأس المال الطبيعي (المادي والبيولوجي) للإنسان، وأثر سلبا على النظام الأيكولوجي باستنفاد بعض الموارد الطبيعية وإتلاف أخرى. وتمثل هذا الاستنزاف عموما في: التصحر، وانجراف التربة، وانقراض بعض الحيوانات البرية والبحرية، بالإضافة إلى نفاذ بعض موارد الطاقة كالنفط على سبيل المثال لا الحصر.

لقد بنى الإنسان تقدمه وحضارته باستغلال الموارد الطبيعية بشكل مفرط وأسلوب خاطئ، مما أدى إلى اختلال في التوازن البيئي بوجه عام، وأصبحت البيئة هشة لا تفي بمتطلبات الحياة لجميع المخلوقات. وقد دأبت دول كثيرة على الزراعة كمصدر للدخل، حيث ركزت على زراعة الأرض واستغلالها بشكل دائم، وهو ما أجهد تربتها وتسبب في تراجع إنتاجيتها. وتم إتلاف مساحات شاسعة من الغابات التي تأوي الكثير من أنواع الكائنات الحية، فأضر بها وقلل من أعدادها بشكل كبير.

كما أسهم التقدم الصناعي في استخراج الموارد الطبيعية بعشوائية، خاصة الموارد غير المتجددة، والتي لا تعوض خلال فترة كاملة من حياة الإنسان، ولا أن تتجدد إلا بعد عصور جيولوجية طويلة. مما جعل البيئة غير قادرة على تجديد

¹ نفس المرجع، ص 57.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

مواردها الطبيعية، واختل التوازن بين مختلف عناصرها، ونتج عن ذلك تحولات مؤثرة هددت مستقبل الأجيال القادمة، ولم تعد هذه العناصر قادرة على تحليل المخلفات الصلبة أو استهلاك النفايات الناتجة عن نشاطات الإنسان المتعددة¹.

وقد أدى النمو السكاني المتزايد بشكل مطرد إلى زيادة استهلاك المياه العذبة في مجالي الشرب والزراعة، وهو ما يندرج بقله موارد المياه مستقبلاً، حيث تشير التوقعات أن معظم الحروب القادمة ستكون بسبب النزاعات على مصادر المياه، وأن الزيادة المتوقعة في عدد السكان ستركز في قارتي إفريقيا وآسيا وهما تعانيان حالياً من مشكلات بيئية متعددة من أخطرها شح المتاح من المياه العذبة.

5.2.2- مشكلة فقر الطاقة في العالم العربي

من نافذة القول أن اقتصاديات الدول العربية تحتاج إلى مزيد من التكامل والنمو لتتمكن من مواجهة جميع التحديات الداخلية والخارجية المحيطة بها. وبإمكان الطاقة أن تؤدي دوراً رائداً في هذه العملية، إذ تعتبر محركاً أساسياً في النمو الاقتصادي والتقدم الاجتماعي. غير أنه لا يزال ما يقارب الـ 30 مليون عربي من سكان الأرياف والمدن الفقيرة يعانون الحرمان من الطاقة الكهربائية².

ومكافحة ما يسمى 'فقر الطاقة' يعني التحقق من حصول الفقراء على خدمات الطاقة الحديثة بأسعار مناسبة وبصورة منتظمة، وهذه المعركة لا يمكن فصلها عن معركة النمو الاقتصادي والتقدم الاجتماعي اللتان تشكلان الطريق إلى تحقيق أهداف التنمية المستدامة للألفية. وكما هو معلوم أن الأقطار العربية تتفاوت في أعداد سكانها، ومصادر الطاقة الطبيعية، ومستويات التنمية فيها. وبالرغم من أن مصادر الطاقة بأنواعها الأحفورية والمتجددة متوافرة في العالم العربي، غير أنها متركزة في بلدان محددة، والأمر ذاته يتراوح في البلد الواحد من منطقة لأخرى.

وعلى الرغم من الجهود التي بذلتها الدول العربية في توفير الطاقة الكهربائية وتوزيعها لا يزال هناك ما يقارب الـ 60 مليون عربي يعانون من نقص الكهرباء أو انعدامها. لذا فإن فقر الطاقة يشكل عائقاً للتنمية في العالم العربي، وهو ما تبينه بعض المؤشرات الإحصائية³:

- معدل استهلاك الفرد للطاقة في دول الأوبك يساوي خمسة أضعاف نظيره في الدول العربية الأخرى.
- إذا ما استثنينا دول مجلس التعاون الخليجي فإن معدل استهلاك الكهرباء للفرد العربي هو: 1100 كيلوات، أي ما يمثل 8 إلى 9 مرات أقل مما في الدول المتقدمة، وقد يصل هذا الرقم إلى 100 كيلوات في بلد مثل السودان. وهذا ما يوحي بأن القضاء على فقر الطاقة في الوطن العربي يتطلب جهداً هائلاً واستثمارات كبيرة تصل إلى 15 بليون دولار أمريكي سنوياً.

وتجدر الإشارة إلى أن موضوع فقر الطاقة قد تم تناوله في الدول المصدرة للنفط (أوبك)، حيث أشارت قمة الأوبك المنعقدة في نوفمبر 2007م في "إعلان الرياض" إلى أن الطاقة تعتبر أساساً في القضاء على الفقر، وفي تحقيق التنمية

¹ نفس المرجع، ص 59.

² سليمان الجاسر الحريش، فقر الطاقة في العالم العربي، كلمة مدير عام صندوق الأوبك للتنمية الدولية (OFID) في القمة العربية الاقتصادية والتنمية الاجتماعية، الكويت، 17-18 يناير / كانون الثاني، 2009، ص 2.

³ المرجع نفسه، ص 2.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

المستدامة، وفي إنجاز أهداف التنمية الألفية. وقد أكدت القمة على دور "أفيد"¹ (OFID) من خلال تكليفه بالمساهمة في " تحقيق أهداف التنمية المستدامة والقضاء على فقر الطاقة في الدول النامية ودراسة السبل والوسائل الرامية إلى تعزيز هذه الجهود بالاشتراك مع المؤسسات المالية الأخرى".

أولاً: الحلول المقترحة لمشكلة فقر الطاقة ومعالجتها

تراكمت لدى " OFID " خبرة في مجال مشاريع الطاقة التي تشكل 20% من كافة نشاطاته الإنمائية، وتعززت من خلال ورشة العمل التي نظمها في مدينة أبوجا بنيجيريا، وانطلاقاً من هذه الخبرة يمكننا تفحص المواضيع المتعلقة بالسياسات والمناهج بالإضافة إلى المبادرات المطروحة لمعالجة مشكلة فقر الطاقة. وتتطلب معالجة فقر الطاقة سياسات مناسبة ومتوازنة للطاقة يمكن إدراج بعضها فيما يلي:²

1- تتطلب الطبيعة الباهظة للاستثمارات في قطاع الطاقة مساهمة كلا القطاعين العام والخاص فيها، إذ لا بد أن يشكل هذا الأخير جزءاً من الحل بعد أن يأخذ القطاع العام المبادرة ويساهم في إنشاء بيئة مشجعة للاستثمار. وعلى السياسات الحكومية أن تهدف إلى:

(أ) تشجيع المبادرات لتطوير شركات صغيرة ومتوسطة محلية للطاقة؛

(ب) تطوير مبدأ شراكة القطاعين العام والخاص، لأن الشراكات حققت نجاحات في العديد من الدول النامية من ضمنها دول عربية، شملت بنى تحتية ومحطات كهربائية.

2- يتوجب انتهاز سياسات دعم مناسبة للفقراء من شأنها أن تهيئ المناخ للاستثمار، وأن يتم تنفيذ سياسات دعم تستهدف الفقراء حصرياً، وتكون متضافرة مع إجراءات موازية لزيادة كفاءة استغلال الطاقة؛

3- سياسات ومناهج فعالة تأخذ في الاعتبار أن مزيج الطاقة الملائم للفقراء يجب أن يعتمد على الطاقة الأحفورية بأشكالها المتعددة، بالإضافة إلى الطاقة المتجددة، وتوفير الطاقة بصورة لا مركزية معتمدة على وحدات صغيرة تستخدم مصادر محلية كالرياح والطاقة الشمسية والمياه، والتي تخدم المناطق الريفية أو النائية بصورة أفضل؛

4- هذه السياسات والمناهج يجب أن تكون شاملة ومتوائمة ومرنة بقدر كاف لتشجيع واستيعاب مشاريع الطاقة العابرة للحدود، وبالأذات تلك المتعلقة بالغاز والكهرباء، خاصة وأن التجارة البينية للطاقة عامل أساسي في التكامل الاقتصادي.

ثانياً: المبادرات وتطوير الخطط في مجال فقر الطاقة:

من المبادرات في مجال محاربة فقر الطاقة في الوطن العربي، مبادرة الملك عبد الله السعودي في جويلية 2008م المعروفة بـ: " مبادرة الطاقة من أجل الفقراء"، كما أعلن عن قيام الصندوق السعودي للتنمية بتخصيص دعم مالي مخصص لمشاريع الطاقة في الدول النامية. ويشترك "OFID" بالتعاون مع البنك الدولي والصندوق السعودي للتنمية بالتنسيق بين الأطراف المعنية من أجل تطوير هذه المبادرة. وقد تقدم "OFID" باقتراح عملي يرمي إلى توجيه المنح والقروض للعمل بشكل متكامل مما يؤدي إلى تحقيق هدفين أساسيين هما:

1- جعل شروط التمويل أكثر يسراً وقبولاً من قبل الدول الفقيرة من ناحية؛

2- تحفيز المانحين على تقديم المزيد من الموارد المالية من ناحية أخرى.

ومن ثم دعوة الدول العربية إلى تطوير خطط لتوفير الطاقة للفقراء، وفي هذا الإطار نجد أن " OFID " مستعد لـ:³

¹ أفيد (OFID): DEVELOPMENT THE OPEC FUND FOR INTERNATIONAL (صندوق الأوبك للتنمية الدولية).

² سليمان الجاسر الحريش، مرجع سابق، ص 4.

³ المرجع السابق، ص 7.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

- العمل مع الدول العربية الشريكة والمستثمرين لتطوير مشاريع في مجال الطاقة في العالم العربي بغية تحقيق التكامل الاقتصادي؛
- مساندة الدول العربية في اجتذاب الاستثمارات؛
- تمويل الصناعات المحلية على شكل مشاريع أو من خلال توفير حدود ائتمان عن طريق البنوك المحلية بهدف تمويل المؤسسات الصغيرة والمتو

3.2- دور الكهرباء في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة وتعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر

تعد الطاقة الكهربائية مورداً طاقوياً نظيفاً ذا أهمية قصوى في توفير الخدمات اللازمة لتلبية احتياجات المجتمعات، ويمكن الاعتماد عليه في تحقيق الأبعاد الأساسية للتنمية المستدامة، وتشكل إمداداتها عاملاً رئيساً في دفع عجلة الإنتاج وتحقيق الاستقرار والنمو، مما يوفر فرصاً للعمل ويعمل على تحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر. ويعود ذلك للأسباب التالية:¹

- وجود إمكانية كبيرة للحد من الانبعاثات من خلال تحسين الكفاءة وحفظ الطاقة إذا ما تمت مقارنة النتائج المتحصل عليها في حالة توليد الطاقة الكهربائية وعمليات تحويل الطاقات الأخرى؛
- استخدام حصة متزايدة من الطاقة الأحفورية في شكل طاقة كهربائية؛
- تفتح الطاقة الكهربائية المجال بسهولة أكبر للآليات التي تسمح بخفض الانبعاثات كآلية التنمية النظيفة وتجارة الانبعاثات التي ينظر إليها كأفضل وسيلة في السوق لمساعدة الشركات على تحديد الخيارات الأكثر فاعلية من حيث التكلفة للحد من الانبعاثات؛
- إمكانية التحكم في الآثار البيئية لإنتاج الطاقة الكهربائية نتيجة تركزها في مكان واحد وهو محطات توليدها، من خلال الاستثمار في التكنولوجيات الحديثة خاصة مع ارتفاع نسبة استخدام الفحم في البلدان النامية، كما يمكن تحقيق واحتواء نسبة كبيرة من الانبعاثات من خلال تحسين الكفاءة الفنية للمحطات؛
- ساهمت الكهرباء في تحسين كفاءة التحكم في أنظمة التدفئة والتبريد والآلات مما سمح لها بتأدية دور إيجابي في اتخاذ التدابير البيئية المحلية والإقليمية والدولية وإدارة جانب العرض؛
- يضطلع قطاع الطاقة الكهربائية بدور فعال في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية عن طريق تلبية احتياجات الطاقة الخاصة بالقطاعات الاقتصادية المختلفة والمساهمة في رفع المستوى المعيشي للأفراد.

واستناداً إلى ما سبق ذكره، تبرز إمكانية قيام الطاقة الكهربائية بدور هام في تحقيق التنمية المستدامة إذا ما تم اتخاذ مجموعة من التدابير التي تتطلب تبني سياسات رشيدة لمواجهة العوائق والصعوبات.

1.3.2- الطاقة الكهربائية وتحقيق أبعاد التنمية المستدامة

تشكل إمدادات الطاقة الكهربائية عاملاً هاماً في دفع عجلة الاقتصاد وتحقيق التنمية المستدامة، مما يوفر فرص العمل، وتحسين مستويات المعيشة، والحد من الفقر. لذلك لا بد من تعزيز برامج الطاقة الكهربائية بغرض توفيره بشكل مقبول اجتماعياً وبيئياً لتحقيق أبعاد التنمية المستدامة.

أولاً: الطاقة الكهربائية وتحقيق البعد الاجتماعي

تتضمن القضايا الاجتماعية المرتبطة باستخدام الطاقة الكهربائية، التخفيف من وطأة الفقر، وإتاحة الفرص أمام المرأة، والتحول الديمغرافي والحضري إذ يؤدي الوصول المحدود لخدمات الطاقة الكهربائية إلى تهميش الفئات الفقيرة وإلى تقليل قدرتها بشكل حاد على تحسين ظروفها المعيشية، فحوالي ثلث سكان العالم لا تصلهم الكهرباء، بينما تصل إلى الثلث

¹ بوفنش وسيلة، 2013-2014، الطاقة الكهربائية في الجزائر: محاولة التوقع بالإنتاج-دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز، أطروحة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه علوم، تخصص علوم اقتصادية، جامعة سطيف، الجزائر، ص 57.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

الآخر بصورة ضعيفة، كما أن اعتماد سكان المناطق الريفية على أنواع الوقود التقليدية في التدفئة والطهي له تأثيرات سلبية على البيئة وعلى صحة السكان.

ونتيجة للنمو السكاني المطرد يتطلب تحقيق التنمية المستدامة تطوير حياة الأفراد وتوفير ظروف معيشية ملائمة لهم، خاصة في المناطق الفقيرة، ويعتمد في ذلك على كفاءة إدارة الموارد المتاحة مع توفير فرص العمل المناسبة والظروف الصحية والتعليمية الملائمة لتعزيز النمو الاقتصادي بهذه المناطق. وكل ذلك يستلزم توفر مصادر طاقة كهربائية كافية ومنتظمة ومأمونة مما يتطلب القيام بما يلي:¹

- 1- إدارة مصادر الطاقة الكهربائية والحفاظ عليها مما يسمح بالوفاء باحتياجات السكان الأساسية؛
- 2- تطوير البيئة الأساسية في مواقع التجمعات البشرية، والفقيرة منها على الخصوص وتزويدها بنظم الطاقة المناسبة للتنمية والتقنيات الملائمة للاستخدام في هذه المناطق؛
- 3- توفير نظم الطاقة والنقل المستدام لمختلف مناطق التجمعات البشرية.

ثانياً: الطاقة الكهربائية وتحقيق البعد الاقتصادي

تتسبب أنماط الإنتاج والاستهلاك السائدة في هدر كبير للموارد الطبيعية، وتؤدي إلى مشاكل بيئية تهدد البيئة المحلية والعالمية، وبما أن قطاع الكهرباء يعتبر من القطاعات التي تنتج بها أنماط الإنتاج والاستهلاك، والتي تتميز في معظمها بمعدلات هدر مرتفعة، وفي ظل الزيادة المطردة في الاستهلاك نتيجة للنمو السكاني فإن الأمر يتطلب تشجيع كفاءة إنتاج واستخدام، وقابلية استمرار موارد الطاقة، من خلال وضع سياسات وإجراءات لتحسين وترقية الكفاءة الإنتاجية والاستخدامية للطاقة، والمساعدة على تطبيق الإصلاحات القانونية والتنظيمية التي تؤكد على ضرورة الاستغلال المستدام للموارد الطبيعية، وتنمية موارد الطاقة المتجددة، إضافة إلى تسهيل الحصول على التجهيزات المتسمة بالكفاءة في استهلاك الطاقة والعمل على تطوير آليات التمويل الملائمة. وعليه يجب إعادة توجيه الطاقة كمتغير ضروري للتنمية الاقتصادية، وتحسين نوعية الحياة وإيجاد مؤشرات لرصد التغيرات الهامة، خاصة في ظل أنماط الاستخدام غير المستدامة، لا سيما على المدى الطويل.²

تعتمد التنمية الاقتصادية المحلية، وخاصة في المناطق الريفية، على توافر خدمات الطاقة اللازمة سواء لرفع وتحسين الإنتاجية أو للمساعدة على زيادة الدخل المحلي، من خلال تحسين التنمية الزراعية وتوفير فرص عمل خارج القطاع الزراعي، ومن المعلوم أنه بدون الوصول إلى خدمات طاقة ومصادر وقود حديثة يصبح توفر فرص العمل وزيادة الإنتاجية، وبالتالي الفرص الاقتصادية المتاحة محدودة بصورة كبيرة، إذ أن توفر هذه الخدمات يساعد على إنشاء المشروعات المتناهية الصغر، وعلى القيام بأنشطة معيشية وأعمال خاصة يمكن إنجازها في غير أوقات ضوء النهار. وتعتبر الطاقة الكهربائية من المدخلات الأساسية لجميع الأنشطة الإنتاجية والخدمية الحديثة ولأعمال الاتصالات، ويمكن أن يتسبب انقطاع الطاقة في خسائر مالية واقتصادية واجتماعية فادحة. فالطاقة يجب أن تكون متوفرة طول الوقت وبكميات كافية وأسعار ميسرة، وذلك من أجل تدعيم أهداف التنمية الاقتصادية.³

¹ اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، بيروت، ص 5.

² International atomic energy agency_ one of five Key areas to sustainable development where progress is possible with the resources and technologies at our disposal today_ www.un.org (12/07/ 2014).

³ فاتح بنونة والطاهر خامرة، 2008، **تحديات الطاقة والتنمية المستدامة**. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو-مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، 07-08 أبريل 2008، دار الهدى للطباعة والنشر، سطيف، عين الميليلة، ص 947.

ثالثاً: الطاقة الكهربائية وتحقيق البعد البيئي

تظهر التأثيرات البيئية الناجمة عن الاستخدام غير السليم للطاقة، على مستويات عديدة محليا وعالميا، ويمكن أن تتسبب في عواقب وخيمة مثل: التصحر، والتحمض، وتلوث الهواء، والتغير المناخي. ويمثل احتراق الوقود الأحفوري أحد مصادر تلوث الهواء المدمر للصحة، وكذلك انبعاثات غازات الدفيئة، ويتسبب في حدوث مشاكل في الجهاز التنفسي ويؤدي إلى الإصابة بمرض السرطان، ويكون ارتفاع الغازات الدفيئة في الجو متغيرا تابعا لتزايد إنتاج واستهلاك الطاقة¹. كما تعتبر الطاقة الذرية التي تستعمل لإنتاج الطاقة الكهربائية في العديد من بلدان العالم مصدرا غير آمن على الصحة وسلامة البيئة، وتتطلب جهودا فنية ومالية هامة للتعامل مع نفاياتها والسيطرة عليها.

إن المحافظة على الموارد وإدارتها بكفاءة من أهم المعايير المرتبطة بتحقيق التنمية المستدامة المتصلة بقطاع الطاقة الكهربائية حيث تعمل في إطار البعد البيئي وعلاقته بالطاقة واستخداماتها على رفع التحديات البيئية من خلال حماية الغلاف الجوي والحد من التأثيرات السلبية على البيئة الطبيعية كالهواء والماء والتربة². مع مراعاة العدالة في توزيع المصادر الطاقوية، والنهوض بالتكنولوجيات الخاصة بالطاقة لتكون أقل تلويثا، بالإضافة إلى تطوير مزيج الطاقة وأنماط الاستخدام والاستهلاك لتكون أكثر استجابة لمتطلبات التوازن الأيكولوجي.

2.3.2- خدمات الطاقة الكهربائية لتعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر

في مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة، تبوأَت الطاقة موقعا متقدما على جداول الأعمال، ويركز مفهوم التنمية المستدامة على خمسة مجالات رئيسية هي: المياه، والطاقة، والصحة، والزراعة، والتنوع البيولوجي. ووفقا لإعلان جوهانسبورغ، ينبغي اعتبار الطاقة حاجة إنسانية على قدم المساواة مع الحاجات الإنسانية الأخرى من المياه النقية، والصرف الصحي، والمأوى، والرعاية الصحية، والأمن الغذائي، والتنوع البيولوجي.

يعيش أربعة من كل خمسة من البشر دون كهرباء بالمناطق الريفية في البلدان النامية، أغلبهم في جنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، حيث تحمل النساء ما معدله 20 كيلوغراما من حطب الوقود لمسافة خمسة كيلومترات يوميا. وما يزال في جنوب الصحراء الكبرى أكثر من 92% من سكان الريف دون كهرباء. كما أن عدد الناس الذين يعيشون بأقل من دولار أمريكي واحد في اليوم هو تقريبا نفس عدد أولئك الذين ينقصهم الوصول للطاقة التجارية، أي مليارين من البشر. إن إيصال شبكة كهربائية لعدد قليل من الأسر في محيط ريفي معين يتمخض عن تكاليف قد تصل إلى 70 دولار أمريكي لكل كيلوات ساعة، أي بمقدار سبعة أضعاف تكلفة توفير الكهرباء لإحدى المناطق الحضرية⁴.

¹ Joseph H. Hulse_ **Développement durable : un avenir incertain, avons-nous oublié les leçons du passé ?** _ Centre de recherche pour le développement international, Les presses de l'université Laval, Canada, édition par L'Harmattan, Paris, 2008, P.P :253-256.

² ICC Energy Committee **Energy for Sustainable Development, Business Recommendations and Roles**_ www.iccwbo.org (12/07/2014)

³ إبراهيم محمد إبراهيم عارف، (دون تاريخ) **الطاقة الحيوية**، مجلة المدينة، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، ص7.

⁴ نفس المرجع، ص1.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

أولاً: إسهامات المؤسسة الدولية للتنمية في الحصول على الكهرباء

على الرغم من أن المؤسسة الدولية للتنمية تكون في كثير من الأحيان أكبر ممول خارجي للاستثمارات في قطاع الكهرباء، فإن استثماراتها لا تمثل سوى نسبة تتراوح بين 5% و 10% من مجموع الاستثمارات. لذلك تسعى المؤسسة، من خلال مشاريعها، إلى تعبئة موارد المانحين والمستثمرين الآخرين، وتحسين الأداء التشغيلي لهيئات القطاع حتى يمكنها تحقيق مبالغ متزايدة من الاستثمارات من مواردهم الخاصة.

في العقد الأول من القرن الحالي، أسفر نقص الاستثمار في قطاع الطاقة الكهربائية في البلدان المؤهلة للاقتراض من المؤسسة الدولية للتنمية عن نقص هائل ومتزايد في إمدادات الكهرباء، وعدم إمكانية التعويل على الخدمات، وبطء التقدم في تمديد الخدمات للتجمعات السكانية التي لا تحصل على خدمات كافية. كما أسفرت السياسات وبرامج الاستثمار الحكومية الجيدة في بلدان مثل بنغلاديش، والكاميرون، وإريتريا، وهندوراس، وإندونيسيا، عن حدوث زيادة ملحوظة في معدلات الكهرباء، حسب الجدول التالي:

الجدول (1-2) التقديرات خاصة بالمعدلات الوطنية لحصول الأسر على الكهرباء (سنوياً)، بلدان مختارة

| | | |
|-----------|-------------|-------------|
| إريتريا | 22.9 (1995) | 33 (2007) |
| الكاميرون | 40.7 (1998) | 46 (2008) |
| إندونيسيا | 62.8 (1994) | 67 (2004) |
| بنغلاديش | 32.0 (2000) | 40.6 (2004) |
| بوليفيا | 51.9 (2000) | 67.1 (2005) |
| تشاد | 2.3 (1997) | 3.5 (2004) |
| كينيا | 14.5 (1998) | 16.0 (2003) |
| موزامبيق | 6.6 (1997) | 8.1 (2003) |
| هندوراس | 54.8 (2000) | 76.4 (2008) |

المصدر: المؤسسة الدولية للتنمية، خدمات الطاقة من أجل تعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر، 2009، ص 2.

غير أن معدلات الكهرباء في بلدان أخرى (لم تذكر في الجدول) لم يطرأ عليها أي تغيير يستحق الذكر (كما حدث في بوليفيا، وموزامبيق، وكينيا). وفي كثير من البلدان الأشد فقراً في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء، تقف المعدلات الوطنية لتوصيل الكهرباء للأسر عند مستويات أدنى من 10%.

أظهر استثمار المؤسسة الدولية للتنمية (المنح والاعتمادات) في قطاع الطاقة اتجاهاً تصاعدياً منذ عام 2003م، حيث عكست خطة عمل البنية الأساسية توافقاً متزايداً في الآراء، وأنه يتعين على مجموعة البنك الدولي زيادة مشاركتها في قطاع البنية الأساسية على ضوء تزايد الاحتياجات الاستثمارية، والإدراك المتزايد بأن الأهداف الإنمائية للألفية الجديدة لا يمكن تحقيقها إلا باتخاذ نهج يأخذ في الاعتبار عدة قطاعات في وقت واحد. ونتيجة لذلك ارتفع استثمار المؤسسة لقطاع

**الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة
في الطلب على الكهرباء**

الطاقة إلى متوسط سنوي بلغ 777 مليون دولار أمريكي في السنوات المالية 2003 - 2006، وواصل ارتفاعه إلى أكثر من الضعف ليصل إلى 1.72 مليار دولار في السنوات المالية 2007 - 2009، حسب الجدول التالي:

الجدول (2-2) استثمار المؤسسة الدولية للتنمية لصالح مشاريع الطاقة حسب المنطقة (الوحدة: 10⁶ دولار)

| السنة المالية | | | المنطقة |
|---------------|-----------|-----------|-------------------------------------|
| 2009-2007 | 2006-2003 | 2002-1999 | |
| 42 | 30 | 64 | منطقة إفريقيا جنوب الصحراء |
| 2 | 46 | 07 | شرق آسيا والمحيط الهادي |
| 1 | 6 | 3 | أوروبا وآسيا الوسطى |
| 3 | 10 | 3 | أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي |
| 6 | 4 | 3 | الشرق الأوسط وشمال إفريقيا |
| 66 | 12 | 81 | منطقة جنوب آسيا |
| 720 | 77 | 31 | مجموع الطاقة |
| 2365 | 570 | 192 | مجموع المؤسسة |
| %14 | %9 | %10 | الطاقة كنسبة مئوية من مجموع المؤسسة |

المصدر: المؤسسة الدولية للتنمية، خدمات الطاقة من أجل تعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر، جويلية 2009، ص 3.

أدت استثمارات و ضمانات المؤسسة الدولية للتنمية دورا بالغ الأهمية في تعبئة الاستثمارات من القطاعين العام والخاص، ففي السنة المالية 2009، على سبيل المثال، بلغت التكلفة الكلية لمشاريع الطاقة التي مولتها المؤسسة، جزئياً، ما يقرب من 4.9 مليار دولار. وبذلك ساندت المؤسسة زيادة المبالغ التي ارتبطت بتقديمها بأكثر من الضعفين. ومع أن معظم الاستثمار الذي تمت تعبئته جاء من القطاع العام (الحكومات المتلقية للقروض والتمويل من المانحين)، فإن القطاع الخاص أسهم أيضاً بمبالغ كبيرة في المشاريع التي مولتها المؤسسة (الجدول 2.2).

ثانياً: تركيز المؤسسة الدولية للتنمية على التغييرات النظامية ونتائجها

يتمثل محور تركيز المؤسسة في معالجة مظاهر الإخفاق الكامنة في السياسات والمؤسسات التي أسهمت في نقص الاستثمارات، وتعتبر المؤسسة في أحوال كثيرة أكبر ممول لمشاريع البنية الأساسية بالغة الأهمية في قطاع الطاقة. وتوضح المشاريع أدناه مدى تنوع دور المؤسسة واتساعها في قطاع الطاقة في مختلف أنحاء العالم:¹

¹ المؤسسة الدولية للتنمية، خدمات الطاقة من أجل تعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر، جويلية 2009، ص 3-5.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

1- في جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية، مول مشروع الكهرباء الريفية في الأقاليم الجنوبية تمديد الشبكة وساند وزارة الطاقة والمناجم في تجربة مشاريع الكهرباء غير المتصلة بالشبكة، وساعد هذا المشروع في تحسين الأداء المالي لشركة المرافق الوطنية، وفي تقديم المشور بشأن السياسات في مجال إصلاح قطاع الكهرباء. وفي عام 1995م، كانت نسبة 15% فقط من الأسر في جمهورية لاو تحصل على الكهرباء. وبحلول عام 2004م، كانت إمكانية الحصول على الكهرباء من الشبكة قد زادت ثلاثة أمثال تقريبا لتغطي 44% من سكان المناطق الريفية، وقد أسهم هذا المشروع بنسبة 26% من هذه الزيادة.

2- في بنغلاديش، تقوم المؤسسة في الوقت الحالي بتمويل مشروع كهربة الريف وتطوير الطاقة المتجددة الذي تمت الموافقة عليه في 2002 حيث إن الهدف من هذا المشروع هو مساندة جهود بنغلاديش الرامية إلى توفير الكهرباء لكافة سكان المناطق الريفية بحلول عام 2020. ويتضمن برنامج هذا المشروع تمديد شبكات توزيع الكهرباء وإدخال خيارات الطاقة المتجددة في المناطق النائية حيث تنعدم جدوى الشبكة.

وبحلول شهر جويلية من عام 2009م، وفر المشروع الكهرباء من خلال الشبكة لما يزيد عن 600 ألف مستهلك في بنغلاديش، وزاد معدل الوصول إلى الكهرباء بنحو 40% مقارنة بما بلغ في عام 2002م حيث بلغ 30%، وفي الوقت نفسه تم تزويد 320 ألف مستهلك بأنظمة طاقة شمسية منزلية، بما يعني تجاوز المستهدف الأصلي البالغ 50 ألف مستهلك بصورة هائلة، وقد قامت المؤسسة بتقديم اعتماد للمشروع بقيمة 236 مليون دولار للمشروع منها 56 مليون دولار مخصصة لحلول الطاقة الكهربائية خارج نطاق الشبكة وحلول الطاقة المتجددة، واستطاع هذا المشروع تعبئة 8 ملايين دولار إضافية في صورة تمويل من صندوق البيئة العالمية.

3- في مالي، يعزز مشروع الطاقة المنزلية والحصول الشامل على الكهرباء خدمات الكهرباء في المناطق المحيطة بالمدن والمناطق الريفية، مما يحسن نوعية وكفاءة مراكز الرعاية الصحية والتعليم، ويشجع الإدارة المستدامة لموارد الغابات وطاقة الكتلة الإحيائية، مثل الحطب. ومنذ الموافقة على المشروع في 2004م، تم توصيل 40 ألف منزل، و1080 منشأة أعمال، و1025 مدرسة في المناطق الريفية، و107 عيادات صحية بالشبكة، ونمت مساحات الغابات الخاضعة للإدارة المستدامة من 350 ألف هكتار إلى 14 مليون هكتار.

4- في سريلانكا، ولد مشروع تقديم خدمات الطاقة (1997 - 2004) فرصاً لمشاركة القطاع الخاص في مشاريع الطاقة المتجددة المتصلة بالشبكة عن طريق المساعدة على إعداد اتفاق شراء الكهرباء من المحطات الصغيرة، وعن طريق توجيه الائتمان طويل الأجل من خلال البنوك التجارية والمتخصصة المرخصة. كما تم تنشيط مشاركة القطاع الخاص في تنمية الطاقة المتجددة غير المتصلة بالشبكة عن طريق اشتراك مؤسسات التمويل الأصغر، التي كان لها دور فعال في تحقيق تغلغل متزايد لأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية.

وقد ولدت مشاريع الطاقة المتجددة التابعة للقطاع الخاص، صناعة نشطة من الموردين والمطورين والاستشاريين والمدرسين. فحين أقل هذا المشروع في 2004م، كان هناك 11 مطورا لمشاريع الطاقة المائية الصغيرة (مقارنة بواحد فقط

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

قبل تنفيذ المشروع)، وأربع شركات طاقة شمسية رئيسية (مقابل شركتين أو ثلاث شركات ناشئة)، ونحو 12-15 مطورا لمشاريع الطاقة المائية القروية (مقابل واحد أو اثنين قبل ذلك). بالإضافة إلى نحو 80 جمعية عاملة لمستخدمي الكهرباء على مستوى القرية.

5- في تنزانيا، تقوم المؤسسة في الوقت الراهن بتمويل مشروع تطوير الطاقة وتوسيع نطاق الوصول إليها الذي تمت الموافقة عليه في 2008م، ومما يهدف إليه هذا المشروع هو مساندة تطوير الطاقة المتجددة المحلية بهدف تعزيز قدرات هذا البلد الخاصة بتوليد الكهرباء وتوسيع نطاق الوصول إليها في المناطق الريفية، حيث يصل معدل الكهرباء إلى أقل من 2%. وتم اعتماد إطار تنظيمي شامل لتيسير وتبسيط الإجراءات الخاصة بمشاريع الطاقة الكهربائية الصغيرة.

ويجري إعداد 22 مشروعاً بتشجيع من جهات محلية، تبلغ طاقتها ما يزيد عن 70 ميغاوات. وقد قامت المؤسسة بتقديم 105 مليون دولار منها: 85.8 مليون دولار موجهة لاستثمارات عاجلة في شبكة التحويل.

ثالثاً: تقوية الشراكة بين القطاعين العام والخاص

في العقد الأخير من القرن الماضي، أحرزت إصلاحات قطاع الكهرباء التي عالجت هيكل السوق، والمنافسة، ومشاركة القطاع الخاص، والأطر التنظيمية تقدماً في البلدان المتقدمة وكذلك في البلدان المتوسطة الدخل في أمريكا اللاتينية وأوروبا الشرقية. وشهدت البلدان التي نفذت إصلاحات اتسمت بالطموح عادة تدفقات استثمارات خاصة كبيرة، وتحسناً ملحوظاً في الكفاءة والأداء التشغيلي لشركات المرافق، وتحسناً أيضاً في الخدمة المقدمة للمستهلكين. وكان من المأمول أن يُستخلص من نجاح هذه النماذج في تلك البلدان النهج الذي يمكن أن تقوم بتعديله بلدان أخرى في جميع أنحاء العالم. غير أن الخبرة دللت على صعوبة تطبيق نماذج الإصلاح في البلدان الكبيرة المتوسطة الدخل في البلدان المؤهلة للاقتراض من المؤسسة الدولية للتنمية والتي تعاني من قدرات اقتصادية ومؤسسية محدودة.¹

الأوضاع الابتدائية هي التي تحدد النطاق المبدئي للإصلاح ومكوناته - والنطاق التالي في كثير من الأحيان. وتشير البحوث التي أجريت في الآونة الأخيرة إلى وجود حد أدنى معين فيما بين البلدان النامية بخصوص حجم شبكات الكهرباء طاقة تبلغ نحو 1 ميغاوات (والدخل) متوسط دخل الفرد أعلى قليلاً من 900 دولار، يحدد مدى إصلاح سوق الكهرباء الذي يعتبر مجدياً وممكناً. ومعظم البلدان المؤهلة للاقتراض من المؤسسة توجد عند مستوى أدنى من هذا الحد الأدنى. وقد أثر ذلك على النهج الخاص بتصميم أسواق الكهرباء في البلدان المؤهلة للاقتراض من المؤسسة إلى درجة أنه كان هناك في السنوات الأخيرة تركيز أكبر على تحسين أداء شركات المرافق العامة، وإدخال نماذج مشاركة بين القطاعين العام والخاص، منها التأجير، وعقود الإدارة وشركات توليد الكهرباء المستقلة.

¹ نفس المرجع، ص 7.

رابعاً: استراتيجية كيفية حسب الاحتياجات

في البلدان التي تجاوزت مرحلة ما بعد انتهاء الصراعات مثل سيراليون وأفغانستان، تركز المؤسسة الدولية للتنمية على إعادة بناء وإصلاح منشآت الكهرباء المدمرة. وفي البلدان التي تعاني من نقص الكهرباء نظراً لحالات الجفاف التي حدثت من إنتاج الطاقة الكهرومائية (كمافي شرق أفريقيا)، تساند مساعدات المؤسسة الإضافات الطارئة إلى الطاقات مع المساعدة في الوقت نفسه في التخطيط لتتبع مصادر الإمدادات على المدى الأطول.

أما في البلدان التي لديها إمكانيات محتملة كبيرة لزيادة اشتراك القطاع الخاص (مثلاً: بنغلاديش، ونيجيريا، وفيتنام)، بوسع المؤسسة الدولية للتنمية المساعدة في تحسين حوكمة القطاع مما يساعد على تشجيع زيادة استثمارات القطاع الخاص، وتقديم تمويل وضمانات تساند مشاركة القطاع الخاص. وفي البلدان التي يكون فيها إطار السياسات مواتياً، تقترح المؤسسة التنسيق الوثيق مع مجتمع المانحين لمساعدة البلدان في إعداد وتنفيذ مناهج برمجية تغطي القطاع بأكمله. ويستهدف هذا النهج تنسيق مساندة المانحين وتعبئة مزيد من الاستثمارات لزيادة إمكانية الحصول على الطاقة¹.

3.3.2- الطاقة المتجددة وإمكانية التخفيف من آثار تغير المناخ

كل المجتمعات بحاجة إلى خدمات الطاقة لتلبية الاحتياجات الإنسانية الأساسية (كالإنارة، والطهي، وتوفير الراحة، وسهولة التنقل، والاتصالات) ولخدمة العمليات الإنتاجية. ومن أجل استدامة عملية التنمية، ينبغي أن يكون توصيل خدمات الطاقة آمناً وآثارها البيئية منخفضة. وتتطلب التنمية الاجتماعية والاقتصادية المستدامة الوصول بأسعار معقولة إلى موارد الطاقة الضرورية لتوفير خدمات طاقة أساسية ومستدامة. وحتى تكون خدمات الطاقة سليمة بيئياً، لا بد أن تكون آثارها البيئية منخفضة وانبعثاتها من غازات الدفيئة ضئيلة. وقد أفاد تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أن الوقود الأحفوري قد أسهم بنسبة 85% من إجمالي الطاقة الأولية سنة 2004م، وهي القيمة نفسها التي أسهم بها سنة 2008م. ويمثل احتراقه 56.6% من كافة انبعثات غازات الدفيئة الناتجة عن النشاط البشري في 2004م.

وتضطلع مصادر الطاقة المتجددة بدور مستدام في إتاحة خدمات الطاقة، لاسيما في التخفيف من آثار تغير المناخ. وتمثل انبعثات غازات الدفيئة المرتبطة بتوفير خدمات الطاقة سبباً رئيساً لتغير المناخ، وأن "معظم الزيادة الملحوظة في متوسط درجات الحرارة العالمية منذ منتصف القرن العشرين من المرجح جداً أن سببها هو الزيادة في تركيزات غازات الدفيئة الناتجة عن النشاط البشري"². إذ واصلت تركيزات النمو لتصل أكثر من 390 جزءاً من المليون من ثاني أكسيد الكربون أو 39% أعلى من مستويات ما قبل الثورة الصناعية بحلول نهاية عام 2010م. ومنذ 1850م تقريباً، زاد الاستخدام العالمي للوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز) ليهيمن على إمدادات الطاقة. مما أدى إلى نمو سريع في انبعثات ثاني أكسيد الكربون، ويمكن لكميات هذا الأخير الموجودة في احتياطات الوقود الأحفوري وموارده أن تضيف كميات من CO₂ في الغلاف الجوي - إذا أحرقت في خلال العقود المقبلة - قد تتجاوز مدى أي سيناريو متوقع.

¹ نفس المرجع، ص 7.

² نفس المرجع، ص 8.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

ورغم عمليات إزالة الكربون الجوهرية، فإن الغالبية الساحقة لإسقاطات الانبعاثات دون عملية تدخل تطهر انبعاثات مرتفعة ارتفاعا كبيرا في عام 2100 مقارنة بنظيرتها في عام 2000م، مما يشير ضمنا إلى حدوث زيادة في تراكيز غازات الدفيئة، ومن ثم حدوث زيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية¹. ولتجنب هذه الآثار لتغير المناخ على موارد المياه، والنظم الإيكولوجية، والأمن الغذائي وصحة البشر، والمستوطنات الساحلية مع إمكانية حدوث تغيرات مفاجئة غير قابلة للتصحيح في نظام المناخ، دعت "اتفاقات كانكن" للحد من زيادات متوسط درجة الحرارة لثلاث أضع عن أكثر من 2° عن قيمها قبل الثورة الصناعية، واتفقت على النظر في تقليل هذه الزيادة إلى 1.5°.

أولا: استراتيجيات الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة

لوضع استراتيجيات للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة، يمكن الاستعانة "بمتطابقة كايا" لتصنيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتصل بالطاقة وفق أربعة عوامل²:

- السكان؛
- نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي؛
- كثافة الطاقة، أي إجمالي الإمداد بالطاقة الأولية بالنسبة للناتج المحلي الإجمالي؛
- كثافة الكربون، أي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالنسبة لإجمالي الإمداد بالطاقة الأولية.

$$\text{انبعاثات ثاني أكسيد الكربون} = \text{عدد السكان} \times (\text{الناتج المحلي الإجمالي} / \text{السكان}) \times (\text{إجمالي الإمداد بالطاقة الأولية} / \text{الناتج المحلي الإجمالي}) \times (\text{ثاني أكسيد الكربون} / \text{إجمالي الإمداد بالطاقة الأولية})$$

ورغم أن نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ونمو السكان كان لهما الأثر الأكبر على نمو الانبعاثات في عقود مبكرة، فقد أدى تدني كثافة الطاقة إلى الإبطاء بشدة من وتيرة نمو الانبعاثات من 1971م إلى 2008م. وفي الماضي انخفضت كثافة الكربون نتيجة التحسينات في كفاءة الطاقة والتحول من الفحم إلى الغاز الطبيعي والتوسع في استخدام الطاقة النووية في سبعينات وثمانينات القرن العشرين. وفي الفترة 2000م - 2007م أدى التوسع في استخدام الفحم بصورة أساسية في البلدان المتقدمة والنامية إلى زيادة كثافة الكربون على الرغم من انخفاض استخدام الفحم والنفط انخفاضا طفيفا منذ عام 2007م. وفي عام 2008م توقف هذا التوجه نتيجة للأزمة المالية العالمية. ومنذ السنوات الأولى للألفية الثالثة، أصبح الإمداد بالطاقة أكثر كثافة لاستخدام الكربون، مما أدى إلى تضخيم الزيادة نتيجة لنمو نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي.

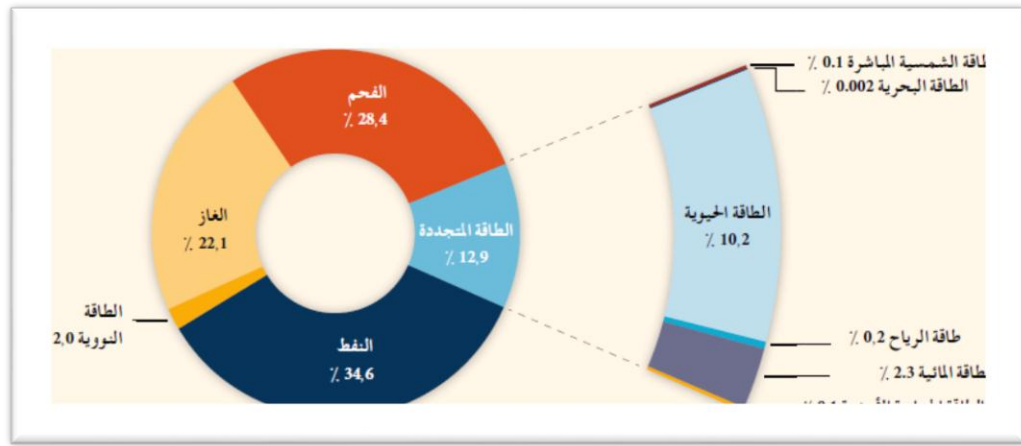
¹ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2011، ملخص فني للتقرير الخاص بشأن "مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ"، معهد Potsdam لبحوث تأثير المناخ، ص 34.

² نفس المرجع، ص 24.

1- إسهام الطاقة المتجددة في إبطاء وتيرة نمو الانبعاثات

تشير التقديرات على أساس عالمي، أن الطاقة المتجددة أسهمت بنسبة 12.9% من 492 اكسغل من إجمالي الإمداد بالطاقة الأولية في عام 2008م، وجاء الإسهام الأكبر في الطاقة المتجددة من الكتلة الإحيائية (10.2%)، حيث استخدم معظم وقود الكتلة الإحيائية (نحو 60%) في عمليات الطهي والتسخين التقليدية في البلدان النامية، لكن مع حدوث ازدياد مطرد في استخدام الكتلة الإحيائية الحديثة أيضاً¹. وأسهمت الطاقة الكهرومائية بنسبة 2.3%، في حين أسهمت المصادر الأخرى للطاقة المتجددة بنسبة 0.4%، كما هو مبين في الشكل التالي:

الشكل (2-2) حصص مصادر الطاقة في إجمالي الإمداد بالطاقة الأولية عالمياً سنة 2008م



المصدر: الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2011، ملخص فني للتقرير الخاص بشأن " مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ"، معهد Potsdam لبحوث تأثير المناخ، ص 35.

في عام 2008م، أسهمت الطاقة المتجددة بما يناهز 19% من الإمداد بالكهرباء في العالم (16% من الطاقة الكهرومائية، و3% من المصادر الأخرى للطاقة المتجددة).

2- وسائل تخفيض انبعاثات الغازات الدفيئة

ثمة وسائل متعددة لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة من منظومة الطاقة مع توفير خدمات الطاقة المطلوبة في الوقت نفسه:²

(أ) تحسين نجاعة جانب العرض من تحويل الطاقة ونقلها وتوزيعها بما في ذلك الجمع بين الحرارة والطاقة؛

(ب) تحسين نجاعة جانب الطلب في القطاعات والتطبيقات ذات الصلة (كالمباني والعمليات الصناعية والزراعية والنقل والتسخين والتبريد والإضاءة)؛

(ت) التحول من ناقلات الطاقة مرتفعة غازات الدفيئة مثل الفحم والنفط إلى ناقلات الطاقة منخفضة غازات الدفيئة مثل الغاز الطبيعي والوقود النووي ومصادر الطاقة المتجددة؛

¹ نفس المرجع، ص 34.

² نفس المرجع، ص 37.

ث) استخدام امتصاص ثاني أكسيد الكربون وتخزينه لمنع ثاني أكسيد الكربون الناجم عن الاحتراق أو العمليات الصناعية من دخول الغلاف الجوي. ولعملية امتصاص ثاني أكسيد الكربون وتخزينه القدرة على إزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي عند معالجة الكتلة الإحيائية، مثلا من خلال الاحتراق أو التخمر؛
ج) تغيير السلوك لتحسين إدارة استخدام الطاقة أو لاستخدام أقل لسلع وخدمات كثيفة الكربون.

3- إمكانات تخفيف آثار تغير المناخ

تتمتع مجموعة المعارف العلمية بشأن الطاقة المتجددة والإسهام المحتمل لها نحو الوفاء بأهداف تخفيف غازات الدفيئة، ومع ذلك فإن المعرفة بشأن الطاقة المتجددة وإمكانات تخفيف آثار تغير المناخ مازالت تواصل تقدمها ومازلنا بحاجة لاكتساب مزيد من المعرفة المتعلقة بالطاقة المتجددة وبدورها المحتمل في عمليات الحد من انبعاثات غازات الدفيئة، في عدد من المجالات أهمها:¹

أ) التكلفة المستقبلية لنشر استخدام الطاقة المتجددة وتوقيتها؛

ب) الإمكانيات الفنية القابلة للتحقيق للطاقة المتجددة على جميع المستويات الجغرافية؛

ت) التحديات الفنية والمؤسسية وتكاليف إدماج تكنولوجيات مختلفة للطاقة المتجددة في نظم الطاقة وأسواقها؛

ث) التقييم الشامل للجوانب الاجتماعية-الاقتصادية والبيئية لتكنولوجيات الطاقة المتجددة والطاقات الأخرى؛

ج) فرص تلبية احتياجات البلدان النامية من خدمات الطاقة المتجددة المستدامة؛

ح) السياسات والآليات المؤسسية والمالية لنشر الطاقة المتجددة في طائفة واسعة من السياقات بتكلفة فعالة.

ورغم معرفة الكثير من هذه المجالات، فإن إجراء مزيد من البحوث والتجارب سيساعد بدرجة أكبر على الحد من أوجه عدم اليقين ومن ثم تسيير عمليات صنع القرار المتعلقة باستخدام الطاقة المتجددة في تخفيف آثار تغير المناخ.

ثانيا: موارد وإمكانات الطاقة المتجددة

الطاقة المتجددة هي أي شكل من أشكال مصادر الطاقة الشمسية أو الجيوفيزيائية أو البيولوجية التي تعيد العمليات الطبيعية تزويدها مجددا بمعدل يساوي أو يفوق معدل استخدامها. وتُحصل الطاقة المتجددة من التدفقات المستمرة أو المتكررة للطاقة التي تحدث في البيئة الطبيعية وتشمل مواردًا مثل الكتلة الإحيائية، والطاقة الشمسية، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الكهرومائية، وموجات المد والجزر، والطاقة الحرارية البحرية وطاقة الرياح. ولا يندرج الوقود الأحفوري تحت هذا التعريف، حيث لا يتجدد في غضون فترة زمنية قصيرة نسبيا بالنسبة إلى معدل الاستخدام.

ويعود سبب الاهتمام العالمي بمصادر الطاقة البديلة بالأساس إلى زيادة قناعة الاقتصاديين والسياسيين في هذا المجال بأن الحاجة إلى مصادر مختلفة عن المصادر التقليدية أصبحت أكثر وضوحا من ذي قبل، بمعنى أن القناعة بالحاجة

¹نفس المرجع، ص 37.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

إلى مصادر جديدة للطاقة قد ازدادت ليس فحسب من منطلق أنها بدأت بالنضوب، بل أيضا لو بقيت مصادر الطاقة التقليدية على مستوياتها الحالية، فهي لا تكفي لسد احتياجات البشرية خلال الخمسين أو المائة عام القادمة.

ويعتبر الكثيرون أن عام 1987م هو عام الدخول في حقبة زمنية جديدة حيث أصبح عدد سكان العالم حوالي 5 مليار نسمة، وهو يمثل القدرة الاستيعابية للأرض من منظور الطاقة. وبما أن عدد سكان العالم في ازدياد مستمر ومطرّد، فإنه سيفوق القدرة الاستيعابية للكرة الأرضية. وبالتالي فإن عدد السنوات المتوقعة لقدرة مصادر الطاقة التقليدية على سد احتياجات البشرية سوف يقل¹.

وبناء على ذلك يمكن وبعملية حسابية بسيطة آخذين بعين الاعتبار عام 1987م كنقطة مرجعية وزيادة النمو السكاني للعالم والذي يقدر أن يصل إلى 9 مليار نسمة بحلول عام 2054م فإن الطاقة المتوفرة آنذاك تكفي فقط لثلاث مليار نسمة. وهذا يعني أن حوالي ثلثي سكان العالم سيصبحون بدون مصدر للطاقة الذي هو أساس للحياة. هذا التحليل والذي قد يحتمل في تقديراته خطأ حسابيا، قد لا تزيد (أو تنقص) المدة المقدرة لكفاية مصدر الطاقة النفطية عن خمسة أو عشرة سنوات، لكن الثابت أن هذه المصادر لو لم تنضب فهي لن تكفي لسد احتياجات البشرية، وبالتالي يجب البحث عن مصادر أخرى للطاقة.

وبذلك ينبغي أن تأخذ الدول النفطية خطوات جدية في هذا الشأن قبل غيرها، فإن وصل العالم في سنة 2054م إلى السيناريو الذي طرح أعلاه فسيكون هذا الوضع مصدرا رئيسا لعدم الاستقرار، وسببا لاستقطاب الحروب إلى المنطقة. وعندئذ سوف يسود منطق القوة لا قوة المنطق، لذلك لا يجب أن تنبئ أي منطقة أو أية دولة بنفسها عن البدء بالتفاعل مع المشكلة العالمية للطاقة لأنها تمس أمن البشرية جمعا.

والسؤال الذي يفرض نفسه: ما هو الحل؟ الجواب: يجب الوصول إلى نقطة التوازن بين عدد سكان العالم والطاقة المتوفرة. ولكن كيف وما هو السبيل؟ الحسابات الرياضية تقول الحل يكون إما بالبحث عن مصادر أخرى للطاقة أو تقليل سكان العالم إلى ثلاث مليار في عام 2054م! وهنا نطرح السيناريو الثاني جانبا، ونتبنى السيناريو الأول الذي يتطلب الإجابة عن السؤال التالي: كيف يمكن للعالم أن يوفر مصدرا للطاقة يكفي لـ 9 مليار نسمة في عام 2054م؟

خطوتان متلازمتان لا بد من إتباعهما لحل هذه المشكلة:²

الخطوة الأولى: تتمثل في استغلال الطاقة المتوفرة حاليا بطريقة عقلانية وسليمة، وعدم هدر أي جزء منها وذلك من خلال ترشيد الاستهلاك واستخدام الأجهزة التي تستهلك الطاقة بكفاءة عالية. إن هذه الخطوة لن تحل المشكلة بشكل كامل، غير أنها بالتأكيد ستؤدي إلى تقليل كمية النقص في الطاقة البديلة التي تحتاجها البشرية، وإطالة عمر الطاقة التقليدية الموجودة.

¹ مركز البيئة للمدن العربية، سهيل كيوان، **الطاقة المتجددة سر الاهتمام وإلى أين؟**، مجلة بيئة المدن الإلكترونية، أريد، الأردن، الرابط القصير: <https://www.env-news.com/?p=5442>، تم الاطلاع عليه بتاريخ 04 / 11 / 2015. الساعة 11:27.

² نفس المرجع.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

الخطوة الثانية: هي الاعتماد على الطاقات البديلة واستغلال جميع مصادرها المتوفرة حاليا بشكل أمثل، مع الأخذ بعين الاعتبار أن المصادر البديلة لا بد أن تتميز بالاستدامة كيلا تؤثر سلبا على المناخ، وحتى لا نوفر طاقة للأجيال القادمة مع "موروث بيئي قاتل".

ولكن كيف نبدأ؟ تعتبر الشمس المصدر الرئيس لمعظم مصادر الطاقة المتجددة المعروفة حاليا، لكن هل يصل إلى الأرض ما يكفي من الطاقة الشمسية لسد احتياجات العالم؟ تعتبر المنطقة العربية وخصوصا الشرق الأوسط وشمال إفريقيا أهم المناطق في العالم التي يتوفر فيها هذا المصدر. ويمكن القول بأن كمية الشعاع الشمسي الساقط على مسافة 500 كلم في الصحراء العربية تكفي لسد احتياجات العالم إلى عام 2050م.

4.2- أهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

تعتبر الطاقة المتجددة من المجالات والتخصصات العلمية الحديثة، إذ يعود تاريخ الاهتمام بها كمصدر للطاقة إلى بداية الثلاثينات من القرن الماضي، حيث تركز التفكير آنذاك على إيجاد مواد وأجهزة قادرة على تحويل طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية، وقد تم اكتشاف مادة تسمى "السيليونيوم" التي تتأثر مقاومتها الكهربائية بمجرد تعرضها للضوء، في مقابل أن استخدام طاقة الرياح بشكل أساس في إنتاج الطاقة للطواحين قديمة في أوروبا.

1.4.2- مفهوم الطاقات المتجددة وبعض تعريفاتها

وفي بداية الخمسينات تم تطوير شرائح قادرة على تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء بتكاليف عالية جدا، وكان أول استخدام للألواح الشمسية المصنعة من مادة السليكون في مجال الاتصالات في المناطق النائية ثم استخدمت لتزويد الأقمار الصناعية بالكهرباء ولا تزال إلى الآن، لكن بكفاءة وعمر افتراضي يتجاوز العشرين عاما. إضافة إلى استغلال السدود من حيث سرعة جريان المياه في تدوير مولدات الطاقة الكهربائية.

أولا: مفهوم الطاقات المتجددة

يعود الاهتمام بهذا النوع من مصادر الطاقة إلى أزمة الطاقة لسنة 1973م، وانعكاساتها السلبية على اقتصاديات الدول المتقدمة، حيث بدأت هذه الأخيرة البحث عن مصادر محلية بديلة للطاقة من أجل القضاء على تابعة اقتصادياتها للبترو، إلا أن ذلك الاهتمام قد تلاشى مع انخفاض سعر البترول في الأسواق العالمية. وبعد الضرر الذي أحدثته مصادر الطاقة الأحفورية بالبيئة، ومع التنبؤات بنضوب هذه المصادر في غضون الـ 100 عام القادمة، أولت عدة دول اهتماما بالغا بالطاقة الشمسية واستخدامها، وقد أثمرت هذه الفترة في نشر وتطوير تكنولوجيا هذه الطاقة البديلة في مجالات عديدة مثل: الاتصالات والنقل والإنارة... وغيرها. وقد أصبحت الكهرباء المولدة من الشمس في المناطق ذات الحرارة المرتفعة مثل اليمن وبعض دول الخليج العربي وعمان على الأخص تنافس المصادر التقليدية للطاقة من حيث التكلفة الاقتصادية، ويتطلب ذلك تصميم أنظمة الطاقة الشمسية المتكاملة لتوليد وتخزين الكهرباء وتحويلها من تيار مستمر إلى متناوب من أجل استخدامها بشكل آمن.

ثانيا: بعض تعريفات الطاقات المتجددة

على الرغم من أن هذا المفهوم جديد، غير أنه تميز بعدة تعريفات اختلفت باختلاف مصادرها، نحاول التطرق إلى أهمها.

1- تعريف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية: "هي الطاقة المكتسبة من عمليات طبيعية تجدد باستمرار، وبالتالي فهي عبارة عن مصادر طبيعية دائمة وغير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة سواء كانت محدودة أو غير محدودة، ولكنها متجددة باستمرار"¹.

¹ منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية "وكالة الطاقة"، الترجمة العربية لدليل إحصائيات الطاقة الدولية، مارس 2009، 121.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

- 2- تعريف وكالة الطاقة الدولية (IEA): "تشكل الطاقة المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة من مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها"¹.
- 3- الطاقة المتجددة هي: "الكهرباء التي يتم توليدها من الشمس والرياح والكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والمائية وكذلك الوقود الحيوي والهيدروجين المستخرج من المصادر المتجددة."²

2.4.2- الطاقة المتجددة في المنطقة العربية وحوض البحر الأبيض المتوسط

لقد شهدت منطقة المشرق العربي خلال السنوات المنصرمة عددا من المبادرات الاستراتيجية الرامية لتنويع مصادر الطاقة، حيث سعت السياسات الجديدة إلى تطوير الطاقة النووية مدنيا ومصادر الطاقة المتجددة وإلى رفع فعالية الطاقة بشكل عام. فإن تواصلت الجهود وبرؤية واضحة على المدى البعيد، يدعمها إطار عمل قانوني مناسب فقد يكمل هذا الجهد بتغيير جذري على مستوى الطاقة في المنطقة إنتاجا واستخداما. وما اختير الإمارات العربية المتحدة لعضوية مجلس إدارة الوكالة الدولية للطاقة الذرية بين عامي 2010م و2012م إلا دليل على منحى الدول العربية نحو تنويع مصادر الطاقة في المنطقة.

وتعمل المنطقة على تجسيد الكثير من مشاريع إنتاج الطاقة من الرياح والشمس، وأخرى في مرحلة التخطيط. ومن هذه المشاريع، بناء مدن تعتمد على الطاقة المتجددة في كل من الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى مشاريع طاقة شمسية وهوائية صغيرة الحجم في حوض البحر الأبيض المتوسط، مثل مبادرة " مصدر " في أبو ظبي تخطط لبناء أكبر معمل لإنتاج الطاقة الشمسية المركزة في العالم، تصل قدرته إلى 1000 ميغاوات. كما يسعى الأردن إلى إنتاج 300 ميغاوات من الكهرباء في عام 2020م من الطاقة الشمسية. وتسعى مصر إلى فتح أول معمل لإنتاج الطاقة الشمسية جنوب القاهرة مقرون بإنتاج الطاقة باستخدام الغاز.

ورغم تنامي الاهتمام بالطاقة الشمسية، تبنى المنشآت الجديدة أساسا على الطاقة الهوائية كـ"منشأة الطاقة الهوائية الأكبر في إفريقيا" الواقعة على مقربة من طنجة المغربية. ويعزى هذا الخيار إلى أن تكنولوجيا الطاقة الهوائية لا تزال أقل كلفة. وعلى غرار الإمارات العربية المتحدة، وينظر الكثير من الدول في إمكان استخدام الطاقة النووية في معامل الكهرباء، ويعكس هذا الخيار الحاجة إلى توليد الطاقة على نطاق واسع لأهمية استخدامها في إزالة ملوحة المياه، وهي حاجة أساسية في دول الخليج، كما يعكس ما تتمتع به الطاقة النووية من ناحية انخفاض انبعاثات CO₂. إلا أن التبعات الجيوسياسية المرتبطة بتطوير برامج نووية مدنية مهمة جدا في منطقة ينعدم فيها الاستقرار السياسي.

وفي منطقة تسجل أعلى مستويات استهلاك للفرد من الطاقة في العالم، من شأنها استهلاك كمية أقل من الطاقة يدر أرباحا مالية وبيئية لا تقدر بثمن، وحسب دراسة أصدرها البنك الدولي في الأعوام الماضية، أنه "من شأن تحسين فعالية الطاقة من 10 إلى 50 في المائة، أن يدر على الناتج المحلي ربحا يتراوح بين 6 بلايين دولار و23 بليوناً في منطقة الشرق الأوسط

¹ وكالة الطاقة الدولية www.ieg.org

² هاني عبيد، 2000، الإنسان والبيئة منظومة الطاقة والبيئة والسكان، دار الشرق، عمان، ص 205.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

وشمال إفريقيا". ونجاح محاولات دول المنطقة أو فشلها في تنويع مصادر الطاقة بما يغلب الحلول قليلة الكربون، مرهون بمقدرة هذه الدول على رفع الكثير من التحديات الاستراتيجية حيث:¹

- يشكل غياب رؤية وطنية شاملة حول الطاقة تستند إلى تقديرات موثوق بها حول حجم العرض والطلب، عقبة أساسية أمام تطبيق المشاريع في الأجل المحددة؛
- يجب وضع إطار عمل تشريعي وتنظيمي مناسب يعالج الطاقة المتجددة والنووية، وهذه معطيات أساسية لإنشاء بنية عمل جاذبة لقطاعات الصناعة الجديدة وللخروج بالاستثمارات الضرورية؛
- من الأهمية بمكان اكتساب تكنولوجيات الطاقة المناسبة والدراية المحلية؛
- تشكل الطاقة المدعومة من الحكومة موضوعا شائعا في المنطقة، وتبقى عقبة أساسية في وجه العمل باتجاه تنويع مصادر الطاقة مستقبلا.

تسعى حكومات منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا أن تؤدي دورا رياديا لتنشيط قطاع الطاقة المتجددة وتشجيع الاستثمارات فيه، وتعمل أساسا على تطويره بمشاركة القطاع الخاص نظرا لخبرته في تخفيض التكلفة وتحسين الفعالية، ولا يتأتى لها ذلك إلا من خلال:²

أولا: تطوير استراتيجية الطاقة المتجددة

على الحكومات الأخذ في الاعتبار العديد من العوامل لوضع استراتيجية الطاقة المتجددة، أن تقيم مصادرها المتجددة وقدراتها التقنية، والفوائد الاقتصادية الناتجة عن إيجاد قطاع صناعي قادر على تزويد مشاريع الطاقة المتجددة بالقطع والمعدات اللازمة بدل استيرادها. وأن تحدد نطاق طموحها، كأن تحدد ما إذا أرادت بناء قطاع طاقة متجدد قوي تدعمه معاهد الأبحاث والمبادرات التعليمية والجهود الأخرى، أم قطاع مستخدم للتكنولوجيا فقط. كما تبدأ باستخدام النماذج التكنولوجية والمشاريع التجريبية الصغيرة لئلا تكون الأخطاء الحتمية في المشاريع الجديدة عالية التكلفة. وتعمل على تسريع نمو المشاريع ثم الانتقال إلى نطاق واسع حالما تبرهن النماذج فعاليتها وكفاءتها، فتبدأ بإنشاء البنية التحتية ورأس المال البشري.

ثانيا: وضع الأطر المؤسسية المناسبة للطاقة المتجددة

معظم بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لا توجد بها جهة مسؤولة واضحة على مستوى الحكومة تعنى بشؤون الطاقة المتجددة. فيجب على الحكومات أن تعين هيئة وتمكنها لقيادة وضع السياسات في هذا المجال وتتابع تطبيقها.

ثالثا: وضع سياسة مناسبة وإطار عمل تنظيمي لتعزيز الطاقة المتجددة

تحتوي البيئة التنظيمية، في العديد من بلدان المنطقة، على جهات خاصة تعمل في ظل برامج مستقلة، إلا أن نموذج العمل الحالي مناسب فقط لمحطات توليد الطاقة التقليدية الكبيرة. وفي هذا الإطار، لا يمكن إدخال مشاريع الطاقة المتجددة بشكل مباشر في هذا النموذج، بل يجب على بلدان المنطقة إجراء تغييرات أساسية في إطار العمل التنظيمي للسماح لمشاريع الطاقة المتجددة بالدخول في خطط كهذه، وكذا إيجاد محفزات تحرر استثمارات الطاقة المتجددة.

¹ وزارة الطاقة-شؤون الكهرباء، استخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج، مشروع بحث، الإمارات العربية المتحدة، ص 2.

² نفس المرجع، ص 5-6.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

لا بد من موازنة الخيارات التنظيمية مع حاجات اقتصاديات المنطقة ومواطناتها، وعلى السياسات والقواعد المقترحة ألا تكون محصورة في المشاريع المركزية لتوليد الطاقة، فبإمكان الحكومات الترويج لمشاريع لامركزية لتوليد الطاقة المتجددة. وعلى واضعي الأنظمة الأخذ في الاعتبار منح الأفراد نوع من الاستقلالية في بعض النشاطات كتركيب ألواح شمسية علا سطوح المنازل.

رابعا: مواجهة التحديات التقنية

نظرا لتقطع توليد الطاقة من مصادر الرياح والشمس، ينبغي ربط هذين المصدرين بالتوليد التقليدي للطاقة. وهذا الأمر يمثل تحديا تقنيا إلا أنه تم تجاوزه بنجاح في مناطق أخرى من العالم. وستتضمن مواجهة التحديات التقنية في المنطقة العديد من الخيارات الأساسية. فيمكن لشركات الكهرباء استغلال محطات التوليد القديمة كمصدر احتياطي لتأمين التوليد حالة انعدام توفر المصادر المتجددة. كما يمكن استخدام التخزين الحراري في معامل توليد الطاقة الشمسية المركزة لتخزين الطاقة وتوزيعها حتى بعد غياب الشمس، إضافة إلى إمكانية توفير الطاقة اللازمة للتكييف (الذروة) باستخدام التخزين الحراري في محطات التبريد المركزية، وتلبية طلبات الطاقة الأخرى عبر الشبكات الذكية والعدادات الذكية.

خامسا: بناء قدرات الأبحاث والتطوير وصقل المهارات المحلية

يعتمد قطاع الطاقة المتجددة بشكل كبير على الأبحاث والتطوير مما يتطلب قوة عاملة مؤهلة من التقنيين والمصممين والمهندسين لإحراز التقدم في المواد والتكنولوجيا والتنفيذ. وغالبا ما يكون الرواد في قطاع الطاقة المتجددة بالقرب من معاهد البحوث، قال السيد: "تفتقر منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إلى معاهد البحوث المماثلة، ولكنها بدأت بافتتاح جامعات ومراكز بحوث للطاقة المتجددة. وكمثال استقبل معهد مصدر للعلوم والتكنولوجيا في أبو ظبي، الذي يعتبر جامعة جديدة تركز على تكنولوجيا الطاقة المتجددة، أول دفعة طلاب في سبتمبر 2009م. وبدأت بعض البلدان في المنطقة مشاريع لتوليد الطاقة المتجددة، ولا تزال المنطقة تتمتع بإمكانات وافرة، وأن قطاع الطاقة المتجددة من القطاعات القليلة في المنطقة التي لا تزال فيها الفرصة سانحة لحيازة دور ريادي على مستوى العالم، إن اعتمدت السياسات الرشيدة وأطلقت المبادرات الجريئة.

3.4.2- دور الدول النفطية في تطوير الطاقات المتجددة

تحتل الدول المنتجة للنفط مكانة محورية بارزة في قطاع الطاقة العالمي الذي يشهد نموا وطلبا متناميا، وبإمكان هذه الدول المنتجة للنفط الحفاظ على الدور الريادي الذي تؤديه ضمن هذا القطاع الحيوي وتعزيزه من خلال تنويع مصادر الطاقة لتشمل ويشكل متنام الطاقة المتجددة. ويعتبر الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة خطوة منطقية بالنسبة للدول التي تعتمد اقتصاداتها بشكل كبير على إنتاج وتصدير النفط والغاز، حيث سيساهم هذا الاستثمار في التحول من دول منتجة ومصدرة للنفط والغاز إلى رقم مهم في مجال الطاقة بوجه عام.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

يعتبر تنويع مصادر الطاقة خياراً استراتيجياً وفرصةً لتنمية اقتصادات الدول النفطية عموماً، ودول مجلس التعاون الخليجي بصفة خاصة، ولا ينبغي التغاضي عنه، وككل الفرص لن تكون هذه متوفرة إلى الأبد، الوقت قد حان والآن قبل الغد. فالطاقة المتجددة هي بوابة العبور للمستقبل في ظل تردي أسعار النفط¹.

ومع ارتفاع عدد سكان العالم من 6.8 مليار نسمة إلى نحو 9 مليار نسمة في عام 2050م، فإن الطلب العالمي على الوقود الأحفوري سيشهد بدوره نمواً متزايداً ينتج عنه ارتفاعاً ملحوظاً في أسعار الوقود الأحفوري. لذا فإن تنويع مصادر الطاقة لتشمل الطاقة المتجددة سيسمح بالحفاظ على المصادر الهيدروكربونية واستخدامها لفترة أطول والاستفادة من الارتفاع المتوقع حدوثه لأسعار الوقود الأحفوري. ومن أجل ضمان إمدادات مستدامة من الطاقة يتوجب عدم الاعتماد كلياً على مصدر وحيد للطاقة، إضافةً لخفض معدلات الطلب الإجمالي من خلال تنفيذ تدابير كفاءة الطاقة².

تحظى مشاريع الطاقة المتجددة باهتمام عالمي متزايد نظراً للفوائد البيئية والاقتصادية التي توفرها، وفقاً للتقارير المالية التي أوضحتها مؤسسة "بلومبيرج" فإنه من المتوقع أن يصل معدل الإنفاق العالمي في قطاع الطاقة المتجددة لهذا العام إلى نحو 200 مليار دولار، بعد أن بلغ 162 مليار دولار في عام 2009م، وهذا يمثل تغيراً كبيراً مقارنة بمبلغ 80 مليار دولار استثمرت في قطاع الطاقة المتجددة في عام 2004م. كما قامت الدول الاقتصادية الكبرى باستثمارات ضخمة في مجال التقنيات النظيفة. فعلى سبيل المثال استثمرت الصين في عام 2009م مبلغ 34.5 مليار دولار في نظم توربينات الرياح والألواح الشمسية وغيرها من التقنيات النظيفة الأخرى، في حين أنفقت الولايات المتحدة الأمريكية في العام ذاته حوالي 16.6 مليار دولار في مجال التقنيات النظيفة³.

أولاً: الاستعداد للمستقبل

رغم كونها منتجاً ومصدرًا رئيسياً للنفط الذي يعتبر المصدر الأحفوري الأهم للطاقة العالمية حتى الآن، إلا أن دول مجلس التعاون الخليجي الست لم تتردد في التطلع إلى مستقبل أفضل من خلال السير بخطوات واسعة على طريق زيادة الاعتماد تدريجياً على مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطني، والاهتمام بزيادة كفاءة الطاقة. ويمثل هذا التوجه أهمية كبرى بالنسبة إلى الطموحات التنموية الشاملة لهذه الدول، لما ينطوي عليه من تحسين لأمن الطاقة وسبل الحصول عليها بشكل عام، فضلاً عن تحسين البصمة البيئية عبر الاعتماد على مصادر مستدامة ونظيفة للطاقة، والذي يقوم على فكرة الاستعداد للمستقبل عبر التخطيط العلمي السليم المبني على القراءة الدقيقة والصادقة للواقع، ورسم المسارات المستقبلية البديلة، واتخاذ جميع الإجراءات اللازمة لتلافي المفاجآت والأزمات غير المتوقعة.

¹ هبة المنسي، 2016، الطاقة المتجددة في الخليج.. ضرورة وفرصة، <https://amwal-mag.com/%D8%AE%D8%A7%D8>

تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2016 / 03 / 25، على الساعة 15: 16.

² وزارة الطاقة - شؤون الكهرباء، الإمارات العربية، مرجع سابق، ص 9.

³ نفس المرجع، ص 9.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

تعد الإمارات العربية النموذج الأمثل في المشاريع الضخمة للطاقة النظيفة، حيث تمتلك 68% من القدرة الإنتاجية للطاقة المتجددة في الخليج، ونحو 10% من القدرة العالمية. كما تعتزم إنتاج نحو 24% من إجمالي إنتاجها من الطاقة من مصادر الطاقة النظيفة، بحلول 2021، الأمر الذي يعزز من الجهود للحد من تداعيات التغير المناخي¹.

وتعمل "مصدر" على تطوير مشاريع الطاقة المتجددة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، وتتضمن هذه المشاريع إنشاء ثلاثة مصانع للطاقة الشمسية في اسبانيا، ومشروع "لندن آري" الذي يعد أكبر مزرعة رياح بحرية في العالم ببريطانيا، وتطوير مشروع "شمس 1" في أبو ظبي، والذي يعد أكبر محطة طاقة شمسية مركزة في العالم بقدرة 100 ميغاوات². ومن خلال تأسيس أبو ظبي لقطاع الطاقة المتجددة واهتمامها بتطوير التقنيات النظيفة، ستسهم بشكل فعال في عملية تنويع اقتصادها وتصبح أقل اعتماداً على التقنيات المستوردة، وذلك من خلال العمل على تطوير هذه التقنيات محلياً وإحداث فرص تصدير واسعة من شأنها المساهمة في تطوير اقتصاد مستدام قائم على المعرفة.

وتؤدي الحكومات دوراً بالغ الأهمية في دعم قطاع الطاقة المتجددة من خلال وضع سياسات مناسبة وأطر تنظيمية وآليات تحفيزية لتطوير ونشر حلول الطاقة الشمسية، وقد باشرت الحكومات في جميع أنحاء العالم بوضع السياسات اللازمة لنمو قطاع الطاقة المتجددة. فعلى سبيل المثال، قامت أكثر من 100 دولة في مطلع عام 2010م بوضع نوع من السياسات المتعلقة بتطوير قطاع الطاقة المتجددة مقارنة بـ 55 دولة باشرت القيام بتلك الخطوات في أوائل عام 2005م، وهو ما يعد إشارة واضحة على قيام الحكومات في جميع أنحاء العالم بوضع قضية الطاقة المتجددة في مقدمة أجنداتها وصدار أولوياتها³.

وتتضمن سياسات الطاقة التي انتهجتها الدول من أجل دعم وتطوير ونشر مشاريع الطاقة المتجددة، وبالأخص مشاريع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، استخدام أدوات الدعم في التعريفات الجمركية في ألمانيا واسبانيا، والمزايا الضريبية في الولايات المتحدة، وشهادات الالتزام بالطاقات المتجددة التي تنتهجها كل من بريطانيا وأستراليا. ومن أجل نجاح عملية تطوير صناعات الطاقة المتجددة في الدول المنتجة للنفط والغاز فإن العمل بخطط وآليات مماثلة لتشجيع استخدام مصادر الطاقة المتجددة يعد أمراً ضرورياً من شأنه مساعدة تلك الدول على المنافسة في سوق الطاقة المتجددة وخفض التكاليف وتطوير التقنيات النظيفة.

ثانياً: سمات مميزة

تتميز حالة الطاقة المتجددة في دول الخليج العربي بعدة سمات مميزة، لعل من أهمها أن جميع هذه الدول أصبح لديها أهداف محددة ومعلنة في مجال الطاقة المتجددة. غير أن هذه الأهداف تختلف اختلافاً كبيراً من دولة إلى أخرى. ويرى كثير من المراقبين أن هذه الأهداف تساعد دول المجلس الخليجي بشكل ملموس على نشر تكنولوجيات الطاقة المتجددة وبناء ما يرتبط بها من قدرات بشرية ومالية وإدارية ضرورية، كما أنها تسهم أيضاً في زيادة إمكانية مشاركة هذه الدول في توريد تقنيات الطاقة المتجددة للخارج، وخصوصاً إلى الدول العربية المجاورة، حيث الحاجة أكثر إلحاحاً هناك لتلبية الطلب المتنامي

¹ هبة المنسي، مرجع سابق، تاريخ الاطلاع: 2016 /03/25، على الساعة 15: 16.

² وزارة الطاقة - شؤون الكهرباء، الإمارات العربية، مرجع سابق، ص 10.

³ نفس المرجع، ص 10.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

على الطاقة بواسطة حلول غير تقليدية ومبتكرة (ومنكما هو جارٍ حالياً بين الإمارات العربية المتحدة ومصر في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح).

ويتمثل الهدف الذي يحتل صدارة أولويات الإدارة في ضمان دعوة دولة الإمارات العربية المتحدة إلى جميع المحادثات المغلقة ذات الصلة بقضايا الطاقة وتغير المناخ، والحرص بأن تكون الجهات الدولية المعنية على علم بالتحديات الوطنية من أجل الحفاظ على دور الإمارات الريادي في مجال الطاقة. كما أصبحت أبو ظبي منصة عالمية للتعاون والنقاش العالمي حول مجالات الطاقة المتجددة وتغير المناخ، وذلك من خلال استضافتها للعديد من الأحداث والمؤتمرات الدولية الهامة كالقمة العالمية لطاقة المستقبل التي تعقد سنوياً في أبو ظبي، والمؤتمر الوزاري للطاقة النظيفة الذي سيجتذب وزراء الدول الاقتصادية الكبرى في العالم كروسيا والصين والهند والولايات المتحدة وغيرها، والعديد من المؤتمرات الدولية.

ثالثاً: دمج الخطط

أكدت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة «إيرينا» أنه بمقدور دول منطقة مجلس التعاون الخليجي أن تحقق عوائد تصل إلى 200 مليار دولار بحلول العام 2030 من دمج خطط ومشاريع الطاقة المتجددة. وتواصل دول منطقة الخليج تأسيس وإيجاد مشاريع عديدة وطموحة في الطاقة النظيفة، وهي مدعومة بالتطوير والأبحاث المبتكرة إلى جانب الاستثمارات¹.

وتم توقيع اتفاقية إطارية استراتيجية بين مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة، وشركة أبو ظبي لطاقة المستقبل «مصدر»، والتي تهدف إلى دراسة فرص التعاون في الأبحاث والتطوير المشترك في مشروعات الطاقة المتجددة وتوليد الكهرباء النظيفة، كما تدعو الاتفاقية إلى إنشاء لجنة توجيهية تضم أعضاء من الجانبين لدراسة وتقييم جدوى كل مجال من مجالات التعاون المحتملة وإعداد التوصيات المناسبة بشأنها. كما تدعم الاتفاقية جهود التعاون بين البلدين في مجال الطاقة المتجددة والتقنيات النظيفة، فكلاهما من كبار مزودي الطاقة للعالم، وهما يسعيان إلى تعزيز هذه المكانة والعمل في الوقت ذاته على مواكبة تنامي الطلب المحلي على الطاقة والذي يأتي نتيجة النهضة الاقتصادية والاجتماعية والنمو السكاني الكبير وضرورة توفير موارد إضافية من الطاقة من أجل تحقيق التنمية المستدامة.

4.4.2- المعوقات والمخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة في المنطقة العربية

هناك عدة معوقات تكنولوجية واقتصادية وفنية، ومعوقات أخرباستراتيجية ومؤسسية، بالإضافة إلى مخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة في المنطقة العربية، يمكن تناولها على النحو التالي:

أولاً: المعوقات التكنولوجية:

قدر العلماء أن كمية الطاقة الشمسية التي تصل الكرة الأرضية بحوالي 3000 ضعف الطلب على الطاقة العالمية، لكن لأسباب اقتصادية وتكنولوجية، تتمثل في انخفاض نسبة استثمار الطاقة الشمسية من الخلايا الفولطوضوئية، تسبب في انخفاض كفاءتها التي تتراوح بين 4.7% إلى 30%، وأفضل هذه الأنواع هو خلايا السليكون أحادية التبلور². كما أنصعوية

¹ هبة المنسي، مرجع سابق، تاريخ الاطلاع: 2016/03/25، على الساعة 15: 16.
² وهيب عيسى الناصر، مستقبل الطاقة المتجددة، مؤتمر الطاقة العربي السابع، 11-12 أيار 2002، القاهرة، المجلد الثالث، ص 7.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

نقل الطاقة الكهربائية أو تخزينها سيؤثر في استثمار الطاقة الشمسية لأن وقت ذروة الطاقة تختلف من فصل لآخر ومن موقع جغرافي وفلكي إلى آخر كما تختلف ساعات الذروة أثناء اليوم وأقصاها تكون في منتصف النهار وتقل في الليل، وهذه الظروف تحتاج إلى إمكانيات فنية وتكنولوجية عالية المستوى لكي نستطيع التغلب على هذه المعوقات.

وتستخدم في الوطن العربي نظم الحرارة المنخفضة لأن نظم الحرارة المتوسطة والعالية تحتاج إلى استعمال المرايا ذات اتجاه واحد المناسبة لأشعة الشمس وتركيزها على مادة خاصة للحرارة ومن ثم استغلالها لتوليد البخار والكهرباء، وهي ما تزال في مرحلة التجربة عالمياً. أما النظم الشمسية ذات الحرارة العالية (1000°م) فهي تعتمد على مرايا متطورة تعمل بصورة مستمرة ومن مختلف الاتجاهات على متابعة الشمس ولا تزال هذه النظم في مرحلة التجربة. كما توجد النظم الفوتوفولطائية حيث تقوم مباشرة بتحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء عن طريق خلايا شمسية مصنوعة من السليكون، وهي أبسط وأفضل تكنولوجيا لاستغلال الطاقة الشمسية. إلا أن الكفاءة المنخفضة لهذه النظم (حوالي 12-13%)، وتحتاج إلى تخزين الكهرباء الناتجة وكذا الحاجة إلى مساحات واسعة من الأراضي مما أدى إلى عدم انتشار هذه الطريقة تجارياً¹.

وفي النهاية، يمكن أن نلخص المعوقات التكنولوجية في نقطتين رئيسيتين، الأولى: ما زالت كفاءة تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية متدنياً نسبياً، فهي في أحسن الأحوال لا تتعدى 30%. لذلك تجري حالياً أبحاث ودراسات تقوم بالأساس على كيفية رفع هذه الكفاءة، وهناك مؤشرات وتطورات تكنولوجية جيدة وعديدة في هذا المجال، منها أن كفاءة الخلايا الكهروضوئية وصلت إلى ما يقارب 24%، علماً أنها كانت في سبعينات القرن العشرين لا تتعدى 6%. أما الثانية فهي عدم توفر هذه الطاقة (الشمسية والريحية) على مدار اليوم، غير أن الحاجة إلى استخدامها يكون على مدار الساعة، ولتحقيق ذلك لابد من تخزين الطاقة إما على شكل طاقة حرارية أو كهربائية أو مائية، وفي كل الحالات لازال البحث جارٍ للوصول إلى الطريقة المثلى والأقل تكلفة.

ثانياً: المعوقات الاقتصادية:

تعد الجدوى الاقتصادية وتكاليف الاستثمار في أي مردود عاملاً حاسماً في التوجه نحو الاستثمار فيه، فكلما انخفضت التكلفة الاقتصادية ازداد الطلب عليه وأصبح اقتصادي الاستخدام. وهو ما يسري على الاستثمار في مصادر الطاقة الأحفورية في الأقطار العربية النفطية التي تدعم الطاقة من المصادر الأحفورية الرخيصة، مما يقلل من التوجه نحو الاستثمار في الطاقة الشمسية. كما أن ضعف التشريعات القانونية التي تدعم الاستثمار في الطاقة الشمسية يؤثر سلباً على هذا النوع من الاستثمار في الدول العربية.

لكن لا ينبغي أن يكون هذا عائقاً أمام استغلال هذه المصادر الطاقوية. ومن المتوقع أن تنخفض تكلفة إنتاج الكهرباء من طاقة الشمس تدريجياً كلما ازداد انتشار تكنولوجيا هذه الطاقة. ويمكن القول أن أحد أسباب ارتفاع التكلفة - خصوصاً الطاقة الشمسية - هو ارتفاع ثمن الأرض للمشروع. فلتوليد 100 ميغاوات من محطة خلايا شمسية يتطلب ذلك

¹ هشام الخطيب، الطاقة المتجددة في الوطن العربي، مؤتمر الطاقة العربي السادس، 11-13 أيار 1998، دمشق، المجلد الثالث، ص 74.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

مساحة (1500000 متر مربع) في مقابل أقل من عشر هذه المساحة بالنسبة للمحطة التقليدية، إلا أن هذه المشكلة غير واردة في المنطقة العربية لكونها تملك من المساحات في الصحراء ما يكفي لتزويد البشرية من الطاقة لآلاف السنوات القادمة. وكما هو معلوم أن طريقة استخدام النظم الفوتوفولطائية عالية التكلفة، إذ أن تكلفة الواح تتراوح بين 5 و8 دولار، وهي أكبر من خمسة أضعاف تكاليف النظم التي تعتمد على الوقود الأحفوري لتوليد الكهرباء. وتجري محاولات عديدة لرفع الكفاءة إلى 17% مع تخفيض التكاليف¹.

ومن العوامل التي تؤدي إلى ارتفاع تكاليف الاستثمار في الطاقة الشمسية هي انتشار الطاقة الشمسية، وتحتاج إلى مساحات شاسعة من الأراضي وتكاليف عالية لتجميعها، كما أنها تختلف من موسم لآخر فهي لا تتوفر بكميات كبيرة في فصل الشتاء كغيره من الفصول، وبين الليل والنهار، وحتى ضمن ساعات النهار الواحد. وحتى تكون هناك جدوى اقتصادية للاستثمار في الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء بشكل واسع فهذا يتطلب إشعاع سنوي كبير يقدر بحوالي (Day 405Rwh/m²)، ويتضح مما سبق أن الوطن العربي هو أفضل منطقة جغرافية للاستثمار في الطاقة الشمسية على المستوى العالمي².

أما عن التكلفة الرأسمالية لمحطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية فهي مرتفعة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى الأحفورية والنوية والكهرومائية. فقد تراوحت بين 2000 و4500 دولار للطاقة الشمسية، بينما هي أقل من 1200 دولار من محطات التوليد من الوقود الأحفوري و2300 دولار للطاقة النووية وأقل من 2000 دولار في المحطات الكهرومائية³.

ثالثاً: المعوقات الفنية:

تأخذ أي سلعة أهميتها الدولية بعد أن يتم الاكتفاء الذاتي منها وتحويل الفائض إلى مناطق العوز إليها، مع العلم أن الموارد موزعة في الكون الفسيح بشكل غير منتظم. ومن ثم تصبح الحاجة إلى خزن الفائض ونقله ضرورة ملحة، وعملاً حاسماً في تزايد أهمية صناعة (إنتاج) تلك السلعة. فموضوع نقل وتخزين مصادر الطاقة الأحفورية قد استحوذ على أكبر كمية وأعلى قيمة تلج التجارة العالمية في الوقت الحالي، وخير مثال على ذلك الغاز الطبيعي حيث تقوم بعض البلدان العربية ومنهم الجزائر بتسبيله ونقله لمسافات طويلة جداً وتحويله إلى طاقة كهربائية يتم تصديرها عبر كابلات عملاقة إلى أوروبا. وهو أسهل وأقل تكلفة، وأكثر رغبة في الاستهلاك لأن الطاقة الكهربائية هي أنظف أنواع الطاقات⁴.

تواجه الطاقة الشمسية معوقات فنية عديدة تزيد من تكاليف الاستثمار فيها لتباين كمية الإشعاع في كل يوم وكل فصل، وذلك بسبب الموقع الجغرافي والظروف المناخية. مما يجعل الحاجة إلى عمليات التخزين ونقل الكهرباء المولدة من

¹ رضا عبد الجبار الشمري، 2003، الأهمية الاستراتيجية للنفط العربي، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بغداد، ص 154.

² وهيب عيسى الناصر، مرجع سابق، ص 75.

³ نفس المرجع، ص 77.

⁴ نور الدين عبد الله الربيعي، 1983، الأفاق العلمية لاستثمار الطاقة الشمسية، دار الحرية للطباعة والنشر، بغداد، ص 254.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

الطاقة الشمسية مسألة ملحة لتطوير الاستثمار في الطاقة الشمسية. وتجدر الإشارة في هذا الصدد إلى أهم التجارب في تخزين ونقل الطاقة الشمسية هي:

- الطرق الكهربائية والكيميائية والميكانيكية: حيث يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ثم تنقل لمسافات بعيدة أو لمناطق الاستهلاك عن طريق الكابلات العملاقة أو شبكات نقل الكهرباء الأخرى. أما أفضل طريقة لحزنها، يتوقع العلماء أن يتم إنتاج مواد كيميائية يمكن استغلالها من أجل تخزين الطاقة لبعض الوقت ثم إعادتها لحالتها الأولى واستغلال الطاقة المخزنة فيها.
- طريقة البطارية الكهربائية: يمكن أن يتم تخزين الطاقة الشمسية بهذا الأسلوب، بإجراء التفاعلات الكهروكيميائية عن طريق بطاريات الوقود وتوليد الهيدروجين، وذلك بتوليد هذا الأخير (H₂) باستغلال الطاقة الشمسية في تحليل الماء إلى هيدروجين وأكسجين، واستعمال الهيدروجين كوقود لعدة أغراض ويمكن تخزينه في قارورات خاصة لنقله بواسطة الأنابيب أو الإسطوانات¹.
- طريقة الأملاح المائية: وهي أسلوب مبتكر في تخزين الطاقة باستعمال بعض الأملاح المائية، حيث يمكن تخزين الحرارة الفائضة عن استخدامات الطاقة الشمسية نهاراً في هذا النوع من الأملاح واسترجاعها منها أثناء الليل عند افتقاد الإشعاع الشمسي².

رابعاً: المعوقات الاستراتيجية والمؤسسية:

تتركز أهم المعوقات الاستراتيجية والمؤسسية لدى الدول العربية فيما يلي³:

- محدودية السياسات الجانبية للاستثمار الخاص وقصور الموارد الحكومية المخصصة لها؛
- ضعف السياسات التي تهدف إلى إيجاد شركات في مجال استخدام مصادر الطاقة المتجددة؛
- محدودية الإمكانيات المؤسسية التي يتم توجيهها إلى تطوير نظم الطاقة المتجددة وصعوبة التنسيق بينها؛
- انخفاض مستوى الوعي العام بالإمكانيات المتاحة ونظم الطاقة المتجددة التي يمكن استخدامها بصورة فنية واقتصادية؛
- صعوبة تطبيق نظام تمويل حكومي خاص بالطاقة المتجددة وعدم ملائمة الوقت الراهن؛
- محدودية التعاون والتنسيق الإقليمي في مجال تمويل مشاريع الطاقة المتجددة والاعتماد على برامج التمويل الأجنبي.

بالإضافة إلى ذلك، من منظور تأمين مصادر الطاقة، فإن دور الطاقة المتجددة في تنويع مصادر الطاقة كبير خاصة لإنتاج الكهرباء والتسخين الحراري، وهي وسيلة من وسائل تعزيز أمن الطاقة، كما هي وسيلة للمساهمة في الاحتفاظ بالنفط كاحتياطي استراتيجي للأجيال القادمة يمكن استخدامه فقط حيث لا يوجد بديل ملائم. ولهذه الأسباب مجتمعة وضعت العديد من الدول الأوروبية قوانين تحفز المستثمرين على الدخول في هذا المجال.

¹ نفس المرجع، ص ص 257-258.

² نفس المرجع، ص ص 258-259.

³ التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 2011، التعاون العربي في مجال الطاقة المتجددة، أبو ظبي، ص ص 225-227.

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

أما في الدول العربية فيعتمد قطاع الكهرباء في معظمه على الدولة في تملك وتشغيل وإدارة محطات القوى الكهربائية، فالأولوية تعطى لتوفير هذه الخدمة للمواطنين بأي شكل بصرف النظر عن التقنيات ودور القطاع الخاص. ونظرا لأن تكلفة إنشاء محطات الطاقة الشمسية عالية مقارنة بالمصادر الأحفورية الأخرى، يضاف إلى ذلك أن المنطقة غنية بمصادر كبيرة من النفط والغاز الطبيعي والتي يمكن استخدامها كوقود لإنتاج الكهرباء بأسعار أقل بكثير من محطات الطاقة المتجددة. أدى كل ذلك إلى تعظيم دور المصادر الأحفورية مقارنة بالمصادر المتجددة.

1- الفجوة التكنولوجية: يعتبر نقص تقنيات تصميم وتصنيع معدات الطاقة المتجددة أحد أهم عوائق التصنيع العربي المحلي لهذه الأنظمة، ففي مجال تصنيع مكونات ومعدات توربينات الرياح نجد أن التصنيع المحلي ينحصر في تصنيع الكابلات الكهربائية والمحولات وأبراج التوربينات. أما بالنسبة لمكونات نظم التسخين الشمسي للمياه، فإن العديد من الدول العربية، كتونس ولبنان والأردن، استطاعت توطين صناعتها نظرا لبساطة تكنولوجياتها بالمقارنة مع النظم الأخرى مثل الخلايا الشمسية وطاقة الرياح.

2- التسويق: تتمثل المعوقات التسويقية في عدم انتشار منافذ بيع أنظمة الطاقة المتجددة، سواء الخاصة بالاستخدام المنزلي أو التطبيقات التجارية أو الصناعية، ويتوافق هذا مع ارتفاع أسعار أنظمة الطاقة المتجددة، مما يؤدي إلى غياب القدرة التنافسية لهذه الأنظمة مع مثيلاتها المعتمدة على استخدام مصادر الطاقة التقليدية. إن عدم وجود خطط وطنية لتسويق هذه الأنظمة مشمولة بتيسيرات في تمويل إنشاء وتركيب هذه النظم ينعكس على تأخر اندماج تطبيقات الطاقة المتجددة في الأسواق العربية، وهذا التمويل الميسر يمكن أن يقدم من خلال المصارف الوطنية أو من صندوق التنمية الإقليمية التي تمنح قروضا ميسرة وفترات سداد طويلة.

3- نقص التوعية: تقوم كل الدول العربية بتطبيق برامج توعية تستهدف المستخدمين بالقطاعات المنزلية والصناعية والحكومية باعتبارهم من القطاعات الأكثر استخداما للكهرباء من خلال حملات تهدف إلى التعريف بأهمية استخدام مصادر بديلة للطاقة الكهربائية، بجانب مجهودات منظمات المجتمع المدني والجمعيات المحلية، والتي يتركز دورها في إعداد ورش عمل مع الجهات المسؤولة عن توعية الجماهير في المدن والقرى، وإقامة ما يعرف بحملات التوعية في المدارس والمناطق الريفية والتجمعات النائية.

وقد تتضمن حملات التوعية إنشاء نماذج رياضية مثل نظم سخانات الشمسية للمياه ببعض مناطق الخدمات، وإنتاج غاز الميثان من المخلفات الزراعية والحيوانات بالتخمير اللاهوائي في المناطق الريفية وتدريب النساء على استخدام هذه النظم، وعلى الرغم من كل ما تقوم به الدول العربية في مجال التوعية، هناك المزيد الذي يجب فعله من أجل تغيير ثقافة المواطن العربي من ناحية أهمية إدراج مصادر الطاقة المتجددة في الاستخدام.

4- التعريف: ومن أهم أوجه القصور بالدول العربية عدم تطبيق تعريف كهربائية ترتبط بوقت الاستخدام، مما يجعل التحول لاستخدام وسائل إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر البديلة لوحدات الاستخدام الصغيرة في القطاعات السكنية والتجارية محدودا جدا، ليؤدي هذا القصور مع غياب الوعي لدى المستخدم بأهمية هذه الأنظمة وجداها الاقتصادية والبيئية في عدم الإقبال على استخدامها. ويتطلب الأمر قوانين إلزامية مرتبطة بالتعريف الكهربائي والمحفزات لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة.

5.4.2- المخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة:

كانت ولا تزال منطقة الجزيرة والخليج العربيين واحدة من أهم المناطق الاستراتيجية على مستوى العالم لارتباطها بالاكتشافات النفطية الضخمة، مما جعلها محط أنظار وتنافس الدول الكبرى من أجل استثمار النفط والعمل على تأمين مصادره وتدفعه للأسواق العالمية. لكن في ظل الهواجس من فقدان هذه السلعة الحيوية، تطلب الحديث عن بدائل أخرى وفي مقدمتها الطاقة الشمسية، وتكمن الأهمية الجيوسياسية للمنطقة باعتبارها مستودع طاقة العالم، ذلك أنها تملك أكبر مخزون احتياطي للنفط والغاز، وهذا ما يجعل مستقبل إمدادات الطاقة مرهونا بضمان أمنها واستقرارها.

أصبحت الطاقة الشمسية طموحا لأن تكون دخلا لكثير من الدول الخليجية باعتبارها من أغنى بلاد العالم بالنفط والطاقة الشمسية معا، والتي ستؤدي إلى تزويد المناطق النائية بالتيار الكهربائي وإلى إيجاد فرص عمل جديدة وإنعاش الاقتصاد، خصوصا في ظل ارتفاع أسعار الوقود وما يتبعه من تأثير على اقتصاديات الدول الصناعية الغربية التي أخذت تتقرب الموقف بحذر، وتعد دول مجلس التعاون الخليجي بجدارة من الدول العربية التي يكثر فيها عدد الساعات المشمسة على مدار العام.

وبمقارنة دول مجلس التعاون الخليجي والدول الغربية، فإن الشمس تشرق في هذه الأخيرة نحو تسع ساعات في اليوم، حيث يبلغ معدل الشروق في ألمانيا مثلا ما لا يزيد عن ثلاث ساعات في اليوم لا غير، مما يجعل نجاح الدول الغربية في مجال الطاقة الشمسية والهوائية ضعيفا. في حين أن منطقة الجزيرة والخليج العربيين تملك نحو 114 مشروعا نشطا لتوليد الطاقة، بلغ إجمالي قيمتها نحو 160 مليار دولار¹.

وبدءا من المملكة العربية السعودية فإن أشعة الشمس فيها تقدر بنحو 20 ألف كيلوات- ساعة/ م² سنويا، وفي ظل تواجد المجمعات المتباعدة في المملكة وتعذر ربطها بالشبكة الرئيسة للكهرباء، فإن الحل المنطقي هو استغلال الطاقة الشمسية. وفي هذا الصدد فقد تبنت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بحثا تطبيقية في مجال الطاقة الشمسية من خلال مشاريعها الميدانية، بالتعاون مع كل من الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا.

أما الدول الأخرى في المنطقة فإن البحرين تنتج 2800 ميغاوات من الكهرباء، وتطورت تكنولوجيا تصنيع توربينات الرياح فيها، وهي بدائل أخرى للطاقة يفترض أن تستغل الرياح (بسرعة 53.5 متر في الثانية) لتدوير التوربينات لإنتاج الكهرباء²، وهو ما جعل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح هي الأنسب للبيئة البحرينية. وفي الإمارات العربية المتحدة فقد عملت الدولة على استكشاف مصادر الطاقة البديلة بما فيها الفحم الحجري والطاقة النووية والشمسية والرياح والهيدروجين، وفي الكويت فإن العواصف الرملية الكثيرة غالبا ما تدمر الخلايا الضوئية، ودولة قطر الغنية باحتياطيات النفط والغاز الطبيعي.

¹ ناصر المعلم، 2009، هل يقف الجشع الغربي أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة في الجزيرة والخليج؟ الموقع الإلكتروني: https://www.aleqt.com/2009/08/14/article_262642.html، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 07 / 11 / 2012: 19:17.

² نفس المرجع، الموقع الإلكتروني: https://www.aleqt.com/2009/08/14/article_262642.html

الفصل الثاني: التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء

جميع الدول الخليجية مؤهلة لولوج هذه الصناعة المهمة، وفي ظل التقارير التي تفيد أن أكثر من 60% من مصادر النفط العالمية موجودة في منطقة الخليج العربي¹. إلا أن هذا النفط هو سلاح ذو حدين قد يستغلها البعض أو الغرب لمآرب سياسية، وقد جعل السياسة الاقتصادية الخليجية على المحك في ظل الظروف المتسارعة التي يمر بها العالم. وفي ظل الاعتماد الأمريكي والأوروبي على صادرات المنطقة من النفط الذي أدرّ أرباحاً باهرة للدول المنتجة، جعلها تقلق على فقدانها. وفي ظل الترويج الغربي لفكرة دخول العالم فوضى صناعية وتلوث خطير يدمر البيئة حسب زعمهم، أدى إلى التشكيك في الحماس الزائد الذي يبديه الغرب تجاه موضوع تطوير الطاقات المتجددة، متذرعاً بالحد من مسألة الاحتباس الحراري وانبعث الغازات الدفينة.

في حينيرجى بعض المحللين السبب الحقيقي إلى وجود استراتيجية أمريكية تعمل على ألا يكون للعرب قوة ضغط ممثلة في النفط، خصوصاً وأن هذه التحركات الغربية تزامنت مع انهيار أسعار النفط مع توقعات استمرار انخفاضها. وهو ما يؤكد سبق الإصرار والترصد الأمريكي والغربي لإنهاء هيمنة النفط العربي والخليجي، ويوحى أنهم سوف لن يترددوا في إحداث انقلاب تاريخي على مصادر الطاقة التقليدية، من خلال وضع استراتيجيات بديلة للطاقة تتماشى مع مصالحهم. وهو ما يشكل ضربة قاصمة للنفط العربي ولدول الخليج العربي على وجه التحديد، وأن البحث عن مصادر بديلة للطاقة تسبب في تآكل حصة "أوبك" في السوق العالمية من 70% في السبعينات إلى 30% فيمرحلة قريبة.

وفي تقديرنا أنه ينبغي ألا تقف تلك المعوقات بأنواعها (التكنولوجية والاقتصادية والفنية والاستراتيجية والمؤسسية) ولا حتى المخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة دون تحقيق هذا الحلم الطاقوي، ذلك أن دول المنطقة مطالبة بأن تستوعب الدرس وتؤدي دورها في سوق الطاقة العالمية إلى جانب سوق النفط، في ظل وجود الجريمة الدولية الممثلة في "جشاعة السوق الغربية وشركاتها العملاقة متعددة الجنسيات"، التي تخفي الأسرار التقنية ولا تسمح للأخريين باستغلال البدائل من الطاقة المتجددة. وخشية هبوط أرباحهم في هذا المجال، وعلى أن خوفهم من الدخول في أزمات خانقة والكساد الهائل جراء نزوب الطاقة، لم يمنع العالم ولوج أزمة أكثر عمقا مما هي عليه الآن، فهل يستطيع العالم تفادي الكارثة الكبرى التي صنعها الأمريكيون والغربيون للبشرية.

¹ نفس المرجع، الموقع الإلكتروني: https://www.aleqt.com/2009/08/14/article_262642.html

خلاصة الفصل

أصبحت مسايرة مؤشرات التنمية المستدامة حتمية لمواكبة ركب الأمم سياسيا واقتصاديا، لأن الثروات المستغلة غير متجددة، مما يعكس مدى ملائمة المضي في تطبيق مؤشرات التنمية المستدامة من استغلال للطاقات المتجددة وعدم المساس بنصيب الأجيال القادمة من الثروات. وتنشأ أهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء من أن معظم دول العالم تسير باتجاه التنمية المستدامة، إذ تقوم بنشر تقارير سنوية حول القطاعات المختلفة للتنمية منها: القطاع الديمغرافي والاجتماعي، والاقتصادي، والبيئي. كل ذلك جعلنا نعالج هذا الفصل من خلال: ماهية التنمية المستدامة.

تم تناول مفهومها، تعريفها، أبعادها ومبادئها. وتوصلنا إلى نتيجة مفادها أن التنمية المستدامة هي توازن بين القيم الأيكولوجية والاقتصادية والاجتماعية من خلال آراء علماء البيئة والاقتصاد والاجتماع. محاولة تبني نموذج مستدام للطاقة الكهربائية، حيث تميز النموذج الطاقوي الحالي بهيمنة المصادر الأحفورية على إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، وينبغي تعديله لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، مما يقتضي إعادة بلورة خيارات طاقوية استراتيجية والمفاضلة بينها. وتم التعرف على التحديات التي تواجه مستقبل الطاقة الكهربائية، وعلى ضوابط التنمية المستدامة في هذا المجال. ثم تعرضنا لمشكلة فقر الطاقة في العالم العربي والحلول المقترحة، مع تطوير الخطط في مجال فقر الطاقة.

دور الكهرباء في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة وتعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر، حيث شكلت إمدادات الطاقة الكهربائية عاملا رئيسا في دفع عجلة الإنتاج وتحقيق الاستقرار والنمو، ووفرت فرصا للعمل، وحسنت مستويات المعيشة وساهمت في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة، مما جعلها حاجة إنسانية أساسية من بين خمسة مجالات رئيسية: "المياه، والطاقة، والصحة، والزراعة، والتنوع البيولوجي". وفي هذا المجال سعت المؤسسة الدولية للتنمية، من خلال مشاريعها وتعبئة موارد المانحين والمستثمرين الآخرين، إلى تعزيز الأنشطة الخاصة ببعض العوامل كالديموغرافية، وتخطيط المدن، والفقر، والصحة، وحق الحصول على أهم الموارد مثل الكهرباء.

أهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء، تم تناولها من خلال إدراج مفهوم وتعريف للطاقات المتجددة، وتم رصد هذه الأخيرة في المنطقة العربية وحوض البحر الأبيض المتوسط، حيث سعت الحكومات لأن تؤدي دورا رياديا لتنشيط قطاع الطاقة المتجددة وتشجيع الاستثمارات فيه، وتعمل أساسا على تطويره بمشاركة القطاع الخاص، من خلال تطوير استراتيجية الطاقة المتجددة ووضع الأطر المؤسسية المناسبة وإطار عمل تنظيمي لتعزيزها، إضافة إلى مواجهة التحديات التقنية وبناء قدرات البحث وصقل المهارات المحلية. كما تطرقنا إلى دور الدول النفطية في تطوير الطاقات المتجددة. وختمنا الفصل بالمعوقات والمخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة في المنطقة العربية.

بعد أن تطرقنا في الفصل السابق إلى التنمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء، نتساءل عن مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة التحول نحو الطاقات المتجددة، وهل هناك منافع متوخاة من الربط الكهربائي العربي؟ وهذا ما نحن بصدد معالجته في الفصل الموالي لما له من صلة وثيقة بالفصل السابق.

الفصل الثالث:

مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء
وضرورة الربط الكهربائي العربي

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

تمهيد:

لا زالت الكفيرة من الدول تواجه العديد من التحديات في توليد الطاقة الكهربائية، تتلخص بشكل أساس في: الطلب على الكهرباء بشكل متزايد، والمخاوف من ارتفاع أسعار الوقود، وإجراءات التكيف مع تغيرات المناخ. ويهدف مواجهة هذه التحديات تحتاج الدول إلى تركيز الجهود ووضع سياسات تعمل على ترشيد الطاقة الكهربائية ورفع كفاءة أنظمة إنتاجها، وتنويع مصادرها بما يضمن مشاركة المصادر المتجددة لتقليل الاعتماد على النفط والغاز الطبيعي والفحم، ومن ثم الحد من انبعاث الغازات الدفيئة.

لقد أصبح الاعتماد على الكهرباء في كل أنحاء العالم ظاهرة حتمية، وأي انقطاع في التيار الكهربائي غير مقبول لما له من آثار وتبعات سلبية على كل من جهة الإمداد (شركة الكهرباء) وجهة الطلب (المشركون)، لذلك بدأ المسؤولون والمخططون في شركات الكهرباء يركزون جل جهودهم على قضايا مؤثرة مثل: مضاعفة أعداد محطات القوى، وتطوير أدائها وتعزيز شبكات النقل وتحسين كفاءتها، حتى يتم نقل القدرات الكهربائية من محطات الإنتاج إلى مراكز الأحمال ذات المواقع المتباعدة والأحجام المختلفة دون أي فقد يذكر في الشبكات.

ونظراً لأن إنتاج الطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة يعد أحد بدائل الحل الذي يمكن اعتماده، أردنا أن نسلط الضوء على هذه المصادر، وبصفة خاصة على كل من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لانتشارهما المتنامي في العالم وأنها تشكلان طاقة مستقبلية واعدة في الدول العربية حيث يتوفر الإشعاع الشمسي والرياح، مما يعزز إمكانية استخدامهما في إنتاج الكهرباء. لذلك نحاول معالجة هذا الفصل من خلال ما يلي:

- 1.3- مصادر الطاقة الأحفورية وأهمية التحول إلى الطاقات المتجددة.
- 2.3- مصادر الطاقة المتجددة المستدامة
- 3.3- التلوث والانبعاثات الناتجة عن المحطات الحرارية لإنتاج الكهرباء
- 4.3- الربط الكهربائي العربي ومنافع استخدام الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء

1.3- مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء

لا يزال ما يزيد على أربع بليون بشر يعيشون في المناطق النائية والريفية في مختلف بلدان العالم وبالذات في بلدان العالم الثالث، لم تصلهم الكهرباء. عدا حالات قليلة أنتجت فيها الكهرباء من مولدات صغيرة ومنعزلة¹، بالرغم من الضرورة الملحة لتوفير الطاقة الكهربائية من أجل تجهيز هذه المناطق بالماء الصافي وخبز الأطعمة وحفظ الأدوية وتشغيل الأدوات الكهرومنزلية، وتزويد المستشفيات بالأجهزة الضرورية لإجراء العمليات الجراحية المستعجلة ... إلخ.

تتبع أهم مصادر الطاقة المستخدمة حالياً والمتوقع أن يكون لها شأن في توفير الطاقة للبشرية من ثلاث مصادر وتتمثل في: ² الشمس، وطاقة النواة، وطاقة المد والجزر، حيث يكون الوقود الأحفوري من الطاقة الشمسية، في حين أن طاقة المد والجزر مصدرها قوة الجذب بين الأرض والقمر، أما المصدر الثالث فهو طاقة النواة.

1.1.3- مصادر الطاقة الأحفورية والآثار البيئية والأيكولوجية للطاقة النابضة

أغلب بلدان العالم زادت من استخدام الطاقة التقليدية والتي تنتج باستعمال الوقود الأحفوري أو الطاقة النووية، وهذه المصادر تزيد بنسبة كبيرة من تلوث البيئة، حيث تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يساهم في زيادة درجة حرارة الجو المحيط بالكرة الأرضية، كما ينتج غاز الميثان الذي يزيد من تساقط الأمطار وبالأخص الحامضية منها.

وطبقاً للمعلومات المتوفرة فإن درجة حرارة الجو ازدادت بمقدار 2^{مئوية} خلال السنوات الثمانين الماضية، وأن ثاني أكسيد الكربون قد ازداد بنسبة 20% مما أدى ذلك إلى سخونة الكون بمقدار 6 واط. أما الميثان فقد ازداد بنسبة 7 %، مما أدى إلى زيادة الأمطار في بعض مناطق الكرة الأرضية وانحسارها في مناطق أخرى. وأن سقوط الأمطار قد ازداد بنسبة 15%، وأن مستوى سطح البحر قد ارتفع بمقدار 10.5 سم خلال القرن الماضي وقد أدى ذلك إلى انغمار بعض الأراضي الصالحة للزراعة وذوبان الثلوج واختفاء الغابات في مناطق أخرى³.

يشمل الوقود الأحفوري كل من الفحم والغاز الطبيعي والنفط، وهي مواد عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين، تختلط معها عدة شوائب أهمها الكبريت. وعند حرق هذه المصادر تنكسر الروابط الكيميائية الموجودة بين الذرات المكونة لهذه المواد العضوية فيؤدي ذلك إلى انبعاث طاقة حرارية يمكن تحويلها إلى صورة أخرى من صور الطاقة. وحسب النظرية

¹ وكع محمد، هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة، جامعة فيلادلفيا، ص 116. مقال تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2016/05/11 على الموقع

الإلكتروني: www.philadelphia.edu.jo/philadreview/issue6

² دلهم خليفة، 2016-2017، المتغير الديمغرافي في الجزائر والتنبؤ بالطلب على الكهرباء، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في العلوم

التجارية، شعبة تسويق، جامعة باتنة-1 الجزائر، ص 62.

³ وكع محمد، مرجع سابق، ص 116.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

السائدة فإن هذه المواد العضوية تتكون من اندثار الحيوانات والنباتات في التشققات العميقة في باطن الأرض التي حدثت بسبب حركة قشرة الأرض منذ آلاف السنين.

استخدمت مصادر الوقود الأحفوري بإسراف ولا يزال معدلها مرتفعا باستمرار بالرغم من أضراره الشديدة للبيئة، فهو المصدر الرئيس للطاقة وبالأخص في توليد الطاقة الكهربائية، إذ يساهم بما يقارب 90% من الطاقة المستخدمة إلى الآن. وهو مصدر قابل للنضوب، وبسبب مشكلة التلوث البيئي فإن البحث جار لتوفير وتطوير مصادر أخرى للطاقة تفي بحاجيات الإنسان في ظل التزايد الآسي للطلب على الطاقة مع زيادة مضطردة في استنزاف هذه المصادر الناضبة¹.

أولاً: مصادر الطاقة الأحفورية (التقليدية)

توجد عدة مصادر رئيسية من الوقود الأحفوري، وتتمثل فيما يلي:

(1) **الفحم:** يمثل الفحم أقدم مصادر الطاقة الأحفورية اكتشفاً واستعمالاً، وقد كان وجوده سبباً من الأسباب المباشرة للثورة الصناعية²، حيث ظهرت أهميته كمصدر للوقود في القرن الثامن عشر (الثورة الصناعية). وهو أحد أنواع الطاقة الشمسية المخزنة منذ الأزمنة الجيولوجية، تكون من النباتات المدفونة بمعزل عن الأوكسجين تحت سطح الأرض منذ آلاف السنين³. ويعتبر الفحم أكثر الصور انتشاراً من الوقود الصلب، بدأ إنتاجه في أوروبا ثم انتشر استعماله في بقاع أخرى، وعرف تطورات متتالية. وعند منتصف السبعينات نقصت معدلات إنتاجه لتوفر مصادر جديدة أفضل.

أنواع الفحم ثلاثة: الخت؛ وهو الحلقة الأولى في سلسلة تكون الفحم، يحتوي على نسبة كبيرة من الماء (90%)، ونسبة قليلة من الكربون وبعض المواد المتطايرة، ترتكز استعماله على تزويد المنازل ببعض احتياجاتها من الطاقة الحرارية، وفي محطات توليد الطاقة الكهربائية. ويأتي في الحلقة الثانية الفحم البني، وهو يحتوي بدوره على نسبة عالية من الماء والمواد المتطايرة. أما الثالث فهو الفحم القطراني (الحجري)؛ ينتج مادة قطرانية أثناء تقطيره لإنتاج الغاز وفحم الكوك، ويحتوي على (30-40%) من المواد المتطايرة المتكونة من مواد هيدروكربونية تستعمل في إنتاج الغاز، ويحتوي على نسبة قليلة من الماء. ويشكل الجزء الأكبر من احتياطي العالم، والأكثر استعمالاً وانتشاراً.

(ب) **البتروال (النفط):** يعتبر مصدراً من مصادر الطاقة الأولية الهامة، إذ يمثل المادة الخام للعديد من المنتجات الكيميائية بما فيها الأسمدة ومبيدات الحشرات واللدائن، وينتج النفط بالطريقة المماثلة للكربون وذلك من التحلل التدريجي البكتيري للكائنات الحية في أعماق البرك والجداول في غياب الأوكسجين من 10 إلى 100 سنة⁴،

¹ سعود يوسف عياش، 1981، تكنولوجيا الطاقة البديلة، إصدارات المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ص ص 15-16.

² حسين أحمد شحاته، مرجع سابق، ص 45.

³ Gérard Sarlos, Pierre-André Hakli, Pierre Verstraete, **Système énergétique : offre et demande d'énergie : méthodes d'analyse**, volume 12 (Suisse : presse polytechnique et universitaire romandes, 2003) P153

⁴ دلهوم خليفة، مرجع سابق، ص 65.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

يكون في شكل سائل كثيف قابل للاشتعال، يوجد في الطبقة العليا من القشرة الأرضية ويتكون من خليط معقد من الهيدروجينات، وبالأخص سلسلة الألكانات، إلا أنه يختلف في مظهره وتركيبته ونقاوته بشدة من مكان لآخر.

وتشير الآثار إلى أن سكان المشرق العربي هم أول من عرف النفط¹، إذ تعد مصر من أعرق دول الشرق اكتشافا له (1898م) أثناء التنقيب عن الكبريت بمنطقة جمسة². وتعود أسباب سرعة انتشار البترول إلى الخصائص التي تميزه من حيث سهولة نقله وتخزينه وارتفاع كمية الطاقة المخزنة في وحدة الوزن منه وتعدد استعمالاته³. وقد بينت الأبحاث النظرية التي تمت في مناطق مختلفة من العالم أن تكون البترول في القشرة الأرضية يرتبط ارتباطا وثيقا بالصخور الرسوبية التي اكتشفت فيها أكثر من 99.9% من تراكبات النفط⁴.

(ب) **الغاز الطبيعي وأنواعه:** ويعتبر من أهم أنواع الوقود الأحفوري بعد النفط، ويرتبط إنتاجه في كثير من الأحيان بإنتاج البترول، غير أنه أخف وزنا منه وأساسه هو الميثان، ويتم استغلاله في العالم بطريقتين مختلفتين: طريقة بيوكيميائية وطريقة حرارية⁵. يأتي الغاز الحيوي من تحلل الكائنات والفضلات العضوية المتراكمة في الماء والرواسب ضمن وسط عديم التهوية وبشكل بطيء وغير تام. ومن أهم نتائج هذه العملية هو غاز الميثان، والكبروسين، ...، أما الغاز الطبيعي المتعارف عليه في الأعماق فينتج عن طريق التكسير الحراري بواسطة كسر الجزيئات الكبيرة إلى صغيرة أو متناهية في الصغر تحت تأثير جزيئات الحرارة ويحصل عن هذا المنتج نفسه لكنه أخف وزنا وأكثر كمية، ومن بين نواتج هذا التكسير غاز الميثان CH_4 وغيرها من الهيدروكربونات الغازية⁶.

يتكون الغاز الحيوي بشكل عام والغاز الطبيعي بشكل خاص من عناصر أحفورية وغير أحفورية يطلق عليها "جامدة" وتتمثل في: الكربون /الهيدروجين / الأوكسجين / الأزوت، وقد نجدها منفصلة عن بعضها البعض، كما نجد أن الغاز الطبيعي يختلف من دولة إلى أخرى حسب التركيبة الكيميائية.

لم تبرز تجارة الغاز الطبيعي عالميا إلا في عام 1960م، وبدأت فعلا في الازدهار مع اكتشاف حقل جرونينجن في هولندا وبداية استغلال الحقول في الجزائر كان في الآونة الأخيرة نجده يحظى باهتمام كبير وذلك بتوجيه استثمارات ضخمة من أجل إنشاء بنية تحتية لأجله وصورة إيجابية فيما يتعلق بجانب حماية البيئة⁷. وبالرغم من الخصائص التي يملكها الغاز

¹ حسين أحمد شحاته، مرجع سابق، ص 51.

² رمضان محمد مقلد وآخرون، مرجع سابق، ص 265.

³ سعود يوسف عياش، مرجع سابق، ص ص 17-18.

⁴ عمر شريف، 2007، استخدام الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة "دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر"، أطروحة دكتوراه

دولة في العلوم الاقتصادية، جامعة باتنة، الجزائر، ص 9.

⁵ Gérard Sarlos, Pierre-André Hakli, Pierre Verstraete, op.cit P162

⁶ دلهوم خليفة، مرجع سابق، ص 65

⁷ نفس المرجع، ص 66

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الطبيعي التي دفعت إلى ارتفاع الطلب عليه في سوق الطاقة العالمي غير أن الصعوبات المرتبطة به التخلص منها مع الوقت والمتمثلة في: مشكلات العبور في خطوط الأنابيب الدولية، الإقرار التفاضلي للضريبة بين الغاز وأنواع الوقود الأحفوري الأخرى، ونتيجة لمزاياه تضاعفت مشاركته في الطلب العالمي للطاقة¹.

يقسم الغاز الطبيعي تبعاً لسلوكه عند صعوده داخل البئر لسطح الأرض إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:²

1/ الغاز الجاف DryGaz: يتواجد داخل المكمن الطبيعي في حالة غازية ويظل هكذا إلى أن يصل إلى سطح الأرض، وتجري معاملته على السطح كغاز خالص. ويتراوح متوسط نسبة الميثان فيه ما بين 96 إلى 98% من الحجم.

2/ الغاز الغني RichGaz: يحتفظ هذا النوع بحالته الغازية مدة تدفقه خلال مسام البئر، وتحت ظروف الفصل على السطح من حيث الضغط ودرجة الحرارة تنفصل كمية قليلة من المكثفات الهيدروكربونية. ويتميز هذا النوع، مقارنة بالنوع الأول، باحتوائه على كمية أكبر من الهيدروكربونات الأثقل وزناً من الميثان.

3/ مكثفات الغاز GazCondensates: يكون في حالته الابتدائية، داخل المكمن، في طور غازي، ومع تدفقه وانخفاض ضغطه عنه، داخل المكمن، طور سائل تتزايد كميته باستمرار مع انخفاض الضغط حتى يصل الضغط في المكمن إلى حد معين تبلغ فيه هذه الكمية أقصاها، ثم يبدأ هذا الطور السائل في التحول إلى طور غازي مرة أخرى مع استمرار انخفاض الضغط. ويحتوي هذا الغاز على نسبة عالية من الهيدروكربونات الأثقل وزناً من البيوتان. كما يتضح من الجدول التالي:

¹ مجلس الطاقة العالمي، 2000، رسالة مجلس الطاقة العالمي، الطبعة العربية الأولى، ص 128
² رمضان محمد مقلد وآخرون، 2003، اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، ص 250-251.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء
وضرورة الربط الكهربائي العربي

الجدول (3-1) التحليل الكيميائي لمثال من أنواع الغاز الثلاثة

| غاز جاف | غاز غني | غاز كفيف | نوع الغاز % للجزئيات |
|---------|---------|----------|-------------------------|
| — | 7.41 | — | النيتروجين |
| 0.3 | 0.72 | — | CO ₂ |
| 96.65 | 72.88 | 80.95 | الميثان |
| 2.05 | 9.97 | 4.47 | الإيثان |
| 0.47 | 5.09 | 3.13 | البروبان |
| 0.17 | 2.48 | 3.32 | البيوتان |
| 0.05 | 0.99 | 1.49 | البينتان |
| 0.31 | 1.46 | 1.30 | الهيكسان |
| — | — | 5.62 | الهبتان وأعلى |
| 100.00 | 100.00 | 100.00 | المجموع |

المصدر: رمضان محمد مقلد، مرجع سابق، ص 251.

وبعد ما تطرقنا في العناصر السابقة إلى مختلف المصادر الأحفورية الأولية للطاقة سنتعرف على نصيب الطاقة الكهربائية المقدمة من كل مصدر، والجدول الموالي يبين ذلك:

الجدول (3-2) توزيع إنتاج الطاقة الكهربائية وفقا لمصادر الطاقة الأولية المستخدمة

| العنصر الابتدائي | 1980 | | 1996 | | 2010 | |
|---------------------|------|---------|------|---------|------|---------|
| | % | TWan/an | % | TWan/an | % | TWan/an |
| البترو | 18 | 173 | 9 | 146 | 8 | 189 |
| الغاز الطبيعي | 13 | 120 | 15 | 230 | 24 | 577 |
| الوقود الصلب | 39 | 373 | 37 | 591 | 38 | 909 |
| أخرى | — | — | 2 | 35 | 1 | 17 |
| المجموع | 70 | 666 | 63 | 1002 | 71 | 1692 |

المصدر: دلهوم خليفة، مرجع سابق، ص 67.

يقدم الجدول (3-2) قيم الإنتاج العالمي للكهرباء، وبالتحديد الأجزاء المنتجة من كل مصدر طاقة أولي مستخدم لهذا الغرض، وتبين الوقود الصلب والمتمثل في مختلف أشكال الفحم تساهم في حدود 40% من الإنتاج الإجمالي للكهرباء وهي ثابتة، ومن جهة أخرى نجد أن الغاز الطبيعي نما بشكل جلي، فبعد ما كان 13% في الثمانينات ارتفع خلال 16 سنة إلى

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

15%، وبعد 4 سنوات فقط وصل إلى 24%، أي في مدة وجيزة جدا ربع الفترة السابقة تضاعف فيها نصيب الغاز من المحفظة الطاقوية، ويرجع هذا من جهة إلى تطور التكنولوجيا المعتمدة في استغلاله ومن جهة أخرى إلى الخصائص المميزة للغاز.

ثانياً: الآثار البيئية والإيكولوجية للطاقة الناضبة

يرتبط البعد الإيكولوجي ارتباطاً وثيقاً بمستوى ونمط التصنيع واستخدام الطاقة، خاصة التقليدية والنووية منها. ويبدو أن قطاع الطاقة قد احتل اهتماماً عالمياً أكبر في إجراءات التنمية البيئية المطردة وحمايتها، لذا سنحاول توضيح الآثار الإيكولوجية الخطيرة لهذين النوعين من الطاقة.

(1) الآثار البيئية للطاقة التقليدية

اعتمد النمو الاقتصادي وما ارتبط به من تطور صناعي على استخدام كميات متزايدة من الطاقة، حيث احتل الفحم مكان الصدارة بين مصادر الطاقة التقليدية حتى الخمسينيات من القرن العشرين، ثم تراجع ليترك هذه المكانة للبترول والغاز الطبيعي كأهم مصدرين رئيسيين للطاقة. وفي الوقت الذي يهدف النمو الاقتصادي والصناعي إلى رفع مستوى الرفاهية الاقتصادية للإنسان وتحسين ظروف ونوعية الحياة، فهو يؤدي من جانب آخر إلى تلوث البيئة من خلال تلوث الماء والهواء والتربة، وكذا التأثير على المناخ. ويمكن إدراج أهم التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة التقليدية على النحو التالي:

الجدول (3-3) أهم التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة التقليدية

| التأثيرات البيئية | مصدر الطاقة |
|---|---------------|
| 1- تلوث المياه السطحية والجوفية؛ 2- اضطراب وتغيرات في استخدام الأراضي، وتخريب بعيد المدى للنظام البيئي؛ 3- انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وغازات النيتروجين؛ 4- تلوث سطح التربة بالغازات الثقيلة، ومخلفات الرماد؛ 5- تغيرات عالمية في المناخ، بسبب انبعاث CO ₂ ، والغازات الحابسة للحرارة؛ 6- تلوث البحار والمحيطات. | الفحم |
| 1- تلوث البحار والشواطئ، بسبب كميات النفط المتسربة؛ 2- انبعاثات غازات CO ₂ ، وأكاسيد الكبريت والنيتروجين؛ 3- تلوث المياه السطحية والجوفية بالنفط؛ 4- تغير المناخ العالمي بسبب الغازات الحابسة للحرارة. | البترول |
| 1- انبعاثات غازات CO ₂ ، وأكاسيد الكبريت والنيتروجين؛ 2- تغير المناخ العالمي بسبب الغازات الحابسة للحرارة. | الغاز الطبيعي |

المصدر: حسن أحمد شحاتة، 2003، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، الدار العربية للكتاب، القاهرة، ص 66.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

من خلال الجدول (3-4) يتضح أننا أمام مشكلة بيئية معقدة ومتداخلة، وليس هناك وصفا ناجعة يمكن تعميمها على كل الدول، كما أنه لا يمكن إجبار الكل على استخدام نفس الأسلوب. إلا أن حجم الكوارث البيئية سيدفع الجميع بدون شك للتكاتف من أجل إيجاد بديل لهذه الطاقة أو ترشيد إنتاجها واستهلاكها.

(2) الآثار البيئية للطاقة النووية

بدلاً من البحث المستمر عن مصادر الطاقة النووية، فمن باب أولى توفير بعض مصادر الطاقة للأجيال القادمة التي لن تواجه شحاً في مصادر الطاقة فحسب، بل ستواجه مخلفات باستخدام الطاقة النووية من نفايات مشعة ومفاعلات مغلقة¹. ويعتبر حادث مفاعل تشيرنوبيل (1986م) بجمهورية أوكرانيا (الاتحاد السوفيتي سابقاً) أقوى وأكبر شاهد على المخاطر التي قد تنجم عن استخدام هذه الطاقة ومفاعلاتها، حتى ولو كانت لأغراض سلمية. ويمكن إجمال الملوثات النووية فيما يلي:²

- أ- نفايات سائلة مشعة تتصاعد من قلب المفاعل لاصطدام النيوترونات الحرة مع الشوائب التي قد توجد في المبرد؛
- ب- نفايات غازية وسائلة تتسرب من النظائر التي توضع في أنابيب من الحديد الصلب نتيجة تصدعات فيها؛
- ت- نواتج انشطارية تتجمع مع الوقود النووي في قلب المفاعل، حيث يعالج الوقود النووي في عملية منفصلة تتم خارج المفاعل، لتنتجته من تلك النفايات التي تقلل من سلسلة تفاعلات اليورانيوم، وهي إحدى المشكلات لعويصة التي تواجهها الدول الكبرى بسبب تكلفتها الباهظة، إلى جانب توافر تقنيات عالية تساعد على دفن هذه النفايات بالطريقة التي تمنع تسربها.

ورغم ذلك فإنه يظل إشعاع هذه المادة لمدة تصل إلى خمسين ألف سنة، ويسعى العلماء لاكتشاف طرق أحدث للتخلص من النفايات النووية، عن طريق دفنها في البحار، أو معالجتها بأشعة الليزر، أو يتم نقلها في أوعية من الفولاذ وتلقى في حفر مبنية تحت الأرض، حتى يمكن التخلص من إشعاعها دون تسرب³.

2.1.3- أهمية التحول تجاه الطاقات المتجددة المستدامة

اكتسبت الطاقات المتجددة أهمية قصوى خاصة لدى الدول الصناعية حيث نُوِّج ذلك بما يعرف باتفاقية Kyoto عام 1997م للحد من انبعاثات الغازات التي تسبب الاحتباس الحراري، والتي أوصت بتخفيف هذه الانبعاثات بنسبة 2.5% (خلال 2008-2012) تحت معدلها في العام 1990م، كما وضعت هذه الاتفاقية إطاراً عملياً لما يعرف بآليات التطور النظيف (Clean Development Mechanism) والتي تجيز من ضمنها ما يمكن تسميته بتجارة الانبعاثات.

¹ شذى سلمان الدركلي، 1997، الطريق النووي في نصف قرن "ما له وما عليه"، الدار العربية للعلوم، بيروت، ص 167.

² حسن أحمد شحاتة، مرجع سابق، ص 77-78.

³ رمضان محمد مقلد وآخرون، مرجع سابق، ص 115-116.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

وفي السياق نفسه، وضع الاتحاد الأوروبي في العام 2007م الأهداف التالية في مجال فعالية الطاقة واستخدام الطاقات البديلة (ما يعرف بالـ twenty twenty-) تخفيف بنسبة 20% استعمال الطاقة الأولية في العام 2020م، وزيادة بنسبة 20% استخدام الطاقة المتجددة في العام 2020م، وتخفيض بنسبة 20% انبعاثات الغازات المحتبسة للحرارة في العام 2020م، عما كانت عليه في العام 2009م¹.

يقصد بالطاقة المتجددة المستدامة كل استغلال للطاقة لا يؤدي استهلاكها إلى تناقص الموارد الطبيعية، وخاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الموجودة بكميات كبيرة، وأن عدم استغلالها يمثل هدرا لهذه الطاقات. وتستخدم الدول الطاقة المتجددة من أجل تحقيق التنمية المستدامة وعدة أهداف أخرى سوف نحصرها في النقاط التالية:²

أولاً: تنوع مصادر الطاقة:

مصادر الطاقة التقليدية محدودة ومعرضة إلى مشكلتين هما لاستنزاف والتلوث نتيجة الاستخدام اللاعقلاني لها، مما يتطلب ضرورة توازنها في الطبيعة من حيث الاستخدام وحق الأجيال القادمة في الاستفادة منها، وهو ما يقتضي إقحام مصادر الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة يتم من خلال البحث والتطوير بالاستفادة من تجارب الدول الرائدة في هذا الشأن، ولأن التنوع في مصادر الطاقة يقلل من الاعتماد على المشتقات النفطية والغازية كما هي حالة الجزائر. فاستعمال الطاقة المتجددة يخفض من كميات النفط والغاز المستخدمة في إنتاج الكهرباء، واستغلال هذه الكميات في مجالات تدر أرباحاً أكبر. فالكميات الفائضة يمكن أن توفر للتصدير والاستخدام في التطبيقات الأكثر عائداً (استخدامها كمواد أولية في إنتاج البتروكيماويات ذات الأثر الإيجابي على الناتج المحلي).

ثانياً: المحافظة على البيئة والموارد الطبيعية الناضبة:

خلال القرن العشرين تم تسجيل زيادة مقدارها نصف درجة سيليزية في معدل درجة الحرارة، وحسب تقارير لجنة الخبراء الدوليين في مجال التغيرات المناخية فقد تبين أن غاز CO_2 المنبعث كنتاج للوقود العضوي يمثل ثلاثة أرباع منه، أما الربع الباقي فينبعث نتيجة التغيرات التي يحدثها الإنسان على اليابسة³. ويمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تساعد في حل المشاكل البيئية، لأن استخدامها يساهم في خفض غازات الاحتباس الحراري ومواجهة التغير المناخي. ومن جهة أخرى في مال تعرض مصادر الطاقة المتجددة إلى خلل فني أو عمل تخريبي ستكون بمأمن من أي ضرر بيئي، وفي المقابل تطرح مصانع الطاقة النووية والوقود الأحفوري مشاكل كبيرة (معدل مخاطرة كبير) فيما يتعلق بالأمن الوطني.

¹ كمال الحايك، تطوير الطاقة البديلة والحفاظ على البيئة، مجلة كهرباء العرب، العدد 15، ماي-2009، ص53.

² أسامة بن أحمد إبراهيم العاني، 2007، فرص استثمارية جديدة في: تقنية الطاقة المتجددة وترشيد الكهرباء، المملكة العربية السعودية، جامعة الملك سعود، كلية العلوم. الموقع الإلكتروني: <http://www.kantakji.com/fiqh/Files/Ecomomics>، 7822.doc، اطلع عليه بتاريخ: 2015/07/13.

³ أيوب أبو دية، علم البيئة وفلسفتها، موقع نضوب الموارد، متاح على الموقع التالي: <http://www.modhoob.com>، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2015/07/13.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

وسعيًا لتحقيق تنمية اقتصادية مستدامة بات لزامًا بناء نموذج تنموي بالاعتماد على الطاقات النظيفة، خاصة بعد ظهور بوادر الاختلال البيئي وارتفاع الأسعار النقدية والبيئية لاستعمال الوقود الأحفوري، وقد تمخض عن ذلك إقرار جدول أعمال القرن 21، وما يتناوله من قضايا عديدة ترتبط بالطاقة وأهميتها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، سواء ما تعلق بالتنمية الاقتصادية والاجتماعية خاصة:¹ " تخفيف وطأة الفقر، وتغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك، وتنمية المستوطنات البشرية، أو الحفاظ على البيئة وترقية استخدام الموارد الطبيعية".

ثالثًا: تحقيق الأمن الطاقوي

تحتل المصادر البديلة للطاقة مكانة هامة في تعظيم ثروة الطاقة لدى الدول بإضافتها إلى مصادر الطاقة المتوفرة، غير أن تحقيق ذلك يقترن بتوافر ثلاثة شروط هي:² الإتاحة التكنولوجية، وتوافر الكفاءات البشرية، وأخيرًا الجدوى الاقتصادية، وهو ما يتحقق مع طاقة الرياح فالتكنولوجيا متاحة للجميع، ولا توجد محاذير عليها سواء في التصنيع أو الشراء مع توافر إمكانية تنمية المشاركة المحلية زيادة، وكذلك الكوادر البشرية متاحة، كما أن تكلفة إنتاج وحدة الطاقة يمكنها منافسة نظيرها الحراري إذا تمت المقارنة بالأسعار العالمية للوقود.

رابعًا: توفير فرص العمل

بين تقرير لـ: "جماعة السلام الأخضر" المهتمة بشؤون البيئة والمجلس الأوروبي للطاقة، أن التحول القوي تجاه الطاقات المتجددة قد يوفر 2.7 مليون فرصة عمل في توليد الطاقة في كل أنحاء العالم بحلول 2030م.

كما أشار التقرير إلى أن قطاع طاقة الرياح بمفرده يمكن أن يوظف 2.03 مليون شخص في توليد الطاقة في عام 2030م مقابل 0.5 مليون في 2010م. وتشير دراسة من الولايات المتحدة إلى أن برنامج الطاقة المتجددة سيضيف 15 ألف وظيفة عالية التخصص بحلول العام 2017م. أما على المستوى الأوروبي فيمكن إبراز دور الطاقات المتجددة في توفير فرص العمل في النمو السريع بسوق الصفائح الضوئية في أوروبا الذي سمح بتوفير من 3000 إلى 4000 منصب عمل جديد سنويًا، وعدد كبير منها مرتبط بتكنولوجيا عالية (في مجال الطاقة الشمسية).

وتمثل الطاقة المائية مصدرًا تقليديًا للكهرباء، وتوفر مناصب شغل مرتبطة بتحسين وصيانة التجهيزات الموجودة، بالإضافة إلى إنشاء منشآت جديدة، وفي مجال طاقة الرياح بلغ عدد الأشخاص الموظفين في مجال الإنتاج والإنشاء والصيانة، 72000 سنة 2002م، مقابل 25000 سنة 1998م، أي تضاعف تقريبًا ثلاث مرات. وإذا استدقنا بإحدى الدول

¹ الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، منشورات برنامج الأمم المتحدة للبيئة، مرجع سابق، ص 6.

² راتول محمد، صناعة الطاقات المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشاريع الطاقة المتجددة كمرحلة لتأمين إمدادات الطاقة الأحفورية وحماية البيئة " حالة مشروع ديزرتاك"، مداخلة مقدمة ضمن الملتقى الدولي الأول بعنوان: البدائل التنموية في الاقتصاديات العربية وترشيد استغلال الموارد في ظل التغيرات الإقليمية والدولية، جامعة زيان عاشور، الجلفة، 21/22 نوفمبر 2012، ص 142.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الرائدة في هذا المجال وهي "ألمانيا" فقد تم توفير 150 ألف فرصة عمل، وبحلول العام 2020م يمكن أن يرتفع عدد فرص العمل المتوفرة إلى أكثر من 300 ألف فرصة¹.

خامسا: تلبية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية

يتوقع في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية أن يزداد الطلب بنسب معتبرة خلال العشرية القادمة، وهنا يمكن أن تؤدي مصادر الطاقة المتجددة دورا أساسيا في تلبية الحاجات المتزايدة في المنطقة، كالجزائر بشكل خاص، وشمال إفريقيا ودول الأورو متوسطة بشكل عام².

سادسا: قمة هوبرت

تفترض نظرية قمة هوبرت أن مخزون النفط غير متجدد وأن الإنتاج المستقبلي للنفط في العالم يصل إلى قمته ثم ينحدر كما حصل مع الولايات المتحدة الأمريكية حين وصلت إلى قمة الإنتاج سنة 1971م لتتراجع في فقدان السعة الإنتاجية السب الذي كان له تأثير في حفاظ الأوبك على أسعار النفط وما ترتب عن ذلك في من أزمة نفطية عام 1973م³، ومن ثم عرفت العديد من المناطق تراجعا في الإنتاج كما هو الحال بالنسبة للصين التي أكدت انحدار إنتاجها للنفط في أكبر منطقتين لديها⁴. والمقصود بذروة الإنتاج من منظور الطاقة هو الوصول إلى مرحلة يتعذر فيها تحقيق زيادة في معدلات الإمدادات النفطية وما يتبعها من انكماش اقت

¹ أسامة أمين، 2009، حماية البيئة في ألمانيا، مجلة المعرفة، العدد 98، متوفر على الموقع الإلكتروني:

<http://www.almarefh.org/news.php?action=showid>، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2015/07/13.

² محمود عبد العزيز توني، مصادر الطاقة المتجددة، متوفر على الموقع الإلكتروني: <http://wwwfaculty,KSU.edu.sa/mahmoud>، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2015/07/13.

³ كمال هارون، النفط: أصله، تركيبه، صناعته، مستقبله، مجلة واحات هندسية، الجمعية السعودية للهندسة الكيميائية، العدد الثاني، جانفي 2013، ص 41.

⁴ عبد الحي زلوم وآخرون، 2008، مستقبل الاقتصاد العربي بين النفط والاستثمار، دار الفارس للنشر والتوزيع، الأردن، ص 34.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

2.3- مصدر الطاقات المتجددة المستدامة

توفر مصادر الطاقة المتجددة والمستدامة البديل لمصادر الطاقة التقليدية لما لها من صفات مهمة في كونها غير ملوثة وغير ناضبة ولا تؤدي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ومن ثم لا تؤدي إلى زيادة درجة حرارة الجو. ولقد حظيت هذه الأنواع من الطاقة باهتمام كبير عند كثير من دول العالم حيث أفردت لها ميزانيات وسياسات خاصة من أجل تطوير البحث العلمي وتطوير صناعاتها.

الطاقة المتجددة والمستدامة هي الطاقة المتولدة من المصادر الطبيعية مثل ضوء الشمس والرياح والمياه والأمطار وحرارة جوف الأرض، بالإضافة إلى طاقة الكتلة الحيوية. ففي العام 2006م بلغت نسبة الطاقة المتجددة المستخدمة بحدود 18% من الطاقة الكلية المستخدمة على سطح الأرض، و 13% من هذه الطاقة المتجددة مصدرها طاقة الكتلة الحيوية التقليدية مثل حرق الخشب والنفايات، وقد احتلت طاقة المياه الرتبة الثانية حيث بلغت حوالي 3% من الطاقة الكلية المستخدمة¹.

تتمثل المصادر المتجددة في مزيج طاقي يضم كل من: طاقة الرياح، والطاقة الهيدروليكية، والطاقة الشمسية، وطاقة الأمواج، والطاقة الجوفية في باطن الأرض، وطاقة الكتلة الحيوية، وهي طاقات لا تنضب، ويمكن استغلال مصادر هذه الطاقات لتوليد الكهرباء التي نحتاجها في تسيير الشؤون اليومية سواء في الحياة المنزلية أو المؤسسات الخدمية أو الإنتاجية². وهناك إجماع متنامي على أن مصادر الطاقة المتجددة تؤدي دورا هاما في حل احتياجات العالم من الطاقة، وفي الحفاظ على البيئة من جهة ونضوب المخزون وتغير المناخ وبالأخص بعد إدخال تحسينات على تكاليف هذه المصادر نتيجة للتكنولوجيا المتطورة. والجدول التالي يبين ذلك.

الجدول (3-4) إمكانيات مصادر الطاقة المتجددة خلال 2001

| المستغل | المتاح | الوحدات | التكنولوجيا المصادر |
|---------|--------|--------------------------|------------------------|
| 384 | 19500 | ميغاوات/ كم ² | قدرة البيوماص |
| 33.86 | 120 | مليون | مواقد الخشب |
| 1.74 | 20 | ميغاوات/ كم ² | الطاقة الاجتماعية |
| 1398 | 15000 | ميغاوات | محطات الهيدرو الصغيرة |
| 1367 | 45000 | ميغاوات | طاقة الرياح |
| 16.2 | 1700 | ميغاوات/ كم ² | طاقة النفايات |

¹ وكاع محمد، مرجع سابق، ص 116.

² مجلس الطاقة العالمي، 2000، مرجع سابق، ص 161.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستعمدة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

المصدر: وحيد مصطفى أحمد، مصادر وأنظمة الطاقة الجديدة والمتجددة ج 1 ، ص 30.

يبين الجدول (4-3) الإمكانيات المتاحة والمستغلة من الطاقة المتجددة خلال 2001م لتوليد الطاقة الكهربائية المتجددة، وتعتبر الدول النامية بشكل خاص الأغنى في المصادر الكامنة للطاقة المتجددة مثل الكتلة الحية، والإشعاع الشمسي، والقوى المائية حيث تساهم مثلا الطاقة المتجددة في البرازيل بما يقدر بـ 60% من طاقتها الأولية من المصادر المتجددة، كما يساهم حوض الكاريبي 34%، ومن المتوقع أنتزيم مساهمة الطاقة المتجددة في إجمالي الطاقة الأولية وإنتاج الكهرباء غير أن ذلك لم يحدث على المستوى العالمي فالدلائل التي تحملها السنوات الأخيرة على المستوى العالمي تثبت عكس ذلك. ففي تقرير " الطاقة لعالم الغد حتى 2020 " أن الحد الأقصى لمساهمتها هي 3%¹.

ومصادر الطاقة المتجددة والمستدامة عديدة سوف نحاول استعراضها على النحو التالي:

1.2.3- الطاقة الشمسية Solar energy

تعتبر الشمس المصدر الأساس لطاقة الأرض تصل إليها على موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال موجية مختلفة، بعض منها مهم لاستمرارية الحياة على الأرض والبعض الآخر يتم تحويله من طرف الإنسان من خلال عمليات تحويل مختلفة مثل توليد الطاقة الكهربائية. فالشمس مصدر طاقة لا ينضب، يصل إلى الأرض سنويا بكمية طاقة تقدر بـ $10^{18} * 1.08 \text{ KWh}$ ، وهذا ما يعادل 10 آلاف مرة ما يلزم العالم من الطاقة الابتدائية، وعليه فهو يفوق كثيرا جميع المخزونات المتوفرة ويكفي أن نشير إلى أنها تعطي في 45 دقيقة ما تحتاجه البشرية حاليا من طاقة أولية لسنة، وهذا دليل على المجال الواسع لإمكانية استثمار هذه الطاقة².

تمتاز تكنولوجيات الطاقة الشمسية المباشرة بتنوعها في الطبيعة، وباستجابتها للطرق العديدة التي تستخدمها بها البشر-مثل التدفئة، الكهرباء، الوقود-ونركز في هذا المجال على:

- توليد الكهرباء باستخدام خلايا أشباه الموصلات الضوئية عبر تحويل مباشر لضوء الشمس إلى كهرباء؛
- توليد كهرباء الطاقة الشمسية المركزة بواسطة التركيز الضوئي للطاقة الشمسية من أجل الحصول على سوائل عالية الحرارة أو مواد لتشغيل المحركات الحرارية والمولدات الكهربائية.

أولا: الطاقة الشمسية الحرارية Solar thermal energy

لقد عرف استخدام الطاقة الشمسية للتسخين والتجفيف والتبخير منذ القديم، وقد تطورت صناعة توليد الطاقة من أشعة الشمس حيث أصبحت تشمل العديد من الجوانب، وتم إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام مركبات الطاقة الشمسية حيث يتم تبخير المياه بتوليد درجات حرارة عالية، وتوليد الهيدروجين باستخدام الخلايا الفوتوكيميائية. وتم أيضا استخدام الطاقة الشمسية

¹ المرجع سابق، ص 63.

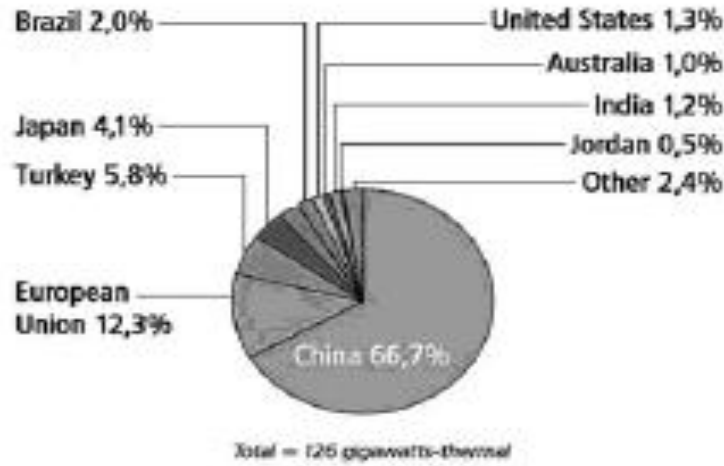
² دلهوم خليفة، مرجع سابق، ص 69

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

بتسخين المياه للاستخدام المنزلي أو التدفئة من خلال تصاميم معمارية خاصة، وقد تم تصنيع سخانات الماء والمطابخ ومجففات الحبوب الشمسية، وكمثال فإن الدنمارك وحدها تنتج ما يزيد على ربع مليون مسخن ماء شمسي سنويا،

قامت كثير من الدول بسن قوانين تلوم كل من يقوم ببناء مسكن جديد أو عمارة بتضمينها وحدات تسخين للطاقة الشمسية، وتعتبر من الأجزاء المكتملة للتصميم ولمنح إجازة البناء. وتتصدر الصين العالم بنسبة 66.7% تليها تركيا بنسبة 5.8% وتأتي المملكة الأردنية في الرتبة الحادية عشر بنسبة 0.5%¹ وهو ما يتضح من الشكل الموالي:

الشكل (3-1) الإنتاج العالمي للطاقة الحرارية الشمسية في العام 2007م للدول العشرة الأولى



المصدر: وكاع محمد، هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة، جامعة فيلادلفيا، ص 120

وتعتمد النظم الشمسية الحرارية لإنتاج الكهرباء على نقل الطاقة الحرارية المجمعة في بؤرة المركز الشمسي إلى محطات حرارية تقليدية قد تستخدم توربينات بخارية أو غازية أو تعمل بنظام الدورة المركبة، وذلك من خلال ربط المركزات الشمسية الحرارية ذات القطع المكافئ، باعتبارها الأكثر انتشارا مع محطات الوقود التقليدية. ورغم أن هناك أساليب للربط بعضها في طور البحث والتطوير، إلا أنه سيتم عرض الأسلوبين المنتشرين وهما: الربط مع دورة رانكن، وهو النظام المتبع في المحطات الشمسية الحرارية بكاليفورنيا، أو بالتكامل مع نظام الدورة المركبة، وهو النظام المتبع في المحطات الشمسية الحرارية بالمغرب والجزائر ومصر.

¹ وكاع محمد، مرجع سابق، ص 120.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

1- النظم الشمسية بالارتباط مع دورة رانكن الحرارية

يتم ربط النظام الشمسي (المكون الشمسي) مع دورة رانكن على المحطات البخارية (المكون الحراري) حيث تنتقل حرارة المائع بالنظام الشمسي عن طريق المبادل الحراري إلى الماء لإنتاج البخار الذي ينقل إلى التوربين البخاري لإنتاج الكهرباء واستكمال الدورة الحرارية. ونظرا لاختلاف كثافة الإشعاع الشمسي على مدار اليوم والسنة، فإن النظام يعمل لحوالي 2400 ساعة سنويا. ويتم الاستعانة بمصدر وقود تقليدي لضمان تشغيل النظام ساعات إضافية (وهو المتبع في المحطات الشمسية الحرارية بكاليفورنيا)¹، حيث يسهم المصدر الإضافي بنسبة 25% من الطاقة المنتجة. ونشير إلى أن عدد ساعات تشغيل المحطة يعتمد على الظروف السائدة في الموقع ويتم تشغيل النظام لمواجهة أوقات الأحمال العالية (10-12 ساعة/اليوم)، وتصل كفاءة النظام في تحويل الطاقة الحرارية إلى كهرباء إلى حوالي 40%، وتصل الكفاءة الإجمالية للمحطة إلى 35%².

2- النظم الشمسية ارتباطا بالدورة المركبة (Integrated Solar Combined Cycle System)

تقوم فكرة عمل المحطة ذات الدورة المركبة على وجود وحدة غازية تستخدم الغاز الطبيعي في إنتاج الكهرباء كمرحلة أولى، وأخرى بخارية حيث يتم فيها استخدام الغازات العادمة الناتجة عن الوحدة الغازية (والتي تكون في درجة حرارة 500) لإنتاج كمية إضافية من البخار بالوحدة البخارية. وتصل الكفاءة الكلية لمحطة الدورة المركبة إلى حوالي 55%، ويمكن ربط النظام الشمسي بالمحطة خلال المرحلة الثانية منها لزيادة إنتاج البخار المستخدم في الإنتاج. ويمكن استخدام النظام الشمسي في:³ (أ) لزيادة إنتاج البخار الناتج عن نظام استعادة الحرارة المفقودة في غازات العوادم من الدورة المركبة ثم ضخ البخار إلى توربينة بخارية، أو (ب) استخدام الحرارة الشمسية لإنتاج بخار عند ضغط منخفض وضخه مباشرة إلى المرحلة ذات الضغط المنخفض بالتوربينة البخارية.

وصل إجمالي القدرات العالمية المركبة للمحطات الشمسية الحرارية إلى حوالي 1.1 جيجاوات في نهاية عام 2010م، وتعتبر المركبات الشمسية بنظام القطع المكافئ هي الأكثر انتشارا تجاريا على المستوى العالمي، حيث بلغ إجمالي القدرات المركبة حوالي 778 م.و، وجاري تنفيذ 1400 ميغاوات، ومخطط إضافة 8100 ميغاوات، ثم تأتي مركبات البرج المركزي بإجمالي قدرات مركبة 44 ميغاوات، وجاري إنشاء 17 ميغاوات، ومخطط إضافة 1603 ميغاوات، ثم المرايا المستوية (عاكس فريسنل الخطي) بإجمالي 9 ميغاوات، وجاري إنشاء 30 ميغاوات، ومخطط إضافة 134 ميغاوات، ثم المركبات الطبقيّة بإجمالي 3 ميغاوات، وجاري إنشاء واحد (1) ميغاوات، ومخطط إضافة 2247 ميغاوات. وذلك في نهاية

¹ الإسكوا، إمكانيات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في دول الإسكوا، الجزء الثاني-النظم الشمسية الحرارية، 2001، ص ص 9-10.

² نفس المرجع، ص 10.

³ نفس المرجع، ص 11.

**الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء
وضرورة الربط الكهربائي العربي**

عام 2010م، بينما يستعرض الجدول (3) القدرات العالمية المركبة للمحطات الشمسية الحرارية في التشغيل من حيث التقنية المستخدمة والسعة وتوقيت التنفيذ/التشغيل والموقع/البلد ووجود نظام تخزين حراري، حتى نهاية عام 2011م¹.

الجدول (3-5) محطات المركبات الشمسية الحرارية في التشغيل حتى نهاية 2011م

| الدولة | قدرة المكون الشمسي (م.و) | نوع التقنية | التنفيذ والتشغيل |
|----------------------------|-------------------------------------|--|---|
| الولايات المتحدة الأمريكية | 354 (9 وحدات) | القطع المكافئ | تم التنفيذ على مراحل في ثمانينات القرن العشرين |
| | 75 | الدورة المركبة المتكاملة مع مركز القطع المكافئ | 2009 |
| | 64 | القطع المكافئ | 2007 |
| | 5 | القطع المكافئ | |
| | 5 | القطع المكافئ | |
| | 2 | القطع المكافئ | 2009 |
| | 1.5 | المركز الطبقي | تم تنفيذه في يناير 2010 |
| اسبانيا | 300 | القطع المكافئ | في الفترة بين 2008 و 2011 |
| | 11 | البرج المركزي | PS10 أول محطة تجارية |
| | 20 | البرج المركزي مع نظام تخزين حراري | التشغيل في 2011 تعاون بين اسبانيا ومصدر أبو ظبي |
| | 1.5 | المرايا المستوية | تم التنفيذ في أبريل 2009 |
| | 100 | القطع المكافئ | ديسمبر 2010 |
| | 250 | القطع المكافئ | 50 م.و/مرحلة، (في الفترة من 2010/11-2009/5) |
| المغرب | 470 (منها 20م.و قدرة المكون الشمسي) | تكامل القطع المكافئ مع الدورة المركبة | 2011 |
| الجزائر | 150 (منها 30م.و قدرة المكون الشمسي) | تكامل القطع المكافئ مع الدورة المركبة | 2011 |
| مصر | 140 (منها 20م.و قدرة المكون الشمسي) | تكامل القطع المكافئ مع الدورة المركبة | 2011 |
| | 0.25 | القطع المكافئ | ديسمبر 2008 |

¹ بئينة أمين راشد، الانبعاثات الملوثة للبيئة بقطاع الكهرباء في الدول العربية، ورقة عمل حول "دور الطاقة المتجددة في الحد من التلوث، طاقة خضراء من شمس الصحراء"، الإسكوا، 27-28 مايو/أيار 2012، الدوحة، ص 12.

**الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء،
وضرورة الربط الكهربائي العربي**

| | | | |
|-------------------------|--|--|---------|
| التشغيل التجاري في 2010 | تكامل القطع المكافئ مع الدورة المركبة | 467 م.و (منها 17م.و قدرة المكون الشمسي) | إيران |
| يوليو 2010 | القطع المكافئ | 5 | إيطاليا |
| ديسمبر 2008 | البرج المركزي | 1.5 | ألمانيا |

المصدر: بثينة أمين راشد، مرجع سابق، ص ص 12-13.

3- الوضع العالمي والإقليمي للتسويق والتصنيع

أ) القدرة المركبة والطاقة المولدة: بلغت مراكز الطاقة الشمسية، قدرة متراكمة مركبة حوالي 0.7 جيجاوات، وهناك قدرة أخرى قيد الإنشاء تصل إلى 1.5 جيجاوات. وتتراوح عوامل القدرة لعدد من محطات هذه المراكز بين 25% و 75%، ويمكن أن تكون أعلى بالنسبة للتوليد الفوتوفلطائي لأن محطات المراكز لديها الفرصة لإضافة وحدات تخزين حرارية. والحد الأدنى لنطاق عامل القدرة ليس له تخزين حراري، بينما يصل الحد الأقصى حتى 15 ساعة من التخزين الحراري. ب) قدرة الصناعة وسلسلة الإمداد: ما تزال تكنولوجيا وقود الطاقة الشمسية في مرحلة ناشئة، وليس هناك حيز في سلسلة الإمداد في الوقت الحاضر للتطبيقات التجارية، وسيشمل وقود الطاقة الشمسية الكثير من تكنولوجيا حقل الطاقة الشمسية، حيث يتم نشره لأنظمة مراكز الطاقة الشمسية في درجة حرارة عالية، بالإضافة إلى تقنيات توزيع مماثلة لتلك التي في صناعة البتروكيماويات.¹

ثانياً: الطاقة الفوتوفولطائية Photovoltaic solar energy

تسمى أيضا الطاقة الكهربائية الشمسية. وتعرف الظاهرة الفوتوفولطائية على أنها عملية تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية مباشرة باستخدام الخواص الإلكترونية لبعض المواد والمركبات التي تصنف ضمن أشباه الموصلات. ويتم تحويل الضوء إلى طاقة كهربائية من خلال تراكيب إلكترونية تسمى الخلايا الشمسية، ومن الصفات الفريدة لهذه الخلايا هي تولد مجال كهربائي داخلي قادر على فصل الإلكترونات والتقوب الحرة². وللعلم فإن:

$$\text{الطاقة الكهربائية المتولدة ضمن الخلية الشمسية} = \text{الفولتية} \times \text{التيار}$$

ولقد أمكن ربط الخلايا الشمسية على التوازي وعلى التوالي لتشكيل مجموعات طاقة. فعند ربط الخلايا على التوالي تزداد الفولتية مع بقاء التيار ثابتا، بينما يزداد التيار وتبقى الفولتية ثابتة عند ربط المجموعة على التوازي، وعند ربط المجموعات على التوالي والتوازي معا يتم الحصول على التوليفات والتيارات المناسبة³. ولعل أكبر وحدة توليد الطاقة الكهربائية صنعت في اسبانيا عام 2008م حيث تم توليد 60 ميغا وات من هذه الوحدة.

¹ التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2009، مرجع سابق، ص 64.

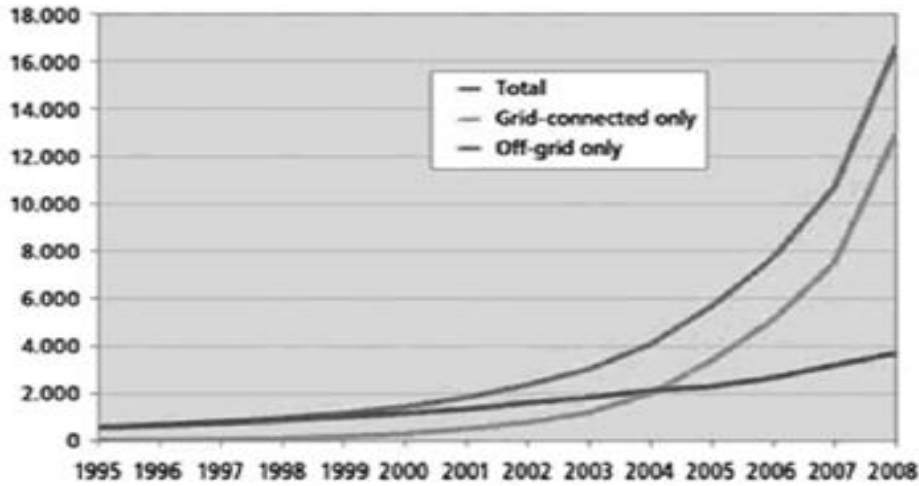
² وكاع محمد، مرجع سابق، ص 120.

³ نفس المرجع، ص 120.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

أدى تطور تكنولوجيا الخلايا الفوتوفولطائية إلى انخفاض كلفتها بشكل كبير جدا إذ أصبحت الكلفة لا تتجاوز 1%، ففي حين بلغت الكلفة 100 يورو/ وات عام 1965م أصبحت أقل من واحد يورو/ وات عام 2007م، وهو ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل (2-3) تطور إنتاج الطاقة الكهربائية الشمسية في العالم للفترة 1995-2008م



المصدر: وكاع محمد، مرجع سابق، ص 121.

ولقد تصدرت ألمانيا بلدان العالم في إنتاج الطاقة الكهربائية الشمسية، حيث تم إنتاج ما يزيد عن 3.5 تريليون وات-ساعة عام 2008م، تليها اسبانيا فاليابان ثم الولايات المتحدة الأمريكية، وبعدها كوريا الجنوبية.

ويشهد الطلب العالمي على نظم الخلايا الشمسية الضوئية نموا سريعا حيث بلغ إجمالي القدرات المركبة لمحطات إنتاج الكهرباء باستخدام نظم الخلايا الشمسية 40 جيجاوات في نهاية 2010م (مقارنة بإجمالي 23 م. وفي 2009م)، تتركز في ألمانيا (17.3 جيجاوات)، واسبانيا (3.8 جيجاوات)، والولايات المتحدة الأمريكية (2.5 جيجاوات)، والصين (0.9 جيجاوات)، أما باقي دول الاتحاد الأوروبي السبع وعشرين (29 جيجاوات). وأن كلفة الإنتاج في تدني مستمر (بمعدل 5% في السنة) ويعود ذلك بشكل أساس للإنتاج المتزايد أو ما يعرف بالـ "Economy of Scale" وإلى تقدم التقنيات وتحسين فعاليتها. ويعود انتشار هذه الطاقة إلى تعدد مجالات استخدامها ومن أهمها:¹

- تأمين المياه وتزويد المناطق النائية بالكهرباء حيث لا توجد شبكة للتوزيع أو هناك أعطال عليها؛
- التغذية الكهربائية للمنشآت الفتيّة النائية (أجهزة إرسال، مراقبة، مضخات، ...)
- لا تتطلب أعمال صيانة ولا قطع غيار (ليس هناك من قطع متحركة).

¹ كمال الحايك، مرجع سابق، ص 55.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

1- التكنولوجيا والتطبيقات:

يوضع لوح رقيق من مادة شبه موصلة مثل السيلكون مقابل الشمس، ويتكون هذا اللوح، المعروف بالخلية، من طبقتين متميزتين تتشكلان بواسطة شوائب مدخلة في السيلكون فتؤدي إلى وجود طبقة من نوع n وأخرى من نوع p تشكل نقطة اتصال على الواجهة. الفوتونات الشمسية التي تضرب الخلية تولد أزواجاً من ثغرات إلكترونية يفصل بينها مكانياً مجال كهربائي داخلي عند نقطة الاتصال، ينتج عن هذا شحنات سالبة على جانب واحد من الواجهة وشحنات موجبة على الجانب الآخر. كما يحدث هذا الفصل الناتج بين الشحنات جهداً كهربائياً، وعندما يوصل جانباً الخلية المنارة بشحنة، يتدفق التيار من جانب الجهاز عبر الشحنة إلى الجانب الآخر من الخلية مولداً بذلك الكهرباء.

ويشمل تطبيق أشباه الموصلات الضوئية للطاقة أكثر من مجرد خلايا ووحدات، فنظام أشباه الموصلات الضوئية يتضمن في كثير من الأحيان عاكساً لتحويل التيار المستمر من الخلايا إلى تيار متناوب (متردد) ليتوافق مع الشبكات والأجهزة المشتركة. أما بالنسبة للتطبيقات غير المتصلة بالشبكة، فقد يشمل النظام أجهزة تخزين مثل البطاريات. والعمل جارٍ لكي تصبح هذه الأجهزة أكثر جدارة في التعويل عليها، وتخفيض تكلفتها وإطالة عمر استخدامها ليوازي عمر استخدام الوحدات¹.

تنقسم نظم طاقة أشباه الموصلات الضوئية إلى نوعين: متصلة بالشبكة وغير متصلة، كما تنقسم تلك النظم المتصلة هي الأخرى إلى نوعين: موزعة ومركزية، حيث يتكون النظام الموزع من عدد كبير من محطات توليد الكهرباء المحلية الصغيرة، وبعضها يمد الكهرباء أساساً إلى الزبائن في الموقع، وتقوم الكهرباء المتبقية بتغذية الشبكة، بينما يعمل النظام المركزي بصفته محطة كهرباء كبيرة. في حين تخصص النظم غير المتصلة بالشبكة لمجموعة واحدة أو مجموعة صغيرة من الزبائن، وتتطلب عموماً عنصر تخزين الكهرباء أو الطاقة الكهربائية الاحتياطية. وتتطوي هذه الأنظمة على إمكانات كبيرة في المناطق غير المزودة بالكهرباء.

2- الوضع العالمي والإقليمي للتسويق والتصنيع

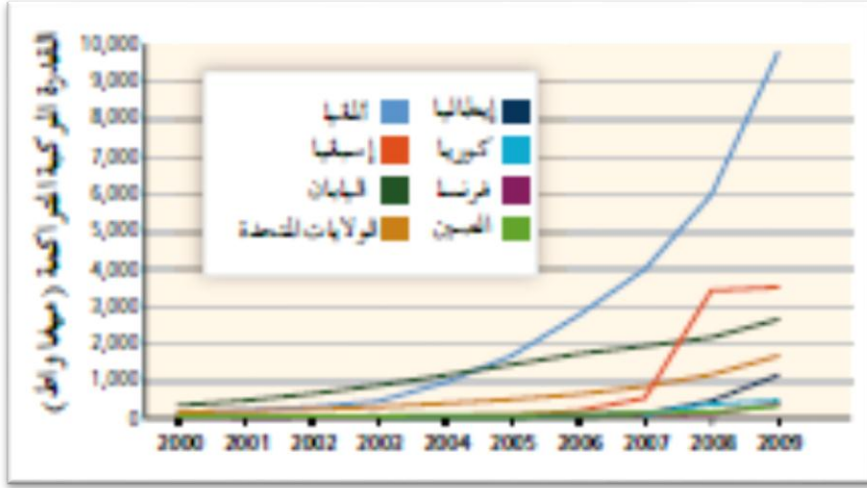
أ) القدرة المركبة والطاقة المولدة: في عام 2009م تم تركيب حوالي 7.5 جيجاوات من النظم الفوتوفلطائية، وقد رفع هذا القدرة التراكمية للطاقة الفوتوفلطائية المركبة في جميع أنحاء العالم في عام 2009م إلى حوالي 22 جيجاوات، وهي قدرة قادرة على توليد ما يصل إلى 26 تيراوات-ساعة سنوياً².

¹التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2009، مرجع سابق، ص 62.

²نفس المرجع، ص 63.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الشكل (3-3) قدرة الطاقة الفوتوفلطية المركبة في ثمانية أسواق للفترة 2000-2009م



المصدر: التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2009، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، ص 63.

يوضح الشكل (3-3) النمو في أكبر الأسواق الثمانية في الطاقة الفوتوفلطية لعام 2009م، وتستحوذ إسبانيا وألمانيا على أكبر قدر من الطاقة الشمسية المركبة في السنوات الأخيرة. وقد تم تركيب أكثر من 90% من هذه القدرة في ثلاثة أسواق رائدة: الاتحاد الأوروبي بنسبة 73% من المجموع، واليابان بنسبة 12%، والولايات المتحدة الأمريكية بنسبة 8%. ويتصل ما يقرب 95% من قدرة الكهرباء الفوتوفلطية المركبة من دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بالشبكة، والباقي من خارج الشبكة.

ب) قدرة الصناعة وسلسلة الإمداد: تجاوز معدل النمو السنوي المركب في الإنتاج التحويلي الفوتوفلطائي خلال الفترة 2000-2009م نسبة 50%، وفي عام 2009م بلغ إنتاج الخلايا الشمسية نحو 11,5 جيجاوات سنويا موزعة بين عدة اقتصادات: الصين لديها حوالي 51% من الإنتاج العالمي (14% من مقاطعة تايوان الصينية)، وأوروبا حوالي 18%، واليابان حوالي 14%، والولايات المتحدة الأمريكية حوالي 5%. وفي جميع أنحاء العالم هناك أكثر من 300 مصنعا تنتج الخلايا والوحدات الشمسية، وفي عام 2009م كانت الخلايا والوحدات الشمسية القائمة على السيلكون تمثل نحو 80% من السوق العالمية¹.

¹ نفس المرجع، ص 64.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء، وضرورة الربط الكهربائي العربي

2.2.3- طاقة الرياح:

الرياح هي هواء متحرك، فهي تمتلك طاقة حركية يمكن تحويلها إلى طاقة توربينية دورانية منتظمة باستخدام توربينات الرياح، وهذه التوربينات الدوارة يمكن استخدامها في رفع المياه وطحن الحبوب وتوليد الطاقة الكهربائية، إلا أن استخدامها بدأ يقل منذ اكتشاف مصادر الطاقة الأحفورية وانتشار الشبكات الكهربائية. وتعتبر الشمس المصدر الأساس لطاقة الرياح، فنتيجة لتغير الضغط ودرجة الحرارة بين الطبقات الهوائية تنتقل جزيئات الهواء من أماكن الضغط المرتفع إلى أماكن الضغط المنخفض.

ومع مرور الزمن تطورت عملية توليد الطاقة الكهربائية من الرياح وانخفضت معها تكاليف ذلك وأصبح تقدير التكلفة في المناطق المفضلة في العالم قريبة جدا من مصادر الطاقة الأخرى، فتطورت تكلفة توليد الكهرباء من توربينات الرياح من 1 دولار في 1978م إلى 5 سنت ليقتدر في 2003م بـ 3.6 سنت¹. ولإنتاج الطاقة يتطلب توفر أبعاد محددة أو أبعاد نموذجية هي: 50 متر لقطر العضو الدوار وارتفاع 100 متر، وهناك مجموعة من الدول التي تركز في توليد الطاقة الكهربائية على الرياح بشكل كبير وهي ممثلة في الجدول التالي:

الجدول (6-3) أكبر الدول في توليد طاقة الرياح خلال الفترة 2000-2003

| الدولة | سعة التوليد MW | | | | | | | | | |
|--------|----------------|------------------|---------|------------|-------|---------|-----------------|--------|---------|-----------------|
| | ألمانيا | الولايات المتحدة | اسبانيا | الدانيمارك | الهند | إيطاليا | المملكة المتحدة | هولندا | اليابان | باقي دول العالم |
| 2000 | 8734 | 4245 | 3550 | 2465 | 1456 | 700 | 525 | 523 | 357 | 1975 |
| 2001 | 10650 | 4329 | 4039 | 2515 | 1705 | 755 | | | | |
| 2003 | 14612 | 6361 | 6420 | 3076 | 2125 | 922 | 759 | 938 | 761 | 40301 |

المصدر: وحيد مصطفى أحمد، مرجع سابق، ص 32.

يبين الجدول (6-3) تطور توليد الكهرباء الريحية من طرف أكبر الدول المستخدمة لها ويظهر جليا تبني هذه الطاقة من طرف الدول الأوروبية وعلى رأسها ألمانيا بأكثر سعة توليد خلال ثلاث سنوات، غير أن كمية الطاقة المساهمة في هذا المصدر ما زالت تشكل جزءا صغيرا فقط من مجمل الطلب على الطاقة الكهربائية.

تقدر مصادر طاقة الرياح المتوفرة في العالم والتي يمكن الاستفادة منها بشكل عملي (حيث سرعة الرياح تزيد عن 4متر/الثانية) ما يزيد بخمسة أضعاف إنتاج الطاقة في العالم أو ما يزيد عن 40 ضعفا من الطاقة الكهربائية المنتجة وهذا يقدر بحوالي 53000 تريليون وات-ساعة سنويا، وهذا الرقم يزيد أربع مرات عما تم استهلاكه من الطاقة الكهربائية عام 1998م في كافة أنحاء العالم. ولقد قدرت منظمة الطاقة العالمية (IFA) بأن استهلاك الطاقة الكهربائية سوف يتضاعف

¹ وحيد مصطفى أحمد، 2009، مصادر وأنظمة الطاقة الجديدة والمتجددة، الجزء الثاني، دار الكتاب العلمية للنشر والتوزيع، مصر، ص 32.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

مرتين بحلول العام 2020م، والتقديرات المنطقية باستخدام طاقة الرياح هي بنسبة 20% من إنتاج الطاقة الكهربائية. ويخطط المسؤولون في الدنمارك لرفع هذه النسبة إلى 50% بحلول 2030م¹.

أولاً: استخدام طاقة الرياح في توليد الكهرباء

استخدمت طاقة الرياح لآلاف السنين في فئة واسعة من التطبيقات. غير أن استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء على نطاق تجاري، لم يصبح خياراً مجدياً إلا في سبعينات القرن العشرين نتيجة للتقدم الفني والدعم الحكومي، وتوافر عدد من تكنولوجيات طاقة الرياح المختلفة من خلال فئة من التطبيقات، ويكمن الاستخدام الأولي لطاقة الرياح الذي له صلة بتخفيف المناخ في توليد الكهرباء من توربينات رياح كبيرة موصولة بالشبكة، يجري نشرها إماعلى اليابسة أو في البحر أو في مجاري المياه العذبة.

توفر طاقة الرياح إمكانيات كبيرة لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة في الأجلين القريب والبعيد (2050م) وقد كانت قدرة طاقة الرياح المركبة بحلول نهاية 2009م قادرة على الوفاء بنحو 1.8% من الطلب العالمي علنا لكهرباء، ويمكن نلهذا الإسهام أن ينمو ليتجاوز 20% بحلول 2050م²، وتم بالفعل نشر طاقة الرياح على اليابسة بوتيرة سريعة في بلدان كثيرة، مع عدم وجود حواجز فنية تذكر تحول دون زيادة مستويات تغلغل طاقة الرياح في نظم الإمداد بالكهرباء. وعلى الرغم من أن متوسط سرعة الرياح يتباين بصورة كبيرة حسب الموقع، هناك إمكانيات فنية وفيرة في معظم مناطق العالم تمكّن من نشر طاقة الرياح على نطاق واسع. وفي بعض المناطق التي تتوفر فيها موارد جيدة للرياح، فإن تكاليف طاقة الرياح تنافس بالفعل الأسعار الزاهنة في سوق الطاقة، حتى وإن لم تؤخذ الآثار البيئية النسبية في الاعتبار. ومن المتوقع أن يستمر إحراز التقدم في تكنولوجيا طاقة الرياح على البر وفي البحر، مما سيزيد من تخفيض تكاليف طاقة الرياح وتحسين إمكانيات تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة

1- التكنولوجيا والتطبيقات

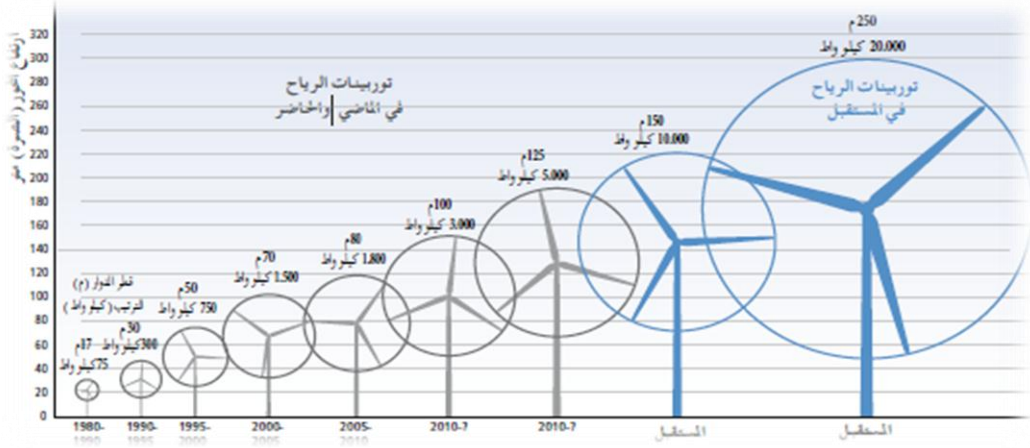
يتطلب توليد الكهرباء من الرياح تحويل الطاقة الحركية الناتجة عن تحرك الهواء إلى طاقة كهربائية، ويتمثل التحدي الهندسي الذي يواجه صناعة طاقة الرياح في تصميم توربينات رياح فعّالة التكاليف ومحطات كفاءة للطاقة لإجراء هذا التحويل، ورغم أنه تم بحث ودراسة تشكيلة من التوربينات، فإن التوربينات المتاحة على نطاق تجاري هي في المحل الأول آلات أفقية المحور لها ثلاث ريش موضوعة على برج في الاتجاه الذي تأتي منه الرياح. وبغية تقليل التكلفة الإجمالية المقومة لطاقة الرياح، زادت أحجام توربينات الرياح النموذجية بصورة كبيرة، لاحظ الشكل التال

¹ وكاع محمد، مرجع سابق، ص ص 117-118.

² لتقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2009، مرجع سابق، ص 95.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الشكل (4-3) النمو في حجم توربينات الرياح التجارية النموذجية



المصدر: الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ، 2009، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، ص 96.

أما معدل القدرة، فإن القسم الأكبر من توربينات الرياح المركبة عالمياً في عام 2009 على البر يتراوح بين 1.5 و2.5 ميغاوات، وبحلول 2020م ستكون توربينات الرياح المقامة على البرّ تعلو على نحو نموذجي أبراجاً ترتفع من 50 إلى 100 متر، مع دورات يبلغ قطرها عادة من 50 إلى 100متر؛ ويتم تشغيل آلات تجارية بأقطار للدورات وارتفاعات للأبراج يتجاوز 125 متراً، بل إن آلات أكبر توجد قيد التطوير. إن تكنولوجيا طاقة الرياح على البرّ يتم بالفعل تصنيعها تجارياً ويجرى نشرها على نطاق واسع¹.

ومن منظور الموثوقية بالشبكة الكهربائية، فإن جزءاً مهماً من توربين الرياح هو نظام للتحويل الكهربائي، وبالنسبة للتوربينات الحديثة، فإن آلات متباينة السرعات تسيطر على السوق حالياً. مما يتيح توفير طاقة تفاعلية حقيقية والقدرة على التركيب للتخلص من الأعطال، لكن بدون أي رد فعل للقصور الذاتي²، وقد اعترف صناع التوربينات بهذا العيب الأخير ويطبّقون تشكيلة من الحلول.

2- إنتاجية توربينات الرياح

تدور توربينات الرياح الحديثة ببطء لتنتج الطاقة بشكل فعال جداً وملائم، وتوفر طاقة كهربائية تكفي ما بين 1000 إلى 2000 منزل في ألمانيا، بمعدل أربعة أفراد في كل منزل، ويزداد إنتاج توربينات الرياح من خلال الجزء المرتد من الريش الدوارة ومن خلال قوة الريش الثلاث مع سرعات الرياح، وأن زيادة سرعة الرياح بنسبة 10% تؤدي إلى زيادة في الإنتاج بمعدل الثلث³. ويعد معدل سرعة الرياح في الموقع عامل حاسم بالنسبة لإنتاج الطاقة الذي يمكن استخلاصه من توربينات الرياح، وتتعرض الأبراج الشاهقة لرياح أشد من حيث السرعة وتلتقط ريشها الدوارة ما يفوق هذه الطاقة بكثير.

¹ نفس المرجع، ص 96-97.

² رد فعل للقصور الذاتي: أي أن التوربينات لا تزيد المنتج من الطاقة أو تقلله في تزامن مع اختلال توازن طاقة الشبكة

³ الوكالة الألمانية للطاقة، مرجع سابق، ص 6.

**الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء
وضرورة الربط الكهربائي العربي**

الجدول (7-3) تطور التكنولوجيا من خلال زيادة طاقة الرياح الناتجة للفترة 1980-2008م

| 2008 | 2005 | 2000 | 1995 | 1990 | 1985 | 1980 | |
|-------|-------|------|------|------|------|------|---|
| 6000 | 5000 | 1500 | 600 | 250 | 80 | 30 | الطاقة الإسمية (KW) |
| 126 | 115 | 70 | 46 | 30 | 20 | 15 | القطر الدوار (متر) |
| 135 | 120 | 100 | 78 | 50 | 40 | 30 | ارتفاع المحور (متر) |
| 20000 | 17000 | 2500 | 1250 | 400 | 95 | 25 | ناتج الطاقة سنويا (10 ³ KWh) |

المصدر: الوكالة الألمانية للطاقة، 2009، الطاقة المتجددة-تقنيات الطاقة المتجددة قصة نجاح ألمانية، ص6.

ثانيا: استخدام الرياح البحرية في توليد الكهرباء

تتميز الرياح البحرية بكونها أكثر قوة وثباتاً، وتزيد إنتاجيتها في البحر بنسبة 40% عنه في البر، ومعظم التوربينات مثبتة بعيداً عن الشاطئ، حيث تكون غير مرئية من اليابسة، وتتمتع توربينات الرياح البحرية بقوة هائلة. فعلى المدى البعيد (بحلول عام 2030م) سيتم تأسيس محطات الرياح البحرية في ألمانيا لتقي بنسبة 15% من طلبها على الكهرباء مع توفير ما يصل إلى 25000 ميغاوات من الطاقة، وذلك وفقاً لخطط الحكومة الألمانية. وتعمل مع ظم جهات تصنيع التوربينات حالياً على تطوير وإنتاج جيل جديد من توربينات الرياح الساحلية والتي تتميز بكونها أكبر، وبالتالي أكثر فعالية من حيث التكلفة، على أن تصل طاقة التوربين الواحد منها إلى خمسة ميغاوات، علماً بأن معظم التوربينات المثبتة حالياً تصل طاقتها إلى 3,7 ميغاوات¹.

وقبل نهاية عام 2009م تم الانتهاء من محطات لرياح المنشأة في البحر في اثنتا عشرة دولة، تسع منهن من الاتحاد الأوروبي وبعض التثبيتات الثانوية بالصين واليابان، وقد قدر إجمالي الطاقة المثبتة قبالة الشاطئ بـ: 1956 ميغاوات، وهو ما يقرب 1.2% من طاقة الرياح على مستوى العالم. وفي عام 2009م تم إضافة التوربينات ذات الطاقة 45 ميغاوات بمحطات الرياح الرائدة بكل من الدانمرك، والمملكة المتحدة، وألمانيا، والسويد، والصين، وقيل شهر نوفمبر من عام 2009م تم إكمال محطة الرياح الأولى في ألمانيا عند البحر الشمالي ومجموع طاقتها الكلية هو 60 ميغاوات، ومحطة بشمال جزيرة Borkum ومجمل طاقتها 45 ميغاوات. وفي سبتمبر عام 2010م تم إنهاء إنشاء محطة رياح قبالة الساحل بحي Thanet في كنت بإنجلترا، وإجمالي طاقتها 300 ميغاوات، وتعد أكبر محطة رياح بحرية جاهزة للعمل على مستوى العالم. وفي أكتوبر 2010م أصبحت محطة رياح أخرى جاهزة للعمل ببحر البلطيق، ومجمل طاقتها 207 ميغاوات. وهناك العديد من المشاريع في طور التخطيط².

¹ نفس المرجع، ص 6.

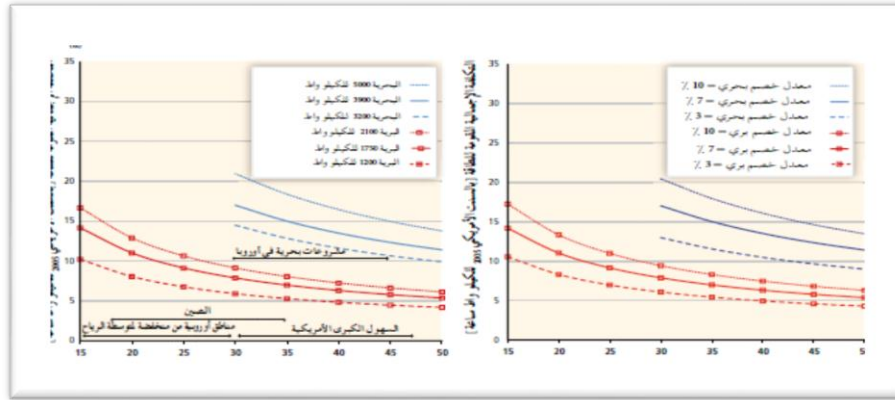
² نفس المرجع، ص6.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

بدأت عدة بلدان تحقق مستويات مرتفعة نسبياً من كهرباء الرياح سنوياً في شبكاتنا الخاصة. وبالرغم من هذه الاتجاهات، لا تزال طاقة الرياح تمثل قسماً صغيراً نسبياً من الإمداد بالكهرباء على النطاق العالمي، لأن إجمالي قدرة إنتاج طاقة الرياح المركبة حتى نهاية 2009م، لن تفي في معدلها السنوي، إلا بنحو 1.8% من الطلب العالمي على الكهرباء فحسب.

ويتطلب نشر طاقة الرياح التغلب على عدد من التحديات، منها: التكلفة النسبية لطاقة الرياح مقارنة بأسعار سوق الطاقة، على الأقل إنلمتدرج الآثار البيئية وتعطى لها قيمة نقدية، والمخاوف من تأثير تقلب طاقة الرياح، وتحدي بناء خطوط نقل جديدة، والتخطيط الثقيل والبطيء، وإجراءات تحديد المواقع وإصدار التراخيص، والاحتياجات من التقدم العلمي والتكلفة الأعلى لتكنولوجيا طاقة الرياح في البحر؛ والافتقار للمعرفة المؤسسية والفنية في أقاليم لم تجرب بعد نشر طاقة الرياح على نطاق واسع. ونتيجة لذلك، يتأثر النمو مجموعة عريضة من السياسات الحكومية

الشكل (3-5) التكلفة الإجمالية المقومة لطاقة الرياح البرية والبحرية (بالسنت الأمريكي 2005 للكيلومات ساعة)



المصدر: التقرير الخاص للهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ، 2009م، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، (الملخص الفني) ص 102.

على الرغم من أن تقديرات التكاليف البحرية محاطة بشكوك أكبر، تقدر التكلفة الإجمالية المقومة النموذجية للطاقة بما يتراوح بين 10 سنت للكيلوات ساعة وأكثر من 20 سنتا للكيلوات ساعة بالنسبة للمحطات المشيدة حديثاً أو في طور الإنجاز والواقعة في مياه أضحل نسبياً. وحيثما تكون موارد الرياح البرية محدودة، فإن المحطات البحرية يمكن أن تنافس المحطات البرية أحياناً.

3.2.3- طاقة الكتلة الحيوية Energy Biomass

الكتلة الحيوية مصطلح عام يغطي أنواعا كثيرة من المخلفات النباتية والحيوانية الأصل، وهذا يشمل الوقود الأحفوري. غير أننا سوف نقتصر استخدام مصطلح الكتلة الحيوية على الطاقات المتجددة والبديلة للوقود الأحفوري. فهي تشمل الأخشاب والفضلات النباتية والحيوانية والبشرية، والتي بإمكانها توليد الطاقة بشكل مباشر أو بطرق تحويلية خاصة¹.

كما يعرف الوقود الحيوي بأنه الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها، وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وكافة أنواع الوقود الأحفوري والوقود النووي². وهذا الوقود نظيف يعتمد إنتاجه في الأساس على تحويل الكتلة الحيوية سواء كانت ممثلة في صورة حبوب ومحاصيل زراعية مثل الذرة وقصب السكر أو في صورة زيوت كزيت فول الصويا وزيت النخيل وشحوم حيوانية إلى إيثانول كحولي أو ديزل عضوي، مما يعني إمكانية استعمالها في الإنارة وتسيير المركبات وإدارة المولدات وهذا ما هو واقع فعلا وعلى نطاق واسع في دول كثيرة أبرزها أمريكا والبرازيل وألمانيا والسويد وكندا والصين والهند³.

لقد ظلت الكتلة الحيوية المصدر الرئيس لتجهيز الحرارة والضوء في العالم منذ القدم، وقد حل محلها في نهاية القرن التاسع وقود الفحم والنفط في الدول الصناعية، بينما ظل استخدامها واسعا في الدول النامية. لقد أدى نقص الطاقة عام 1973م مع تنامي القلق البيئي إلى إعادة دراسة استخدام الكتلة الحيوية مرة أخرى في كافة أنحاء العالم وبالأخص في أوروبا، فمواد القش لتوفير الماء والهواء الحارين والبخار متوفرة في معظم الأسواق الأوروبية⁴.

ومن المرجح أن يظل الوقود الحيوي السائل يمثل جانبا صغيرا نسبيا من أسواق الطاقة الإجمالي، وحسب الوكالة الدولية للطاقة فإن الطلب العالمي الإجمالي على الطاقة الأولية يبلغ نحو 11400 مليون طن مكافئ نفط سنويا، بينما تمثل الكتلة الحيوية (منتجات زراعية وغابية ومخلفات ونفايات عضوية) 10% من هذا المجموع. فالطلب العالمي على الطاقة الأولية يسيطر عليه الوقود الأحفوري سيطرة ساحقة حيث يمثل حاليا 81% من المجموع ومن المتوقع أن تبلغ هذه الحصة 82% سنة 2030م، مع زيادة حصة الفحم على حساب النفط، في حين تمثل منتجات الكتلة الحيوية والمخلفات 10%⁵.

ومن الجدير بالذكر أن الخطوة الأولى في تقدير حجم ومصادر الكتلة الحيوية هي معرفة ما هو متوفر منها وسهولة الحصول عليها ومدى ديمومتها ومعقولة معدل استخدامها إذ أن استخدام هذا الوقود بشكل يفوق إنتاجه يجعله من الطاقات

¹ نفس المرجع، ص 118.

² موسى الفياض، عبير أبو رمان، 2009، الوقود الحيوي، الآفاق والمخاطر والفرص، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، المملكة الأردنية الهاشمية، ص 1.

³ نفس المرجع، ص 1.

⁴ محمد وكاع، مرجع سابق، ص 118.

⁵ موسى الفياض، عبير أبو رمان، مرجع سابق، ص 3.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

غير المستدامة. أما الخطوة الثانية فهي كلفة هذا الوقود، فكلقة القش في الأرض الزراعية رخيصة إلا أن كلفة جمعه ونقله إلى مكان آخر قد يضيف مبالغ إضافية تجعل كلفته غير اقتصادية للاستخدام. وفي المقابل ينبغي التفكير بأن ترك الفضلات بأنواعها أو إلقائها في الأنهار سيؤدي إلى التلوث أو تجمع الحشرات الوبائية والقوارض التي تؤذي المحيط السكني حولها.

أولاً: مصادر الكتل الحيوية

يمكن تقسيم مصادر الكتل الحيوية إلى ثلاثة أنواع وهي:¹

- 1- **الأخشاب:** تعتبر من مصادر الطاقة المفضلة وذلك لتوفرها في كل مكان تقريباً. لقد أنشأت أغلب بلدان العالم أقساماً لإدامة الغابات وذلك من خلال زراعة الأشجار ذات الدورة القصيرة في النمو أو الأشجار ذات الإنتاج الكبير للأخشاب.
- 2- **المخلفات النباتية والحيوانية والفضلات المنزلية والبلدية:** وتشمل القش وقشور الرز والأغلفة والسيقان وروث الحيوانات وهي من أقدم المصادر التي استعملها الإنسان لتوليد الطاقة.
- 3- **محاصيل إنتاج الطاقة:** ومنها المحاصيل العشبية كالذرى والبنجر وقصب السكر وهي تتحمل أجواء نمو قياسية، ومحاصيل السكر والنشويات كالبنجر الحلو وشجرة الكاسافا والبطاطا التي تفرغ التربة من النيتروجين، والأشجار المائية وهي لا تحتاج إلى أراضي زراعية كالأبصال النهريّة التي لها قابلية نمو عالية جداً تزيد على 60 طن/هكتار سنوياً ولكنها تسبب مشاكل بيئية إذا تسربت إلى مجاري الأنهار الطبيعية كما تقوم بتجميع أنواع السميات (Toxins) وتحتوي على أنسجة تؤذي الكائنات الحية، والنباتات الزيتية والكربوهيدراتية التي لا تستخدم للاستهلاك البشري مثل جوز الخروع.

طرق تحويل الكتل الحيوية عديدة ومتنوعة منها: طرق فيزيائية كالتجفيف والتكثيف وضغط الحجوم أو طرق حرارية كالحرق أو الأكسدة أو طرق كيميائية كالتخمير والتفاعلات اللاهوائية، وتؤدي عمليات التحويل في النهاية إلى الحصول على مواد صلبة أو سائلة أو غازية، وهذه هي إحدى محاسن طاقة الكتل الحيوية التي لا تتوفر في الطاقات الأخرى حيث ينتج الوقود الحيوي.

ثانياً: أنواع الوقود الحيوي

الوقود الحيوي هو ناتج من نواتج الكتل الحيوية ويشمل الإيثانول والديزل الحيوي (الكازوال) والميثانول ومشتقاته، ويستخدم هذا الوقود لتحرير الطاقة الكيماوية المخزن فيه عن طريق احتراقه في مكائن الاحتراق الداخلي.

- 1- **الإيثانول:** وقود حيوي سائل ينتج بطريقة تخمر الفضلات بواسطة الكائنات الحية بغياب الهواء، وتتم هذه العملية بصورة طبيعية واستخدام كمحلول مذيّب في بعض الصناعات الكيماوية، ولقد تم تطوير وسائل إنتاجه وذلك بتقليل الطاقة المصروفة لتصنيعه. والبحوث جارية بشكل نشط ومستمر لإنتاج سيارات تعمل بالإيثانول فقط حيث لا توجد له أية مخلفات جانبية، ويؤدي ذلك إلى انخفاض نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والإيثانول مصدر جديد لإنتاج الهيدروجين الذي يستخدم في الوقود الخلوي وهو الآخر قيد البحث والتطوير.

¹ محمد وكاع، مرجع سابق، ص 119.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء، وضرورة الربط الكهربائي العربي

2- الوقود الحيوي (Biofuel) هناك نوعان من الوقود الحيوي يسمى الأول بالكازول أو الديزل الحيوي (Biodiesel) حيث تسحق كمية من الذرى ويتم خلطها مع الكازولين، والوقود الثاني الميثانول وهو سائل ينتج بطريقة التحلل الحراري (Paralysis) حيث تتحلل الكتل الحيوية في درجات حرارة تزيد على 300 درجة مئوية (تحلل لا هوائي). ولقد تم إنتاج غاز الميثان من فضلات الأوراق وإنتاج السكر والمجاري وفضلات الحيوانات التي تخلط مع بعضها وتترك لتتحلل وتنتج غاز الميثان، كما تم تحضير غاز ميثان مطور يكاد يكون غازا طبيعيا.

ثالثا: فرص ومخاطر الوقود الحيوي

يتميز الوقود الحيوي بانخفاض تكلفته وإمكانية إنتاجه في أي زمان ومكان من الأرض بسبب توافر مواده الأولية وعدم تقيدها بأي عوامل جغرافية أو طبيعية، وهي ميزة تفتقدها مصادر الطاقة المتجددة الأخرى. والميز الكبرى للوقود الحيوي التي نأمل تطويرها هي إمكانية إنتاجه من الكتلة الحيوية، بالإضافة إلى إمكانية إنتاجه من الطحالب المائية ومن نباتات أخرى سريعة النمو وغير ذات قيمة غذائية تذكر. كما أن نظافة هذا المصدر وعدم إضراره بالبيئة أو المناخ ومن ثم تعاضم الآمال المعقودة عليه في تلخيص العالم من جزء كبير من مشاكله البيئية الحالية.

من شأن التوسع غير المدروس للوقود الحيوي أن يشكل خطرا كبيرا يتمثل في أن ارتفاع أسعار الأغذية يهدد الأمن الغذائي لأشد سكان العالم فقرا، كما يفرض الطلب على هذا الوقود ضغطا إضافيا على قاعدة الموارد الطبيعية. بيد أن تحسن غلة المحاصيل والتوسع في المساحات المزروعة وتكثيفها هي أمور يمكن أن تؤدي إلى حدوث توسع كبير في إنتاج المواد الوسيطة وانخفاض التكلفة، وقد يؤدي الابتكار التكنولوجي في تصنيع الوقود الحيوي هو الآخر إلى انخفاض هائل في التكاليف إذ من الممكن أن يظهر جيلا جديدا من الوقود الحيوي المشتق من المواد الوسيطة السليلوزية ضمن الإنتاج التجاري، مما يسبب انخفاضا في كل من المنافسة مع المحاصيل الزراعية وكذا الضغط على أسعار السلع الأساسية¹.

رابعا: سياسات وأهداف الوقود الحيوي

شهدت بلدان منظمة التعاون والتنمية أحدث نمو في إنتاج الوقود الحيوي في الميدان الاقتصادي، وبالضبط في الولايات المتحدة وبلدان الاتحاد الأوروبي، باستثناء البرازيل التي كانت رائدا في إقامة قطاع وطني للوقود الحيوي قادرا على المنافسة اقتصاديا، ويعتمد إلى حد كبير على قصب السكر. ويتطلب ضمان إنتاج وقود حيوي مستدام بيئيا واقتصاديا واجتماعيا تدابير على السياسات في المجالات العامة التالية:²

1- حماية الفقراء وعديمي الأمن الغذائي: حيث أن السياسات المتبعة باهظة التكلفة، بل أن تقديرات إعانات الوقود الحيوي السائدة مرتفعة بالنظر إلى أن دور الوقود الحيوي في الإمدادات العالمية مازال محدودا نسبيا. وحتى مع ارتفاع أسعار

¹ موسى الفياض، عبير أبو رمان، مرجع سابق، ص 5.

² نفس المرجع، ص ص 5-6.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

- النفط يبدو أن ايثانول قصب السكر البرازيلي، بالنسبة للمنتجين الرئيسيين، هو وجده القادر على المنافسة مع أنواع الوقود الأحفوري المناظرة له بدون إعانات؛
- 2- ضمان الاستدامة البيئية: رغم أن الطاقة الحيوية بإمكانها تحقيق مكاسب بيئية، فإن إنتاجها ينطوي أيضا على إمكانية تضرر البيئة، وتأثير التوسع في إنتاج الوقود الحيوي على موارد الأرض والمياه وعلى التنوع البيولوجي هو محور تركيز اهتمام متزايد، وكذلك مسألة كيفية ضمان استدامة البيئة.
- 3- الاستفادة من فرص التنمية الزراعية والريفية؛
- 4- إعادة النظر في السياسات القائمة بشأن الوقود الحيوي؛
- 5- جعل النظام الدولي نظاما داعما لتنمية الوقود الحيوي تنمية مستدامة.

4.2.3- الطاقة المائية

طاقة المياه هي الطاقة المتولدة نتيجة لسقوط المياه من علو أو الطاقة المتولدة نتيجة انسياب المياه بسرعة عالية في الأنهار والجداول، وكذا الاختلاف في درجات الحرارة والكثافة ودرجة الملوحة. ولقد استخدمت المياه منذ ألفين عام في تدوير النواعير المائية المصنوعة من الخشب ولها زعانف يحركها الماء، وغالبا ما كانت تستخدم لطحن الحبوب، وتم تطوير هذه النواعير بشكل كبير خاصة عندما حصل نقص في الطاقات التقليدية عام 1973م وازدياد القلق من التلوث.

أولا: توزيع الإمكانات الهيدروليكية في العالم

يعتبر الماء مصدرا مهما لطاقة كهربائية متجددة ونظيفة، ويعود استخدامها تاريخيا إلى ما قبل اكتشاف الطاقة البخارية في القرن الثامن عشر¹. والجدول الموالي يبين توزيع الإمكانات الهيدروليكية في أنحاء العالم من حيث الإمكانات النظرية والتقنية المجسدة، وما هو مستغل منها على النحو التالي:

الجدول (3-8) تقدير توزيع الإمكانات الهيدروليكية في العالم

| مناطق العالم المعنية | الإمكانات النظرية للماء (Tw/an) | النسبة | الإمكانات التقنية المقامة | النسبة | الإمكانات الاقتصادية | النسبة |
|---------------------------------|---------------------------------|------------|---------------------------|------------|----------------------|------------|
| إفريقيا | 4000 | 10.15 | 1700 | 11.8 | 1000 | 12.34 |
| أمريكا الشمالية | 5100 | 13 | 1500 | 10.4 | 900 | 11.11 |
| أمريكا الجنوبية والوسط | 7200 | 18.27 | 2800 | 19.4 | 1700 | 20.98 |
| آسيا | 15100 | 38.32 | 4800 | 33.1 | 2500 | 30.86 |
| أوروبا | 3600 | 9.1 | 1400 | 9.7 | 900 | 11.11 |
| المحيط | 700 | 1.77 | 300 | 2.06 | 100 | 1.23 |
| روسيا سابقا | 3700 | 9.93 | 2000 | 13.4 | 1000 | 12.34 |
| الإجمالي العالمي (Tw/an) | 39400 | 100 | 14500 | 100 | 8100 | 100 |

¹ وحيد مصطفى أحمد، مرجع سابق، ص 32.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

Source : Gérard. Sarlos, Pierre-André Haldi, Pierre Verstraete, **Système énergétiques : offre et demande d'énergie : méthodes d'analyse**, op.cit., p276.

يتم تقدير إمكانيات الطاقة المائية في العالم نظريا من خلال حجم مياه المسطحات المائية المتدفقة نحو المحيطات، وقدرت هذه الإمكانيات بحوالي 8000 TWan/an هي موزعة كما يبينها الجدول السابق، حيث نجد أن الإمكانيات النظرية عالميا تقدر بحوالي 40000 تيراوات/ السنة وتتمركز أهم المصادر في كل من آسيا وأمريكا وفرنسا، في حين نجد أن الإمكانيات التقنية المنجزة تقدر بـ 14500 أي ما يقابل 36.80% من الإمكانيات النظرية الإجمالية. أما النسبة الاقتصادية المستغلة مما هو مقام فنجد أنه يقدر بنسبة 55.86% من الإجمالي، وتتصدر آسيا القارات المهتمة بهذا الجانب تليها كل من أمريكا الوسطى والجنوبية، في حين أن نسبة الإمكانيات المستغلة مقارنة بما هو نظري فيقدر بـ 20.6%¹.

ثانيا: إنتاج الكهرباء الهيدروليكية في العالم

ومن محاسن مصدر المياه في توليد الكهرباء أن هذه الأخيرة آمنة ورخيصة الثمن ومستدامة وعديمة التلوث، كما أن تقنياتها بسيطة وعمرها التشغيلي طويل وهي ليست بحاجة إلى وقود، بالتالي لا تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون. إلا أن من مساوئها أن إنتاجها كثيرا ما يقع بعيدا عن المناطق التي هي بحاجة إليها، كما تتأثر الطاقة المنتجة بكمية الأمطار ومواسم الجفاف واستخدام المياه لسقي الأراضي الزراعية².

الجدول (9-3) وضعية إنتاج الكهرباء الهيدروليكية في العالم

| المناطق | القدرة المثبتة | (%) | الإنتاج (TWh/an) | (%) | إمكانيات اقتصادية مستغلة (TWh/an) | (%) |
|---------------------------------|----------------|------------|------------------|------------|-----------------------------------|------------|
| إفريقيا | 20400 | 3.08 | 62 | 2.34 | 1000 | 12.37 |
| أمريكا الشمالية | 155000 | 23.41 | 700 | 26.5 | 1000 | 12.37 |
| أمريكا الجنوبية والوسطى | 106000 | 16.01 | 534 | 20.2 | 1600 | 19.8 |
| آسيا (روسيا سابقا) | 211000 | 31.86 | 753 | 28.5 | 3600 | 44.54 |
| أوروبا | 168500 | 25.45 | 552 | 20.88 | 775 | 9.6 |
| أوقيانوس | 1300 | 0.19 | 42 | 1.58 | 107 | 1.32 |
| الإجمالي/المتوسط العالمي | 662200 | 100 | 2643 | 100 | 8082 | 100 |

Source : Gérard. Sarlos, Pierre-André Haldi, Pierre Verstraete, **Système énergétiques : offre et demande d'énergie : méthodes d'analyse**, op.cit., p276

يقدر الإنتاج العالمي للكهرباء من مصادر الماء بـ 2643 (TWh/an)، وبلغت نسبة مساهمة الطاقة الهيدروليكية في الإنتاج الإجمالي للكهرباء بـ 19% على المستوى الدولي، وتتراوح نسب الإنتاج بين 15 و 20% في المناطق المهمة في

¹ دلهوم خليفة، مرجع سابق، ص 73.

² وكاع محمد، مرجع سابق، ص 117.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

العالم مثل آسيا وأمريك الشمالية وأمريكا الجنوبية والوسط، مع مقارنة ما هو متاح وها هو مستغل، وكذلك ما يتوفر من تقنيات. غير أنه مع التمعن فيما هو متوفر أو متاح بين الدول من إمكانيات تطوير الطاقة الكهربائية من المصدر المائي مقارنة مع ما هو متاح من إمكانيات تقنية نجد أن هذا المصدر مازال بحاجة إلى تطوير.

الجدول (10-3) أعلى عشر دول منتجة للكهرباء من حرارة الأرض

| الدولة | رقم 1 | إيطاليا | بوزيلاندا | اليابان | المكسيك | السلفادور | أيسلندا | USSR | القيين | تركيا | الصين | فرنسا | الإجمالي |
|----------|-------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|------|--------|-------|-------|-------|----------|
| مقامة | 773 | 421 | 203 | 166 | 150 | 60 | 33 | 6 | 60 | 0.5 | / | / | 1873 |
| إقامة | 641 | | 150 | 100 | 30 | 35 | 30 | 58 | 605 | / | / | / | 1649 |
| المعالجة | 30 | 1 | 70 | 37 | / | / | / | 475 | 300 | | | 5 | 1281 |

المصدر: وحيد مصطفى أحمد، مرجع سابق، ص 32.

ثالثا: مصادر طاقة المياه

توجد أنواع عديدة من مصادر طاقة المياه حيث يمكن تصنيفها على النحو التالي:¹

- 1- إنتاج الطاقة الكهرومائية من المحطات الكبيرة: ويتم ذلك على الأغلب من بناء السدود الضخمة في مجاري الأنهار الكبيرة، وتمثل أكبر مصدر لإنتاج الطاقة حيث أنتج ما على 860 جيغا وات عام 2008م.
- 2- إنتاج الطاقة الكهرومائية من المحطات الصغيرة: وهي السدود التي تنتج الوحدة الواحدة بحدود 100 كيلو وات، حيث تنصدر الصين بلدان العالم إنتاج هذا النوع من الطاقة إذ يوجد فيها حوالي ثمانين ألف (80000) وحدة توليد هيدروليكية وبمعدل 40 كيلو وات لكل وحدة، كما تم إنتاج ما يزيد على 280 جيغا وات عام 2008م في مختلف بلدان العالم.
- 3- الطاقة الكهرومائية الناتجة من حركة المياه والأنهار دون استخدام السدود: حيث توضع المحطات الصغيرة في مجاري الأنهار لتحريكها وتوفير التبريد لها.
- 4- طاقة مياه المحيطات والبحار: التي تنتج من الأمواج الحركية والتيارات السارية في المحيطات والبحار وكذا المد والجزر والفرق في درجات الحرارة بين سطوح وأعماق المحيطات.
- 5- الطاقة الأوزموزية: وهي الطاقة الناتجة عن الفرق في الملوحة بين الأنهار والبحار، كما هو الحال بالمملكة الأردنية بوجود بحر عالي الكثافة يمكن استغلاله لتوليد هذه الطاقة.
- 6- طاقة الوقود الخلوي (Fuel cell): وهو إنتاج الهيدروجين من الماء بطريقة تحليل الماء، وهذا من المواضيع المهمة والحديثة حيث بدأ الهيدروجين يحل محل الوقود التقليدي في كثير من الاستعمالات.

¹ وكاع محمد، مرجع سابق، ص 117.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

7- طاقة جوف الأرض: هي طاقة متوفرة في العديد من بقاع الكرة الأرضية وعلى بعد عدة أمتار من سطح الأرض، وهي إما على شكل بخار جاف حار أو ماء في درجات حرارة تزيد على 200 درجة مئوية يمكن استخدامه مباشرة أو تسليط الماء الحار من خلال مبادلات حرارية. وتنتج أيسلندا بحدود 170 جيغا وات حرارية والتي كانت كافية لتجهيز 85% من المساكن بهذا البلد عام 2000م، وقد أنتج ما يزيد على 8000 جيغا وات من نوع هذه الطاقة في العام 2008م.

3.3- التلوث والانبعاثات الناتجة عن المحطات الحرارية لإنتاج الكهرباء

تعد الطاقة الكهربائية ركيزة أساسية في عمليات التنمية في الدول النامية من حيث تأثيرها في زيادة الطاقة الإنتاجية واستكمال عمليات التنمية الإقليمية والحضرية للسكان بهدف رفع إنتاجيتهم، وتحسين مستوى معيشتهم، وإيجاد فرص عمل لهم في المشاريع الجديدة القائمة على استخدامات الطاقة الكهربائية، ويؤدي اعتمادها في عمليات الإنتاج المختلفة إلى مضاعفة الناتج الكلي لكثير من الصناعات مقارنة بأنواع الطاقة التقليدية الأخرى التي كانت تستخدم في تشغيل الآلات الزراعية والمعدات الصناعية أو تستخدم في وسائل النقل والمواصلات.

ويعزى تأخر استخدام الكهرباء في بعض الدول النامية إلى النفقات الباهظة التي يتطلبها الاستثمار في الصناعة، إلى جانب تنامي كثافة السكان وانخفاض الأحمال وندرة الأيدي المدربة، بالإضافة إلى أن إدخال الكهرباء عملية الإنتاج يتطلب توفيرها لذوي الدخل المحدودة بأسعار مناسبة، لعدم قدرة هذه الطبقة على دفع التكاليف الناشئة من تفاعل العرض والطلب على الكهرباء، لذا فقد كان على الدول النامية التي ترغب في توفير الكهرباء لمواطنيها ونشر استخداماتها في المجالات المختلفة أن تتحمل أعباء ضخمة تتمثل في منح الإعانات والإعفاءات وتقديم المساعدات لشركات الكهرباء حتى يتم تحقيق هذا الهدف الأسمى.

1.3.3- الطاقة الكهربائية والتنمية الإقليمية والحضرية

إن برامج التنمية الحضرية التي بدأتها الدول النامية في الخمسينات من القرن العشرين ساعدت في التغلب على بعض المعوقات، وفي تهيئة إمكاناتها وتنمية قدراتها على تحمل أعباء تلك البرامج مما أدى إلى زيادة استهلاك الكهرباء وتوسع استخداماتها في مجالات متعددة، كذلك نما هذا الاستخدام بمعدلات مرتفعة وصلت إلى 11% سنويا خلال الفترة 1990-2001م حيث بلغ هذا المعدل حوالي ضعفي نظيره في الدول المتقدمة صناعيا واقتصاديا¹.

وثمة عوامل أخرى ساعدت على تنامي وتوسع استخدامات الكهرباء في الدول النامية تتمثل في ارتفاع مردود الاستثمارات في مجال إنتاج الكهرباء مقارنة بمجالات استثمارية أخرى، كما استفادت الدول النامية من تجارب الدول المتقدمة في عدم تحمل أعباء ونفقات البحث أو الاختراع أو تحسين أساليب الإنتاج في هذه الصناعة، هذا بالإضافة إلى عامل جوهري آخر وهو الاستفادة من جهود هيئات الأمم المتحدة المتخصصة في تمويل ودعم مثل هذه البرامج.

ومعلوم أن عملية التنمية الحضرية تبدأ أولاً بدراسة جغرافية وعمرانية وأحوال طبيعية وموارد اقتصادية وبشرية بالإضافة إلى تحديد نوعية النشاطات الاقتصادية ومخرجاتها وأجور العاملين فيها، كذلك معرفة حجم البنى والتجهيزات الأساسية اللازمة لتحقيق الكفاية الاقتصادية لهؤلاء السكان، وتستخدم هذه العوامل في تقدير حجم الأحمال الكهربائية المستقبلية

¹عبد الله محمد الشعلان، تطور الشبكات الكهربائية، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، ص 2.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

ليتم على ضوءه تحديد حجم القدرات اللازمة لمحطات التوليد وخطوط النقل وشبكات التوزيع لمجابهة تلك الأحمال والوفاء بمتطلباتها.

وتشير إحدى دراسات البنك الدولي (وزارة المالية والاقتصاد الوطني، 1996) إلى أن مشاريع إنتاج الطاقة الكهربائية تعتبر ذات علاقة وثيقة ومباشرة بعمليات التنمية الحضرية في أي دولة من الدول سواء كانت دولة متقدمة أم نامية، وفي ضوء هذه العلاقة تتحدد العوامل التالية:¹

- تعتبر الكهرباء عنصرا أساسيا في كثير من القطاعات الزراعية والطبية والحكومية والصناعية والاستخدامات المنزلية، لذا لابد من مقارنة تكاليف الإنتاج بمعدلات الاستخدام في تلك القطاعات ليتم على ضوءه موازنة التكاليف ومن ثم الوصول لتصميم التعريفات المناسبة لسعر الوحدة المستهلكة.
- يعتمد حجم الاستثمار في قطاع الكهرباء على العلاقة التبادلية والتكاملية بين عناصر إنتاج الكهرباء وعناصر الإنتاج في القطاعات الصناعية والزراعية وأية قطاعات أخرى، كما يؤدي انخفاض جودة العناصر المكتملة لإنتاج الكهرباء أو ندرتها إلى انخفاض حجم الطلب عليها، وبالتالي تتأثر إنتاجية بقية القطاعات الأخرى المكتملة لها أو المعتمدة عليها.
- تتأثر هذه العلاقة أيضا بحجم ونوعية التسهيلات والإعفاءات التي تقدمها الدولة لقطاعات الإنتاج الأخرى (المكتملة أو البديلة) التي تشترك مع قطاع الكهرباء في إتمام عمليات التنمية، إذ أن انخفاض تكاليف تلك القطاعات يؤدي إلى زيادة حجم الطلب على الكهرباء على افتراض أنها عنصر إنتاج مكمل للكهرباء.
- تتأثر هذه العلاقة بحجم الطلب على شراء وتملك الأجهزة والمعدات الكهربائية (مثل المكيفات والثلاجات والغسالات والتلفزيونات، ... الخ) وتكلفة صناعتها واستيرادها وتشغيلها وصيانتها.
- تسهم التعريفات الكهربائية المفروضة على استهلاك الكهرباء إلى حد كبير في صياغة تلك العلاقة، إذ من المعروف أن الطلب على الكهرباء يزداد مع انخفاض التعريفات وبالعكس، كما أن دعم التعريفات (خفض تكاليفها) من قبل الدولة يعتمد كثيرا على مدى بعد الدعم أو قربيه من التعريفات الكهربائية المثلى التي تحقق أفضل مستوى ممكن من الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية للمستهلكين.

وتشير الدراسة أيضا إلى أن نمو الدخل الوطني (أو نمو متوسط دخل الفرد) عادة ما يصاحبه نمو في حجم استهلاك الكهرباء، إذ أنه في المراحل الأولى للتنمية الحضرية يكون معدل نمو استهلاك الكهرباء أكبر من معدل نمو الدخل الوطني، أما في المراحل المتقدمة للتنمية الحضرية فإن معدلات هذا الاستهلاك تكون متدنية مع بقاء العوامل الأخرى على حالها، بالإضافة إلى أنه في المراحل الأولى لهذه التنمية يكون استهلاك الكهرباء مقتصرًا على حاجات أساسية ومحددة، مثل

¹ نفس المرجع، ص 3.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الإثارة. أما في المراحل المتقدمة لهذه التنمية فإن الاستهلاك يتعدى ذلك من أجل تلبية حاجات أخرى أكثر تقدماً وتعقيداً كالترفيه والتكييف والتسخين والطهي والترفيه.

وتختلف الجدوى الاقتصادية لمثل هذه المشاريع مع اختلاف الأقاليم التي تمتلك موارد ومزايا لإنتاج الكهرباء مثل الأنهار والشلالات وآبار النفط ومناجم الفحم حيث تستخدم هذه الموارد في توليد الكهرباء، وقد تقوم الدولة بدعم بعض مشاريع الكهرباء لديها بغض النظر عن ربحيتها أو عائدها الاستثماري، لهدف تشجيع ظهور ونمو بعض الصناعات الأساسية في الإقليم.

كذلك تقوم الدولة بتحقيق أهداف التنمية الحضرية عن طريق مشاريع إنتاج الكهرباء مثل النمو الحضري والعمراني لأقاليم الدولة لحل مشكلات أو أزمات مثل الإسكان أو زيادة الطلب على قطاعات المياه والصرف الصحي والنقل والمواصلات، وذلك عن طريق وضع خطة شاملة للتنسيق بين هذه القطاعات وتخصيص الاعتمادات اللازمة لإنجاز بعض المشاريع دون أية اختناقات أو تداخلات في تحقيق أهداف التنمية الإقليمية أو الاقتصادية.

أولاً: تأثير المحطات والشبكات الكهربائية على البيئة

تعد دراسة "حماية البيئة والمحافظة عليها" واحدة من أهم الدراسات التي ينبغي إجراؤها عند التخطيط للمحطات الكهربائية ومد الشبكات الناقلة للقدرات الكهربائية. وقد بدأ هذا الموضوع وتأثيراته يأخذ اهتماماً متزايداً في السنوات الأخيرة، إن على المستوى المحلي أو على المستويات الإقليمية والعالمية، وأصبح البحث عن حلول من خلال الدراسات العلمية للمشكلات البيئية المتصلة بتوليد وتوزيع واستخدام الطاقة الكهربائية أحد أهم الأهداف الرئيسية لمرافق الكهرباء، وبصفة خاصة تخفيض الآثار الضارة على البيئة لأقل حد عملي ممكن والإسهام في المحافظة على نظافة البيئة.

وقد ساعد الاستخدام المتزايد للطاقة الكهربائية في تشغيل بعض المصانع على الحد من تلوث الهواء، غير أنه في الوقت ذاته أصبحت محطات توليد الكهرباء والتي يتم بها حرق الوقود لإنتاج الحرارة اللازمة لإدارة مولدات الكهرباء مصدراً رئيساً لتلوث الهواء، وتزداد حدة المشكلة وتفاقمها بسبب الإقبال المتزايد على استخدام الطاقة الكهربائية والذي يصاحبه بالضرورة إنشاء محطات كهربائية إضافية¹.

إن انبعاث الغازات والدخان والأبخرة من محطات توليد الكهرباء إلى الهواء الخارجي يتسبب في رفع درجة حرارة الهواء في المناطق الآهلة المحيطة، وبالإضافة إلى أن بخار الماء المتصاعد من أبراج التبريد قد يتسبب في تكوين الرذاذ أو السحب الملوثة في المناطق المجاورة لمحطات توليد الكهرباء مما ينتج عنه في بعض الأحيان انخفاض في الرؤية في تلك المناطق.

¹ عبد الله محمد الشعلان، مرجع سابق، ص 23.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء، وضرورة الربط الكهربائي العربي

ونظرا لأن محطات التوليد البخارية تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه لاستخدامها في عملية التبريد من خلال دوراتها داخل المكثفات ثم يتم إرجاعها مرة أخرى إلى المجرى المائي التي أخذت منه فإن هذه المحطات تتسبب في رفع درجة حرارة المياه في المناطق القريبة منها، وقد يتسبب ذلك في حدوث أضرار على الكائنات الحية التي تعيش في هذه المنطقة، كما أن علماء البيئة والمهتمين بها يرون أن رفع درجة الحرارة على الرغم من أنه قد يتم في منطقة صغيرة محدودة مجاورة لمحطات التوليد إلا أنه قد يتجه إلى قلب التوازن البيئي.

من جهة أخرى فإنه عند اختيار أماكن ومسارات شبكات النقل يلزم الأخذ في الاعتبار بعض المشكلات البيئية مثل:¹ تأثيرات التفرغ الجوي والتداخل مع موجات الراديو والتلفزيون وانبعاث غاز الأوزون، بالإضافة إلى تأثير المجالات والإشعاعات الكهربائية والمغناطيسية على صحة الإنسان وسلامته، كما يهتم البعض بالتأثير السلبي لشبكات النقل والتوزيع على المظهر الجمالي للبيئة، بالإضافة إلى المشاكل المرتبطة بالضوضاء والتي تنتج من تشغيل تلك الأنظمة واحتمال تداخل تلك الضوضاء مع أجهزة الاتصالات. ونظرا لأهمية التأثيرات على البيئة وصحة الإنسان فقد شرعت معظم بلدان العالم بوضع معايير ومقاييس لكل القضايا ذات العلاقة البيئية وحمايتها والحفاظ عليها، وأصبح من الاعتبارات الأساسية في معظم البلدان إجراء دراسات تخطيطية لهذه المشكلات لمعرفة آثارها وتبعاتها قبل السماح بالبدء في التنفيذ. كما أنشئت سلطات تنظيمية ورقابية تكون في الغالب تابعة للحكومات لتنظيم ومراقبة ومتابعة وتنفيذ المعايير والمقاييس على المستوى الوطني.

1- أنواع محطات توليد الكهرباء وتأثيرها على البيئة

توليد أو إنتاج الطاقة الكهربائية هي عملية تحويل الطاقة من شكل إلى آخر حسب مصادر الطاقة المتوفرة في مراكز الطلب على الطاقة الكهربائية وحسب الكميات المطلوبة لهذه الطاقة، الأمر الذي يحدد أنواع محطات التوليد وكذا أنواع الوقود، ومصادر هذا الأخير كلها تؤثر في تحديد نوع المحطة ومكانها وطاقتها². وتستخدم أنواع عديدة من المحطات لتوليد الكهرباء، وسوف يتم التركيز على تأثير المحطات التي تعمل بحرق الوقود الأحفوري على الهواء نظرا لتأثيره الضار على صحة الإنسان وعلى البيئة ككل.

أ) **المحطات التوليد الغازية:** تعتبر حديثة العهد نسبيا، وهي ذات ساعات وأحجام مختلفة (من 1 إلى 250 ميغاوات)، وتستعمل عادة أثناء ذروة الحمل في حالة وجود محطات توليد بخارية أو مائية، وتتوفر حاليا في الأسواق وحدات متنقلة مختلفة الأحجام والقدرات توظف في حالات الطوارئ، وتمتاز بسرعة التشغيل والإيقاف³. وفي هذا النوع من المحطات يتم إحراق الوقود (البترول الخام النقي، الغاز الطبيعي، الغاز الثقيل وغيرها...) ونقل طاقة الاحتراق المتمثلة في غازات

¹ المرجع السابق، ص 23.

² أحمد الحديدي، طرق توليد الطاقة الكهربائية، جامعة الزرقاء، عمان، الأردن، ص 1.

³ المرجع السابق، ص 5.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

ونواتج الاحتراق على صورة ضغط ودرجة حرارة عاليين إلى التوربينات الغازية حيث يتم تحويل الطاقة إلى طاقة ميكانيكية تقوم بتشغيل المولدات الكهربائية، وتكون كفاءة هذه المحطات أقل من كفاءة التوربينات البخارية¹.

ب) المحطات التوليد البخارية: تعتبر محولا للطاقة وتستعمل أنواع مختلفة من الوقود حسب أنواعه المتوفرة، مثل الفحم الحجري أو البترول السائل أو الغاز الطبيعي أو الصناعي. وتعمل هذه المحطات بتحويل الوقود وعن طريق توليد البخار تحت درجة حرارة مرتفعة وضغط مرتفع، ثم يمرر هذا البخار على مراحل خلال التوربينات البخارية ليتمدد البخار داخل التوربينة ثم تتخفض حرارته وضغطه حيث يمرر من خلال المكثف، وعندئذ يتم تمرير مياه التبريد من مصادر مياه مثل الأنهار والبحار حول ملفات التبريد حيث يتم ضخ البخار المكثف لتحويله إلى بخار ذي ضغط ودرجة حرارة مرتفعين مرة أخرى، ثم يتم إرجاع مياه التبريد مرة أخرى إلى مصدرها، وتتم إعادة الدورة مرة أخرى داخل التوربينة والمكثف غير أنه يلزم تعويض الفاقد في المياه من جراء عملية التبخير والتكثيف. وتقوم التوربينات البخارية بتشغيل المولدات الكهربائية المتصلة بها، وكلما ارتفعت مستويات ضغط البخار ودرجات حرارته فإنه يمكن زيادة كفاءة وأداء هذا النوع من المحطات.

وتتحكم في اختيار المواقع المناسبة لمحطات التوليد الحرارية عدة عوامل مؤثرة نذكر منها ما يلي:²

- القرب من مصادر الوقود وسهولة نقله إلى هذه المواقع، وتوفير وسائل النقل الاقتصادية؛
- القرب من مصادر مياه التبريد لأن المكثف يحتاج إلى كميات كبيرة من تلك المياه، لذلك عادة ما تبنى هذه المحطات على شواطئ البحار أو بالقرب من مجاري الأنهار؛
- القرب من مراكز الاستهلاك (المدن، المناطق السكنية، المجمعات التجارية والصناعية) الطاقة الكهربائية لتوفير إنشاء خطوط النقل.

وينتج عن حرق الوقود عوادم تنبعث إلى الهواء الخارجي فتتسبب في تلوثه وتكون له تأثيرات ضارة على الإنسان والحيوانات والبيئة المحيطة بشكل عام. ومن المواد المنبعثة إلى الهواء المحيط:³ أكاسيد الكبريت والنيتروجين ومواد صلبة دقيقة وأول أكسيد الكربون ومواد هيدروكربونية غير تامة الاحتراق، كما يتصاعد بخار الماء من وحدات التبريد. وفي هذه المحطات يتسبب مرور مياه التبريد حول البخار المار في مواسير المكثف في رفع درجة حرارة المياه في المناطق القريبة والمجاورة لمحطات التوليد. مما قد يكون له بعض التأثيرات الضارة على الكائنات الحية التي تعيش في المياه قرب هذه المنطقة وقد تتسبب في قلب التوازن البيئي فيها.

¹ عبد الله محمد الشعلان، مرجع سابق، ص 24.

² أحمد الحديدي، مرجع سابق، ص 1.

³ عبد الله محمد الشعلان، مرجع سابق، ص 24.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

ت) محطات التوليد المائية: إذا كانت طبيعة الأرض التي تهطل فيها الأمطار أو تجري فيها الأنهار جبلية ومرتفعة، في هذه الحالات يمكن التفكير في توليد الكهرباء من مساقط المياه. أما إذا كانت مجاري الأنهار ذات انحدار خفيف فيتطلب بناء سدود في الأماكن المناسبة من مجرى النهر لتخزين المياه، وتتشأ محطات التوليد بالقرب من هذه السدود، كما هو الحال في مجرى نهر النيل حيث بني السد العالي وبنيت معه محطة توليد كهرباء قدرتها المركبة 1800 ميغاوات، وبني سد ومحطة توليد كهرباء على نهر الفرات شمال سوريا بلغت قدرتها المركبة 800 ميغاوات¹. أما إذا كان مجرى النهر منحدرًا بشكل كبير فيمكن عمل تحويلة في مجرى النهر باتجاه أحد الوديان المجاورة وعمل شلال اصطناعي، بالإضافة إلى الشلالات الطبيعية التي تستخدم مباشرة لتوليد الكهرباء كما هو الشأن في شلالات نياغرا بين كندا والولايات المتحدة الأمريكية.

تستخدم الشلالات ومساقط المياه في توليد الكهرباء، وتتوقف كمية الكهرباء المنتجة على تدفق المياه، وعادة ما يتم استغلال السدود التي يتم بناؤها بغرض تنظيم الري خلال السنة كهدف ثانوي لتوليد الكهرباء وفي أحيان أخرى يتم بناء سدود لغرض توليد الكهرباء كهدف أساس. ويسمح للمياه بالتدفق لتشغيل التوربينات حيث تقوم بإنتاج الكهرباء، ثم تسحب المياه وتضخ إلى الموقع المرتفع في أوقات الأحمال الكهربائية المنخفضة، بعدها يسمح للمياه بالتدفق لتشغيل التوربينات في أوقات الذروة وعند الأحمال الكهربائية المرتفعة نسبيًا.

ويفضل كثير من المهتمين بحماية البيئة المحطات المائية في توليد الكهرباء نظرا لأنها غير ملوثة للهواء المحيط، وعادة ما تدعى الكهرباء المنتجة من هذه المحطات "الطاقة البيضاء" لخلو الهواء المحيط بها من أية مواد منبعثة. إلا أنه قد تكون هناك تأثيرات جانبية على البيئة من هذه المحطات كحدوث التبخر المنبعث من السدود والخزانات².

ث) محطات التوليد النووية: هي نوع من محطات التوليد الحرارية كونها تعمل بمبدأ "توليد البخار بالحرارة"، والفرق في هذه المحطات أنه يوجد فيه مفاعل ذري تتولد فيه الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الإلكترونات المتحركة في الطبقة الخارجية للذرة. وتحتوي محطة التوليد النووية على الفرن الذري الذي يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري والمكون من طبقة من الأجر الناري وطبقة من المياه وأخرى من الحديد الصلب، ثم طبقة من الإسمنت تصل إلى سمك مترين، وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية. وأول محطة توليد حرارية نووية نفذت في العالم في عام 1954م في الاتحاد السوفياتي بطاقة 5 ميغاوات³.

يتم استخدام الوقود النووي من عناصر كيميائية لليورانيوم أو الثوريوم أو البلوتونيوم في المفاعلات النووية في محطات توليد الكهرباء لإنتاج طاقة حرارية ضخمة حيث يتم إنتاج البخار الذي يقوم بتشغيل المولدات الكهربائية. ويتم إنتاج

¹ أحمد الحديدي، مرجع سابق، ص 3.

² عبد الله محمد الشعلان، مرجع سابق، ص 25.

³ أحمد الحديدي، مرجع سابق، ص 3.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الطاقة في المفاعل النووي بعملية "الانشطار النووي". والمفاعل النووي عبارة عن جهاز لإحداث التفاعل الانشطاري الذاتي والتحكم فيه وتستخدم مادة تبريد لاستخلاص الطاقة الحرارية من قلب المفاعل يتم استخدامها في توليد الكهرباء. وقد جرت محاولات تطويرية وإجراء بحوث في مجالات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة النووية من أجل تدنئة تكلفة الإنتاج مقارنة بالكهرباء المنتجة عن طريق المحطات التقليدية.

ومن المعلوم أن نتائج الحوادث النووية خطيرة وحوادثها مدمرة، ومع أنها نادرة يجب إجراء دراسات مستفيضة حول تقدير احتمال وقوع حوادث نووية وتقييم نتائجها قبل الشروع في بناء المحطات النووية. كما تخضع عملية البناء والتشغيل إلى سلسلة من الإجراءات والفحص والتفتيش من قبل الجهات التنظيمية والتشريعية للتأكد من ضمان تطبيق الشروط الخاصة بالأمان، ويجب الحصول على تصاريح عديدة في مراحل البناء والتشغيل، ناهيك عن عملية اختيار موقع المحطة الذي يخضع للعديد من الدراسات التي تأخذ في اعتبارها كافة القضايا المتعلقة بالسلامة والأمان¹.

من ناحية النشاط الإشعاعي الذي ينبعث من المحطات النووية فإن الدراسات التي أجريت في هذا المجال تشير إلى ضآلة الكميات التي قد تتعرض لها المناطق السكنية القريبة من تلك المحطات مقارنة بالكميات التي تنطلق من المصادر الأخرى مثل أشعة إكس الطبية وبعض الأجهزة الكهربائية والمصادر الطبيعية، ومن رحلات الطيران ذات الارتفاعات العالية.

أما المشكلات المرتبطة بالنفايات النووية وتخزينها وطرق التخلص منها للمحافظة على صحة وحياة الأجيال الحالية والمستقبلية فإنه يجب فصل المواد المشعة عن النفايات ثم خلط هذه الأخيرة مع مواد أخرى ومعالجتها وحفظها في أوعية مانعة لتسرب أية مواد مشعة ومقاومة للتآكل، كما يجب دراسة واختيار الأماكن التي تخزن فيها بعناية حتى لا تكون هناك احتمالات حدوث مخاطر صحية في المستقبل.

ج) المحطات التي تعمل بمصادر الطاقات المتجددة: في الآونة الأخيرة ظهر اهتمام كبير تم على إثره التركيز على استخدام مصادر الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية ومن أهمها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. ومن مزايا استخدام مصادر الطاقات المتجددة أنه لا ينجم عنها مشاكل بيئية، بل تعتبر بحق من الطرق النظيفة لإنتاج الطاقة الكهربائية، غير أن الجهود في هذا المجال لا تزال في طور الدراسة والتطوير². ولهذا لا يمكن في الوقت الراهن إنتاج كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام تلك المصادر ويتكاتف منافسة للطرق الأخرى، وتهتم البحوث والدراسات الحالية والمستقبلية بدراسة الموضوعات المتعلقة بمصادر الطاقات المتجددة والتي يمكن بواسطتها إنتاج كميات كبيرة من الكهرباء ويتكاتف معقول في المستقبل القريب.

¹ عبد الله محمد الشعلان، مرجع سابق، ص 25.

² نفس المرجع، ص 26.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

تعد الكهرباء أكثر مصادر الطاقة استخداما في العصر الحالي، فهي التي تدير الآلات في المصانع، وتستخدم في الإضاءة، وفي إدارة جميع الأجهزة المنزلية وغيرها، وبغرض توليد الكهرباء مع تجنب تلويث البيئة كان لا بد من الاعتماد على مصادرها المتجددة والمستدامة. وقد شكلت الكهرباء المنتجة في العالم من مصادر متجددة 22.1% في سنة 2013م، مع توفير أكبر نسبة من الطاقة الكهرومائية بحوالي 16.4%¹.

الجدول (11-3) نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الكهرباء لسنة 2012م

| إنتاج الكهرباء | | البلد |
|---------------------|--------------------|----------------------------|
| الهدف المرجو تحقيقه | النسبة المئوية (%) | |
| - | 22.1% | مجموع العالم |
| - | 23.8% | الاتحاد الأوروبي (27 دولة) |
| 40% بحلول 2030 | 0.8% | الجزائر |
| 20% بحلول 2020 | 9.2% | مصر |
| 70% بحلول 2020 | 40% | الغابون |
| 80% بحلول 2027 | 64% | غواتيمالا |
| 2% بحلول 2030 | 8.6% | العراق |
| 15% بحلول 2030 | - | الكويت |
| 20% بحلول 2020 | 0% | ليبيا |
| 100% بحلول 2021 | 92% | كوستاريكا |
| 25% بحلول 2033 | 5.7% | مالي |
| 16% بحلول 2016 | 1.2% | تونس |
| 42% بحلول 2020 | 33% | المغرب |

Source: Renewable Energy Policy, Network for the 21st Century, 2014: Renewables 2014, Global Statuts Report, pp 119-120.

يبين الجدول (11-3) أهمية قطاع الكهرباء في كثير من دول العالم حيث وضعت بعضها خططا للوصول إلى نسب مئوية عالية في توليد الكهرباء من المصادر المتجددة قد تصل إلى 100%. وقد أسهمت الطاقات المتجددة في توليد ما نسبته 20.3% من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم سنة 2011م، حيث تم الاعتماد على ما نسبته 79.7% من الوقود الأحفوري والطاقة النووية، و15.3% من الطاقة المائية، و5% من المصادر المتجددة الأخرى في توليد الكهرباء².

¹ شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن 21"، ترجمة محمد مصطفى الخياط، 2014، الطاقات المتجددة 2014، تقرير الوضع العالمي، ص 5، الموقع: http://www.ren21.net/Portals/o/documents/Resoures/KF2014_ar.pdf، 2015/02/09.

² Renewable Energy Policy, Network for the 21st Century, 2012: op.cit, p 23.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

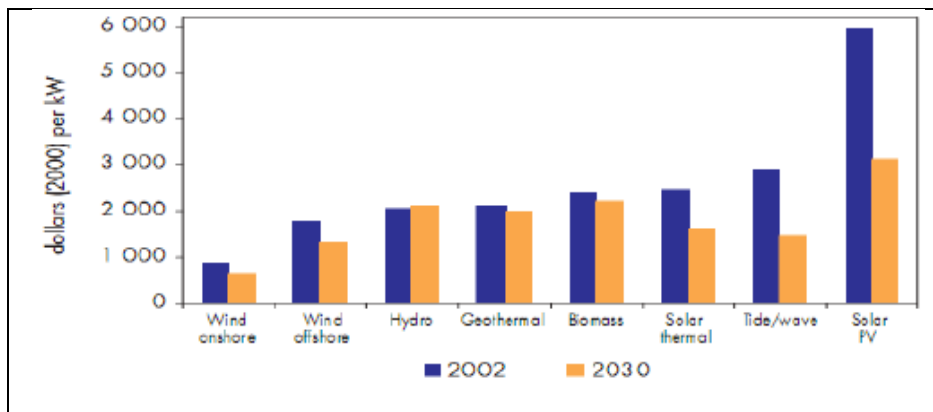
ثانياً: تكاليف الاستثمار في الطاقات المتجددة وفي توليد الكهرباء

1- تكاليف الاستثمار في الطاقات المتجددة لتوليد الكهرباء

ساعد تطور تكنولوجيات أنظمة الطاقات المتجددة على ارتفاع كفاءة استخدام الطاقة في بعض الأنظمة الاستهلاكية (كفاءة الخلايا الكهروضوئية 80%، وكفاءة توربينات الرياح 45%، وكفاءة خلايا الوقود 70%). واتسع إنتاج الطاقة بالاعتماد على التقنيات المتجددة بشكل كبير خلال العقود الأخيرة لعدة أسباب منها: ما تستقبله الأرض من طاقة شمسية خلال 223 ساعة يعادل كل احتياطي النفط العالمي، وما يهب من رياح على سطح الكرة الأرضية خلال 94 يوماً تعادل طاقته كل الاحتياطي العالمي من النفط، وأنه لو تم استغلال 0.5% من طاقة الرياح على سطح الأرض لغطينا حاجة العالم كله من الكهرباء¹.

وتختلف تكاليف الاستثمار في مجال إنتاج الطاقة المتجددة (وكلها موجهة لإنتاج الكهرباء) من تكنولوجيا إلى أخرى، فأقلها تكلفة ما يتعلق بطاقة الرياح (حوالي 1000 دولار للكيلوات) وأعلىها تكنولوجيا الخلية الضوئية الشمسية حيث تصل إلى أكثر من 5000 دولار للكيلوات². فتكاليف إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة تعد مرتفعة جداً عند مقارنتها بالتكاليف الاقتصادية للاستثمار في الأساليب التقليدية لتوليد الكهرباء التي تعتمد على التوربينات الغازية ذات الدورة المفردة (حوالي 350 دولار للكيلوات) أو الدورة المركبة ذات الكفاءة العالية (حوالي 550 دولار للكيلوات)، كما أن تكاليف محطات الفحم التقليدية لا تتجاوز 1200 دولار للكيلوات بعد إضافة جميع المعدات والاحتياجات البيئية³. أما تكلفة التشغيل في حالة الطاقة المتجددة فهي زهيدة للغاية لعدم وجود تكلفة للوقود، ومع ذلك تظل تكلفة الإنتاج من الطاقة المتجددة مرتفعة مقارنة بالأساليب التقليدية لإنتاج الكهرباء.

الشكل (3-6) تكاليف الاستثمار من الطاقة المتجددة بمختلف التكنولوجيات (2002 و2030)



¹ محمد الهواري، 2010، ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية: الدوافع والآثار الاقتصادية، مؤتمر الطاقة العربي التاسع، الدوحة، ص 3.
² الاتحاد العربي لمنتجي وناقلي وموزعي الكهرباء، الطاقة الجدية والمتجددة في الوطن العربي، التقرير السنوي للجنة التخطيط، ديسمبر 2006، ص 2.
³ هشام الخطيب، 2004، مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية (عربياً وعالمياً)، مؤتمر الطاقة العربي، ص 12-13.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستدامة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

Source: International Energy Agency (IEA), 2004: World Energy Outlook 2004, Paris, p 233.

يوضح الشكل (6-3) تكاليف الاستثمار من الطاقة المتجددة بمختلف التكنولوجيات في سنة 2002م، وكما يتوقع أن تكون عليه في السنة 2030م. ويظهر من ذلك الانخفاض الكبير في التكاليف المتوقعة خلال الخمسة وعشرين عاما القادمة، ورغم كل هذا التقدم فإن الطاقة المتجددة ستظل تعاني من تكلفتها المرتفعة.

2- تكاليف إنتاج الطاقة المتجددة مقارنة بالطاقة الأحفورية لتوليد الكهرباء

عند تناول تكاليف الإنتاج للطاقة المتجددة بمختلف التكنولوجيات، وأخذت جميع العوامل في الحسبان واتبعت الطرائق الصحيحة لاستغلال هذا النوع من الطاقة واستخدم بشكل اقتصادي مع محاولة تطويره إلى الشكل الأفضل، فقد يؤدي ذلك إلى انخفاض تكلفة الواط الواحد المنتج منها¹. وتتراوح تكلفة إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح، (وهي الأقل تكلفة للطاقة المتجددة)، من 4-5 سنتات للكيلوات ساعة، في حين أنها لا تتجاوز 3 سنتات في حالة إنتاج الكهرباء من التوربينات الغازية ذات الدورة المفردة أو 2 سنت في حالة استخدام توربينات الدورة المركبة بافتراض أن سعر الغاز حوالي 5 دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية (BTU)، وتصل التكاليف للكيلوات ساعة إلى مستويات عالية جدا (حوالي 30 سنت للكيلوات ساعة في حالة استخدام الخلية الضوئية²).

يقتصر استعمال هذا النوع من التكنولوجيا على الاستعمالات الصغيرة والبسيطة مثل تزويد المناطق الريفية والمعزولة وكذا المناطق الفقيرة أو الاستعمالات المتخصصة الدقيقة كتوفير الطاقة للمركبات الفضائية، حيث يمكن استعمال تكنولوجيا الخلية الضوئية PV لإنتاج الكهرباء لتلبية الحاجات الأساسية كالإنارة وتلفزيون أو ثلاجة في بعض الحالات. وهذا الاستخدام للطاقة المتجددة، ولو أنه غير عملي وغير اقتصادي لتلبية الاحتياجات المكثفة للكهرباء، إلا أنه قد يكون الأسلوب الأفضل والأمثل لتزويد تلك المناطق المذكورة في الدول ذات الدخل المنخفض جدا بالكهرباء، فمن شأن هذا الاستخدام أن يمثل دورا هاما للطاقة المتجددة في حالات خاصة³.

2.3.3- العوادم الصادرة من محطات توليد الكهرباء

تتسبب عمليات حرق المشتقات النفطية والغاز في انبعاث جزيئات عالقة في الهواء وغازات ضارة بالبيئة، والتي يمكن عرضها على النحو التالي⁴:

¹ يحي محمود حسن، عدنان فرحان الجوارين، 2013، الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في دولة الإمارات العربية المتحدة، المؤتمر الدولي السنوي الحادي والعشرين: "الطاقة بين القانون والاقتصاد"، جامعة الإمارات العربية المتحدة، ص 58.

² هشام الخطيب، مرجع سابق، ص 13.

³ الاتحاد العربي لمنتجي وناقلي وموزعي الكهرباء، ديسمبر 2006، مرجع سابق، ص 3.

⁴ عبد الله الشعلان، 1416هـ، تقدير تكاليف انقطاعات الطاقة الكهربائية عن المستهلكين، مجلة جامعة الملك عبد العزيز للعلوم الهندسية، جدة، مجلد 12، العدد 2، ص ص 25-26.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء، وضرورة الربط الكهربائي العربي

أولاً: الجزيئات العالقة

وتشمل الجسيمات (منها المركبات الهيدروكربونية، الأثرية، مزيج من الضباب والدخان، الخ...). والجسيمات الدقيقة (أقل من 10 جزء في المليون (ميكرون). وأخرى أقل من 2.5 ميكرون. وهي قادرة على الانتقال إلى الجهاز التنفسي. علماً بأن التلوث بالجسيمات يؤدي إلى 800 ألف حالة وفاة مبكر سنوياً في العالم وفق تقديرات منظمة الصحة العالمية). والديوكسين الذي ينتج عادة عندما يتم الاحتراق على مستويات حرارة غير مرتفعة نسبياً (200-600 درجة مئوية).

ثانياً: المعادن الثقيلة

تحتوي الغازات المنطلقة من مداخن المصانع على كثير من الجزيئات والأبخرة والمواد العالقة، بعضها سام مثل مركبات الزرنيخ، والفسفور، والكبريت، كما تحتوي على بعض المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص والكامبيوم والزنك والكروم والنحاس والنيكل السيلينيوم. وتبقى هذه الجزيئات معلقة في الهواء على صورة ضباب خفيف يتم نقله بالرياح من مكان لآخر فتتسع تأثيراتها الضارة في البيئة وعلى الإنسان¹.

ثالثاً: أهم الغازات والرسوبيات الملوثة للهواء

عرف المجلس الأوروبي التلوث الهوائي بأنه: "وجود مواد غريبة في الهواء أو حدوث تغيير هام في نسب المواد المكونة له ويترتب عليها حدوث نتائج ضارة أو مضايقات"². ويعرف على أنه: "حدوث خلل في النظام الأيكولوجي الهوائي نتيجة إطلاق كميات كبيرة من الغازات والجسيمات تفوق قدرة النظام على التنقية الذاتية، مما يؤدي إلى حدوث تغيير كبير في حجم وخصائص عناصر الهواء، فتتحول من عناصر مفيدة لصناعة الحياة كما قدر الله إلى عناصر ملوثة تحدث الكثير من الأضرار والمخاطر"³. وسنحاول عرض أهم هذه الملوثات فيما يلي:

1- أكاسيد النيتروجين:

يشكل غاز النيتروجين حوالي 78% من الهواء الجاف، وهو غاز خامل عديم النفع لمعظم الكائنات الحية. وللاستفادة منه بكميات كبيرة لا بد من تحويله إلى مركبات نيتروجينية تستطيع الكائنات الحية الاستفادة منها⁴. يوجد هذا الغاز في الوقود والهواء ويستخدم في عملية حرق الوقود، خصوصاً عند درجات الحرارة المرتفعة، وفي وجود الأكسجين يتم أكسدة النيتروجين وتتكون أكاسيد النيتروجين مثل أول أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد النيتروجين وأكسيد النيتروجين وأكسيد النيتروز. ويعتبر ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) من أهم هذه الغازات الموجودة في الجو، ويكون مع أول أكسيد النيتروجين (NO) ما يعرف بالمجموع الكلي لأكاسيد النيتروجين (NO_x)⁵، وتزيد معدلات تكوين أكاسيد النيتروجين مع ارتفاع درجات الحرارة وزيادة المدة الزمنية لعملية الاحتراق. وتمثل محطات الكهرباء الحرارية العامل بالفحم أهم مصدر لانبعاثات هذه الغازات، إذ

¹ محمد عبد البديع، 2006، الاقتصاد البيئي والتنمية، دار الأمين للنشر والتوزيع، مصر ص 130.

² Michel Despax, 1980 : **droit de l'environnement**, Librairies technique LETEC : l'université de Virginie, p 423.

³ زين الدين عبد المقصود، 2000، قضايا بيئية معاصرة، منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر، ص 157.

⁴ أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 87.

⁵ عمر شريف، مرجع سابق، ص 73.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

تقدر كميات أكاسيد النيتروجين الناتجة عن حرق طن مكافئ نפט من لفحم بحوالي 11 كغ، أي ما يعادل ثلاثة أضعاف الكمية المنبعثة من الغاز الطبيعي.

ويعتبر غاز ثاني أكسيد النيتروجين أكثر هذه الأكاسيد خطورة وتأثيرا على البيئة، وقد تتسبب هذه الغازات في تكوين غاز الأوزون وكذلك أحماض النيتريك الخطرة التي تشكل عاملا جوهريا فيما يعرف بالأمطار الحمضية التي تسقط على التربة فتسبب ضررا كبيرا على الإنسان والنبات والحيوان. كما أن أحماض النيتريك قد تتسبب في تآكل الأشياء المصنوعة من بعض المعادن مثل النيكل والنحاس والرصاص فقد تتساقط بعض موصلات خطوط نقل القدرة الكهربائية المصنوعة من النحاس مما قد ينتج عنه انقطاعات في الخدمة الكهربائية وكذلك تآكل شبكات مواسير المياه¹. وتتسبب تأثيرات أكاسيد النيتروجين على البيئة إلى تأثيرات مباشرة مثل الأخطار على الصحة والحياة الحيوانية والنباتية، ومخاطر التآكل والتأثيرات غير المباشرة وتتمثل في زيادة المواد الحمضية في التربة ومصادر المياه ودور تلك الغازات في التأثير على طبقة الأوزون.

ويدخل الإنسان من خلال أنشطته المختلفة مصادر نيتروجينية جديدة في دورة النيتروجين مثل:²

- (أ) الملوثات الهوائية: وخاصة الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري إذ ينتج كميات كبيرة من أكسيد النيتروجين تصل إلى حوالي 50 كغ سنويا للهكتار في المناطق الصناعية، وهو ما يزيد في حدة مشكلة الأمطار الحامضية؛
- (ب) الإنتاج الزراعي المكثف: لسد حاجة العالم من الغذاء، وهذا يعني إضافة كميات كبيرة من الأسمدة النيتروجينية المصنعة للتربة قد يزيد عن 100 كغ سنويا لكل هكتار. حيث تقوم الأسمدة النيتروجينية بتلوث البيئة واستنزاف كميات كبيرة من الطاقة، ويترتب على ذلك غالبا تلوث المياه السطحية والجوفية؛
- (ت) إضافة كميات كبيرة من المركبات النيتروجينية من المياه العادمة المعالجة وغير المعالجة إلى التربة ومصادر المياه.

2- أكاسيد الكبريت:

تكمن أهمية الكبريت في كونه عنصرا أساسيا في بناء العديد من البروتينات، ويستخدم في تنشيط بعض الإنزيمات وفي تفاعلات إزالة المواد السامة في الجسم. ويوجد في الطبيعة على شكل كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وعنصر الكبريت (S) والكبريتات $(SO_4)^{2-}$ ³. يحتوي الوقود عادة على نسبة من الكبريت وتختلف هذه النسبة من نوع لآخر، وفي حالة الغاز الطبيعي تكون تلك النسبة منخفضة جدا، وينتج عن وجود الكبريت في الوقود أكاسيد كبريتية تتصاعد مع عوادم الاحتراق وتختلف كمية الأكاسيد باختلاف نسبة وجود الكبريت في الوقود. وعادة ما تكون أكاسيد الكبريت الناتجة على صورة ثاني أو

¹ عبد الله الشعلان، 1416هـ، مرجع سابق، ص 27.

² أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 92.

³ نفس المرجع، ص 95.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

ثالث أكسيد الكبريت، غير أن الجزء الأعظم يكون على صورة ثاني أكسيد الكبريت، وفي حالة وجود قطرات الماء أو بخار الماء مع وجود الأوكسجين في الهواء الخارجي فقد ينتج حامض الكبريتيك¹.

ومصادر غازات الكبريت متعددة منها: محطات توليد الكهرباء، تحلل المواد العضوية في التربة بواسطة البكتيريا، ومن التعرية الجوية لبعض الصخور التي تحتوي على الكبريت، وبسبب البراكين حيث تنطلق تلك الغازات من باطن الأرض، بالإضافة إلى التلوث الصناعي حيث تنطلق غازات (SO₂) من المصانع ووسائل النقل والتدفئة إلى الغلاف الغازي، ويسقط مع الأمطار على شكل قطرات من حامض الكبريتيك (H₂SO₄) المخفف، مكونا أمطار حامضية والتي تؤثر على الغطاء النباتي البري، وقد تصل إلى البحيرات لتؤثر على حياة الأسماك والكائنات المائية².

ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت من الغازات الضارة لصحة الإنسان حيث يتسبب في الأمراض الصدرية وقد يؤدي إلى الوفاة في حالة زيادة تركيزه في الهواء، وهناك تأثيرات مباشرة وغير مباشرة لهذا الغاز إذ يسبب تآكل المواد المختلفة وخاصة المعدنية منها، مما قد يخلف أضرارا اقتصادية بالغة. كما قد يتسبب في انخفاض مستوى الرؤية في المنطقة المحيطة³.

3- أكاسيد الكربون:

نتيجة لاحتراق الوقود في محطات توليد الكهرباء ينبعث غاز أول أكسيد الكربون، وهو غاز سام ينتج عن الاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري. ويمكن تلافيه من خلال تأمين ظروف الاحتراق الكامل كأحد إجراءات تحسين كفاءة إنتاج الطاقة الحرارية، ونظرا لكونه من الغازات السامة والتأثير الضار على صحة الإنسان حيث يحد من الهيموجلوبين الحامل للأوكسجين في الدم، فقد وضعت منظمات حماية البيئة في بعض الدول مقاييس ومعايير تحدد فيها الحد الأعلى المسموح به لتركيز أول أكسيد الكربون. وتجدر الإشارة إلى أن محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالغاز الطبيعي تفرز كميات ضئيلة جدا من أول أكسيد الكربون مقارنة بتلك المحطات التي تعمل بالوقود السائل، كما تعتبر مسؤولة فقط عن 1.5% من كمية أول أكسيد الكربون الذي يتصاعد منها إلى الهواء الخارجي مقارنة بالمصادر الأخرى⁴.

وينتج ثاني أكسيد الكربون، عن احتراق الكربون الموجود في المحروقات، ولا يمكن تلافيه خلال عملية إنتاج الطاقة الحرارية من الوقود، ونظرا لأنه من مكونات الهواء فإن نسبته تقدر بـ: 0.03% وهي نسبة ضرورية لاستمرار الحياة⁵، وهو

¹ عبد الله الشعلان، مرجع سابق، ص 28.

² أيمن ماهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص ص 95-96.

³ فاروق الخطيب، 1406 هـ، اقتصاديات تنمية الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية، ص 84.

⁴ نفس المرجع، ص 84.

⁵ محمد عبد البديع، مرجع سابق، ص 129.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

أهم الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري، ويعمل على رفع درجة حرارة الغلاف الجوي نظرا لأن هذا الغاز له القدرة على امتصاص الأشعة تحت الحمراء، ومن ثم إعادة إشعاعها إلى الأرض مرة أخرى.

أدت الأنشطة البشرية المختلفة خاصة في المائة سنة الأخيرة إلى إحداث تغيرات في دورة الكربون، إذ تبلغ كمية CO₂ التي تنتج عالميا عن طريق حرق الوقود الأحفوري، بالإضافة إلى حرق الغابات والأعشاب حوالي 22 بليون طن سنويا¹، ينطلق نصف هذه الكمية إلى الغلاف الغازي، في حين تمتص التربة والغلاف المائي القسم المتبقي. ويصل تركيز CO₂ في المناطق الصناعية التي تمتاز بركود الهواء إلى معدل مرتفع، مما يؤثر في صحة وسلامة الإنسان. وقد بينت الدراسات أن نسبة غاز CO₂ في الهواء بلغت نحو 260 جزءا في المليون في الهواء نهاية القرن الثامن عشر أي نحو 0.026%، ثم ارتفعت إلى نحو 345 أي 0.0345% في نهاية 1983م. والسبب في هذه الزيادة هو الكميات الهائلة من الوقود التي تحرق في المحطات والمنشآت الصناعية، بالإضافة إلى حرق كميات أخرى في محركات السيارات ووسائل النقل².

ومن الأضرار البيئية المتوقعة من الإخلال بدورة الكربون هو ما يلي:³

- أ) انصهار كميات كبيرة من جليد القطبين الشمالي والجنوبي، مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب البحار وتغيير نسبة الملوحة، وإغراق العديد من المدن الساحلية والقضاء على جزء من المياه الجوفية العذبة؛
- ب) إمكانية الإخلال بالأنظمة الإنتاجية الزراعية في العالم بسبب زيادة كمية الأمطار في بعض المناطق، وقد تتأثر أخرى بالجفاف والتصحر، مما يؤدي إلى حدوث نقص في الغذاء أو تفاقمه؛
- ت) إمكانية انتقال بعض الأمراض مثل مرض الملاريا إلى مناطق لا تعرف هذه الأمراض من ذي قبل بسبب زيادة كمية الأمطار، وتكوين مناطق رطبة؛
- ث) إمكانية التأثير في صحة الإنسان من خلال ضربة الحرارة والكره الحراري اللذان قد يؤديا إلى الوفاة، خصوصا الأطفال وكبار السن والمصابين بالأمراض القلبية والتنفسية؛
- ج) إمكانية تعرض التنوع البيولوجي للخطر بسبب فقد مواطن الكائنات الحية من غابات ومناطق رطبة بسبب الجفاف.

4- المواد الهيدروكربونية: وهي مركبات من الكربون والهيدروجين مثل الميثان والإيثان، ناتجة عن تكرير النفط وعن الاحتراق غير التام للوقود، ومن أكثر هذه المركبات ضررا "البنزوبيرين" الذي يعتبر من مسببات السرطان⁴. وفي حالات عدم الاحتراق التام للوقود تنبعث إلى الهواء الخارجي مواد هيدروكربونية عديدة خطرة على الصحة العامة، وقد تعوق عملية نمو النباتات ويتسبب بعضها -مع وجود أكاسيد النيتروجين- في حدوث مشكلة انخفاض الرؤية في المنطقة المحيطة

¹ أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 77.

² أحمد مدحت إسلام، 1999، الطاقة وتلوث البيئة، دار الفكر العربي، مصر، ص ص 42-43.

³ أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 80.

⁴ نفس المرجع، ص 156.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

نتيجة لتكون طبقات ضبابية داكنة، ونظرا لتأثيرات تلك المواد الهيدروكربونية الضارة للبيئة والصحة العامة فقد وضعت منظمات حماية البيئة في بعض الدول حداً أعلى لتركيز تلك المواد في الهواء¹.

5- **الجزئيات الصلبة:** وهي متعددة المصادر، من أصل حجري مثل الرمل، ومن أصل معدني كالحديد، ومن أصل أملاح كأملح الرصاص، ومنها من أصل نباتي مثل الطحين². وكثيراً ما تنتج عن عملية حرق الوقود في محطات توليد الكهرباء مواد صلبة وجسيمات دقيقة، وغالباً ما تكون من مخلفات احتراق الكربون. ويتوقف نوع وحجم تلك الجسيمات على نوعية الوقود وطبيعة عملية الاحتراق، ويقدر وزن المواد الصلبة التي قد تنتج من حرق ألف جالون من زيت الوقود بحوالي 5 كيلوجرام، ونظراً لصغر حجم الجسيمات فإنها تشكل خطورة كبيرة على الصحة العامة حيث يسهل تنفسها وغالباً ما تحمل مواد خطيرة أو غازات سامة. وتعتبر محطات توليد الكهرباء مسؤولة عن حوالي 21% من الجسيمات الصلبة التي تتبع إلى الهواء الخارجي³.

3.3.3- مستويات الاهتمام بتلوث الهواء

أصبحت مشاكل تلوث الهواء وتبعاتها من الاعتبارات الأساسية عند عملية التخطيط أو التصميم، وإنشاء وتشغيل المنشآت الصناعية والكهربائية وغيرها. ومن المتوقع أن تجد هذه المشاكل مزيداً من الاهتمام في المستقبل، وقد تصبح من المواضيع التي تؤثر في رسم السياسات والاستراتيجيات لخطط إنشاء محطات توليد الكهرباء بشكل خاص. ولقد كان من الشائع أن تؤخذ الاعتبارات البيئية على مستوى محلي فقط عند تخطيط وتصميم محطات توليد الكهرباء، بل قد تنحصر في المواقع التي سيتم فيها إنشاء المحطات. وكان من المتبع أن يتم تقدير تأثير إنشاء المحطات على البيئة، والتأكد من أنه سوف يكون ضمن النسب والحدود المقبولة. ونادراً ما كانت الاعتبارات البيئية ذات تأثير كبير على خطط برامج توليد الكهرباء. غير أنه في الوقت الحالي أحدثت الاعتبارات البيئية أبعداً جديدة واهتماماً متزايداً على جميع المستويات المحلية والإقليمية وحتى العالمية، وأصبحت تؤثر وبشكل جوهري على برامج خطط توليد الكهرباء في بلدان كثيرة.

أولاً: الاهتمامات المحلية:

عند دراسة اعتبارات حماية البيئة وخاصة تلوث الهواء على المستوى المحلي في مراحل تخطيط وتصميم وتشغيل محطات توليد الكهرباء، فإنه يلزم دراسة موضوعين أساسيين⁴: الأول هو المحافظة على جودة الهواء والتأكد من أن محطة التوليد لن تتسبب في تغيير كبير في نوعية الهواء وأن التغيير سوف يكون في الحدود المقبولة والموضحة ضمن مقاييس نوعية الهواء، والثاني هو وضع حدود قصوى لانبعاث الملوثات ذات التأثيرات الخطيرة على الصحة العامة والبيئة من محطات توليد الكهرباء، وخاصة تلك التي تعمل بالوقود التقليدي دون النظر لنوعية الهواء. ومن ثم يجب اختيار أنواع الوقود الخالية

¹ فاروق الخطيب، مرجع سابق 86.

² أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 77.

³ فاروق الخطيب، مرجع سابق، ص 89.

⁴ عبد الله محمد الشعلان، (دون تاريخ)، تطور الشبكات الكهربائية، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، ص 30.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

من المواد الملوثة، والتحول إلى مصادر متجددة للطاقة، ومراقبة مصادر التلوث، وبالذات آلات الاحتراق في محطات الطاقة الكهربائية، لتقليل كمية المواد الملوثة المنطلقة منها¹.

ثانياً: الاهتمامات الوطنية:

تتطلب عملية حماية البيئة مجهودات وطنية وأخرى دولية، والمجهودات المحلية هي جزء لا يتجزأ من المجهودات الدولية لحماية البيئة. فالأمم المتحدة والدول ومؤسسات المجتمع المدني (المهتمة بالبيئة) مطالبة بوضع السياسات التي تساهم في الحد من التلوث بمختلف أنواعه².

وقد أكدت الدراسات والأبحاث العلمية الحديثة إمكانية انتقال بعض أنواع العوادم والملوثات مثل أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين مسافات كبيرة قد تبلغ مئآت آلاف الكيلومترات عبر الغلاف الجوي وذلك يعني أنه من الممكن أن تتأثر مناطق بعيدة عن مواقع محطات توليد الكهرباء بالملوثات التي تنبعث من المحطات. ومن هنا تبدو أهمية حساب الكمية الإجمالية للملوثات التي تنبعث من جميع محطات توليد الكهرباء إلى الهواء الخارجي على مستوى البلد الواحد خلال عام، وضرورة أن تكون كمية الملوثات ضمن حدود مقبولة، ولذلك فإنه عند التخطيط لبرامج إنشاء محطات التوليد على مستوى البلديجب أن يؤخذ بعين الاعتبار الكميات الإجمالية المتوقعة للعوادم، وخاصة بعض أنواع الملوثات التي من الممكن أن تنتقل مسافات كبيرة ويكون لها تأثيرات خطيرة على البيئة³.

وحيث أن كميات العوادم تتحدد بناء على عوامل كثيرة منها أنواع الوقود فقد يتطلب ذلك رسم سياسات واستراتيجيات برامج محطات التوليد تتماشى مع الحدود المسموحة من الملوثات المنبعثة من محطات التوليد الحالية والمستقبلية، ومن أنواع الوقود المرغوب فيها الغاز الطبيعي أو استخدام الطاقات غير التقليدية كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح واستخدام المحطات المائية لتوليد الكهرباء. وقد بدأت بالفعل دول كثيرة في إعادة دراسة الاستراتيجيات الخاصة ببرامج محطات التوليد لتأخذ في الاعتبار إمكانية تخفيض العوادم الصادرة من محطات التوليد التي تعمل بالوقود التقليدي، ومن بينها الدنمارك وإيرلندا واليابان وأمريكا. ولهذا اعتبرت بداية الستينات نقطة انطلاق في ظهور مجموعات من الاتفاقيات الدولية والتشريعات الوطنية بهدف إيجاد حلول للمشاكل البيئية. والهدف الأساس من إبرامها هو تحسين الوضع البيئي من خلال تلك القوانين⁴.

¹ كمال شرقاوي غزالي، 1996، من أجل بيئة أفضل: التلوث البيئي العقدة والحل، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، ص 97-98.

² كمال رزيق، 2007، دور الدولة في حماية البيئة، مجلة الباحث، العدد 5، ص 97.

³ عبد الله الشعلان، حامد زرزورة، 1417هـ، مفاهيم وأساليب تخطيط أنظمة القدرة الكهربائية، مركز البحوث، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود، تقرير نهائي رقم ر 17/10/03، شعبان 1417هـ، ص 12.

⁴ طلال بن سيف بن عبد الله الحوسني، حماية البيئة الدولية من التلوث، ص 12، من موقع الهندسة البيئية www.4enveng.com: 02/24/2014.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

ثالثا: الاهتمامات الإقليمية والعالمية

تعد التحديات البيئية مشكلة عالمية، فالمواثيق والتشريعات الوطنية ما هي إلا استجابة للمواثيق والاتفاقيات العالمية من ناحية، ومن ناحية أخرى فإن المشاكل البيئية يجب أن تقوم على مبدأ التعاون بينمختلف الدول لأن المصالح عامة ومشتركة. ولقد شهد النظام العالمي على مدى القرن العشرين مجموعة من المعاهدات والبروتوكولات، وفي هذا الإطار تمت صياغة حوالي 21 معاهدة واتفاقية¹.

ومع تزايد استهلاك الكهرباء يوما بعد يوم ليغطي مختلف مجالات الحياة، وسيستمر هذا الاتجاه مستقبلا ليغطي مناطق شاسعة وأقاليم عديدة لتحقيق التطور الاجتماعي والاقتصادي ورفع مستويات المعيشة وتحقيق الرخاء للشعوب، يتطلب إنشاء مزيد من محطات توليد الكهرباء لمواجهة التزايد المستمر في استهلاك هذه السلعة الحيوية، وهذا يعني استخدام وحررق كميات كبيرة من الوقود التقليدي كونه مازال واحدا من أهم المصادر الرئيسة للحصول على الكهرباء.

والجدير بالذكر أن حرق المزيد من الوقود الأحفوري يؤدي إلى زيادة معدلات تلوث الهواء الجوي بالعوادم الناتجة عن محطات التوليد، مما يسبب أضرارا جسيمة بالإنسان وبيئته. وقد يزداد الأمر سوءا حيث أن بعض الملوثات كأكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، تستطيع أن تنتقل مسافات كبيرة، وخلال فترات زمنية طويلة قد تستمر لعدة أشهر. وقد ثبت بالأدلة العلمية أن الملوثات تنطلق من مواقع في بعض البلدان لتنتقل عبر الأجواء إلى بلدان مجاورة أو حتى بعيدة. وهذا يعني أن تلوث الهواء لا يعرف الحدود بين الدول، وخير دليل على ذلك أن بعض دول أوروبا تحدث تدميرا واسع النطاق للغابات الموجودة بها، وقد قدرت كميات ثاني أكسيد الكبريت التي تنبعث إلى الهواء في أوروبا بحوالي 60 مليون طن كل عام². وقد أدركت بعض الدول أن الحل الوحيد لمواجهة المشكلة يكون من خلال التخفيض الكبير لكميات هذه الملوثات وإجراء تنسيق مستمر بينها في هذا المجال. ويتزايد الاهتمام العالمي بالمشكلات البيئية بعدما أثبتت الدراسات الحديثة احتمال تعرض بعض المناطق لمشاكل خطيرة تتعدى حدودها، ومن بين هذه المشاكل³:

- 1- الأمطار الحمضية؛
- 2- وجود ثقب في طبقة الأوزون بالغللاف الجوي؛
- 3- احتمال حدوث تغيرات في الطقس وخاصة درجات الحرارة وكذلك مستويات أسطح البحار نتيجة لزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في طبقات الجو العليا.

وقد وقعت حديثا عدة اتفاقيات عالمية في وقت قصير جدا تختص بمشكلة وجود ثقب في طبقة الأوزون، نتيجة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون، وأصبحت من الموضوعات ذات الأولوية في المؤتمرات العالمية، وتزداد الضغوط

¹ خالد مصطفى قاسم، 2007، الإدارة البيئية والتنمية المستدامة في ظل العولمة المعاصرة، الدار الجامعية، الإسكندرية، ص 400.

² عبد الله محمد الشعلان، تطور الشبكات الكهربائية، مرجع سابق، ص 30.

³ نفس المرجع، ص 31.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

السياسية على المستوى العالمي بشكل مستمر وذلك لإيجاد الحلول للمشاكل الناجمة عن تلوث البيئة، ومن المأمول التوصل في المستقبل القريب إلى إجراءات عملية لمعالجة هذه المشاكل.

ويتضمن الاهتمام العالمي بحماية البيئة ما يلي:¹

- 1- إنشاء الوزارات والدوائر والمؤسسات الخاصة؛
- 2- صدور العديد من القوانين والتشريعات على المستوى العالمي والمحلي، مثل قانون الهواء النظيف في بريطانيا لعام 1969م؛
- 3- وضع معايير ومواصفات لملوثات البيئة (الماء، الهواء، التربة)، وإجراء العديد من الأبحاث لتقييم الأثر البيئي للصناعات والملوثات؛
- 4- إقامة مناطق محمية بهدف حماية الحياة البرية، مثل محمية ضانا في جنوب الأردن؛
- 5- الاهتمام بالإعلام والتثقيف والإرشاد البيئي؛
- 6- وضع الاستراتيجيات المرسومة، ومتابعة التنفيذ والرصد وتقييم المختبرات، وملاءمة التزويد بالخبراء والفنيين والمستخدمين، والتنسيق بين القطاعات المختلفة وضرورة وجود التفويض للسلطات.

¹ أيمن مزاهرة، علي الشوابكة، مرجع سابق، ص 192.

4.3- الربط الكهربائي العربي ومنافع استخدام الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء

أولت الدول العربية اهتماما كبيرا لموضوع الربط الكهربائي منذ مطلع السبعينات من القرن الماضي، وذلك من منطلق إدراكها للعوائد الاقتصادية والفنية التي تعود على الدول العربية من خلال ربط شبكاتها الكهربائية والمتمثلة بشكل أساسي في:¹

- تقليل حجم الاستثمار في قطاع توليد الكهرباء نتيجة تقليل الاحتياطي في محطات التوليد لكل دولة؛
- الاستفادة من اختلاف أوقات الذروة، بما يسمح بزيادة القدرة الممكن تبادلها بين الشبكات المرتبطة؛
- زيادة كفاءة الأنظمة الكهربائية واعتماديتها بتقديم الدعم في حالات الطوارئ؛
- استغلال شبكات الربط الكهربائي في إنشاء شبكات نقل المعلومات بين الدول المرتبطة.

ويعتبر الربط الكهربائي أحد الوسائل الهامة لترشيد المنظومات الكهربائية، وأحد أشكال التعاون والتكامل بين الدول العربية في مجال الكهرباء، فهو يساهم في الحد من التكاليف الرأسمالية والتكاليف التشغيلية لإنتاج الكهرباء لمقابلة مستوى معين من الطلب، فضلا عما يؤديه من وفرة في استخدام الطاقة الأولية، كما أنلرطفوائد كثيرة. وعاد كما يبدأ الربط بين الدول المتجاورة بصورة متواضعة وللتبادل في أوقات معينة، إلا أنه سرعان ما ينمو ويأخذ أشكالا أكثر تطورا في ضوء التجربة الفعلية، وبعد اطمئنان الشركاء للنواحي الفنية والاستراتيجية والسياسية، والتأكد من منافع الربط ومردوديته.

1.4.3- أهم المزايا الاقتصادية والفنية للربط الكهربائي

تتمثل أهم مزايا الربط الكهربائي الاقتصادية والفنية في أنه:²

- يسمح بتقليل القدرة الاحتياطية³ المركبة في كل شبكة، ويؤدي من ثم إلى تخفيض الاستثمارات الرأسمالية اللازمة لتلبية الطلب دون المساس بدرجة الأمان والاعتمادية في الشبكات المرتبطة، وذلك نظراً لأن خط الربط يشكل قدرة توليد إضافية للشبكات المرتبطة؛
- يسمح بالتقليل من الاحتياطي الدوار⁴ مع الحفاظ على مستوى أمان الشبكة نفسه، ومن ثم تخفيض تكاليف التشغيل، لأنه بإمكان الشبكات المرتبطة الاستفادة من كامل الاحتياطي الدوار المتوافر في تلك الشبكات، إذ أن احتمال حدوث خلل مفاجئ في آن واحد في أكثر من شبكة هو احتمال ضئيل للغاية.

¹ مؤتمر الطاقة العربي العاشر، والتعاون الطاقة العربي، أبو ظبي-الإمارات العربية المتحدة، 21-23 ديسمبر 2014، ص 12.

² الاتحاد العربي للكهرباء، الربط الكهربائي بين الدول العربية، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 2011، ص 7.

³ القدرة الاحتياطية تمثل الفرق بين قدرة التوليد المتاحة والحمل الأقصى.

⁴ الاحتياطي الدوار في لحظة ما يمثل الفرق بين إجمالي قدرات وحدات التوليد المتزامنة على الشبكة والحمل الأقصى في تلك اللحظة.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

- يجعل من الشبكات المترابطة شبكة واحدة أكثر اتساعاً وذات توتر أكثر توازناً وذات استقرار سناتيكي وديناميكي أفضل، إذ أن الشبكة المرتبطة أقدر من الشبكة المنفردة على استعادة استقرارها بعد الاضطرابات أو الحوادث الكبيرة.
 - يسمح بالاستفادة من اختلاف أنظمة التوليد عندما يغلب على إحدى شبكات التوليد الكهرومائي، ويغلب على الشبكة الأخرى التوليد الحراري، إذ بالإمكان التقليل من تأثير السنوات التي بها ندرة مائية في الدول التي تعتمد على الطاقة المائية.
 - يسمح بالاستفادة من اختلاف أوقات الذروة الفصلية والأسبوعية واليومية، إذ عادة ما تكون أحمال الذروة للشبكة المرتبطة أقل من حاصل جمع أحمال الذروة للشبكات المنفصلة. ويؤدي هذا إلى التقليل من التكاليف التوليدية للكيلوات ساعة خلال أوقات الذروة نظراً لعدم الحاجة إلى تشغيل وحدات التوليد الأقل كفاءة، والتي تستخدم عادة لتلبية أحمال الذروة. ويضاف إلى ما تقدم عدداً من الآثار البيئية الهامة، وبصفة خاصة تقليل الانبعاثات للغازات العادمة باستخدام وحدات التوليد الأكثر كفاءة، وكذلك تقليل الانبعاثات والغازات الملوثة للبيئة والأمطار الحمضية نتيجة لخفض عدد وحدات التوليد العاملة.
- وينقسم الربط الكهربائي إلى نوعين رئيسيين هما: **الربط الكهربائي الاستراتيجي**، إذ قد تتجاوز التكاليف الاستثمارية الفوائد المتحققة في المستقبل المنظور ولكن وجوده يعزز من قوة النظام واستعداده لمواجهة أي خلل مستقبلي ولو كانت احتمالية حدوثه ضعيفة، و**الربط الكهربائي الاقتصادي**: حيث يتم إجراء التحاليل الاقتصادية لإثبات أن فوائد الربط تتجاوز التكاليف والاستثمارات المالية لإنشاء خطوط الربط الكهربائي ومحطات التحويل والملحقات الأخرى لضمان تشغيله بكل سهولة وانسيابية مطلوبة، وتعد مشاريع الربط الكهربائي من أهم المشاريع التي من شأنها الإسهام في مواجهة الزيادة في الطلب على الكهرباء المصاحبة لخطط التنمية الاقتصادية، حيث يتم من خلال الربط الاستعانة بقدرات التوليد الفائضة أو الرخيصة في بلد ما كاحتياطي للبلدان الأخرى، مما يضمن تزويد المستهلك بالكهرباء بأسعار مناسبة وموثوقة عالية، وبالنسبة للمنطقة العربية، هناك ثلاثة مشاريع كبرى في المشرق العربي، والمغرب العربي والخليج العربي. والجدول الموالي يوضح كمية الطاقة الكهربائية المتبادلة (استيراد/ تصدير) لمجموعة الدول العربية.

¹ مؤتمر الطاقة العربي العاشر، مرجع سابق، ص 13.

**الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء
وضرورة الربط الكهربائي العربي**

الجدول (3-12) كمية الطاقة الكهربائية المتبادلة (GWh)

| الدولة | الطاقة المستوردة | الطاقة المصدرة |
|------------------|------------------|----------------|
| الأردن | 381 | 59 |
| الإمارات العربية | 115 | 137 |
| البحرين | 70 | 53 |
| تونس | 164 | 218 |
| الجزائر | 296 | 384 |
| السعودية | 6.3 | 4.5 |
| السودان | 320 | - |
| سوريا | 0 | 529 |
| العراق | 9.246 | - |
| عمان | 111 | 101 |
| فلسطين | 4.683 | - |
| قطر | 7.5 | 24.8 |
| الكويت | 124 | 164 |
| لبنان | 2.790 | - |
| ليبيا | 64 | 0.5 |
| مصر | 77 | 474 |
| المغرب | 5.551 | 151 |

المصدر: مؤتمر الطاقة العربي العاشر، مرجع سابق، ص 13.

2.4.3- إمكانية استخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية في توليد الكهرباء بالمنطقة العربية

في بداية القرن 21 (2004م) كان إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة (غير المائية) في العالم العربي محدودا للغاية، نتيجة لاقتصاديات العصر المشكوك فيها، ولانتشار الوقود الأحفوري واستعمال الغاز الطبيعي في إنتاج الكهرباء. فالقدرة المركبة والطاقة المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة بجميع أشكالها موضحة في الجدول التالي:

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الجدول (13-3) قدرة وإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في الدول العربية لعام (2004)

| إنتاج (MWh) | | قدرة (MW) | | |
|-------------|-------|-------------|-------|--|
| رياح وشمسية | مائية | رياح وشمسية | مائية | |
| 614 | 27276 | 214 | 9120 | الطاقة المتجددة |
| 526795 | | 122829 | | إنتاج الكهرباء في الوطن العربي |
| %5.3 | | %7.6 | | إنتاج الطاقة المتجددة إلى الإنتاج الكلي للكهرباء |

المصدر: WEO 2004

يوضح الجدول (13-3) من خلال هذه الأرقام بأن إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادرة متجددة لا يتجاوز 5.3% من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم العربي وفقا لإحصائيات 2004م، وهو إنتاج متواضع للغاية وأقل من المعدلات العالمية والتي تبلغ حوالي 16%¹. وكان حينذاك يتوقع أن يتراجع نتيجة لمحدودية مصادر المياه، وللاستثمار المحدود في إنتاج الكهرباء من المصادر الأخرى (الرياح والطاقة الشمسية، ...)، ولانتشار استعمال الغاز الطبيعي لإنتاج الكهرباء في العالم العربي.

تتمتع المنطقة العربية بثراء في مصادر الطاقة المتجددة، خاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وسنحاول تسليط الضوء على إمكانات الدول العربية في مجال طاقة الرياح والطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء.

أولاً: طاقة الرياح:

توجد إمكانات كبيرة لطاقة الرياح لإنتاج الكهرباء في بعض المواقع المتميزة بالمغرب على الساحل الأطلسي، وفي تونس وليبيا، ومصر على ساحل خليج السويس، اليمن وعمان على ساحل المحيط الهندي، السودان والأردن على ساحل البحر الأحمر وخليج العقبة. فضلا عن بعض المواقع بمنطقة الخليج العربي وبعض المناطق الجبلية في لبنان، وبعض المواقع في سوريا، حيث تتراوح سرعات الرياح بين 5.5 إلى أعلى من 9 متر/ الثانية².

أعدت بعض الدول أطلس رياح لتقييم هذا المصدر منها: "مصر، الأردن، سوريا، لبنان، اليمن، ليبيا. وتمثل مشاريع مزارع الرياح التي تم تنفيذها بمصر 550 ميغاوات والمغرب 280 ميغاوات وتونس 160 ميغاوات لتنفيذها في دول عدة منها: ليبيا، الجزائر، الإمارات العربية المتحدة، الأردن، واليمن³، قيمة مضافة لكل الدول من حيث الخبرات المكتسبة والكوادر الفنية، الأمر الذي أدى - مع السياسات التحفيزية- إلى جذب القطاع الخاص للاستثمار في هذا المجال، ويبدو ذلك واضحا من خلال إنشاء مصنع خاص بمنطقة عين السخنة على البحر الأحمر بمصر، لإنتاج توربينات رياح على مراحل، تبدأ

¹ الاتحاد العربي لمنتجي وناقلي وموزعي الكهرباء، 2006، مرجع سابق، ص 4.

² المركز الألماني لشؤون الطيران والفضاء (DLR)، ملخص "محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط"،

شتوتغارت، 2005، ص 9.

³ نفس المرجع، ص 9.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

المرحلة الأولى بتصنيع البرج المعدني، باستخدام تكنولوجيا ألمانية، ثم تليها تصنيع الريش بتكنولوجيا إسبانية وهكذا. وهو ما سوف يدفع فرصة توطین صناعة محلية لبعض مكونات معدات طاقة الرياح وإمكانية التصدير فيما بعد، فإيجاد الطلب وإنشاء السوق.

وتعتمد فكرة استخدام طاقة الرياح وتحويلها إلى طاقة كهربائية من خلال المكونات الرئيسية لعنفة الرياح. ومع ملاحظة أن طاقة الرياح يمكن استغلالها بسرعات رياح تتراوح بين 3-25 متر/ الثانية أخذاً في الاعتبار هيكل سرعات الرياح وشكل التغير في السرعات خلال السنة، إلى جانب دراسة خشونة سطح الأرض وتضاريس الموقع ودرجة الحرارة ونسبة الرطوبة وسعة الأحمال المطلوب تغذيتها والربط على الشبكة، واقتصاديات التشغيل، ... الخ¹.

وتعتبر مزارع الرياح لإنتاج الكهرباء هي أكثر تطبيقات الطاقة المتجددة انتشاراً تجارياً في المنطقة العربية من حيث القدرات المركبة (إجمالي 990 ميغاوات في مصر والمغرب وتونس، فضلاً عن بعض المشاريع التجريبية محدودة القدرة لم يتم أخذها في الاعتبار). وهناك إمكانات كبيرة وخطط لاستخدامها في كثير من البلدان، إلا أنه لا يمكن الاعتماد على طاقة الرياح فقط كمصدر لإنتاج الكهرباء بسبب طبيعتها المتقطعة، وبالتالي فإن نسبة مساهمتها في ضخ الكهرباء على الشبكة في حدود 20%، ويمكن استخدامها في المناطق المعزولة كأنظمة مزدوجة مع وقود أحفوري أو مصدر طاقة شمسية لأغراض إنتاج الكهرباء وضخ المياه (مع وجود بطاريات تخزين لاستخدامها في حالة عدم سطوع الشمس).

ثانياً: الطاقة الشمسية

في ضوء ما تتمتع به الدول العربية من إمكانات في مصدر الطاقة الشمسية، حيث تقع أغلب بلدان المنطقة في نطاق الحزام الشمسي وتعرض لإشعاع شمسي يتراوح بين 5-7 كيلوات ساعة/ مترمربع/ يوم، حيث أن بعض المناطق في السعودية ومصر ودول المغرب العربي الواقعة في نطاق الصحراء الكبرى تتمتع بمعدلات إشعاع مباشر متميزة. ولا شك أن الطاقة المتجددة سوف تؤدي دوراً بارزاً خلال الفترة القادمة في تأمين الإمداد الكهرباء خاصة بالمناطق النائية من جانب، وتخفيض معدلات التلوث من جانب آخر².

ويوضح الجدول (14-3) مقارنة بين الانبعاثات المرتبطة بتكنولوجيات إنتاج الكهرباء من مصدر تقليدي ونووي

ومتجدد.

¹ بثينة أمين راشد، الانبعاثات الملوثة للبيئة بقطاع الكهرباء في الدول العربية، ورقة عمل حول: "دور الطاقة المتجددة في الحد من التلوث، طاقة خضراء من شمس الصحراء"، دولة قطر - الدوحة، 27-28 ماي 2012، ص 6.

² نفس المرجع السابق، ص 7.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء، وضرورة الربط الكهربائي العربي

الجدول (14-3) مقارنة بين الانبعاثات المرتبطة بتكنولوجيات إنتاج الكهرباء

| نوع التكنولوجيا | انبعاثات CO ₂ (طن/ م. و. س) |
|------------------------|--|
| دورة مركبة تعمل بالغاز | 0.403 |
| النووي | 0.005 |
| الرياح | 0.002 |
| الخلايا الشمسية | 0.009 |
| المركزات الشمسية | 0.017 |

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة، 2010، ص 634.

ومع اقتصار إمكانات طاقة الرياح على المواقع ذات متوسط سرعات الرياح المتميزة بحيث يمكن أن يكون استغلال المصدر مجد اقتصادياً، فإنه سيتم التركيز على الطاقة الشمسية من حيث التكنولوجيات السائدة وتطور السوق والتوجهات المستقبلية كمصدر متاح لكافة الدول العربية.

3.4.3- المنافع الفنية التي تحققت من مشاريع الربط الكهربائي

ساهمت مشاريع الربط الكهربائي التي دخلت في الخدمة في تحسين أداء منظومات الكهرباء في الدول المرتبطة. فعلى سبيل المثال تمكنت الأردن من إسترجار كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية من الشبكة المصرية خلال السنوات 2003 و 2004 لتعويض النقص في الشبكة الأردنية، والناتج عن إخراج وحدات التوليد الموجودة في محطة العقبة، أثناء تحويلها لتعمل على الغاز الطبيعي بدلاً من زيت الوقود الثقيل. وساهمت الشبكة المصرية آنذاك في تزويد الشبكة الأردنية بالقدرة الآتية المطلوبة لتعويض الخروج المفاجئ لوحدات توليد في الشبكة الأردنية من الخدمة نتيجة لخلل في تلك الوحدات والعكس، ولكن بنسبة أقل في حالة خروج وحدات توليد من الشبكة المصرية¹⁴.

تم ربط الشبكة السورية بكل من الأردنية والمصرية، فقد ساهم خط الربط بصورة كبيرة في توفير قدرة كهربائية للشبكة السورية، عن طريق إسترجار قدرة من الشبكة المصرية، وذلك عند حدوث عطل في وحدات توليد على الشبكة السورية يؤدي إلى خروجها من الخدمة. كما ساهم في تحسين اتزان التردد على الشبكة السورية، وفي تخفيض الاحتياطي الدوار الساخن في كل من الدول الثلاث (مصر والأردن وسوريا) بمقدار النصف، مما أدى إلى وفر كبير في تكاليف التشغيل والصيانة. وتمثلت الفائدة الكبرى للربط المصري - الليبي في قيام مركز التحكم الوطني المصري بالحفاظ على التردد في

¹⁴الاتحاد العربي للكهرباء، الربط الكهربائي بين الدول العربية، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 2011، ص 15.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الشبكة الليبية، عند مستوى مقبول، وذلك لوجود أجهزة وبرامج تحكم في التوليد بالشبكة المصرية، ولعدم وجود تلك الأجهزة حتى الآن في الشبكة الليبية¹.

وقد حقق الربط الكهربائي بين المغرب وإسبانيا عدة مزايا لشبكات الكهرباء في كل من المغرب والجزائر وتونس يتمثل أهمها في استقرار شبكات تلك الدول نتيجة لربطها مع الشبكة الإسبانية التي تشكل جزءاً من الشبكة الأوروبية. فعلى سبيل المثال عند مقارنة القدرة المركبة في الشبكة المغربية، والتي بلغ إجماليها حوالي 19 جيجاوات عام 2004م بالشبكة الأوروبية، والتي بلغ إجمالي القدرة المركبة فيها حوالي 350 جيجاوات في العام نفسه، فإن خروج أكبر وحدة توليد في الشبكة المغربية من الخدمة يكون تأثيره محدوداً على شبكات الكهرباء في هذه الدول، عند ربطها بالشبكة الأوروبية، مقارنة بعدم ربطها. غير أنه في حالة ربط المغرب والجزائر وتونس بإسبانيا، فإن الشبكة الإسبانية تقوم بالمساهمة بنسبة حوالي 85% من القدرة المطلوبة لتعويض الخروج المفاجئ لوحدات التوليد العاملة في أي من الدول العربية الثلاث، مما يؤدي إلى تخفيض حجم الاحتياطي الدوار المطلوب في الدول المعنية بدرجة كبيرة².

4.4.3- المنافع الاقتصادية التي تحققت من مشاريع الربط الكهربائي

تحققت منافع اقتصادية عديدة، إلى جانب المنافع الفنية، من المشاريع التي دخلت في الخدمة نتيجة الربط الكهربائي بين بعض الدول العربية، ويمكن تقسيم هذه المنافع إلى منافع اقتصادية رأسمالية ومنافع اقتصادية تشغيلية. تتمثل المنافع الاقتصادية الرأسمالية في الوفرة في التكاليف الاستثمارية نتيجة لتأجيل الحاجة إلى إنشاء محطات توليد جديدة، لإمكانية الاستفادة من قدرات التوليد الموجودة في دول مرتبطة لتلبية القدرات المطلوبة في أوقات الذروة³. ويوضح الجدول (15-3) قدرات التوليد التي أمكن توفيرها (تأجيلها) نتيجة المشاريع المكتملة أو الجاري تنفيذها آنذاك.

¹ نفس المرجع، ص 16.

² نفس المرجع، ص 16.

³ نفس المرجع، ص 16.

**الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء
وضرورة الربط الكهربائي العربي**

الجدول (3-15) المنافع الاقتصادية الرأسمالية الناجمة عن مشاريع الربط الكهربائي

| مشروع الربط | الوفر في قدرات التوليد المطلوبة (م.و) | الوفر في التكاليف الاستثمارية (مليون دولار) |
|------------------|---------------------------------------|---|
| مصر-الأردن | 230 | 144 |
| الأردن - سوريا | 260 | 170 |
| سوريا - لبنان | 150 | 68 |
| سوريا - تركيا | 70 | 35 |
| مصر - ليبيا | 240 | 125 |
| ليبيا - تونس | 110 | 67 |
| المغرب - إسبانيا | 300 | 150 |
| الربط الخليجي | 5100 | 3000 |

المصدر: الاتحاد العربي للكهرباء، الربط الكهربائي بين الدول العربية، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 2011،

ص16.

فعلى سبيل المثال، فإن مشروع الربط المصري - الأردني أدى، بالنسبة للجانب الأردني، إلى الاستغناء عام 1996 عن تنفيذ وحدة توليد بخارية بقدرة 130 ميغاوات، وأدى، بالنسبة للجانب المصري، إلى الاستغناء، عام 1993، عن تنفيذ وحدة توليد غازية بقدرة حوالي 100 ميغاوات. وتم تقدير الوفر في التكاليف الاستثمارية باستخدام الأرقام حوالي 800 ألف دولار/ ميغاوات، وحوالي 400 ألف دولار/ ميغاوات على التوالي بالنسبة للتكلفة المتوقعة للوحدات البخارية والغازية الجديدة. إضافة -خارج الجدول- إلى الوفورات في التكاليف الرأسمالية لمشروع ربط العراق بكل من سوريا وتركيا، والتي تقدر بحوالي 1.5 مليار دولار، والناجمة عن الاستغناء عن تركيب وحدات توليد تقدر بحوالي 2500 ميغاوات¹.

وتتمثل المنافع الاقتصادية التشغيلية لمشاريع الربط الكهربائي في الوفورات في تكاليف الوقود والتشغيل والصيانة لوحدات التوليد، وفي الفائدة المترتبة على زيادة اعتمادية الشبكة بتقدير الخسارة في الاقتصاد ككل جراء توقف التيار، وبصفة خاصة في قطاع الصناعة، والتي تم حسابها على أساس دولار / ك.و.س من الطاقة غير المزودة. ويوضح الجدول (16)- (3) الوفورات السنوية التي تم تقديرها لمشاريع الربط الكهربائي المختلفة.

¹نفس المرجع، ص 17.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء
وضرورة الربط الكهربائي العربي

الجدول (16-3) المنافع الاقتصادية التشغيلية الناجمة عن مشاريع الربط الكهربائي

| مشروع الربط | الوفورات السنوية (مليون دولار) |
|----------------|--------------------------------|
| مصر-الأردن | 2.0 |
| الأردن - سوريا | 8.0 |
| سوريا - لبنان | 7.5 |
| سوريا - تركيا | 1.8 |
| مصر - ليبيا | 1.6 |
| ليبيا - تونس | 2.5 |
| المغرب-إسبانيا | 74.8 |
| الربط الخليجي | 22.0 |

المصدر: الاتحاد العربي للكهرباء، المرجع السابق، ص17.

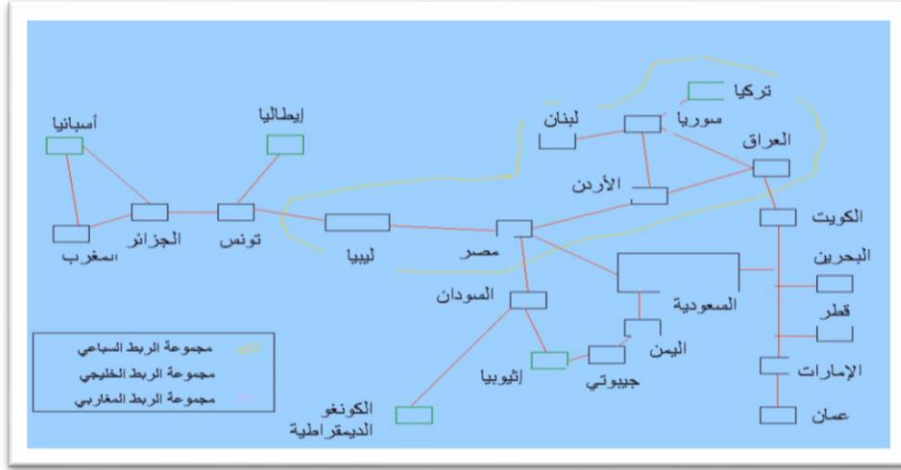
5.4.3-التصور المستقبلي لمشاريع الربط الكهربائي

بحلول عام 2020 توقع المختصون في الاتحاد العربي للكهرباء أن تكون مشاريع الربط قد اكتملت حلقاتها بصورة كبيرة، وأن يتم رفع قدرة خطوط الربط بين دول المشرق العربي من خلال تنفيذ المرحلة الثانية من مشروع الربط الكهربائي بين مصر والأردن والعراق وسورية ولبنان وتركيا، وبالنسبة لدول الربط المغاربي، أن تكون كافة المشاريع التي جرت دراستها لرفع توتر خطوط الربط بين تلك الدول إلى 400 ك.ف (500 ك.ف في مصر) قد اكتملت. ومن المتوقع أيضاً قبل عام 2020 أن يتم ربط اليمن بكل من السعودية وجيبوتي وأن يتم ربط السودان بكل من أثيوبيا والكونغو الديمقراطية، وأن تكون الدول العربية مرتبطة بالشبكة الأوروبية من خلال ربطها بشبكات الكهرباء في كل من تركيا وإيطاليا وإسبانيا¹. إلا أن الأوضاع التي سبقت هذه الفترة توجي بأنه سوف لن يتحقق ذلك، نظرا للأحداث المستجدة، أمنيا وسياسيا واجتماعيا، ما لم يستقر الوضع في المنطقة العربية.

¹المرجع السابق، ص 22.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

الشكل (7-3) التصور المستقبلي لمنظومة الربط الكهربائي في عام 2020م



المصدر: الاتحاد العربي للكهرباء، المرجع السابق، ص 22.

إضافة إلى الفوائد التي سوف تتحقق لدول مجلس التعاون الخليجي وليبيا والجزائر من تصدير الكهرباء إلى الدول الأوروبية، سوف تستفيد أيضا كل من مصر والأردن وسوريا وتونس من إيرادات رسوم مرور هذه الطاقة عبر أراضيها. ويتوقع أن تتضمن الشبكة العربية لمرتبطة حوالي ألف وحدة توليد وخطوط نقل تتجاوز أطوالها عشرات الآلاف من الكيلومترات، وسوف تكون هناك حاجة ماسة لإدارة هذه المنظومة لضمان استقرارها وتنظيم وتفعيل عملية بيع وشراء الطاقة. وعليه سيتم في مشروع الربط الخليجي إنشاء مركز تحكم في المنطقة الشرقية من السعودية للتحكم في شبكات الدول الست المشتركة في المشروع وتنظيم عملية بيع وشراء الطاقة، كما تعتمد الدول العربية المشتركة في مجموعتي الربط السباعي والربط المغاربي إنشاء مركز تحكم تنسيقي، يكون مقره في القاهرة، لمراقبة خطوط النقل وتنظيم عملية بيع وشراء الطاقة، بحيث تترك مسؤولية تشغيل شبكة الكهرباء في كل دولة لمركز التحكم الوطني فيها.

قدر المجلس العالمي لطاقة الرياح أنه بحلول عام 2030م ستصبح طاقة الرياح مصدراً لتوفير الطاقة الملائمة للبيئة، حيث ستلبي من 15% إلى 17% من الطلب العالمي على الكهرباء اعتماداً على كيفية تزايد المطالب¹. وستزيد أهمية الدور الذي تؤديه محطات الرياح القريبة والبعيدة عن الساحل في الجهود العالمية المبدولة للحد من الآثار المترتبة على التغيرات المناخية، وإلى جانب هذا التطور الذي يشهده السوق، يجب إعطاء الأولوية لاتخاذ التدابير اللازمة لتحسين الشبكة القائمة، والتي يجب ألا تقل عن إجراء المزيد من التوسع بالشبكة. ومن جانب آخر، يجري في ألمانيا اتخاذ التدابير للتوسع في شبكة الكهرباء وتحسين طريقة استخدام هذه الشبكة، كما أن هذه التحسينات من شأنها تحويل شبكات الكهرباء القائمة إلى ما يطلق عليه اسم الشبكات الذكية. إن استخدام تقنيات التخزين الجديدة، مثل تخزين الهواء المضغوط وغيرها،

¹المرجع السابق، ص 23.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

وإمكانية تخزين وسائل نقل الكهرباء، فضلاً عن إدارة الحمل بشكل أفضل في القطاعين الخاص والصناعي وربط مصادر توليد الطاقة المركزية بما يطلق عليه اسم محطات الطاقة العملية، سيوفر تياراً عاليًا يحقق التكامل الأمثل لطاقة الرياح.

أما ضمن الخطة الاستثمارية العربية للسنوات الخمس (2015-2020) والتي تتضمن إضافة قدرات جديدة حوالي 140 جيجاوات، فإن الطاقة المتجددة يتوقع أن تشارك في خليط الطاقة في عام 2020م بنسبة 5.3%، أي ما قيمته 20 جيجاوات. في حين تشكل وحدات الدورة المركبة 30%، كما تشكل الوحدات البخارية أيضا نسبة حوالي 30%. وقد تصل قدرات الطاقة المتجددة إلى حوالي 120 جيجاوات مع نهاية عام 2030م، وذلك حسب الاستراتيجية العربية للطاقة المتجددة المعتمدة من الاتحاد العربي للكهرباء.

ويعتقد في الاتحاد العربي للكهرباء أن كل أنظمة الكهرباء العربية يجب أن تشمل على جميع أنواع التوليد المتاحة بنسب تتلائم والمواصفات الفنية لهذه الأنظمة. ويتطلب التكامل العربي في مجال الكهرباء الاهتمام بعنصرين رئيسيين هما: الربط الكهربائي العربي والسوق العربية الكهربائية المشتركة، إذ أن الربط الكهربائي العربي أصبح حقيقة حيث تم ربط المناطق العربية الثلاث (المشرق والمغرب والخليج). إلا أن كميات الكهرباء المتبادلة لا تبرر التكاليف الكبيرة التي تم إنفاقها على مشاريع الربط المختلفة.

وبنظرة سريعة على كميات التبادل بين الدول العربية لعام 2014م نجد أن الكميات المستوردة والمصدرة بين البلدان المرتبطة كانت على النحو التالي:¹

- الربط الكهربائي الثماني استيراد 668 جيجاوات ساعة وتصدير 662 جيجاوات ساعة؛
- الربط الكهربائي المغربي استيراد 1563 جيجاوات ساعة وتصدير 1050 جيجاوات ساعة؛
- الربط الكهربائي الخليجي استيراد 456 جيجاوات ساعة وتصدير 470 جيجاوات ساعة

بينما نجد أن المملكة المغربية قد استوردت في العام 2014م حوالي 6000 جيجاوات ساعة من اسبانيا، وأن العراق قد استوردت في نفس العام من تركيا وإيران حوالي 7500 جيجاوات ساعة. وكل من هذين الرقمين يفوق الكميات المستوردة والمصدرة بين جميع الدول العربية، ولا شك أن السبب يعود إلى أمور فنية تتمثل في نقص قدرات التوليد المركبة في بعض الدول المرتبطة، إلا أنها تعود في الأساس إلى عدم وجود سوق كهربائية عربية مشتركة حيث يتم استيراد وتصدير الطاقة الكهربائية بنشاط تجاري بين الدول المختلفة.

¹ الاتحاد العربي للكهرباء، المرجع السابق، ص43.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

وعليه فإنه يوصى في هذا المجال بالإسراع في إنشاء سوق عربية كهربائية مشتركة تعمل على تسهيل تبادل الطاقة الكهربائية على أسس تجارية، إضافة إلى إكمال الربط الكهربائي بين الدول العربية الأخرى والتي تمت دراستها من قبل إدارة الطاقة في الاتحاد العربي للكهرباء.

الفصل الثالث: مصادر الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي

خلاصة الفصل

أصبحت الطاقة اليوم سمة من سمات العصر الذي نعيشه، وهو ما دفع البعض إلى تسمية عصرنا الحالي "عصر الطاقة"، بل وأضحى ما يستهلكه الفرد من طاقة مقياسا لتقدم الأمم والشعوب. وهذا ما جعلنا نتناول هذا الفصل الموسوم بـ: "مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي"، والذي تضمن:

مصادر الطاقة المستخدمة لتوليد الكهرباء، حيث تم التعرض لمصادر الطاقة من حيث كونها غير متجددة والمتمثلة في كل من الفحم والغاز الطبيعي والنفط، والطاقة النووية. وقد ارتبط البعد الإيكولوجي ارتباطا وثيقا بمستوى ونمط التصنيع واستخدام الطاقة، خاصة التقليدية والنووية منها، واتضح أننا أمام مشكلة بيئية معقدة ومتداخلة، إلا أن حجم الكوارث البيئية دفع الجميع للتكاتف من أجل إيجاد بديل لهذه الطاقة، والذي تمثل في المصادر القابلة للتجديد (الشمس والرياح والمياه والأمطار وحرارة جوف الأرض، والكتلة الحيوية) لتوليد الكهرباء.

"الكهرباء هي شريان الحياة للأمم والمجتمعات" قول لا يجافي الحقيقة، فهي إحدى ركائز التقدم الاقتصادي والاجتماعي، وتطورها مقرون بعمليات التنمية المستدامة التي تتوق إليها الشعوب من أجل العيش في رفاهية وأمن وسلام. غير أنه في الوقت ذاته توصلنا إلى أن محطات توليد الكهرباء تشكل مصدرا رئيسا للتلوث البيئي بسبب الإقبال المتزايد على توليد الطاقة الكهربائية والذي صاحبه إنشاء محطات كهربائية إضافية. مما أدى إلى ظهور العوادم الصادرة من عملية التوليد: كالجزيئات العالقة والمعادن الثقيلة، وبعض الغازات الخطيرة والمواد المترسبة الملوثة للهواء. وقد دفع هذا الوضع إلى الاهتمام بتلوث الهواء على عدة مستويات محلية ووطنية، وحتى إقليمية وعالمية لأن هذه الظاهرة أصبحت عابرة للحدود، وهذا ما يتطلب اللجوء إلى اعتماد الطاقات المتجددة في توليد الكهرباء، وبالأخص الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

شكل الربط الكهربائي بين الدول العربية أحد أهم الوسائل الاقتصادية لتعزيز التنمية ووصول الكهرباء للمواطن العربي، وقد شهدت السنوات العشر (2005-1996) طفرة كبيرة في تنفيذ مشاريع الربط الكهربائي بين الدول العربية، وذلك من حيث المشاريع أو قدرات التبادل بين المنظومات. كما ساهمت مشاريع الربط المكتملة بدرجات متفاوتة في تحسين اعتمادية شبكات الكهرباء وفي تقليل التكاليف الاستثمارية للدول المشاركة. إلا أن حجم تبادل الطاقة لم يرق إلى توقعات دراسات الجدوى لتلك المشاريع، ومع اكتساب الدول الثقة في اعتمادية خطوط الربط، وفي قدرة الدول المجاورة على مساعدتها عند الحاجة، فمن المتوقع أن تنمو الطاقة المتبادلة بين الدول العربية خلال السنوات الخمسة عشر المقبلة، وأن يساهم ربط الدول العربية مع الشبكة الأوروبية وشبكات الكهرباء لبعض الدول الإفريقية في توفير فرص لتصدير كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية إلى أوروبا.

يعد توجه الجزائر نحو الطاقات المتجددة خيارا استراتيجيا وحلا واعيا لمشكلة الاستجابة للطلب الوطني المتزايد على الكهرباء، أفضل من توجيهها نحو خيارات أخرى غير مستدامة ملوثة للبيئة، ولن تساهم في تهيئة البلاد للانتقال إلى اقتصاد جديد مستدام، وتكون واحدا من رواده. لذلك سوف نتناول في الفصل الموالي، من خلال دراسة تحليلية، لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر.

الفصل الرابع:

دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء
في الجزائر

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

تمهيد:

يؤدي قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر دورا هاما ورئيسا في التنمية الاقتصادية، ويعتبر الأداة المحركة لباقي فروع الاقتصاد الوطني بفضل الموارد الهامة من المحروقات التي تزخر بها البلاد، والتي تمثل حوالي: 35% من الناتج المحلي الإجمالي، و97% من عائدات التصدير، وأكثر من 60% من إيرادات ميزانية الدولة، وتسهم في تلبية الاحتياجات الوطنية من الطاقة حيث بلغ الاستهلاك لسنة 2013م ما يعادل 52 مليون ط م ن.

وفي إطار خطة الدولة الجزائرية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، يبذل القائمون على قطاع الكهرباء جهودا معتبرة، حيث تطور استهلاك هذه السلعة الحيوية بشكل كبير خلال المرحلة السابقة، وأصبح رفع كفاءة إنتاجها وترشيد استهلاكها أمرا حتميا لتلبية الطلب المتزايد، والعمل على تدنئة الأثر البيئي وذلك بتخفيض استهلاك الوقود الأحفوري بمحطات الإنتاج الحرارية للكهرباء، والاتجاه نحو الاستخدام الكفء للطاقات المتجددة.

في هذا الفصل سوف نحاول التطرق إلى واقع وآفاق وتحديات قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر بدءا من إبراز التطور التاريخي لهذا القطاع، ثم التعرف على منظومة الطاقة الكهربائية من خلال محطات الإنتاج والنقل والتوزيع، وتحليل إنتاج واستهلاك الكهرباء في الجزائر. وإلى دور الغاز الطبيعي الجزائري في مجال الكهرباء ثم نعرض على أهم البرامج والسياسات المتبعة في تطوير واستخدام الطاقات المتجددة في مجال الطاقة الكهربائية، وذلك من خلال ما يلي:

- 1.4- الإطار المؤسسي للطاقة الكهربائية في الجزائر
- 2.4- أهمية ومقومات الطاقة الكهربائية في الجزائر
- 3.4- واقع وآفاق الطاقات المتجددة في الجزائر
- 4.4- إجراءات الحفاظ على البيئة وترشيد استهلاك الطاقة وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

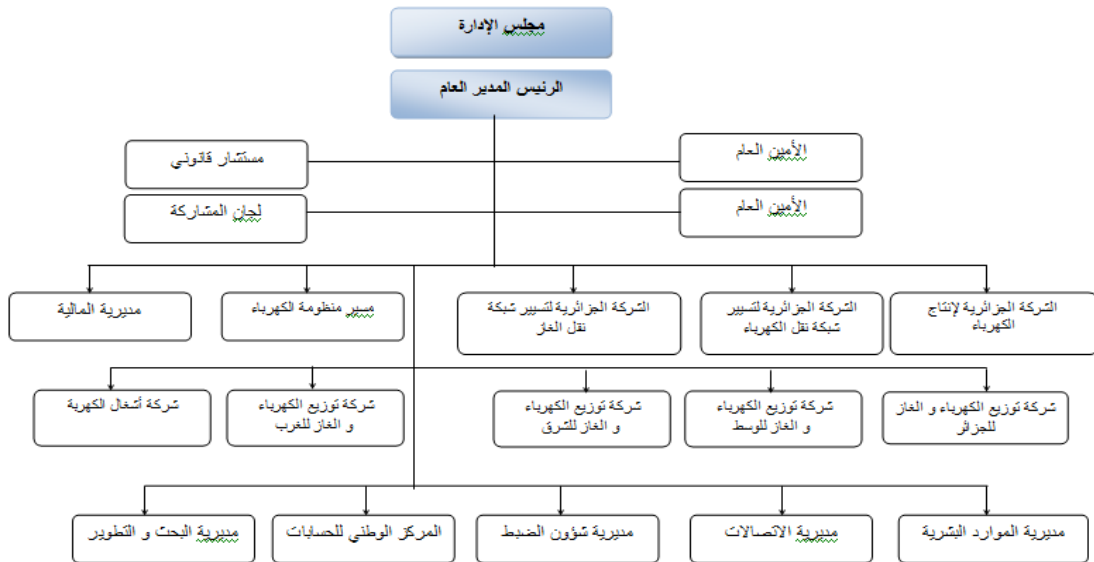
1.4- الإطار المؤسسي للطاقة الكهربائية في الجزائر

لسونلغاز وجود فعلي في كافة أنحاء البلاد بعدد عمالها الذي يقارب 60 ألف ويتجربتها الطويلة في ميدان الكهرباء والغاز وهي من أقدم مؤسسات الخدمة العمومية، وقد أدت على الدوام دورا رائدا في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلاد، إذ أن مساهمتها في تجسيد السياسة الطاقوية الوطنية تتماشى مع أهم برامج الإنجاز في شأن توصيل الأرياف بالكهرباء، والتوزيع العمومي للغاز، التي سمحت برفع نسبة التغطية بالكهرباء بنسبة تقارب 99% ونسبة إدماج الغاز بأكثر من 59%¹.

سونلغاز تنتج وتنقل وتوزع وتصدر الكهرباء كما تنقل وتوزع الغاز الطبيعي داخل البلاد بعد اقتنائه لدى سوناطراك، ويعكس مسار الشركة اهتمامها الدائم بأداء الخدمة العمومية المنوطة بها بأحسن وجه، فسخرت جهودها وطاقاتها البشرية لخدمة الاقتصاد الوطني وتلبية لحاجيات المواطنين المتزايدة. وعلى اعتبار أن هذين المنتجين (الكهرباء والغاز) ضروريان في حياة المواطنين، فإن أي تقصير من طرف المؤسسة قد يثير سخطهم عليها.

1.1.4- الهيكل التنظيمي لمجمع سونلغاز

يمثل الهيكل التنظيمي أو التنظيم الهيكلي أو الخريطة التنظيمية الرسم الذي يبين توزيع الوظائف والمهام في المؤسسة أو الإدارة²، وهو يمثل كذلك صورة فوتوغرافية عن مستويات الإشراف والاتصال داخل المنظمة. ولفهم طبيعة التنظيم الموجود داخل مؤسسة سونلغاز، يستوجب علينا أن نقوم بعرض الهيكل التنظيمي لهذه المؤسسة. الشكل (1-4) يوضح الهيكل التنظيمي لمجمع سونلغاز



المصدر: سونلغاز، مديرية الاتصالات، مجلة "صدى"، عدد خاص، جويلية 2009

¹ سونلغاز، 2018، أبرز المحطات التاريخية في تاريخ سونلغاز، ص 3.

² فريدريك معنوق، معجم العلوم الاجتماعية، أكاديبيا، بيروت، لبنان، 1998، ص 251.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

وفي إطار دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية للجزائر، فإن المسار الاستثنائي لهذه المؤسسة الوطنية الكبرى، يعكس درب هذه المؤسسة التي استطاعت منذ الاستقلال في عام 1962م، أن تعزز جهودها لإعادة تنظيم الاقتصاد الوطني وتلبية الحاجات الاجتماعية لسكان ذوي النمو المرتفع.

يحتل مجمع سونلغاز بفضل موارده البشرية المكونة والمؤهلة، موقعا مرموقا في اقتصاد البلاد باعتباره المسؤول عن تموين ما يفوق عن سبعة ملايين منزل بالكهرباء، وأكثر من مليوني منزل بالغاز الطبيعي، كما أن نظامه الأساسي الجديد يتيح له إمكانية التدخل في فروع نشاط أخرى إذا رأى فيها مصلحة للمؤسسة، لا سيما في ميدان تسويق الكهرباء والغاز للخارج¹. إن ما تم تقديمه سابقا عن سونلغاز هو نتيجة تواجد لمدة 46 سنة، وهو ما يقتضي منا الوقوف في عدة محطات تاريخية وتسجيل مختلف التحولات التي مرت بها هذه المؤسسة فيما يأتي:

2.1.4- سونلغاز من كهرباء وغاز الجزائر إلى شركة قابضة

مر مجمع "سونلغاز" منذ تاريخ تأسيسه بمجموعة من المحطات الهامة:

أولا: مراحل تطور الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز

المرحلة الأولى: كهرباء وغاز الجزائر EGA (1947-1969)

▪ سنة 1947: منح المرسوم رقم 47-1002 الصادر في 5 جويلية، تسيير مؤسسات الغاز والكهرباء التي وقعت تحت مفعول قانون التأميم الذي أصدرته الدولة الفرنسية سنة 1946م²، ثم تحولت إلى مؤسسة ذات طابع صناعي وتجاري تسمى كهرباء وغاز الجزائر "EGA" كما أعطاه ذلك حق تسيير الإنتاج، ونقل وتوزيع، واستيراد وتصدير الكهرباء والغاز. وتنازل وزير الصناعة والطاقة آنذاك باسم الدولة لمؤسسة "EGA" في حق بناء واستغلال شبكات التوزيع العمومي للطاقة الكهربائية الموجودة أو التي ستنشأ على كامل التراب الوطني³.

المرحلة الثانية (1969-1991)

▪ سنة 1969: بمقتضى الأمر رقم 59-69 من يوم 28 جويلية 1969 الصادر بالجريدة الرسمية في أوت 1969، تمحل مؤسسة كهرباء وغاز الجزائر "EGA"، التي كانت قد تأسست تبعا لقوانين التأميم الفرنسية لسنة 1947م وإنشاء الشركة الوطنية للكهرباء والغاز "سونلغاز" ومنحها الحق الحصري لإنتاج، ونقل وتوزيع، واستيراد وتصدير الكهرباء والغاز المصنوع⁴. وحدد هذا الأمر لسونلغاز مهمة رئيسة تتمثل في الاندماج بطريقة منسجمة في سياسة الطاقة الداخلية للبلاد. وكان الهدف المقصود من تحويل الشركة هو إعطاء المؤسسة قدرات تنظيمية وتسييرية حتى يكون في مقدورها مراقبة

¹ صبرينة رماش، 2009/2008، الفعالية الاتصالية في المؤسسة الاقتصادية الجزائرية، رسالة دكتوراه علوم في علم الاجتماع- فرع تنمية وتسيير الموارد البشرية، جامعة منتوري-قسنطينة، الجزائر، ص 253.

² موقع شركة سونالغاز، (على الخط) 2014/10/12، http://www.sonelgaz.dz/Ar/rubrique.php3?d_rubrique=67

³ مجمع سونلغاز، جويلية 2009، 40 سنة تاريخ، 40 عام خدمة عمومية، تصميم وإنجاز صات أنفو شركة فرعية لمجمع سونلغاز، ص 13.

⁴ نفس المرجع، ص 17.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

ومساندة التنمية الاقتصادية للبلاد من أجل مرور الاقتصاد الوطني من مرحلة التسيير الذاتي إلى التسيير الاشتراكي وإعادة الهيكلة.

وقد أسند إلى هذه المنشأة احتكار توزيع الغاز الطبيعي داخل الوطن، وهذا لجميع الزبائن (الصناعيون، محطات توليد الطاقة الكهربائية، زبائن المنازل)، وتطلبت هذه المهمة إنجاز وتسيير قنوات للنقل وشبكة للتوزيع¹. وغداة تأسيس سونلغاز قامت، بالإضافة إلى بيع الطاقة، بتركيب وصيانة الأجهزة المنزلية التي تعمل بالكهرباء أو الغاز، والحرص على تحفيز استخدام الغاز الطبيعي والكهرباء في المجالات الصناعية والحرفية والمنزلية.

▪ **سنة 1977:** في إطار المخطط الوطني للتوصيل بالكهرباء، وانطلاقاً من هذه السنة، تركزت نشاطات سونلغاز على برنامج التوصيل بالكهرباء عبر كل أنحاء التراب الوطني. وبالتالي فقد ساهمت إلى حد كبير في عصرة الظروف المعيشية للمواطنين في الجزائر².

▪ **سنة 1983:** تمثل هذه السنة أول عملية إعادة هيكلة خضعت لها سونلغاز، ترتب عنها أن كل وحدات الأشغال وصناعة العتاد التي أنشئت من أجل سد النقص في الإمكانيات الوطنية، حولت إلى شركات مستقلة تابعة لمؤسسات تسيير ومساهمة الدولة "SGP" وهي: **كهريف:** وتنشط في مجال أشغال الكهربية؛ **كهركيب:** ويتمثل نشاطها في تركيب البنى التحتية والإنشاءات الكهربائية؛ **كناغاز:** وتنشط في مجال إنجاز قنوات نقل وتوزيع الغاز؛ **قناغاز:** ويرتكز نشاطها على أشغال الهندسة المدنية؛ **التركيب:** وتمارس نشاط التركيب الصناعي؛ **AMC** ويقتصر نشاطها على صناعة العدادات وآلات القياس والمراقبة.

المرحلة الثالثة (1991-2001)

▪ **سنة 1991:** في إطار القانون الأساسي الجديد لسونلغاز، وبمقتضى القرار التنفيذي رقم 91-475 الصادر في 14 ديسمبر 1991 غيرت سونلغاز من طبيعتها القانونية، وتحولت من الشركة الوطنية للكهرباء والغاز إلى مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري "EPIC". وأكد المرسوم التنفيذي رقم 95-280 المؤرخ في 17 سبتمبر 1995م على الطبيعة القانونية لسونلغاز كمؤسسة "EPIC"، موضوعة حسب المادة الثانية منه تحت وصاية الوزير المكلف بالطاقة، وتتمتع حسب المادة الرابعة منه بالاستقلال المالي وبالشخصية المعنوية⁴، وتخضع حسب المادة الخامسة إلى قواعد القانون العام في علاقاتها مع الدولة، وتعرف كتاجر في تعاملاتها مع الآخرين.

¹ صبرينة رماش، مرجع سابق، ص 261.

² سونلغاز، أبرز المحطات التاريخية في تاريخ سونلغاز، مرجع سابق، ص 9.

³ مجلة "أخبار الاتحادية" ثلاثية تصدر عن مجمع سونالغاز، التغيرات الجوهرية المرتقبة في الأفق، العدد 02، جوان 2007م، ص 34.

⁴ Sonelgaz, Rapport d'Activités et comptes sociaux consolidés, 2015, p15.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- سنة 1998: بهدف التحكم أكثر في تسيير نشاطاتها المركزة على أنشطتها الأساسية قامت سونلغاز بإعادة تنظيم أنشطتها الثانوية في شكل شركات ذات أسهم، تعود ملكيتها بصورة كلية إلى سونلغاز، ويبلغ عددها اثنتا عشر فرعا مدرجا في مجموعين رئيسيين هما:

*مجمع ترونسفو TRANSFO :

هو شركة ذات أسهم والتي سنرمز لها في هذه الرسالة بالرمز "شذأ"، تتشكل من ثلاثة فروع جهوية تم تأسيسها سنة 1998، ويبلغ رأس المال الاجتماعي لكل منها 10.000.000، والمساهم الوحيد في كل منها هو سونلغاز، وتنشط هذه الفروع في مجال تصليح المحولات الكهربائية متوسطة التوتر ومنخفضة التوتر، وكذا الأنشطة الملحقة، يتشكل بدوره من ثلاثة فروع هي:¹

ترونسفو شرق (شذأ): يوجد به ثلاث تموقعات في كل من سطيف، وعنابة، وقسنطينة.

ترونسفو وسط (شذأ): يوجد به ثلاث تموقعات في كل من الجزائر، ورقلة، والبلدية.

ترونسفو غرب (شذأ): يوجد به هو الآخر ثلاث تموقعات في كل من بشار والشلف، وهران.

*ترانسميكس (Transmex):

هو شركة ذات أسهم تم تأسيسها سنة 1998 برأسمال اجتماعي 45.000.000 دج، وتمثل سونلغاز المساهم الوحيد فيها. ويقتصر نشاطها على نقل ومناولة التجهيزات الصناعية والكهربائية.

مي: MEI هو شركة ذات أسهم تم تأسيسها سنة 1998 برأسمال اجتماعي يبلغ 10.000.000 دج، وتمثل سونلغاز المساهم الوحيد فيها، والكائن مقرها في المسيلة. وتنشط في مجال صيانة التجهيزات الصناعية والكهربائية ومحركات ديازل أخرى.

مجمع صيانة وخدمات عربات النقل (MPV): يتشكل بدوره من أربعة فروع:²

- صيانة وخدمات عربات النقل: هو شركة ذات أسهم تتشكل من أربعة فروع جهوية، تم تأسيسها سنة 1998 ويبلغ رأس المال الاجتماعي لكل واحد منها 2.000.000 دج، والمساهم الوحيد في كل منها هو سونلغاز، وتنشط هذه الفروع في مجال صيانة عربات النقل الثقيلة والخفيفة، وباقي الآلات الأخرى النابعة لهذه المؤسسة كما تضمن نقل الأشخاص والبضائع والمعدات، وهذه الفروع تتمثل في المؤسسات الآتية:
- صيانة وخدمات عربات نقل الجزائر (MPVA) (شذأ)
- صيانة وخدمات عربات نقل وهران (MPVO) (شذأ)
- صيانة وخدمات عربات نقل الجنوب (MPVS) (شذأ)
- صيانة وخدمات عربات نقل لشرق (MPVE) (شذأ)

¹ صبرينة رماش، مرجع سابق، ص 262.

² نفس المرجع، ص 263.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

ساتأنفو (SATINFO): وهو شركة ذات أسهم تم تأسيسها سنة 1998م، برأسمال اجتماعي يبلغ 10.000.000 دج، وتمثل سونلغاز المساهم الوحيد فيها. ويرتكز نشاطها في ضمان تصميم إنجاز كل الأعمال المتعلقة بالإخراج، الطباعة والتصوير، وكذا تقديم الخدمات في مجال السمي البصري والوارقة.

سباس (SPAS): هي شركة ذات مسؤوليات محدودة، برأسمال يبلغ 2.000.000 دج، تمتلك منه سونلغاز 99% وترجع 1% الباقية إلى ترانسبيكس وتنشط في مجال الرقابة والأمن.

فندق غربة الزارع HMP: هو شركة ذات مسؤولية محدودة، برأسمال يبلغ 15.000.000 دج يقتسمه كل من سونلغاز والتعاضدية العامة لعمال الصناعات الكهربائية والغازية، ولجنة المشاركة، وذلك بالتساوي، ويرتكز نشاطها الأساسي على الفندقية.

المرحلة الرابعة: الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز (2002-2009)

سنة 2002: في إطار التحول إلى شركة ذات أسهم، وبموجب القانون 02 الصادر بالجريدة الرسمية في 6 فيفري 2002م، والمتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات، تم تغيير الطبيعة القانونية لسونلغاز وتحولت حسب المادة 165 من SPA مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري إلى شركة قابضة ذات أسهم على شكل مجمع صناعي يتكون من عدة مؤسسات متخصصة، وسمح هذا القانون الأساسي لسونلغاز بتوسيع أنشطتها لتشمل مجالات أخرى ضمن قطاع الطاقة للتدخل خارج حدود الجزائر، وكونها ش.ذ.أ، توجب عليها أن تملك حافظة أسهم وقيم منقولة أخرى، ويمكن لها أخذ حصص أسهم في شركات أخرى¹. كما تبقى الدولة المساهم صاحب الأغلبية في سونلغاز، بالإضافة إلى ذلك تم إصدار المرسوم الرئاسي 195 المؤرخ في 01 جوان 2002م، يتضمن القانون الأساسي - رقم 02 للشركة الجزائرية للكهرباء والغاز.

سنة 2004: شهدت تسارع وتيرة عدة مشاريع، حيث أصبحت سونلغاز شركة قابضة متكونة من شركات فرعية تسهر على ضمان إنتاج الكهرباء، ونقل وتوزيع الكهرباء والغاز. ففي شهر جانفي تم إنشاء ثلاث شركات فرعية منفصلة هي:²

الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء (SPE)؛

الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الكهرباء (GRTE)؛

الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الغاز (GRTG).

سنة 2005: تميزت بإنشاء الشركة المدنية لطب العمل (SMT)، وشركة بحث وتطوير الكهرباء (CREDEG)، وتم دمج الشركات الأربعة المتخصصة في صيانة وخدمات السيارات في شركة واحدة (MPV)، كما تم جمع الشركات الثلاثة المتخصصة في صيانة المحولات في شركة واحدة (SKMK)³. وفي جانفي 2005 تم إحداث سلطة ضبط وتنظيم مستقلة وقائمة بذاتها (CREG).

¹ سونلغاز، أبرز المحطات التاريخية، في تاريخ سونلغاز، مرجع سابق، ص 15.

² Sonelgaz, Les dates marquantes, de l'Histoire de Sonelgaz, 2017, p17.

³ مجمع سونلغاز، جويلية 2009، 40 سنة تاريخ، 40 عام خدمة عمومية، مرجع سابق، ص 26.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- سنة 2006: تم إنشاء خمس شركات "مهن قاعدية" أخرى فرع أول: مسير منظومة الكهرباء OS، مكلف بإدارة نظا مانتاج ونقل الكهرباء. كما تم إنشاء أربعة فروع تضم نمهنة توزيع الكهرباء والغاز، هي:¹
 - الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الجزائر SDA؛
 - الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الوسط SDC؛
 - الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الشرق SDE؛
 - الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الغرب SDO.
- تضاف هذه الشركات الخمس لكل من الشركة الجزائرية لإنتاج الكهرباء SPE، الشركة الجزائرية لتسيير شبكة الكهرباء GRTE، والشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الغاز GRTG، لتكون قطب (المهن القاعدية) يتضمن هذا الأخير كذلك: شركة كهرباء ترقية SKT؛ شركة كهرباء كدية الدراوش SKD؛ شركة كهرباء البرواقية SKB؛ وشركة كهرباء سكيكدة SKS. وهذه الشركات الأربع هي محطات إنتاج الكهرباء أنشئت بمساهمة سوناطراك.

- 2007-2009: استكمال إعادة الهيكلة (التجديد)، أعاد مجمع سونلغاز التنظيم لتحقيق لتقدم أفضل خلال هذه السنوات الأخيرة، والرهان هو نوعية الخدمة المقدمة للزبائن، للوصول إلى استكمال المخطط التنظيمي الحالي (الشركة الأم والشركات الفرعية من خلال إنشاء: شركة الهندسة للكهرباء والغاز (CEEG)، وشركة أنظمة الإعلام "الجزائر إنفورماسيون تكنولوجي" وشركة الممتلكات العقارية للصناعات الكهربائية والغازية "SOPIEG")، في أول جانفي 2009م، وتم بذلك تحويل سونلغاز إلى شركة قابضة، فالمجمع يشمل اليوم إضافة إلى الشركة الأم 32 شركة فرعية و 6 شركات بالمساهمة المباشرة². وقد تم تنفيذ برنامج استثماري استثنائي لزيادة قدرة المجمع على توليد الكهرباء، وتكثيف وتقوية شبكة نقل الكهرباء والغاز، وكذا عصرنه خدماتها للزبائن لضمان خدمة ذات نوعية معتبرة³.

المرحلة الخامسة (2010-2015)

- سنة 2011: تعديلا لقانون الأساسي لسونلغاز، تمت مراجعة القانون الأساسي لسونلغاز-المتبنى في 2002م، والموافقة عليه من طرف مجلس الوزراء بتاريخ الاثنين 2 ماي 2011م، وبناء على ذلك أصبح متوافقا مع أحكام القانون رقم 01/02 المؤرخ في 5 فيفري 2002م المتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز عبر القنوات. وعلاوة على ذلك، شكلت الشركة القابضة سونلغاز وفروعها مجعما يسمى "مجمع سونلغاز". وفي القانون الأساسي المعدل، تحتفظ سونلغاز بدور حامل حافظة الأسهم التي تكون الرأسمال الاجتماعي لفروعها. وتشكل مجالس إدارة الفروع حلقة وصل حتمية تسمح للشركة القابضة برصد وتوجيه إدارة الفروع⁴.

¹ سونلغاز، أبرز المحطات التاريخية، في تاريخ سونلغاز، مرجع سابق، ص 17.

² مجمع سونلغاز، 40 سنة تاريخ، 40 عام خدمة عمومية، مرجع سابق، ص 28.

³ Sonegaz, Les dates marquantes, de l'Histoire de Sonegaz, Op.cit, p19.

⁴ سونلغاز، أبرز المحطات التاريخية في تاريخ سونلغاز، مرجع سابق، ص 21.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

▪ سنة 2013: إنشاء شركة الكهرباء والطاقت المتجددة، تأسست (SKTM) الشركة في أفريل 2013م بعد أن تم فصلها عن شركة إنتاج الكهرباء (SPE). وهي شركة إنتاج فرعية لمجمع سونلغاز، ذات أسهم ومكلفة بالشبكات المعزولة للجنوب والطاقت المتجددة.

▪ سنة 2014: تم إمضاء اتفاق شراكة طويلة المدى مع General Electric على شكل شركة مشتركة تحمل اسم GEAT) Algeria Turbines General Electric (مكلفة بإنجاز واستغلال مركب صناعي يقع بعين ياقوت (ولاية باتنة). سيسمح هذا المركب بإنتاج توربينات بخارية، وتوربينات غازية، وأنظمة مراقبة بالجزائر لتغطية الاحتياجات على مستوى مخطط تطوير قطاع الكهرباء فيما يتعلق بالتجهيزات من ناحية بشكل رئيسي، وتصدير جزء من الإنتاج من ناحية أخرى. وسيتم إنشاء هذا المركب على مراحل وينطلق التشغيل فيه نهاية عام 2017م.

كما تم إنشاء 4 شركات جهوية نتجت عن إعادة الهيكلة بانشاط شركة الوقاية والنشاط الأمني (SPAS)، والتي بدأت نشاطها بشكل فعلي في 01 / 11 / 2012م. وقد تمثلت هذه الشركات الأربعة فيما يلي:¹

- شركة وقاية وأمن المنشآت الطاقوية (SWAT)؛
- شركة أمن المنشآت الطاقوية (SAT)؛
- شركة أمن وريات المنشآت الطاقوية (SAR)؛
- شركة الأمن والحماية (SAH).

وتستجيب إعادة الهيكلة هذه لضرورة ضمان ممارسة مهام الوقاية والأمن في أحسن الظروف، وتسمح للشركات الناشئة بتطوير نشاطاتها وإحداث وظائف جديدة.

▪ سنة 2015: تم خلال هذا العام تأسيس شركة (HYENCO) Engineering Procurement and Construction منذ 04 نوفمبر 2015م.

شركة EPC (Engineering Procurement and Construction) المسماة HYENCO شكلت من طرف سونلغاز بالشراكة مع كل من Construction CompanyHyundai Engineering، CompanyHyundaiEngineering و Daewoo International Corporation. ومهمة هذه الشركة الجديدة هو تأمين الطاقات المتجددة من أجل اكتساب وبناء وإظهار الخدمات المركزية لإنتاج الكهرباء (بما فيها الشمسية من نوع "CSP" Concentrated Solar Power)، كذا نقل وتحويل الكهرباء من أجل الخدمات الصناعية المتنوعة.

ثانيا: القانون المتعلق بالكهرباء والغاز

صدر القانون رقم 01-02 المؤرخ في 5 فيفري 2002 لأسباب تتعلق بالفعالية وم نأجل مواجهة السياق العام الذي يستوجبه تحرير سوق الغازو الكهرباء يفتح الإطار التشريعي الجديد عهدا جديدا لقطاع الكهرباء والغاز في الجزائر، حيث أصبح خاضعا لنظام تنافسي بعد أن كان احتكارا للدولة منذ أكثر من نصف قرن. وبفضل هذه التغييرات، تعترم الجزائر

¹Sonelgaz, Rapport d'Activités et comptes sociaux consolidés, 2015, Groupe Sonelgaz, Alger, Algerie, p16.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

توفير محيط جذاب للمراسيم الخاصة الوطنية والأجنبية بإرساء سوق حرة وشفافة تحت إشراف سلطة ضبط تسمى " لجنة (CREG) "، التي تم تنصيبها رسميا في 25 جانفي 2005 ضبط الكهرباء والغاز والغاية بالنسبة للدولة أيضا تقليص كلفة النظام الكهربائي وتحسين نوعية الخدمة المقدمة لمختلف المستهلكين.

يهدف الإصلاح في قطاع الكهرباء إلى جعل هذا الأخرى رقادرا على انتهاز الفرص التي يتيحها مسار العولمة وتحرير السوق، والقيام بدورها في المبادلات الجهوية، ولا سيما في إطار دمج أسواق الكهرباء والغاز الأورومتوسطية بفضل التكامل بين الغاز والكهرباء، وتتوي الجزائر ذات القدرة الإنتاجية المعبرة للغاز الطبيعي تنويع صادراتها الطاقوية عن طريق تصدير الكهرباء المنتجة محليا في شكل شراكة انطلاقا من الغاز، وقد أصبح ذلك ممكنا بفضل ترابط الشبكات في المنطقة، ومشاريع الكوابل تحت البحر التي يجري إنجازها حاليا بين الجزائر وكل من إسبانيا وإيطاليا.¹

وتماشيا مع التشريع الجديد وبحثا عن النجاعة والمردودية باشرت سونلغاز تحولها الأكبر منذ الاستقلال، وشكل تحويل نشاطاتها إلى شركات فرعية نقطة انطلاق هذا التغيير وتجري عملية الإصلاح التي حددت بخمسة أعوام بوتيرة حسنة، وفيما يتعلق بسونلغاز أولا، فإن المهن الأساسية المتمثلة في إنتاج الكهرباء ونقلها قد تم إسناده إلى شركات فرعية، أما التوزيع، وبسبب تعقده فقد نظم في مرحلة أولى في أربع مديريات عامة جهوية تحولت ابتداء من 2006م إلى شركات فرعية. وستأخذ المنافسة دورها الكامل مع وصول منتجين آخرين للكهرباء وتحديد عدد الزبائن المؤهلين (وهم المستهلكون لمستوى معين من الطاقة يحدده المكلف بالضبط). بينما يسمح إنشاء هيئة "متعامل السوق" بالتقاء العرض بالطلب، ومتعامل السوق هذا هو عبارة عن بورصة للكهرباء يتمثل دورها في تحديد ثمن البيع.

وستكون وظيفة توزيع الطاقة الكهربائية المسماة ب"متعامل النظام" مستقلة، فضلا عن مهامه التقليدية، سيراقب كميات الكهرباء المحقونة والمستهلكة تبعا للصفقات المبرمة بين المتعاملين والمستهلكين، وحتى يتسنى احترام نص القانون بالنسبة ل"متعامل النظام" و "متعامل السوق" تقرر أن تكون هناك مرحلة انتقالية تصبح فيها تلك الهياكل عبارة عن أربع مديريات عامة مستقلة ضمن سونلغاز لنقل الكهرباء قبل تحويلها إلى شركات فرعية، وفيما يخص هذين الهيكلين الهامين في مجال سرية المعاملات والشفافية، تجدر الإشارة إلى أن سونلغاز لا تحتفظ، على أكثر تقدير، سوى بعشرة في المائة (10%) من رأسمالها الاجتماعي.

وسيمكن الزبائن المؤهلون لاحقا من اختيار مزودهم بالكهرباء والتفاوض حول التعاملات الطاقوية في إطار تنافسي. ولكي تصبح المنافسة فعلية، يجب توافر عدد من المتعاملين المستقلين له مقدرات تجارية مهمة تسمح بالدخول في منطلق التنافس حول العرض، وهذا الشرط غير متوفر الآن، إلا أنه يمكن القول أن تشغيل سلسلة من مراكز توليد الكهرباء المنجزة مع SKB 800 ميغاوات و SKS (شركاء أجنبى مثل كهرباء 300) ميغاوات (و 480 ميغاوات (وحجرة النص 1200) ميغاوات (ستمثل انطلاقة التنافس في المنظومة) الكهربائية الجزائرية

¹ مجمع سونلغاز، مجلة نور، ع، 2005، ص ص 33-34.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

ثالثا: شراكة سونلغاز مع المنشآت الوطنية والأجنبية وحضورها في الساحة الدولية

في ميدان الشراكة، دخلت سونلغاز كمساهم في عدة شركات ذات أسهم نذكر منها:

سيماس SIMAS : شركة مختلطة جزائرية للميكانيك الثقيلة والتعدين تحت الضغط، يبلغ رأسمالها الاجتماعي 100.000.000 دج، وتساهم بها سونلغاز بما قيمته 25.000.000 دج، أي ما يعادل 25% وتنشط هذه الشركة في مجال دراسة، وبحث، وتصميم، وصناعة محولات الحرارة، والمولدات البخارية للبراميل تحت الضغط، وصيانة وتركيب تجهيزات التعدين.

AEC : شركة مختلطة بين سونلغاز وسونطراك، نشاطها الأساس هو المتاجرة بالغاز والكهرباء في الجزائر والخارج. **كهرما KAHRAMA** : والشركة الأمريكية AEC شركة مختلطة تشارك بحوالي 20% من رأس المال الاجتماعي AEC حيث تساهم Veatch Black and Veatch لكهرماء، في حين تعود 80% الباقية إلى الشركة الأمريكية وتنشط هذه الشركة في مجال الإنتاج والمتاجرة بالمياه المحلاة والكهرباء.

الجييسكو ALGESCO : شركة مختلطة جزائرية أمريكية، يبلغ رأسمالها الاجتماعي 92.000.000 دج، وتساهم فيها سونلغاز بما قيمته 23920.000 دج أي ما يعادل 26% وتنشط هذه الشركة في مجال تصليح التوربينات الغازية. **سفير SAFIR** : شركة مختلطة جزائرية فرنسية للهندسة الغازية، يبلغ رأسمالها الاجتماعي 35.000.000 دج إذ تساهم سونلغاز بما قيمته 5.250.000 دج أي ما يعادل 15% . ويتمثل نشاطها في تمبيع الغاز الطبيعي وإنتاج معالجة المحرقات وتوزيع الغاز.

نيو اينرجي الجيريا (NEAL): شركة مختلطة بين سونلغاز وسونطراك وسيم (مطحنة السميد الصناعية في متيجة) من أجل إنجاز مشاريع تتعلق بالطاقات المتجددة وترشيد استعمال الطاقة.

- **SKS** : بالاشتراك مع سونطراك والشركة الكندية (SNC) Lavalion لإنتاج 800 ميغاوات؛
- **SKB** : سونلغاز وسونطراك وسيمينس لإنتاج 400 ميغاوات؛
- **SKC** : مشروع بين سونلغاز وسونطراك و AEC لإنتاج الكهرباء بطاقة 1200 ميغاوات، وهو الآن في طور النقييم التقني من أجل اختيار شريك أجنبي.

• **أبييسكو ABBESCO** : شركة مختلطة جزائرية إيطالية للأشغال والخدمات المتعلقة بالأجهزة والتركيبات الكهربائية الناقلة والموزعة للطاقة، كما تضمن عمليات صيانة مجموع التجهيزات مهما كان مستواها التكنولوجي، ويبلغ رأسمالها الاجتماعي 108.000.000 دج، وتساهم فيها سونلغاز بما قيمته 43.020.000 دج، أي ما يعادل تقريبا 40% ، كما سجلت حضورها في الساحة الدولية من خلال انضمامها إلى العديد من منظمات الكهرباء والغاز فهي:

- تعتبر عضوا مؤسسا للجنة المغربية للكهرباء (COMELC)؛
 - تعتبر أيضا عضوا مؤسسا للاتحاد العربي لمنتجي، وناقلي، وموزعي الطاقة الكهربائية (LIAPIDE)؛
 - تعتبر عضوا في اتحاد منتجي، وناقلي، وموزعي الطاقة الكهربائية (UPDEA)؛
 - تعتبر عضوا في الاتحاد الدولي لمنتجي وموزعي الكهرباء (UNIPEDA)؛
 - تعتبر عضوا في لجنة ربط جمع المنشآت الكهربائية للدول المجاورة للبحر الأبيض المتوسط (MEDELEC)؛
- كما تشارك أيضا في مختلف أشغال كل من:

✓ الندوة العالمية للطاقة (CME)؛

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- ✓ الندوة الدولية لكبريات الشبكات الكهربائية (CIGRE)؛
 - ✓ الاتحاد الدولي لصناعة الغاز (UMG)؛
 - ✓ الجمعية الدولية لكبريات السدود. بالإضافة إلى ذلك، قدمت هذه المؤسسة إلى العديد من الدول مساعدات في مجال التوجيه والخبرة، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يأتي:
- تونس 1991:** ويتم الربط بينهما عبر أربعة خطوط:¹
- العوينات - تاجروين 90 كليوفولت؛
 - القالة-فرنانة 90 كليوفولت؛
 - العوينات - تاجروين 220 كيلوفولط؛
 - جبلعق-متلاوي 150 كيلوفولط.
- المغرب 1992:** أما الربط بين الجزائر والمغرب فيتم عبر خطين كهربائيين ذات 220 كيلوفولت: الغزوات - وجدة، وتلمسان - وجدة. حتى سنة 1991 كانت مبادلات الطاقة بين البلدان الثلاثة تتم على أساس النجدة المتبادلة في حالة خلل أو اضطراب في أحد الشبكات، وعلى أساس التبادل المتساوي المجاني.

وابتداء من 1991م ونظرا لنقص الطاقة الكهربائية في المغرب وتونس، انتقلت سونلغاز إلى مرحلة التبادل على أساس تجاري، وهكذا فقد تم التوقيع على ثلاثة عقود تجارية مع المكتب الوطني للكهرباء بالمغرب. وينص العقد الأخير الموقع في فيفري 1993م على بيع 1.000 جيغاوات/الساعة للمغرب في الفترة ما بين 1994 و 1993. إن هذا الشكل الجديد في التبادل أكسب الشبكة المغربية فعالية شاملة أكبر وزيادة في المردودية في مجال تلبية حاجيات الزبائن.

السينيغال 1996: وقعت سونلغاز في أبريل 1996 عقد مساعدة فنية مع سونيلك SONELEC من أجل دراسة وضع مكتب مركزي لتصليح الأعطاب في مدينة داكار وما جاورها. أما في مجال التكوين، فقد قدمت هذه المؤسسة العديد من الخدمات لصالح المغرب وتونس، وموريطانيا، وليبيا، والنيجر، وإيران. "وتتأهب سونلغاز بصفة نشطة لتأدية دور مهم على المستوى الجهوي ضمن أفق إنشاء سوق مغربية للكهرباء في مرحلة أولى، وإنشاء سوق للمبادلات الأورومتوسطية في مجال الطاقة خلال مرحلة ثانية، ويعتزم المجمع انتهاز الفرص التي يتيحها القانون للمساهمة في تزويد السوق الأوروبية بالطاقة الكهربائية المنتجة محليا مع شركة من القطاعين الخاص والعمومي، ولا سيما أن هناك أفق إنجاز كابلين تحت البحر لنقل الطاقة بربطان الجزائر بكل من إسبانيا وإيطاليا".²

¹ سونلغاز الجزائرية، خدمة عمومية في تطور مستمر، مجلة كهرباء العرب، ع4، ص41.

² مجلة نور لمجمع سونلغاز، ع4، 2005، ص32.

**الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء
في الجزائر**

الجدول (4-1) يوضح المبادلات الخارجية للكهرباء مع المؤسسة

| السنة | GWh | |
|-------|----------|------|
| | المغرب | تونس |
| 2006 | 159 | 141 |
| 2005 | 136 | 139 |
| 2003 | 116 | 96 |
| | المجموع | |
| | 300 | 275 |
| | المدخلات | |
| | 136 | 135 |
| | 106 | 142 |
| | 133 | 90 |
| | المجموع | |
| | 271 | 248 |
| | 212 | 223 |

المصدر: دليل سونلغاز 2006

رابعاً: المشاريع المهيكلية الكبرى لسونلغاز

تتكون هذه المشاريع من منشآت لنقل الكهرباء والغاز، وتكمن فائدتها في تعزيز قواعد الهياكل الطاقوية من أجل ضمان أمن تزويد البلاد على المديين المتوسط والبعيد وهي تشكل الطريق السيار للطاقة.

- خط القمة 400 كيلوفولت الشمال (شرق غرب)؛
- سيكون هذا الخط طريقاً سياراً للطاقة يمتد من الحدود المغربية إلى غاية الحدود التونسية، وسيسمح بعبور كميات هامة من الطاقة من الشرق إلى الغرب (أو العكس)، كما يسمح كذلك بتبادل الطاقة مع أوروبا عبر الشبكة المغربية. وبانتظار الربط المباشر تحت البحر بين الجزائر وإسبانيا من جهة وإيطاليا من جهة أخرى، موعد الإنجاز نهاية سنة 2009 (تكلفة المشروع 35 مليار دينار).
- خط القيمة 400 كيلوفولت شمال، جنوب. باعتباره مكملًا لخط قمة الشمال، سيتمكن هذا الخط العملاق من تدعيم الأمن الشامل للشبكة من خلال إنجاز طريق سيار ثانٍ للطاقة يمر عبر قطبي حاسي مسعود، وحاسي الرمل، وعبر منطقة بشار، موعد الإنجاز نهاية 2010م وتكلفة المشروع 30 مليار دج.
- شبكة الجنوب الكبير: ستشكل هذه الشبكة الطريق السيار الثالث للكهرباء الذي سيربط مناطق أدرار، وعين صالح وتمنراست بشبكة الشمال، وستسمح بفك العزلة نهائيًا عن الجنوب من خلال ترابطها مع شبكة الشمال موعد الإنجاز نهاية 2013م وتكلفة المشروع 148 مليار دج.

2.4- أساليب إنتاج الطاقة الكهربائية ومقوماتها في الجزائر

تعتبر الطاقة الكهربائية الدعامة الرئيسة لجميع الخطط التنموية في أي بلد، والمحرك الأساس لجميع المشاريع الاقتصادية بمختلف أنواعها، وتثبت الإحصائيات أن مساهمة الطاقة الكهربائية في الإنتاج الطاقوي الوطني تقدر بـ: 17 ألف طن مكافئ نفط سنة 2002م، في حين بلغت 79 ألف طن مكافئ نفط سنة 2003م (الكهرباء المشتقة من الطاقة المائية)، أما الطاقة الكهربائية المولدة عن طريق المحروقات (في الطاقة الإجمالية) فقد تطورت من 8.15 مليون طن مكافئ نفط سنة 2002م، أي بمساهمة 13.8% من إجمالي الإنتاج الوطني إلى 8.692 مليون طن مكافئ نفط سنة 2003م، أي بنسبة 14.2% في الإنتاج الوطني الإجمالي للطاقات المشتقة. أما حسب إحصائيات عام 2007م فقد ارتفعت هذه النسبة إلى 18%، وقد بلغ الإنتاج الوطني من الطاقة الكهربائية لعام 2008م، 7500 ميغاوات¹.

1.2.4- أساليب إنتاج الطاقة الكهربائية

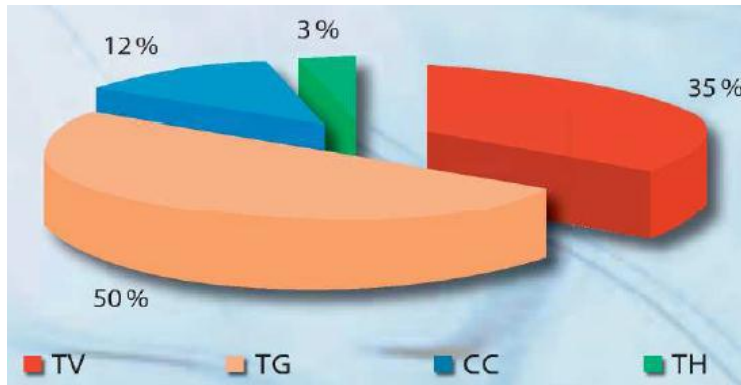
يتم إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر بأسلوبين رئيسين هما:²

أولاً: الإنتاج عن طريق شبكات الربط فيما بين المراكز

ويتم ذلك إما عن طريق التوربينات الغازية (TG) أو البخارية (TH) أو بنظام توليد مركب (CC)، وهذا ما يبينه

الشكل التالي:

الشكل (2-4) توزيع إنتاج الطاقة الكهربائية حسب شبكة الربط فيما بين المراكز



Source : Programme indicatif des besoins en moyens de production d'électricité 2008-2017, ibid., p.20.

يتبين من خلال الشكل (2-4) أن الغاز هو المساهم الرئيس في إنتاج الكهرباء بنسبة تقدر بـ: 50%، يليه الإنتاج بالتوربينات البخارية بنسبة 35%، ثم نظام التوليد المركب بنسبة 12%، وتأتي في المرتبة الأخيرة الطاقة المائية بمعدل 3% فحسب.

¹ كمال الشيرازي، الجزائر توزع ربع مليون مقتصد للطاقة، 2008:

<http://www.elaph.com/Web/Economcs/2008/8/353451.htm> 07/11/2014 15:18

² http://www.creg.gov.dz/images/Programmes%20indicatifs/PIE_2008_2017.pdf , 07/11/2017, 16 :53.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

ثانيا: إنتاج المراكز المعزولة في الجنوب

وتتمركز أساسا في كل من أدرار، والبيزي، وعين صالح. وتستعمل الديزل كوقود أساسي في عملية الإنتاج، أما في كل من بشار وأدرار فيتم الإنتاج عن طريق التوربينات الغازية. وقد بلغت قدرة إنتاج الطاقة الكهربائية حسب هذا النوع الأخير من الإنتاج في 2007/12/31م ما قيمته 440 ميغاوات، منها: 253 ميغاوات منتجة بالتوربينات الغازية، و187 ميغاوات منتجة عن طريق محركات الديزل، بالإضافة إلى استعمال الطاقة الشمسية في عملية الإنتاج في المناطق المعزولة تماما¹.

على العموم قد بلغ الإنتاج الوطني من الطاقة الكهربائية لعام 2007م 10.385 مليون طن مكافئ نפט، بمعدل نمو يقدر بحوالي 1.4% بالنسبة لعام 2006م². أما الاستهلاك الوطني من الكهرباء خلال عام 2002م فقد قدر بـ: 8.255 مليون طن مكافئ نפט، أي بنسبة 25.3% من الاستهلاك الوطني للطاقة، غير أن هذه النسبة لا تغطي حاجيات السكان كاملة، خاصة سكان المناطق النائية. فحسب إحصائيات عام 2003م فإن عدد السكان الذين لا تصلهم الكهرباء في الجزائر قدر بـ: 688 ألف نسمة³، وقد بلغ حجم استهلاك الكهرباء في العام 2007م ما مقداره: 10.497 مليون طن مكافئ نפט، أي بنسبة زيادة تقدر بـ: 1.9% مقارنة بعام 2006م، وتساهم في الاستهلاك الوطني من الطاقات المشتقة بنسبة 27%⁴.

ثالثا: المرحلتان الرئيسيتان لقطاع الكهرباء في الجزائر

لقد مر قطاع الكهرباء بمرحلتين متميزتين هما:

1- المرحلة "منذ الاستقلال إلى غاية صدور قانون الكهرباء والغاز (2002/02/05م)"

تميز قطاع الكهرباء في الجزائر خلال الحقبة "منذ الاستقلال إلى غاية صدور قانون الكهرباء والغاز بتاريخ 2002/02/05م بـ: 5 نشاطا احتكاري من طرف الدولة، تمثل في الشركة الوحيدة "سونلغاز"، حيث تمارس هذه الأخيرة نشاط الإنتاج والنقل والتوزيع للكهرباء والغاز عبر كامل التراب الوطني، مما سمح لها بما يلي:

(أ) منذ 1962م، تسعى سونلغاز لتحقيق تغطية كاملة لحاجيات البلاد من الطاقة الكهربائية بأقل لتكاليف، ومع ذلك لا يزال بعض النقص (في الجنوب).

(ب) تحقيق معدل كهربة للبلاد يقدر بـ: 95%، (وقد تم تحقيق معدل 96% سنة 2006م، وهو ما يوفر الكهرباء لـ: 5.7 مليون أسرة).

2- المرحلة "ما بعد صدور قانون الكهرباء وتوزيع الغاز (2002/02/05م)"

¹Source : Programme indicatif des besoins en moyens de production d'électricité, 2008-2017, Publication de CREG "la commission de la régulation de l'électricité et du GAZ", Algerie, 2008, p.17, sur le site web www.creg.dz 19/08/2014 19:46

²BILAN ENERGETIQUE NATIONALE DE L'ANNEE 2007, p.15.

³ الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، مرجع سابق، ص 32.

⁴BILAN ENERGETIQUE NATIONALE DE L'ANNEE 2007, Op.cit, p.20.

⁵ أحمد شريفي، تجربة التنمية المحلية في الجزائر، كلية الاقتصاد، جامعة سعد دحلب: 16/03/2014 1015 <http://www.ulum.nl>

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

بعد قانون 01/02 للكهرباء وتوزيع الغاز عبر قنوات بتاريخ 2002/02/05م أصبحت الأهداف الرئيسية هي:

(أ) تحرير قطاع الطاقة الكهربائية: بفتح المجال أمام المستثمرين الخواص لتحقيق: خفض التكلفة، وتحسين نوعية الخدمات المقدمة للمستهلك.

(ب) ضمان الخدمة العامة: تبقى الدولة هي من يضمن تقديم الخدمة العامة.

(ت) تطوير تقنيات توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقات المتجددة: وذلك بتشجيع الاهتمام بتطوير تقنيات توليد الطاقة الكهربائية عن طريق الطاقات المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية الحرارية باستخدام أنظمة هجينة تجمع بين الشمس والغاز، وذلك بتقديم تحفيزات للمنتجين تتمثل في منح بنسبة 200% من السعر المرجعي لكل كيلوات ساعي واحد، شريطة أن يكون إسهام الطاقة الشمسية لا يقل عن 25% من مجموع الطاقة الأولية. أما إذا كانت النسبة أقل من ذلك (25%)، فإن الدعم يكون حسب الجدول التالي:

الجدول (2-4) نسب إسهام الطاقة الشمسية والمنح (المكافآت) المقابلة لها

| نسبة إسهام الطاقة الشمسية (%) | المنحة (المكافأة) المقابلة (%) |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 25-20 | 180 |
| 20-15 | 160 |
| 15-10 | 140 |
| 10-05 | 100 |
| 05-00 | لا توجد مكافأة |

المصدر: من إعداد الباحث، اعتمادا على: "المادة 12 من القانون رقم 01/02 (05 فيفري 2002م) المتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات" (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، عدد 8، الصادر بتاريخ 06 فبراير 2002م).

(ث) الطاقات الأولية الأخرى: فإن نسبة المكافأة قد حددت على النحو التالي:

1/ الطاقة الكهربائية الناتجة عن تحويل طاقة الرياح أو الماء: فسيستفيد المنتج من مكافأة تشجيعية تقدر بـ: 100% من السعر المرجعي للكيلوات ساعي الواحد، أما تلك الناتجة عن إعادة تقييم النفايات فإن المنتج سيستفيد من مكافأة تشجيعية تقدر بـ: 120%.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

2/ الطاقة الكهربائية الناتجة عن عملية التوليد المشترك (Cogénération): فحتى يتحصل منتجها على دعم يقدر بـ: 100% من السعر المرجعي للكيلوات ساعي الواحد، يجب أن تكون نسبة إسهام الطاقة الحرارية في توليد الكهرباء لا تقل عن 20% من إجمالي الطاقة لأولية المستعملة¹.

2.2.4- مقومات (خصائص) النظام الكهربائي في الجزائر:

يتميز قطاع الطاقة الكهربائية في الجزائر بنمو سريع ومستمر، وهذا إن دل على شيء إنما يدل على تطور القطاعات الاقتصادية وارتفاع مستوى المعيشة، إلا أنه في الوقت ذاته مؤشر على وجود خلل في تسعير الطاقة الكهربائية وعدم عكسها للتكاليف الحقيقية، مما يتسبب في هدر كبير في الاستهلاك، ويلقي أعباء كبيرة على الدولة لتوفير قدرات جديدة في كل عام. وتتناول في هذا الصدد خصائص النظام الكهربائي في الجزائر بالتحليل خلال الفترة (2000-2012م) اعتمادا على الإحصائيات المتوفرة.

أولا: استهلاك الطاقة الكهربائية

عرف استهلاك الكهرباء في الجزائر نموا متوaslًا، حيث بلغ في السبعينات أعلى معدلاته بمتوسط سنوي نسبته 13%، ثم عرفت هذه الزيادة استقرارا خلال الفترة اللاحقة قدرت بـ: 5.6% سنويا. غير أنه في العشر سنوات الأخيرة تضاعف هذا الاستهلاك، وهذا ما يظهر جليا من خلال الجدول الموالي:

الجدول (3-4) تطور استهلاك الكهرباء في الجزائر خلال الفترة (2000-2012م) - الوحدة: تيراوات ساعة

| السنة | استهلاك الكهرباء | السنة | استهلاك الكهرباء |
|-------|------------------|-------|------------------|
| 2000 | 19.8 | 2007 | 31.2 |
| 2001 | 20.6 | 2008 | 33.1 |
| 2002 | 21.7 | 2009 | 33.8 |
| 2003 | 22.5 | 2010 | 35.8 |
| 2004 | 23.2 | 2011 | 36.57 |
| 2005 | 27.6 | 2012 | 40.59 |
| 2006 | 29.3 | | |

المصدر: لجنة ضبط الكهرباء والغاز، تقارير نشاطات 2012، 2013، الجزائر.

يتضح من بيانات الجدول (3-4) تزايد مستمر في استهلاك الطاقة الكهربائية، وقد صاحب ذلك تحول ذروة الاستهلاك السنوي المسجلة عادة في فصل الشتاء ليتم تسجيلها خلال فصل الصيف ابتداء من عام 2009م، بالإضافة

¹ Une loi sur les énergies renouvelables devient une nécessité, bulletin des énergies renouvelables, Alger, N3, Juin, 2003, p.19.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- إلى حدوث تغيير في هيكل منحى الحمل مع زيادة في قيمة الذروة في الصباح وانخفاض محسوس في الليل¹. ويرجع هذا الارتفاع الملحوظ في الاستهلاك إلى العديد من العوامل نذكر منها:²
- توسع المناطق الحضرية في المدن الكبرى وضواحيها وتغير نمط حياة الأسر التي تزايد استخدامها للأجهزة الكهرومنزلية وخاصة المكيفات الهوائية كثيفة الاستهلاك للطاقة الكهربائية؛
 - توصيل الكهرباء بطريقة غير قانونية في الأحياء الشعبية والحضرية بنسبة متوسطة تقدر بـ: 10% سنة 2012م فهي تشكل، بالإضافة إلى الأخطاء التي تطال العدادات والفواتير استهلاكاً غير مخطط له، ساهم بدرجة كبيرة في تفاقم أزمة الكهرباء وارتفاع قيمة الخسائر التقنية التي تقدر نسبياً بـ: 9.5% نتيجة تزايد الاستهلاك.

ثانياً: إنتاج الطاقة الكهربائية

ساهم تجديد برنامج تطوير قدرات الإنتاج، وخاصة المخطط الاستعجالي لسنة 2012م في التخفيف من حدة مشكلة توفير الطاقة الكهربائية حيث تم برمجة وتنفيذ العديد من المشاريع في ظرف اتسم بارتفاع الطلب على الكهرباء الذي شكل الشغل الشاغل للسياسة الطاقوية من جهة، وتزامن مع منافسة حادة في السوق الدولية مدفوعة بطلب مرتفع وقلّة في تجهيزات الإنتاج من جهة أخرى، الجدول الموالي يوضح تطور الكميات المنتجة في الجزائر على النحو التالي:

الجدول (4-4) تطور إنتاج الكهرباء في الجزائر خلال الفترة (2000-2012م) - الوحدة: تيراوات ساعي

| السنة | إنتاج الكهرباء | السنة | إنتاج الكهرباء |
|-------|----------------|-------|----------------|
| 2000 | 25 | 2007 | 37.09 |
| 2001 | 26.26 | 2008 | 40 |
| 2002 | 27.40 | 2009 | 42.77 |
| 2003 | 29.19 | 2010 | 45.17 |
| 2004 | 30.92 | 2011 | 48.87 |
| 2005 | 33.61 | 2012 | 54.09 |
| 2006 | 35 | | |

المصدر: لجنة ضبط الكهرباء والغاز، تقارير نشاطات 2012، 2013، الجزائر.

توضح بيانات الجدول (4-4) أن الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية قد عرف ارتفاعاً معتبراً، حيث انتقل من 48.87 تيراوات ساعة عام 2011م إلى 54.09 تيراوات ساعة عام 2012م، مسجلاً نمواً بمعدل سنوي نسبته 10.7%، كما بلغ المعدل السنوي المتوسط للفترة (2000-2012م) ما نسبته 7.8%.

¹ بوعروج ريم، الطاقة الكهربائية في الجزائر، مجلة كهرباء العرب، العدد الثامن عشر، 2012، ص 61.

² بوفنش وسيلة، 2014/2013، الطاقة الكهربائية في الجزائر: محاولة التوقع بالإنتاج، دراسة حالة الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز، أطروحة دكتوراه علوم، تخصص علوم اقتصادية، جامعة سطيف-1-الجزائر، ص 103.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

وتجدر الإشارة أنه بالرغم من الإنجازات المحققة، عجزت الحظيرة الوطنية لإنتاج الكهرباء عن تغطية احتياجات المشتركين لهذا المورد الطاقوي خاصة في فترتي الشتاء والصيف، مما ألزم متعامل المنظومة الكهربائية اللجوء إلى عمليات قطع دورية لفترات محددة، ويعود سبب ذلك إلى: التأخر في إنجاز العديد من محطات إنتاج الكهرباء، وتعرض بعض المحطات لأعطاب تقنية، وكذا توقيف عدة محطات خلال فصل الصيف من أجل الصيانة السنوية¹.

ثالثا: القدرات المركبة والمحطات الكهربائية:

باعتبار أن الجزائر بلد منتج للغاز لطبيعي، فإن جل القدرات الكهربائية المركبة تعمل بالغاز الطبيعي في شكل توربينات بخارية أو غازية أو مركبة، بالإضافة إلى توربينات الديازال التوربينات المائية. ولقد تم تشغيل أول محطة إنتاج مركبة هجينة (شمسية/CSP /غازية) بطاقة تبلغ 150 ميغاوات منها 25 ميغاوات بالطاقة الشمسية. ويظهر الجدول الآتي قدرة ونسبة كل نوع من المحطات المذكورة سابقا.

الجدول (4-5) القدرة المركبة حسب نوع المحطة ونسبة الإنتاج لسنة 2012م

| نوع المحطة | القدرة الإنتاجية (GWH) | النسبة (%) |
|------------------------------|------------------------|--------------|
| المحطات الغازية | 29711 | 54.93 |
| المحطات المركبة | 14148 | 26.15 |
| المحطات البخارية | 9420 | 17.42 |
| المحطات بالديازال | 416 | 0.76 |
| المحطات المائية | 389 | 0.74 |
| إجمالي القدرة المركبة | 54086 | %100 |

المصدر: لجنة ضبط الكهرباء والغاز، تقارير نشاطات 2012، 2013، الجزائر.

ينضح من الجدول (4-5) أن القدرة الإنتاجية المركبة للطاقة الكهربائية المنتجة تتوزع حسب ما يلي:

- المحطات الغازية (TG): عرفت هذه الحظيرة تطورا ابتداء من عام 2002م، وتمثل إنتاج ما نسبته 54.93%، وبقدرة إنتاجية 29711 جيغاوات ساعة، وهذا راجع إلى تشغيل المحطات التالية: الحامة، فكيرينة، أرزيو، البرواقية بطاقات إنتاج مختلفة.
- المحطات المركبة (CC): تعتبر هذه المحطات حديثة النشأة في الجزائر، حيث كانت بداية استعمالها عام 2007م، وتمثل إنتاج ما نسبته 26.15% من إجمالي الإنتاج لعام 2012م، وبقدرة إنتاجية 14148 جيغاوات ساعة، من خلال محطة حجرة النص، ومحطة سكيكدة.
- المحطات البخارية (TV): يمثل هذا الإنتاج ما نسبته 17.42% وبقدرة إنتاجية 9420 جيغاوات ساعة من الإنتاج الإجمالي لعام 2012م، من خلال محطات الشركة SPE.

¹ بوفنش وسيلة، مرجع سابق، ص 105.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- المحطات المائية (THyd): ويرتبط الإنتاج مباشرة بسقوط الأمطار، ويعكس آثار الجفاف الذي ميز الجزائر خلال السنوات الأخيرة، حيث مثل إنتاج الكهرباء ما نسبته 0.74%، وبقدرة إنتاجية 389 جيجاوات ساعة.
- محطات الديازال (TDi): تكاد تكون طاقة إنتاج هذه المحطات ثابتة، حيث قدرت بين سنتي 2000 و2012م ما نسبته 2% إلى 0.76% من الإنتاج الإجمالي.

رابعا: شبكة نقل وتوزيع الكهرباء:

- يستجيب تدعيم خطوط النقل والتوزيع وكذا نمو مراكز التحويل لضرورة وجود شبكة وطنية قوية يمكن الاعتماد عليها لمواجهة الطلب المتزايد على الكهرباء في ظل توفر شروط النوعية المثلى للخدمة وأمن التموين.
- 1- شبكة نقل الكهرباء: تعد احتكارا طبيعيا من طرف مسير وحيد هو الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الطاقة الكهربائية (GRTE) المالك الوحيد للشبكة، وتتوفر على شبكة ناقلة طولها 17006 كلم خاصة بالتوتر العالي، كما تملك شبكة ألياف بصرية طولها 8275 كلم تستخدمها لقيادة منشآت الشبكة. وتتمثل مهامها فيما يلي:¹
- استغلال وصيانة وتطوير شبكة النقل بهدف ضمان قدرات تتناسب وحاجات العبور والاحتياط؛
 - ضمان أمن وتشغيل الشبكة المترابطة والسهر على تحقيق برامج مرور الطاقة الكهربائية؛
 - إعداد مخططات تطوير شبكة النقل.

- وتوصل هذه الشبكة أهم الزبائن الصناعيين بمحطات إنتاج الطاقة الكهربائية، وقد شهدت هذه الشبكة تطورا كبيرا، حيث كانت تمتد على مسافة 3615 كلم عام 1970م لتصل إلى حوالي 293473 كلم عام 2012م.
- 2- شبكة توزيع الكهرباء: وهي شبكة تزود الزبائن المتمثلين في الأسر والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة، وتسير هذه الشبكة أربع شركات توزيع وهي:
- الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الجزائر؛
 - الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الشرق؛
 - الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الغرب؛
 - الشركة الجزائرية لتوزيع كهرباء وغاز الوسط.

وقد شهدت شبكة توزيع الطاقة الكهربائية تطورا كبيرا، إذ لم يتجاوز طولها 22135 كلم عام 1970م، في حين وصل طول هذه الشبكة إلى 317097 كلم عام 2014م.

3- الربط الكهربائي مع الدول المجاورة وبعض الدول الأوروبية

أ) الربط الكهربائي مع الدول المجاورة

لقد تم ربط الشبكة الوطنية لنقل الطاقة الكهربائية مع الشبكات المغربية حيث أن هذا الترابط وضع في سياق تعزيز التكامل الإقليمي في المغرب العربي، إضافة إلى إنشاء سوق مشتركة للكهرباء في المغرب عام 2007م كجزء من الشراكة الأوروبية المتوسطية وكانت تهدف إلى دمج أسواق الكهرباء من الجزائر والمغرب وتونس في السوق الداخلية للاتحاد الأوروبي. ويتم هذا الربط من خلال شبكة الجهد العالي جدا 400 كيلوفوت. ويوضح الجدول التالي شبكات الربط الموجودة.

¹سونلغاز، الشركة الجزائرية لتسيير شبكة نقل الطاقة الكهربائية 2016.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

جدول (6-4) شبكات الربط الكهربائي بين الجزائر وتونس، وبين الجزائر والمغرب

| الربط | الخط | سنة التشغيل | التوتر (كيلو فولت) |
|------------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
| الربط الجزائري-التونسي | العوينات-تاجورين | 1952 | 90 |
| | القالبة-فرنانة | 1954 | 90 |
| | العوينات-تاجورين | 1980 | 220 |
| | جبل العنق-منلوي | 1984 | 150 |
| الربط الجزائري-المغربي | الغزوات-وجدة | 1988 | 220 |
| | تلمسان-وجدة | 1992 | 220 |
| | سيدي علي بوسعيد-بورديم (1) | 2011 | 400 |
| | سيدي علي بوسعيد-بورديم (2) | 2011 | 400 |

المصدر: ريم بوعروج، الطاقة الكهربائية في الجزائر، مجلة كهرباء العرب، العدد 18، 2012م، ص63.

بدأ ربط شبكات الطاقة الكهربائية بين الجزائر وتونس في الخمسينات من خلال خطي ربط مفتوحين بطول 90 كلم لكل منهما، وبإجمالي قدرة 112 ميغاوات، وتقرر أن يعمل هذان الخطان على التوازي وبصفة مستمرة ابتداء من عام 1979م، ثم أضيف خطان آخران أحدهما على التوتر 220 كيلو فولت والثاني على توتر 150 كيلو فولت¹، وبقدرة إجمالية بلغت 180 ميغاوات، وهذه الخطوط الأربعة يوضحها الجدول (6-4)، كما يبين الجدول ذاته الخطوط الأربعة المكونة للشبكة الكهربائية الرابطة بين الجزائر والمغرب خلال الفترة (1988-2011م) التي تعتبر حديثة مقارنة بالشبكة سالفة الذكر، والتي تمثلت في خطين على توتر 220 كيلو فولت، أما الآخران فعلى توتر 400 كيلو فولت.

وقعت الجزائر وتونس والمغرب اتفاقيات لتبادل الطاقة، وتحدد تلك الاتفاقيات إجراءات التشغيل في الظروف العادية والطارئة، وكذا تكلفة بيع الطاقة الكهربائية. ونتيجة لربط شبكات الطاقة الكهربائية بين تونس والجزائر والمغرب على التوتر 220 كيلو فولت، تمكنت الدول الثلاث من تحقيق الفوائد التالية:

1/ تخفيض الاحتياطي الدوار : أدى الربط بين الدول الثلاث إلى تخفيض في الاحتياطي الأولي والثانوي إجمالي في كل دولة من 150 إلى 100 ميغاوات، ونتج عن ذلك وفر في التكاليف التشغيلية لوحدات الإنتاج.

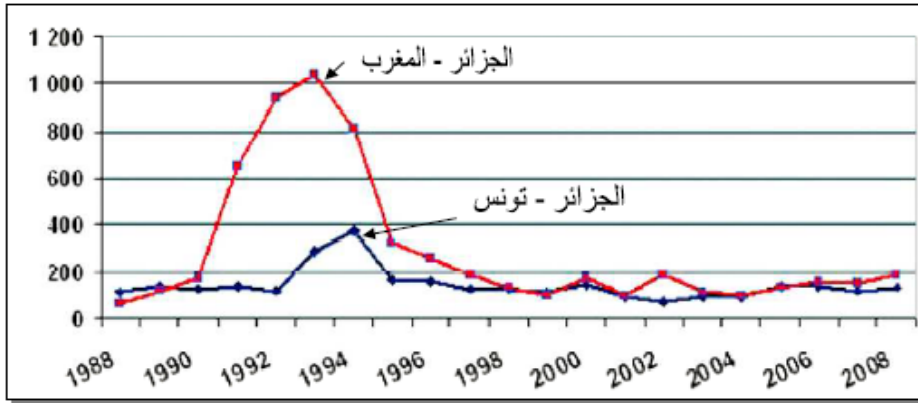
2/ التنسيق في برامج الصيانة: يتم بصفة منتظمة التنسيق بين برامج الصيانة لمحطات الإنتاج وخطوط النقل من أجل التوصل إلى الاستغلال الأمثل للاحتياطي في الشبكة المرتبطة، حيث تمكنت الدول الثلاث من تخطيط المبادلات أثناء توقف المجموعات الرئيسية، وعند خطوط النقل الهامة.

¹ COMELEC, Statistiques Annuelles 2009(en line), disponible sur : <http://comelec-net.org/> (consulté le 19/06/2014), p2.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

3/ برمجة المبادلات: بسبب اختلاف العطلات الأسبوعية في كل من تونس والجزائر والمغرب، حيث كانت السبت والأحد في تونس والمغرب، والجمعة والسبت في الجزائر، ومع اختلاف أوقات الذروة اليومية، تمت الاستفادة من الوضع القائم لتوفير الوقود في فترات الذروة، كما تمكنت من التخطيط للمبادلات فيما بينها. ولقد تطور حجم التبادل التجاري للطاقة الكهربائية بين الدول الثلاث خلال الفترة (1988-2008) على النحو التالي:

الشكل (3-4) تطور الطاقة الكهربائية المتبادلة بين الجزائر والمغرب، وبين الجزائر وتونس



المصدر: الكوميلاك، اللجنة المغربية للكهرباء في ماخص، مجلة كهرباء العرب، 2010، جوان، العدد 16،

ص 63.

يوضح الشكل (3-4) حجم الطاقة الكهربائية المتبادلة بين الجزائر والمغرب بدأ في الارتفاع بين عامي 1990 و1992م إلى أن تجاوز 1000 جيجاوات-ساعة، ثم انخفض إجمالي التبادل بمعدل متسارع خلال الفترة 1992 إلى منتصف سنة 1997م، وأما الرحلة 1998-2008م فقد تميزت بتذبذبات ضعيفة في حجم المبادلات تكاد تكون محصورة بين 100 و200 جيجاوات-ساعة. وبالمثل فإن حجم الطاقة الكهربائية المتبادلة بين الجزائر وتونس وخلال الفترة 1992-1995م قد ارتفع بمعدلات متسارعة إلى أن بلغ ذروته 400 جيجاوات-ساعة ثم انخفض بشكل مضطرب حتى وصل إلى أقل من 200 جيجاوات-ساعة، وبعدها تميزت هذه المبادلة خلال الفترة 1995-2008م بتذبذبات طفيفة تراوحت بين 100 و200 جيجاوات-ساعة.

يعود انخفاض حجم التبادل التجاري في الطاقة الكهربائية بين الجزائر والمغرب، وبين الجزائر وتونس في الأعوام

الأخيرة إلى عدة عوامل أهمها: ¹

- تأخر تنفيذ عدد من مشاريع الإنتاج في الدول الثلاث، مما أدى إلى انخفاض الاحتياطي لديهم؛

¹ الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، ص 65.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- تفضيل المغرب استيراد الطاقة الكهربائية من اسبانيا، لأنها أقل تكلفة لجلبها من الجزائر، حيث قامت المغرب عام 2004م باسترجار حوالي 1500 جيغاوات-ساعة من اسبانيا مقارنة بحوالي 120 جيغاوات-ساعة من الجزائر؛
- عدم حاجة الشبكة التونسية لجر الكهرباء من الشبكة الجزائرية، بسبب مشروع إنتاج (رادس2)، والذي دخل حيز الخدمة سنة 2001م.

وعليه فإن أغلب التبادل التجاري تمثل في قيام إحدى الدول بجر الطاقة الكهربائية من الدولتين الأخريين، في حالة حدوث مشاكل في شبكة إحدى تلك الدول، أو في حالة إجراء صيانة ضمن وحدات الإنتاج التابعة لها.

ب) الربط الكهربائي مع بعض الدول الأوروبية

يتمثل هذا الربط في مشروع توسعة شبكة الربط المغربي لربطه مع الدول الأوروبية، حيث جرت وتجري حاليا إعداد دراسات الجدوى لعدة خطوط تعمل بالتيار المستمر والمتردد تربط ليبيا وتونس والجزائر والمغرب بإيطاليا واسبانيا، وهذه الخطوط المذكورة ستتيح إمكانية تصدير الطاقة الكهربائية إلى الأسواق الأوروبية وهي موزعة على النحو التالي:¹

1/ الجزائر-اسبانيا: تم إعداد دراسة لتحديد جدوى ربط شبكات الطاقة الكهربائية في الجزائر واسبانيا بواسطة خطين بحريين بقدرة 1000 ميغاوات لكل منهما، وأوضحت الدراسة أن تكاليف المشروع مرتفعة جدا بسبب طول المسار المقترح للخطين، وأنه من غير الواضح إمكانية توفير التمويل للمشروع، وطريقة استغلاله سواء كخط نقل منظم أو خط تجاري، وعليه تقوم الجزائر بالتفاوض مع المغرب للحصول على حق العبور للطاقة المنتجة في الجزائر إلى اسبانيا من خلال الربط القائم بين المغرب واسبانيا.

2/ الجزائر- إيطاليا: تمت دراسة مشروع لمد خطين بسعة 500 ميغاوات من الشاطئ الجزائري إلى جزيرة سردينيا، ومنها يتم نقل الطاقة الكهربائية على الخطوط القائمة إلى جزيرة كورسيكا، ويتطلب تنفيذ المشروع تقوية الشبكات القائمة في جزيرة سردينيا.

وتجدر الإشارة إلى أنه باستثناء الخطوط المارة في مضيق جبل طارق، فإن الخطوط المقترحة لربط الجزائر وليبيا وتونس مع اسبانيا وإيطاليا تتراوح أطوالها ما بين 200 و550 كلم، وتقدر تكلفتها ما بين 400 مليون ومليار أورو، وذلك على أساس أن تكلفة إنشاء الخط بسعة 1000 ميغاوات تبلغ حوالي 200 مليون أورو لمحطات التحويل، وحوالي 1.5 مليون أورو/كلم².

¹ الصندوق العربي للإئتماء الاقتصادي والاجتماعي، التعاون العربي في مجال الربط الكهربائي نظرة تحليلية، مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد 133، ص 125.

² المرجع نفسه، ص 126.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

3.2.4- التخطيط للنظام الكهربائي في الجزائر

في إطار الإصلاحات التي قامت بها الدولة الجزائرية في بداية القرن الحالي، ومن أجل ضمان أحسن توزيع للطاقة في السوق الوطنية، تم بموجب القانون 01/02 إنشاء لجنة ضبط الكهرباء والغاز التي تتكفل بإعداد برامج بيانية عشرية لتزويد السوق الوطنية بالغاز الطبيعي، وبرامج بيانية عشرية أخرى للحاجيات من وسائل إنتاج الكهرباء، تأخذها الجهات المنتجة للطاقة بعين الاعتبار من أجل تكييف قدراتها الإنتاجية بين التصدير وتموين السوق الوطنية.

ومنذ نشأتها، أعدت لجنة ضبط الكهرباء والغاز عدة برامج بيانية لحاجيات السوق الوطنية من الغاز الطبيعي، وبرنامج بيانية لحاجيات من وسائل إنتاج الكهرباء، منها برنامج 2008-2017م. وفي هذا الصدد يمكن اقتصار عملية التخطيط على نقطتين رئيسيتين للنظام الكهربائي هما: التوسع الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية وتطوير الطاقات المتجددة خلال الفترة (2011-2030م).

أولاً: التوسع الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية:

يتوقع أن يصل الطلب على الكهرباء إلى حوالي 25000 ميغاوات في أفق 2030م، وإلى استهلاك مقدر بـ: 150 تيراوات ساعة. ولتغطية هذا الطلب يجب إنجاز محطات جديدة بقدرة 13000 ميغاوات مكونة من محطات غازية ومركبة، إلى جانب الطاقة المتجددة المبرمجة¹.

1- تطور الطلب المستقبلي على الكهرباء النهائية وحمل الذروة

يبين الجدول (4-7) التطور المتوقع للطلب على الاستهلاك النهائي للكهرباء وحمل الذروة بالاعتماد على العام 2007م كسنة أساس.

الجدول (4-7) التطور المتوقع للطلب على الكهرباء النهائية و قدرة الذروة في الجزائر خلال الفترة (2007-2030م)

| السنة | 2007 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| الكهرباء النهائية (TWh) | 30.32 | 37.22 | 50.56 | 66.87 | 88.45 | 116.98 |
| قدرة الذروة (MW) | 6511 | 7999 | 10856 | 14392 | 19078 | 25291 |

المصدر: أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء، تحليل التوسع المستقبلي الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية للدول العربية حتى عام 2030، أبريل/ نيسان، 2010، الجامعة العربية، ص 171.

2- محطات التوليد الكهربائية المرشحة

بلغ إجمالي القدرة المركبة المتاحة في الجزائر عام 2007 حوالي 8400 ميغاوات توزعت بنسبة 52% للنفط الغازية، 33% للنفط البخارية، 10% للدارة المركبة، 2% ديزل و 2% محطات مائية، وقد كان الغاز الطبيعي المصدر الوحيد

¹ بوعروج ريم، مرجع سابق، ص 63.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

المستخدم في عملية التوليد الكهربائي بنسبة 100% وبلغ الهامش الاحتياطي حوالي 30%¹ وتقتضي مجابهة الطلب المتنامي علنا لكهرباء وخروج المحطات المتقادمة ضرورة إضافة استطاعات جديدة يجري انتقاؤها من قائمة ترشيح مستقبلية تضم مختلف أنواع المحطات التي تدرج في هذه القائمة لتعكس أكثر الأنماط موائمة لسياسة التوسع الوطنية من حيث النمط والوقود، مع مراعاة امتلاكها للمواصفات التقنية والاقتصادية الأحدث، ويمكن في هذا السياق الاستئناس بمواصفات المحطات التي أضيفت مؤخراً لنظام التوليد الوطني سيما ما يتعلق بفترة الإنشاء وتكاليف التشغيل والصيانة مع التركيز على مراعاة آخر المستجدات فيما يتعلق بتكاليف الإنشاء والمواصفات التقنية المختلفة. وخلال عملية الأمثلية ينتقى ذلك المزيج من المحطات وفقاً لمعيار التكلفة الأقل بحيث يحقق أدنى تكلفة ممكنة لوحدة الطاقة المولدة خلال فترة الدراسة كلها. علماً أن أمثلية خطة التوسع تراعي أثناء توسيع نظام التوليد القيود والمحددات التي تفرضها الحالة الوطنية، بالإضافة إلى الخيارات التقنية والتكنولوجيات المتاحة، وبما يتناسب مع أنماط الوقود المتوفرة وكمياته. ويبين قائمة محطات التوليد الكهربائية المرشحة مستقبلاً والتي تشمل الجدول (4-8) محطات الدارة المركبة، والمحطات البخارية والغازية، والمحطات النووية، ومحطات الطاقات المتجددة ممثلة بالعنفات الريحية والمحطات الفوتوضوئية (Photovoltaic).

الجدول (4-8) قائمة محطات التوليد الكهربائية المرشحة مستقبلاً في الجزائر

| | Unit size [MW] | Overnight Cost[s/kw] | Economic Life [y] | Cost- time[y] | Plant factor (%) | Fuel | Efficiency (%) |
|---------|-------------------|-------------------------|----------------------|------------------|------------------------|------|-------------------|
| CC-PP | 500 | 800 | 35 | 4 | 92 | NG | 55 |
| GT-PP | 150 | 500 | 25 | 2 | 94 | NG | 29 |
| ST-PP | 350 | 920 | 30 | 4 | 90 | NG | 34 |
| Nuc-PP | 1000 | 2400 | 50 | 8 | 85 | NF | 34 |
| Wind-PP | 10 | 1200 | 20 | 2 | 20 | - | - |
| PV-PP | - | 4000 | 20 | 2 | 20 | - | - |

CC: combined cycle, GT: gaz turbine, ST: steam turbine: Nuc: nuclear, PV: Photovoltaic, NG: natural gaz, HF: heavy fuel, GO: gaz oil, NF: nuclear fuel

المصدر: المرجع السابق، ص 174.

¹أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء، تحليل التوسع المستقبلي الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية للدول العربية حتى عام 2030، أبريل/نيسان، 2010، الجامعة العربية، ص 171.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

3- الفرضيات والقيود الرئيسية لخطة التوسع الجزائرية: روعيت لدى صياغة خطة توسع نظام التوليد الجزائري الافتراضات والقيود التالية:¹

- تبني البيانات الرسمية فيما يتعلق باحتياجات النفط والغاز المبينة سابقاً؛
- اعتماد معطيات الإنتاج والقيود على كميات الاستخراج السنوية للنفط والغاز؛
- عدم وضع قيود على كميات النفط الخام والغاز الطبيعي القابلة للتصدير سنوياً؛
- تقييد دخول الخيار النووي لنظام التوليد الكهربائي بحيث تدخل المحطة الأولى إلى الخدمة بعد عام 2015 على ألا يتجاوز عدد المحطات المدخلة محطة واحدة كل 5 سنوات والعدد الكلي لمحطتين وفقاً لاعتبارات موضوعية؛
- الطاقات المتجددة: إمكانية دخول طاقة الرياح اعتباراً من عام 2010م مع وضع قيوداً على ألا يتجاوز كامل القدرة المركبة 500 ميغاوات عام 2030م؛
- وضع قيود على إمكانيات الاستيراد والتصدير وفقاً للسعة التركيبية المتاحة لشبكة الربط الكهربائية مع دول الجوار المقدره حالياً بحوالي 100 ميغاوات بالاتجاهين مع إمكانية زيادتها إلى حدود 500 ميغاوات عام 2030م.

4- النتائج الرئيسية لاستراتيجية التوسع لمخطط نظام التوليد الكهربائي

تشير النتائج إلى أن كمية الكهرباء المنتجة ستنمو من 36.7 تيراوات عام 2007 إلى 142.6 تيراوات في عام 2030م مسجلةً بذلك معدل نمو وسطي سنوي 6.1%. ويمثل توسيع نظام التوليد الحالي باختبار المزيج الأمثل للمحطات المستقبلية الجزء الأهم من صياغة استراتيجية التزود بالكهرباء.

أ) خطة التوسع المثلى للقدرة المركبة

لتلبية الطلب على قدرة الذروة تبين خطة التوسع الأمثل ضرورة إضافة ما يقرب من 29300 ميغاوات خلال فترة الدراسة وهو ما يقابل معدل نمو وسطي سنوي يصل إلى 5.6% ويكافئ قدرة وسطية مضافة سنوياً تقدر بـ: 1300 ميغاوات. ويلاحظ أن القدرات الجديدة المضافة خلال فترة الدراسة ستوزع بشكل رئيس على محطات الدارة المركبة بمعدل 22000 ميغاوات (75%)، وحوالي 7200 ميغاوات للمحطات الغازية (25%)، إضافةً لـ: 70 ميغاوات للعنفات الريحية (0.2%). أما الأنماط الأخرى من المحطات المرشحة فلم تنتقى من قبل خطة التوسع الأمثل².

وستشهد الفترة 2020-2030م دخول النسبة الأكبر من قدرة التوليد الجديدة بنسبة تصل إلى حوالي 83% من مجمل القدرة المضافة خلال فترة الدراسة، وهو ما يقابل 24250 ميغاوات. والسبب هو خروج معظم المحطات القائمة حالياً من الخدمة في العشر سنوات الأخيرة من فترة الدراسة. وانطلاقاً من القدرة المركبة البالغة في سنة الأساس حوالي 8400 ميغاوات تبين خطة التوسع الأمثل أن قدرة نظام التوليد ستنمو لتصل في عام 2030م إلى حوالي 29500 ميغاوات. وتبين النتائج أن الدارة المركبة ستهيمن على نمط التوليد بحصة تقرب من 75% (22000 ميغاوات) من مجمل الاستطاعة المركبة عام 2030م، تليها العنفات الغازية بنسبة 24% (7200 ميغاوات)، أما المحطات المائية والعنفات الريحية فستقتصر مساهمتها على حوالي 1%. وتبين نتائج هذه الخطة أن نظام التوليد سيعتمد بشكل كامل على الغاز الطبيعي

¹ نفس المرجع، ص 174.

² نفس المرجع، ص 174-175.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

ب) الطاقة الكهربائية المولدة واحتياجات الوقود

يبين الجدول (9-4) تطور إنتاج الطاقة الكهربائية وفق نمط الوقود المستخدم. ويلاحظ أن إنتاج الكهرباء سوف يزداد من 37 تيراوات في عام 2007م إلى 143 تيراوات عام 2030م، مسجلا معدل نمو وسطي 6.1% سنويا. ولتلبية هذا التطور على الطاقة الكهربائية فقد نمت كمية الوقود المستهلك من حوالي 10.35 مليون طن مكافئ نفط عام 2007م إلى حوالي 22.4 مليون طن مكافئ نفط عام 2030م مسجلا بذلك معدل نمو وسطي سنوي قريب من 3.4%. وتتعاكس نسبة نمو الوقود المنخفضة مقارنة مع نمو الطاقة المولدة على المردود الواسطي لنظام التوليد الذي سينمو من 30% إلى حوالي 55% خلال فترة الدراسة¹.

الجدول (9-4) تطور كميات الطاقة الكهربائية المولدة واحتياجاتها من الوقود لنظام التوليد

موزع بحسب نوع المحطة ونمط الوقود خلال الفترة 2015-2030م

| | | NG | FO | Hydro+ wind | Nuclear | Total | Average Efficiency |
|------|------------|--------|------|----------------|---------|--------|-----------------------|
| 2015 | Gen(Twh) | 61.39 | 0.00 | 0.23 | 0.00 | 61.62 | 45.6% |
| | Fuel(Mtoe) | 11.61 | 0.00 | - | 0.00 | 11.61 | |
| 2020 | Gen(Twh) | 81.27 | 0.00 | 0.23 | 0.00 | 81.50 | 52.8% |
| | Fuel(Mtoe) | 13.28 | 0.00 | - | 0.00 | 13.28 | |
| 2025 | Gen(Twh) | 107.50 | 0.00 | 0.29 | 0.00 | 107.50 | 54.9% |
| | Fuel(Mtoe) | 16.88 | 0.00 | - | 0.00 | 16.88 | |
| 2030 | Gen(Twh) | 142.22 | 0.00 | 0.34 | 0.00 | 142.22 | 54.8% |
| | Fuel(Mtoe) | 22.36 | 0.00 | - | 0.00 | 22.36 | |

المصدر: المرجع السابق، ص 179، بتصرف

ثانيا: سيناريوهات إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر

يشكل الطلب على الكهرباء في العالم عموما وفي الجزائر بوجه خاص أحد أهم التحديات في ظل الوتيرة المتزايدة للطلب عبر الزمن، فضلا عن الأجندة التي تبنتها الجزائر للارتفاع بالمناطق المعزولة والريفية، الأمر الذي من شأنه أن يرفع فاتورة التكلفة المالية والبيئية²، حيث قدر الطلب على الكهرباء سنة 2009م بحوالي 33.8 تيراوات-ساعي، مسجلا نسبة نمو تقدر بـ: 3.8% مقارنة بالطلب سنة 2008م. وفي المقابل بلغ إنتاج الكهرباء سنة 2009م بالتقريب 43 تيراوات-ساعي مسجلا ارتفاعا قدره 7% مقارنة بسنة 2008م، وهو ما يعبر عن سرعة نمو الطلب على هذه السلعة الحيوية، خاصة

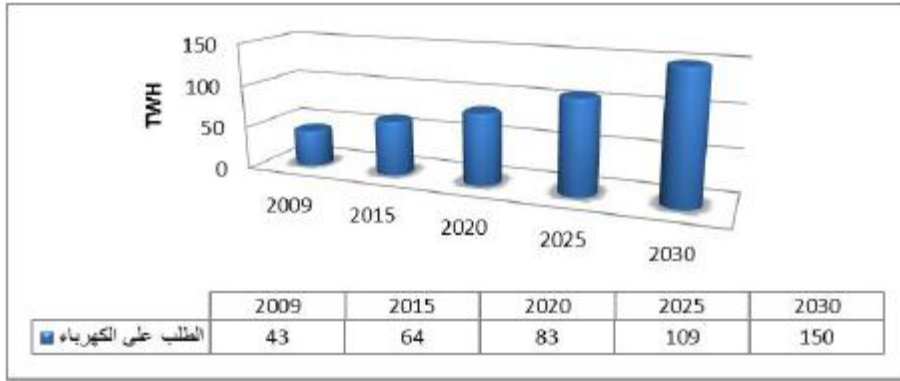
¹ نفس المرجع، ص 178.

² كافي فريدة، مرجع سابق، ص 274.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

وأن الفترة 2009-2000م قد سجلت نسبة نمو متوسطة قدرت بحوالي 5.6%¹، وتم استشراف مستقبل الطلب على الكهرباء في الجزائر حسب ما يلي:

الشكل (4-4) توقعات الطلب واستهلاك الكهرباء في الجزائر خلال الفترة 2009-2030م



Source : Nouredine Boutarfa, 2014, **Développement des énergies renouvelables en Algérie**, conférence école préparatoire des sciences économiques, commerciales et science de gestion, Annaba, p19.

يبرز الشكل (4-4) سيناريو الطلب على الطاقة الكهربائية في الجزائر من 2009م وإلى غاية 2030م والممثل بهذا المنحنى المتزايد الذي يشير إلى الارتفاع المستقبلي لحجم الطاقة التقليدية ولاسيما الغاز الطبيعي ومشتقاته للحصول على الطاقة الكهربائية من خلال محطات التوليد، لذلك لا بد من تفعيل الخطط الوطنية وأخذ كل التدابير من أجل إدارة الطلب على الكهرباء وترشيد استهلاكها، ورفع كفاءة استخدام موارد الطاقة التقليدية وكذا إدماج الطاقات المتجددة لتقليص التكاليف الاقتصادية والبيئية، من أجل خض الاستهلاك في المستقبل.

لقد ارتفع استهلاك الجزائر من الكهرباء بمعدل سنوي بلغ حوالي 8% بين عامي 2008م و2014م، ومثل الغاز الطبيعي 93% من توليد الكهرباء في الجزائر في علم 2013م². وتحاول الحكومة الجزائرية تقليل اعتمادها على الغاز الطبيعي في قطاع الطاقة عن طريق زيادة نصيب الكهرباء المولدة من الطاقة المتجددة، ووضعت وزارة الطاقة والمناجم الجزائرية أهدافا طموحة لتوليد الكهرباء، حيث تسعى إلى توليد 40% من كهرباء الجزائر من المصادر المتجددة بحلول عام 2030م³.

¹Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG), 2010 : **Programme indicatif des besoins en moyens du production d'électricité** : 2010-2019 : Algérie, p 9.

²International Energy Agency, Algeria: Electricity and Heat, 2013.

<http://www.org/statistics/statisticsearch/report/?country=Algeria&product=electricityandheat>(consulté le 13/04/2015).

³Algerian Ministry of Energy and Mines, Renewable Energy and Energy Efficiency Program (4).

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

1- التحول إلى الغاز الطبيعي في الجزائر

يتجاوز الناتج المحلي الإجمالي الجزائري 97% من حصة التصدير، وهي واحدة من أكبر البلدان المصدرة للغاز إلى الاتحاد الأوروبي (من خلال صهاريج وخطوط أنابيب الغاز الطبيعي المسيل) وينظر إليها أنها في وضع جيد لتلبية الطلب المتزايد، إذ أن لديها ميزة التمتع بوفرة من المحروقات، ووجود البنية التحتية اللازمة لنقل الغاز، والقرب من أوروبا الجنوبية¹.

في ظل احتياطات تبلغ 4.5 ترليون متر مكعب من الغاز، تمتلك الجزائر حادي عشر أكبر مخزون من الغاز الطبيعي في العالم والثاني في أفريقيا (بعد نيجيريا)، وقد كانت في عام 2014م سابع أكبر دولة مصدرة للغاز في العالم، وهي ثاني أكبر مورد للغاز الطبيعي لأوروبا من خارج المنطقة بعد روسيا، وفي العام ذاته ذهب أكثر من 87% من صادرات خطوط الأنابيب الجزائرية إلى بلدان أوروبية، وذهب الباقي إلى المغرب وتونس كمدفوعات بديلة لرسوم المرور، كما وجه أيضا 84% من صادرات الغاز الطبيعي المسيل إلى أوروبا بينما اتجه الباقي إلى الأسواق في آسيا وأوقيانوسيا².

وتصنف الجزائر ضمن أكبر عشرة مستخرجين للغاز الطبيعي في العالم، الأمر الذي يجعلها أكبر منتج في القارة الإفريقية، حيث تمثل أكثر من 50% من مجموع الاستخراج الإفريقي، وهو ما أدى بها إلى إبرام اتفاقيات لتصدير الغاز وتعاون، وأنه يتم الإعلان العلني للاتفاقية الجزائرية الفرنسية والفاضية بإنشاء الشركة المختلطة المعلنة في المادة 11 من اتفاق الجزائر بعد ظهور مرسوم 1967/07/31م الصادر في الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية بتاريخ 1967/8/08م³.

كما أن الجزائر تمتلك موارد شاسعة من الغاز الصخري، ووفقا لدراسة رعتها إدارة معلومات الطاقة الأمريكية بتاريخ نيسان/أبريل 2011م فقد حازت الجزائر على ما يقدر بـ: 6440 بليون متر مكعب من موارد الغاز الصخري القابلة للاسترداد تقنيا، ثم روجع هذا الرقم مؤخرا من قبل وزارة الطاقة الأمريكية، حيث أشير إلى رقم 19800 بليون متر مكعب، وهو ما يجعل الجزائر حائزة على ثالث أكبر رواسب الغاز الصخري القابلة للاسترداد بعد الصين والأرجنتين⁴.

خطوط أنابيب الغاز من الجزائر إلى أوروبا: يصل الغاز المضخ بالأنابيب إلى أوروبا عبر عدة خطوط أنابيب:

- خط أنابيب الغاز بين المنطقة المغاربية وأوروبا وهو خط أنابيب غاز طبيعي يصل طوله إلى 1620 كيلومتر يسير من الجزائر عبر المغرب إلى إسبانيا.

¹ حمزة حموشان، حزيران/يونيو 2016، النضال من أجل ديمقراطية الطاقة في المنطقة المغاربية، مؤسسة روزا لوكسمبورغ، مكتب شمال إفريقيا، تونس، ص 12.

² نفس المرجع، ص 12.

³ كتوش عاشور، 2004، الغاز الطبيعي في الجزائر وأثره على الاقتصاد الوطني، أطروحة دكتوراه دولة، جامعة الجزائر، ص 117.

⁴ US Energy Information Administration, World Shale Resource Assessments, 2015.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- في عام 2011م افتتح خط أنابيب "مدغاز" (Medgaz). ويمكنه نقل 8 بلايين متر مكعب سنويا بين ميناء بني صاف الجزائري ومدينة المرية الإسبانية.
- خط الأنابيب عبر المتوسط (ترانسمد) هو خط أنابيب غاز طبيعي يسير من الجزائر عبر تونس إلى صقلية وإيطاليا، وتم بناؤه في فترتي 1978-1983م و 1991-1994م.
- في غضون ذلك، فإن خط أنابيب غالسي الذي بني لنقل الغاز مباشرة إلى شمال غربي إيطاليا لا يزال معلقا، وكان مخططا لتشغيله في 2014م، لكن لم يبيت بعد في تمويله.

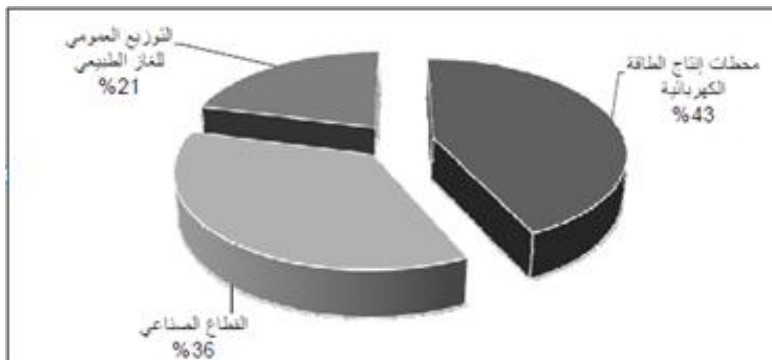
2- التحول إلى الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية

يعتبر نموذج الاستهلاك الوطني للطاقة أحد دعائم استراتيجية السياسة العامة لاستخدام الغاز الطبيعي في الجزائر، حيث تسعى سياسة استهلاك الطاقة إلى تعزيز استخدام الطاقات المتوفرة والأقل تلويثا للبيئة وفي مقدمتها الغاز الطبيعي، فابتداء من سبعينات القرن العشرين أصبح الغاز هو المصدر المفضل للاستخدام المحلي في الجزائر مقارنة بغيره من المصادر الطاقوية الأخرى نتيجة توفره بكميات كبيرة، وبمواصفات بيئية واقتصادية أجود مما تتمتع به باقي مصادر الطاقة الأحفورية الأخرى¹.

3- توزيع الغاز الطبيعي حسب أهم المجالات الاستراتيجية

يتلخص استخدام الغاز الطبيعي في الجزائر ضمن ثلاثة مجالات استراتيجية هي: محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، والقطاع الصناعي، القطاع العمومي، ويتم توزيع الغاز على هذه المجالات حسب أهمية كل مجال بالنسبة لهذه السلعة، فخلال سنة 2009م حظي المجال الأول باستهلاك حجمه 11.94 مليار متر مكعب، في حين أن القطاع الصناعي استهلك ما حجمه 9.82 مليار م³ ويأتي في المرتبة الثالثة القطاع العمومي الذي استهلك 5.75 مليار متر مكعب²، وقد بلغت حصيلة الاستهلاك الكلي مامقداره 27.51 مليار م³.

الشكل (4-5) توزيع استخدام الغاز الطبيعي حسب أهم المجالات في الجزائر (2009م)



¹Ministère de l'Energie et des Mines, Présentations de la source de l'Energie et des Mines, Annuaire de l'Energie et des Mines, 2008, p18.

²Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, **rapport d'activité 2009**, Algerie ; CREG, 2010, p23.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

المصدر: محمد وكاع، مرجع سابق، ص 127.

يتضح من الشكل (4-5) أن أكبر حصة من استخدام الغاز في الجزائر لعام 2009م موجهة إلى محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، حيث بلغ استهلاك الكهرباء من الغاز ما نسبته 43% من الكمية الإجمالية المقدرة بـ: 27.51 مليار م³، ويعود ذلك بالأساس إلى زيادة الطلب الكهرباء مما حتم على السلطات الجزائرية رفع وتيرة إنتاجها حيث وجدت هذه السلطات في الغاز الوقود الأمثل والأنظف والأكثر كفاءة. أما القطاع الصناعي القطاع الصناعي فإن نسبة استهلاكه للغاز بلغت 36%، نظرا لأهمية الغاز في التطبيقات الصناعية، سواء كمصدر طاقي أو كمادة أولية تدخل ضمن جل الصناعات البتروكيمياوية، في حين أن برامج التوزيع العمومي للغاز فقد استهلكت ما نسبته 21% سبب الجهود المبذولة من طرف الحكومة، لترقية الجانب الاجتماعي للتنمية المستدامة، في مجال ربط مختلف المدن الجزائرية بالغاز والطاقة الكهربائية.

أ) مساهمة الغاز الطبيعي في إجمالي الإنتاج الوطني للطاقة الكهربائية

يعد الغاز الطبيعي أحد أهم المصادر الطاقوية الأولية المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر، إذ تساهم كل من تقنية التوربينات الغازية وتقنية الدورة المركبة التي تعمل بالغاز الطبيعي في إنتاج نسبة كبيرة من الطاقة الكهربائية على المستوى الوطني، وأن معظم هذا الإنتاج مستمد من المراكز ذات النوع الحراري بنسبة 98% من إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية. في حين تقدر حصة الطاقة الكهربائية المنتجة من مراكز الإنتاج بالطاقة المائية هامشية بحوالي 2% من إجمالي الطاقة الكهربائية في الجزائر.

ب) مجهودات الجزائر في استخدام الغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة الكهربائية

سعت الجزائر منذ 2010م إلى إنشاء أول محطة هجينة في العالم من حيث إنتاج الطاقة الكهربائية بالاعتماد على تقنية المزوجة بين الطاقة الشمسية والغاز الطبيعي في منطقة حاسي الرمل، تبلغ طاقتها الإنتاجية 150 ميغاوات من الكهرباء، منها 25 ميغاوات عن طريق الطاقة الشمسية لوحدها¹، إذ تعتبر هذه التقنية من أحدث التقنيات في مجال ترقية كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية والغاز.

ولقد أوكلت مهمة إنجاز هذه المحطة إلى شركة مختلطة جزائرية إسبانية، وقد تم وضع حجر الأساس للشروع في تجسيد هذه المحطة في 03 نوفمبر 2007م، مع هدف إكماله في نهاية سنة 2010م، لكن وتيرة الأشغال لم تسمح بذلك في التاريخ المحدد له نتيجة للعديد من الاعتبارات الاقتصادية المتعلقة أساسا بالتكاليف، وللعديد من الاعتبارات التقنية خاصة تكنولوجيات التشغيل والإنتاج والصيانة.

قدرت التكلفة الإجمالية لهذه المحطة بـ: 350 مليون دولار، وهي جزء من برنامج يشمل 04 محطات هجينة بالجزائر، التي ستتربع على مساحة 152 هكتار، وتستعمل مرايا ضخمة مقعرة ولوحات شمسية لإنتاج التيار الكهربائي، وسيشكل

¹DERRADJI Badis, **Le projet de centrale hybride Solaire/gaz de Hassi R'mel**, Conférence Stratégique Internationale-CSI6, Alger, du 16- 17 Novembre 2008, New Energy Algeria (NEAL), p9.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

تشغيلها سابقة على الصعيد العالمي في مجال المزوجة بين الغاز والطاقة الشمسية. كما يضم هذا المشروع أيضا قطبا تكنولوجيا ملحقا يسمح بإيجاد الوسائل الكفيلة بخفض تكلفة الطاقة الكهربائية وجعلها تنافسية في السوق الأوروبية¹.

¹ وزارة الطاقة والمناجم، تشغيل المحطة الهجينة الضخمة بحاسي الرمل في 2010، مجلة الطاقة والمناجم، 2008، جويلية، العدد 09،

3.4- واقع وآفاق الطاقات المتجددة في الجزائر

تتكون الموارد الطاقوية في الجزائر أساسا من الطاقة الأحفورية، والطاقات المتجددة، والطاقات الهيدروكربونية غير التقليدية، حيث تمتلك الجزائر طاقات هائلة من النفط إذ تعتبر من أهم البلدان في إفريقيا من حيث الموارد بعد كل من ليبيا ونيجيريا، تتمركز غالبية هذه الطاقات النفطية في حقل حاسي مسعود في الجنوب الشرقي للصحراء. أما بالنسبة للغاز فتحتل الجزائر المرتبة التاسعة عالميا والثانية إفريقيا بعد نيجيريا، إذ تتمركز غالبية هذه الاحتياطات في حقل حاسي الرمل. ويتوزع احتياطي النفط والغاز في الجزائر على 244 مكن استغلال منها: 108 لإنتاج النفط و 136 لإنتاج الغاز¹. كما تتمتع الجزائر أيضا بإمكانيات هائلة من موارد الطاقة المتجددة بما فيها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، حيث أثبتت التجارب أن هناك إمكانيات ضخمة للاستفادة من أشعة الشمس في أنظمة الضخ والري وأنظمة الاتصالات. وسنحاول فيما يلي إحصاء الإمكانات التي تتمتع بها الجزائر في مجال الطاقات المتجددة وآفاقها، وأهم التحديات التي تواجهها.

1.3.4- إمكانات الطاقة المتجددة في الجزائر

سمح للجزائر موقعها الاستراتيجي، وكبر مساحتها التي تبلغ 2381741 كم²، وتنوع تضاريسها، ومناخها من منطقة لأخرى، امتلاك كميات هائلة من مختلف مصادر الطاقة المتجددة.

أولا: الطاقة الشمسية:

تعتبر قدرات الطاقة الشمسية في الجزائر الأهم في المغرب العربي، بل وحتى في حوض البحر الأبيض المتوسط، حيث تقدر أشعة الشمس الساطعة في التراب الوطني بـ: 169440 تيراوات ساعي/السنة. أما معدل الإشعاع الشمسي فيتراوح بين 5 و 7 كيلوات ساعة/م²/اليوم، كما بينت دراسة أجرتها وكالة الفضاء الألمانية أن الصحراء الجزائرية تعتبر أكبر خزان للطاقة الشمسية في العالم حيث تدوم فيها الإشعاعات الشمسية حتى 3900 ساعة إشعاعا سنويا². وفيما يلي جدول يوضح توزيع الطاقة الشمسية في الجزائر على النحو التالي:

الجدول (10-4) توزيع الطاقة الشمسية حسب المناطق في الجزائر

| المناطق | منطقة الساحل | الهضاب العليا | الصحراء |
|---|--------------|---------------|---------|
| المساحة (%) | 04 | 10 | 86 |
| معدل مدة إشراق الشمس (سا/السنة) | 2650 | 3000 | 3500 |
| معدل الطاقة المحصلة (كيلوات ساعي/م ² /سنة) | 1700 | 1900 | 2650 |

¹ الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، وزارة الطاقة والمناجم، الطاقة والتعاون العربي-الورقة القطرية، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي، 27-29 أكتوبر 2014، ص14.

² عيشاوي كنزة، بدوي إلياس، الاستثمار في الطاقات المتجددة ودوره في تحقيق التنمية الاقتصادية في دول المغرب العربي، مجلة أداء المؤسسات الجزائرية - العدد 11، 2017، ص 42.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

المصدر: محمد راتول، محمد مداحي، صناعة الطاقات المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشاريع الطاقات المتجددة كمرحلة لتأمين إمدادات الطاقة الأحفورية وحماية البيئة "حالة مشروع ديزتاك"، مداخلة في المؤتمر العلمي الدولي حول سلوك المؤسسة الاقتصادية في ظل رهانات التنمية المحلية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير بالتعاون مع مخبر الجامعة المؤسسة والتنمية المحلية المستدامة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، ص 146.

من خلال الجدول (10-4) يتبين أن إمكانيات الطاقة الشمسية تتربع على ثلاثة مناطق: منطقة الساحل ومنطقة الهضاب العليا ومنطقة الصحراء، ونظرا لموقع الجزائر الجغرافي المتميز، فهي تمتلك واحدة من أهم القدرات الشمسية في العلم، إذ تتعدى مدة الإشراق 2000 ساعة سنويا على كامل التراب الوطني، وتصل 3900 ساعة بالهضاب العليا والصحراء. ويبلغ متوسط الطاقة المتحصل عليها يوميا على مساحة أفقية عتبة 5 كيلوات ساعة لكل 1 متر مربع، ما يعادل 1700 كيلوات ساعة/متر مربع في السنة بالشمال، 2650 كيلوات ساعة/متر مربع في السنة بالجنوب¹.

ثانيا: طاقة الرياح:

تنقسم الجزائر إلى منطقتين جغرافيتين كبيرتين متميزتين، الشمال والجنوب، حيث تتفاوت طاقة الرياح من منطقة إلى أخرى، وهذا راجع إلى التنوع المناخي والطبوغرافي. فالشمال الذي يحده البحر المتوسط، ويتميز بساحل يمتد على 1200 كلم وتضاريس جبلية كالأطلس التلي والأطلس الصحراوي، حيث تتموقع بينهما السهول والهضاب العليا ذات المناخ القاري المتميز بمعدل سرعة رياح المرتفعة نسبيا. غير أننا نجد مناخات فصلية على المواقع الساحلية لوهران وعنابة، والهضاب العليا لتيارت وكذا المناطق التي تحدها بجاية شمالا وبسكرة جنوبا². أما الجنوب فهو يتميز بهبوب رياح ذات سرعة أكبر منها في الشمال، حيث تصل إلى 7 أمتار في الثانية³، وتعتبر أدرار من أهم المناطق ذات الهبوب المرتفع في الجنوب الغربي، وعين أميناس في الجنوب الشرقي.

ثالثا: الطاقة الكهرومائية:

يقدر تساقط الأمطار في الجزائر بحوالي 65 مليار متر مكعب، يستغل منها فقط 5%، وتبلغ حصة إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية بالخطيرة الوطنية نسبة 1%، أي 268 ميغاوات/ ساعة، وترجع هذه الاستطاعة الضعيفة إلى العدد غير الكافي من السدود، وبسبب انخفاض عدد محطات الإنتاج من جهة، وإلى عدم استغلال الموارد المتوفرة من ناحية ثانية، وكذا عدم كفاءة إنتاج الطاقة الكهرومائية من هذا المصدر. وتتمركز هذه المنشآت في المناطق الشمالية، وتوزع على: درقينة، إيغيل أمداء، منصورية، إراقن، سوق الجمعة، تيزي مدان، إغتشبل، غريب، فوريات، بوحنيفية، واد فوضة، بني بهدل، تسالة.

¹ الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، وزارة الطاقة والمناجم، الطاقة والتعاون العربي-الورقة القطرية، مرجع سابق، ص 16.

² نفس المرجع، ص 17.

³ Guide lines to renewable energies, Edition 2007, p 41.

⁴ Amardagai Adnani Hamia, *Algerie energie solaire et hydrogène : développement durable*, office des publications universitaire, Alger, p 109.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

رابعا: طاقة الحرارة الجوفية:

يشكل الكلس الجوراسي في شمال الجزائر احتياطيا هاما لحرارة الأرض الجوفية، مما أدى إلى وجود أكثر من 200 منبع مياه معدنية حارة موزعة أساسا في الشمال الشرقي والشمال الغربي للبلاد، إذ تبلغ غالبا درجة حرارة هذه المنابع 40 درجة مئوية، وأقصاها منبع حمام المسخوطين بدرجة حرارة تصل إلى 90 درجة مئوية¹.

تعتبر هذه الينابيع الطبيعية تسريبات لخزانات باطنية حارة ذات تدفق طبيعي ذاتي يبلغ 2 متر مكعب في الثانية. ولا تمثل إلا جزءا يسيرا من إمكانيات إنتاج هذه الخزانات، وأكثر هذه الخزانات يمتد نحو الجنوب إذ يشكل التكون القاري الكبيس خزانا واسعا من حرارة الأرض الجوفية، ويمتد إلى آلاف الكيلومترات المربعة. يتم استغلال هذا الخزان المسمى بالطبقة الألبية من خلال الحفر للحصول على تدفق يصل إلى 4 متر مكعب في الثانية، حيث تصل درجة حرارة هذه الطبقة إلى 57 درجة مئوية، ويمثل استغلال تدفق الطبقة الألبية والتدفق الطبيعي للمنابع استطاعة تبلغ 700 ميغاوات².

خامسا: الكتلة الحيوية:

تتكون الكتلة الحيوية من القدرات الغابية والفضلات الحيوانية³:

1- القدرات الغابية: تنقسم الجزائر إلى منطقتين، منطقة الغابات الاستوائية التي تحتل مساحة تقدر بحوالي 25 مليون هكتار، أي أكثر بقليل من 10% من المساحة الإجمالية للبلاد. أما المنطقة الصحراوية الجرداء التي تغطي أكثر من 90% من مساحة البلاد. ففي الشمال تغطي الغابات 1.8 مليون هكتار، في حين أن التشكيلات الغابية المتدرجة في الجبال تمثل 1.9 مليون هكتار. ويعتبر كل من الصنوبر البحري والكاليتوس نباتين هامين في الاستعمال الطاقوي، لكن لا يحتلان حاليا سوى 5% من الغابة الجزائرية.

2- الفضلات الحيوانية: يعتبر تثمين النفايات العضوية وبالأخص الفضلات الحيوانية لإنتاج الغاز الحيوي (الطاقة) حلا اقتصاديا وايكولوجيا من شأنه تحقيق التنمية المستدامة في المناطق الريفية على المدى المتوسط.

2.3.4- جهودات الجزائر في مجال الطاقات المتجددة

صنفت الجزائر من قبل منظمة الدول العربية المصدرة للبترول بين الدول الخمسة الأولى في مجال الاستثمار في الطاقات المتجددة، وقدرت استثمارات الدول العربية لتطوير مختلف الفروع المتجددة بـ: 430 مليار دولار في الأربع سنوات المقبلة، وقد حظيت خمس دول عربية بحصة الأسد من هذه الاستثمارات من بينها مصر، العربية السعودية، الإمارات العربية المتحدة، قطر، والجزائر.

¹ الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، وزارة الطاقة والمناجم، الطاقة والتعاون العربي-الورقة القطرية، مرجع سابق، ص 43.

² نفس المرجع، ص 17.

³ نفس المرجع، ص 17.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

أولاً: مشاريع للإنجاز في الطاقات المتجددة

في هذا الإطار تعمل الجزائر على إنجاز 67 مشروعاً في الطاقات المتجددة قبل سنة 2020م بطاقة 2357 ميغاوات، وهو ما ينص عليه البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة في الفترة الممتدة ما بين 2011-2030م¹. وقد أكدت لجنة ضبط الكهرباء والغاز أنه تم تقسيم مشاريع إنجاز المحطات بين 20 ولاية بجنوب وشمال البلاد والهضاب العليا، حيث تم تجميعها في أربع فروع خاصة بالطاقة الشمسية والحرارية والهوائية والهجينة ما بين غاز الوقود وتوربينات الغاز والطاقة الشمسية.

حظي فرع الطاقة الشمسية والصفائح الضوئية بـ: 27 مشروعاً بطاقة 638 ميغاوات، وسيتم إنجاز أهم هذه المحطات في ولاية الجلفة بطاقة 48 ميغاوات، كما ستبني المحطة التي تتوفر على أقل طاقة " 5 ميغاوات" بأولاف ولاية أدرار، وسيتم إنجاز نفس العدد من محطات توليد الكهرباء بالطاقة الهجينة بين الشمسية والديزل وتوربينات الغاز موجهة لمناطق الجنوب التي لم يتم ربطها بشبكة التوزيع الوطنية. وتقدر الطاقة الإجمالية التي تم تخصيصها لهذا الفرع بـ: 109 ميغاوات، حيث سيتم إنجاز أكبر من نفس الفرع 20 ميغاوات بولاية أدرار وأصغرها بـ: 0.02 ميغاوات "بتين آكوم" بولاية إيليزي، وتحظى المحطات الست المقرر إنجازها في فرع الطاقة الشمسية الحرارية بطاقة 1350 ميغاوات حددت طاقة أهم محطة منها بـ: 400 ميغاوات وأصغرها بـ: 150 ميغاوات بولاية بشار². أما فرع الطاقة الهوائية فخصصت له طاقة 260 ميغاوات، وحظيت أهم محطة فيها بـ: 50 ميغاوات وأصغرها بـ: 20 ميغاوات والتي يبدو أنها ستبني في ولاية أدرار على ثلاثة مراحل إلى غاية 2020م.

وموازاة مع المشاريع المدرجة في البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة الذي صادقت عليه الحكومة في 3 فيفري 2011م، والذي ينص على توليد 40% من الكهرباء مع آفاق 2030م من مصادر غير أحفورية، ستسمح هذه الاستراتيجية للجزائر بالتوقيع كفاعل هام ومموم كبير في مجال الكهرباء الخضراء للسوق الأوروبية، من خلال هدف تصدير 10 آلاف ميغاوات بالشراكة، في نفس الفترة ستضم لـ 22 ألف ميغاوات التي سيتم توليدها في غضون 20 سنة³.

إن، في إطار المشاريع الوطنية لترقية الطاقات المتجددة، اعتمدت الجزائر ثلاثة مشاريع أساسية يمكن تلخيصها فيما يلي⁴:

1- توليد غاز الميثان من النفايات الصلبة بمفرغة واد السمار، لإنتاج الماء الساخن والكهرباء، وهذا المشروع يتطلب قدرة بـ: 20 ميغاوات لإنتاج الماء الساخن، و6 ميغاوات لتوليد لكهرباء. ويتوقع أن يقلل المشروع من انبعاثات الغازات

¹ سعدي فيصل، رؤية تحليلية حول الأهمية الاقتصادية للتصدير مع الإشارة لإمكانيات تصديرية متاحة للجزائر في مجال الطاقات المتجددة،

مجلة البحوث والدراسات العلمية، جامعة يحي فارس، ع10، جوان 2016، المدينة، الجزائر، ص 19.

² نفس المرجع، ص 19.

³ نفس المرجع، ص 20.

⁴ بدرجة رمزي، الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، مجلة ميلاف للبحوث والدراسات، العدد 5/ جوان 2017، ص 618.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

الدفينة بـ: 15 مليون طن من غاز CO₂، ويوفر 75 مليون دولار على أساس دفع، و5 دولار عن كل طن كربون يتم إطلاقه.

2- مزرعة ريحية لتوليد الكهرباء بقدرة تعادل 2.25ميغاوات/ ساعة بأردار، وتحقيق هذا المشروع يسمح بإنتاج 8 ميغاوات/ساعة والتخلص من 6.6 ألف طن من غاز CO₂ في السنة، أي 165000 طن من غاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترة حياة هذا المشروع المقدرة بـ: 25 سنة.

3- استعمال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لضخ المياه في المناطق الريفية، ويتطلب إنجاز هذا المشروع 700 مضخة تعمل بطاقة الرياح، و500 مضخة تعمل بالطاقة الشمسية، وهو ما يسمح بالتخلص من 204 ألف طن من الغاز CO₂ خلال فترة حياة هذا المشروع.

ثانيا: الهيئات التنظيمية لتطوير الطاقات المتجددة

وضعت الجزائر السياسات الوطنية لتطوير الطاقات المتجددة ضمن إطار قانوني ونصوص تنظيمية، حيث تمثلت النصوص الرئيسية في: قانون التحكم في الطاقة، وقانون ترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة، إلى جانب قانون الكهرباء والتوزيع العمومي للغاز. وترتكز هذه السياسات على مجموعة من الهيئات والمؤسسات الاقتصادية، حيث تهتم كل واحدة منها، في حدود اختصاصها، بتطوير الطاقات المتجددة¹. وهناك بعض الهيئات التابعة لقطاع التعليم العالي والبحث العلمي تنشط في هذا المجال منذ 1988م وهي:²

1- مركز تطوير الطاقات الجديدة والمتجددة (C.D.E.R)

تتلخص مهامه في: جمع ومعالجة المعطيات من أجل تقييم دقيق للطاقات الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الجوفية، والكتلة الحيوية، بالإضافة إلى صياغة أعمال البحث الضرورية لتطوير إنتاج الطاقات المتجددة واستعمالها، وصياغة معايير صناعة التجهيزات في ميدان الطاقات المتجددة واستعمالاتها.

2- وحدة تطوير التجهيزات الشمسية (U.D.E.S)

هذه الوحدة مكلفة بتطوير التجهيزات الشمسية وإنجاز نماذج تجريبية تتعلق بـ: التجهيزات الشمسية ذات المفعول الحراري وذات الاستعمال المنزلي أو الصناعي والفلاحي، والتجهيزات الشمسية بفعل الإنارة الفولتية وذات الاستعمال المنزلي والفلاحية، والتجهيزات والأنظمة الكهربائية.

¹ فروحات حدة، مرجع سابق، ص ص 151-152.

² بدرجة رمزي، مرجع سابق، ص ص 616-617.

3- وكالة ترقية وعقلنة استعمال الطاقة (A.P.R.U.E)

تم إنشاؤها من طرف الحكومة من أجل تنشيط تنفيذ سياسة التحكم في الطاقة، حيث يتمثل دورها الرئيس في التنسيق والمتابعة لإجراءات التحكم في الطاقة وفي ترقية الطاقات المتجددة، وتنفيذ مختلف البرامج التي تمت المصادقة عليها في هذا الإطار مع مختلف القطاعات (الصناعية، النقل، الفلاحة وغيرها)¹.

4- نيال (New Energy Algeria)

هي شركة مختلطة بين الشركة الوطنية سوناطراك والشركة الوطنية سونالغاز ومجمع SIM للمواد الغذائية، تم إنشاؤها سنة 2002م، وتتلخص مهامها في: ترقية الطاقات الجديدة والمتجددة وتطويرها، وكذا تعيين وإنجاز المشاريع المرتبطة بالطاقات الجديدة والمتجددة².

3.3.4- برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية

مع بداية برنامج التنمية للطاقات المتجددة (EnR) والنجاعة الطاقوية، أطلقت الجزائر ديناميكية الطاقة الخضراء التي تقوم على استراتيجية تتمحور حول الطاقات التي لا تتضب واستعمالها لأجل تنويع مصادر الطاقة، وبهذا تدخل الجزائر عهدا جديدا من الطاقة المستدامة. وبعد حوالي أربع سنوات من إطلاق " برنامج تنمية الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية"، الذي صادقت عليه الحكومة في فيفري 2011م، ظهرت خلال المرحلة التجريبية والاختبار التكنولوجي، عناصر جديدة وملحة على الساحة الطاقوية، سواء المحلية أو الدولية، تتطلب مراجعة البرنامج المذكور سابقا. ومن بين هذه العناصر تجدر الإشارة إلى:³

- معرفة أفضل للقدرات الوطنية في مجال الطاقات المتجددة من خلال دراسات أجريت خلال هذه المرحلة الأولى، خاصة القدرات الشمسية والرياح؛
- انخفاض تكلفة صناعات الخلايا الشمسية وتجهيزات طاقة الرياح التي باتت تفرض نفسها في السوق أكثر فأكثر لتشكل صناعات قابلة للاستمرار وجديرة بالاعتبار (النضج التكنولوجي، التكاليف التنافسية...)
- تكلفة صناعات التقنية الشمسية التي تبقى مرتفعة ومرتبطة بتكنولوجيا غير ناضجة بعد، خاصة من ناحية التخزين، إضافة إلى نمو بطيء للغاية في سوقها.

وهكذا، فإن برنامج الطاقات المتجددة المحين، يتمثل في وضع طاقة متجددة منذ البداية بقدرة 22000 ميغاوات في أفق 2030م بالنسبة للسوق الوطني، مع التمسك بخيار التصدير كهدف استراتيجي إذا سمحت ظروف السوق

¹APRUE, PNME 2007-2011(en line), Disponible sur:<<http://www.aprue.org.dz/pnme-2007-2011;htm>> (consulté le 13/04/2015).

²Ministère de l'Energie et des Mines, Création de la New Energy Algeria (en line). Disponible sur: <<http://www.mem-algeria.org/fr/entreprises/peal.html>> (consulté le 13/04/2015).

³ وزارة الطاقة، جانفي 2016، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، تصميم صات أنفو، شركة مجمع سونلغاز، ص3. وطباعة

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

بذلك¹. ومع حلول عام 2030م، فإن 37% من القدرة القائمة و27% من الإنتاج الكهربائي الموجه للاستهلاك الوطني، ستكون من أصل قابل للتجدد. وحيث أن القدرات الوطنية من الطاقات المتجددة تتشكل أساسا من الطاقة الشمسية، فإن الجزائر تعتبر هذه الطاقة فرصة ورافع للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، خاصة عبر إقامة صناعات منشئة للثروة والشغل. ولا يستبعد في الوقت نفسه إطلاق مشاريع متعددة لإنجاز مساحات لطاقة الرياح وتنفيذ مشاريع للكثلة الحيوية والحرارة الجوفية والتوليد المشترك.

ويتضمن برنامج تنمية الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية خمسة محاور²:

- 1) برنامج تنمية الطاقات المتجدد؛
- 2) برنامج تنمية النجاعة الطاقوية واقتصاد الطاقة
- 3) القدرات الصناعية الواجب تميمتها لمراقبة البرنامج؛ 4) البحث والتطوير؛
- 5) الإطار القانوني والتنظيمي والإجراءات المحفزة.

أولا: برنامج تطوير الطاقات المتجددة

يتضمن برنامج الطاقات المتجددة إنجاز حوالي ستين (60) من المحطات الشمسية ومساحات طاقة الرياح في حدود 2020م. وستتم مشاريع الطاقة المتجددة للإنتاج الكهربائي الموجهة للسوق الوطنية على مرحلتين:

المرحلة الأولى (2015-2020): سترى هذه المرحلة إنجاز طاقة قدرها 4000 ميغاوات، بين الشمسية والرياح، و500 ميغاوات بين الكتلة الحيوية والتوليد المشترك³ والحرارة الجوفية.

المرحلة الثانية (2021-2030): تنمية الربط الكهربائي بين الشمال والصحراء (أدرار) ستمكن من تركيب محطات كبرى للطاقات المتجددة في مناطق عين صالح، أدرار، تيميمون وبشار، ودمجها في منظومة الطاقة الوطنية.

وتهدف استراتيجية الجزائر في هذا المجال، إلى تنمية صناعة حقيقية للطاقات المتجددة مصحوبة ببرنامج في التكوين والبحث واكتساب الخبرات الضرورية، مما سيمكن في المدى القريب من استغلال القدرات الوطنية في كافة مراحل تنمية هذه المجالات. وسيسمح برنامج الطاقة المتجددة بالنسبة لاحتياجات لسوق الوطنية من الكهرباء بتوفير عشرات الآلاف من مناصب الشغل المباشرة وغير المباشرة.

يتوقع أن يصل إنتاج الكهرباء إلى 90 تيراوات ساعي في 2020م و170 تيراوات ساعي في 2030م، وأن الدمج المتجدد في الخليط الطاقوي يشكل رهانا كبيرا للحفاظ على الموارد الأحفورية، وتنويع فروع إنتاج الطاقة والمساهمة في التنمية المستدامة. وكل هذه الاعتبارات تبرر الإسراع في عملية إدماج الطاقات المتجددة في استراتيجية العرض الطاقوي على المدى

¹ وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، الجزائر، 2011، ص 4.

² وزارة الطاقة، جانفي 2016، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سابق، ص 4.

³ التوليد المشترك: الإنتاج المشترك للحرارة والكهرباء.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

البعيد، مع إعطاء دور هام في الوقت ذاته للنجاعة الطاقوية. وإذا ما ارتبطت هذه الأخيرة بتنمية الطاقات المتجددة، ستسمح بتخفيض الاستثمارات الضرورية لتلبية الاحتياجات الطاقوية، من خلال التحكم الأحسن في الاستهلاك وفي وتيرة نمو الطلب. لقد اختارت الجزائر برنامج الطاقة المتجددة لتوفير حلول شاملة ودائمة للتحديات البيئية وللحفاظ على مصادر الطاقة الأحفورية، ويتضمن هذا البرنامج تنمية الخلايا الشمسية وطاقات الرياح على نطاق واسع. وسيتم تدريجياً إدخال الطاقة الشمسية الحرارية وكذا فروع الكتلة الحيوية والتوليد المشترك والحرارة الجوفية.

1- وسائل وأنواع الطاقات المتجددة

سيتم تركيب وسائل وأنواع الطاقات المتجددة حسب خصوصيات كل منطقة:¹

(أ) **منطقة الصحراء:** لتجهيز المحطات الموجودة المشغلة بالديزل، وتزويد المواقع المتباعدة نظراً لأهمية القدرات الشمسية والرياح في هذه المنطقة؛

(ب) **منطقة الهضاب العليا:** لتعرضها للشمس والرياح مع توفر الأراضي؛

(ت) **المنطقة الساحلية:** حسب توفر وعاء الأراضي مع استغلال الفضاءات التي تتوفر فيها الطاقات المتجددة. ومن جهة أخرى، فإن الاحتياجات التكميلية في مجالات أخرى من التطبيق، تشكل جزءاً من القدرة الكلية للرياح المقدر في البرنامج مثل مناطق السكن والفلاحة والضخ وموارد المياه والصناعة والإنارة العمومية والخدمات.

2- القدرات المتراكمة لبرنامج الطاقات المتجددة

يبين الجدول التالي القدرات المتراكمة لبرنامج الطاقات المتجددة، حسب النوع والمرحلة، خلال المدة 2015-2030م

الجدول (4-11) القدرات المتراكمة لبرنامج الطاقات المتجددة، حسب النوع والمرحلة، خلال المدة 2015-2030م

| المجموع | المرحلة الأولى (2015-2020) | المرحلة الثانية (2021-2030) | المجموع |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------|---------|
| الخلايا الشمسية | 3000 | 10575 | (...) |
| الرياح | 1010 | 4000 | 5010 |
| الحرارة الشمسية | -- | 2000 | 2000 |
| التوليد المشترك | 190 | 250 | 440 |
| الكتلة الحيوية | 360 | 640 | 1000 |
| الحرارة الجوفية | 05 | 10 | 15 |
| المجموع | 4525 | 17475 | 22000 |

المصدر: وزارة الطاقة، جانفي 2016، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، تصميم وطباعة صات أنفو، شركة مجمع سونلغاز، ص 9.

ولأجل تصدير الكهرباء الخضراء إلى أوروبا، تستعد الجزائر لإقامة شركات، وهذا من خلال إنجاز قدرات إضافية.

¹ نفس المرجع، ص 8.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

ثانيا: برنامج النجاعة الطاقوية واقتصاد الطاقة

يهدف برنامج النجاعة الطاقوية إلى تقليص الاستهلاك تدريجيا، وسيؤدي تطبيقه إلى اقتصاد إجمالي للطاقة قدره 90 مليون (tep) طن مكافئ نפט، منها 60 مليون (tep) في الفترة 2015-2030م و30 مليون (tep) بعد 2030م للفترة الموافقة لعمر التجهيزات المستعملة والبيانات المنجزة. وبذلك سيسمح بتقليص الطلب على الطاقة بحوالي 10% سنة 2030م¹. ويكتسي برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية طابعا وطنيا ويخص أغلبية القطاعات، وتطبيق هذا البرنامج الموضوع تحت إشراف وزارة الطاقة، مفتوح للمتعاملين العموميين والخواص.

لا بد أن تحظى النجاعة الطاقوية بمكانها اللائق في السياق المتميز بنمو كبير في الاستهلاك، خاصة من طرف القطاع المنزلي مع بناء مساكن جديدة وانجاز الهياكل القاعدية ذات المنفعة العمومية وإعادة تنشيط الصناعة. وتأمل الجزائر تحقيق أهداف طموحة في هذا المجال، بغية التقليل من الاستهلاك وحماية البيئة والحفاظ على هذه الثروة للأجيال القادمة. وتجلت هذه السياسة في المصادقة على برنامج النجاعة لتغطية مجمل قطاعات النشاط، وخاصة البناء والصناعة والنقل. ويتمثل برنامج النجاعة الطاقوية واقتصاد الطاقة أساسا في القيام بالعمليات التالية:²

- 1- **تحسين العزل الحراري للبنىات:** يتمثل الشق التعلق بالبنىاتفي إدخال ونشر ممارسات وتكنولوجيات مبتكرة في العزل الحراري للبنىات الموجودة والجديدة، وبالنسبة لهذه الأخيرة هناك إجراءات مقررة في مرحلة تصميمها الهندسي، ويهدف هذا البرنامج إلى تحقيق ربح مترام من الطاقة في حدود 2030م، مقدر بأكثر من 7 مليون طن مكافئ نפט.
- 2- **تطوير سخان الماء الشمسي:** فيما يخص الاستعمال الفردي أو الجماعي للماء الساخن، فإن الأولوية لدى السلطات العمومية عبر هذا البرنامج هي إحلال التسخين الشمسي محل التسخين بالغاز. وفي هذا الصدد سيتم بذل جهود معتبرة لتشجيع إدخال سخانات ماء شمسية بكثافة مع اهتمام خاص بصانعيها المحليين.
- 3- **تعميم استعمال المصابيح ذات الاستهلاك المنخفض من الطاقة:** الهدف في المدى القريب من العمليات المقررة في إطار هذا الشق، هو إحلال مصابيح ناجعة من حيث الطاقة محل كافة المصابيح ذات التوهج، وبغية ذلك من المقرر في مرحلة أولى وقف استيراد المصابيح ذات التوهج ومنع تسويقها في مرحلة ثانية. والهدف هو تحقيق اقتصاد في الطاقة يقدر بـ 2 مليون طن مكافئ نפט، أما الأرباح المنتظرة في الطاقة مقدرة بـ 20 مليون طن مكافئ نפט، كل ذلك في حدود 2030م. وسيتم تشجيع الإنتاج المحلي للمصابيح ذات الاستهلاك المنخفض، خاصة باللجوء إلى الشراكة.
- 4- **إدخال الأداء الطاقوي في الإنارة العمومية:** يهدف برنامج النجاعة الطاقوية الموجه للمجموعات المحلية إلى استبدال مجموعة المصابيح الزئبقية (مستهلكة للطاقة ومضرة) بمصابيح أكثر نجاعة (الصوديوم تحت الضغط العالي)، وهو ما

¹ نفس المرجع، ص 6.

²APRUE, Programme Ttiennal D'efficacité Energétique, 2011-2013(en line), Disponible sur : <http://www.aprue.org.dz/PNME%202011%202013.html> (consulté le 21/04/2015).

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

سيمكن من تحقيق اقتصاد في الطاقة بحوالي مليون طن مكافئ نفط في حدود 2030م، والتخفيف من الفاتورة الطاقوية على الجماعات المحلية.

5- ترقية النجاعة الطاقوية في القطاع الصناعي: يرمي البرنامج إلى حمل الصناعيين إلى مزيد من الاعتدال في استهلاك الطاقة، فالصناعة تمثل رهانا بالنسبة للنجاعة الطاقوية بسبب استهلاكها الطاقوي، وبهذا الخصوص فإن الهدف المنتظر في مجال اقتصاد الطاقة يقدر بـ 30 مليون طن مكافئ نفط. ومن أجل مزيد من النجاعة الطاقوية، من المقرر:

- تعميم عمليات التدقيق الطاقوي ومراقبة طرق الصناعة التي ستمكن من تحديد مكامن معتبرة لاقتصاد الطاقة واقتراح مخططات عمل تصحيحية؛
 - تشجيع عمليات التخفيض من الاستهلاك المفرط للطرق الصناعية من خلال مساندة الدولة في تمويل هذه العمليات.
- 6- ترقية GPL/C (غاز البترول المميع/ وقود) وGN/C (الغاز الطبيعي/ وقود): يهدف البرنامج إلى ترقية المحروقات الأكثر وفرة والأقل تلوثا، وهما GPL/C وGN/C. ويظل الهدف هو إثراء هيكل عرض الوقود والمساهمة في تحجيم أثارها على البيئة.

7- كشف إجمالي لاقتصاد الطاقة المتراكمة لغاية 2030م: يقدر اقتصاد الطاقة المتراكمة في حدود 2030م بالنسبة لكافة القطاعات المعنية بحوالي 60 مليون طن مكافئ نفط. وهي كالتالي حسب كل قطاع:

- البناء: 30 مليون طن مكافئ نفط؛
- الصناعة: 30 مليون طن مكافئ نفط؛
- النقل: 16 مليون طن مكافئ نفط (بنزينومازوت).

وقد تؤدي عملية استبدال وقود البنزين والمازوت بـ GPL/C وGN/C في قطاع النقل إلى استهلاك إضافي من هاتين المادتين بحوالي 17 مليون طن مكافئ نفط تخصم من الحصيلة النهائية لاقتصاد الطاقة. وهذا البرنامج يتوقع في المدى القريب تعميم استعمال الوقود النظيف في النقل الفردي والجماعي، خاصة في المراكز الحضرية الكبرى.

ثالثا: تطوير القدرات الصناعية

لمرافقة وإنجاح برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، ينبغي التفكير في تدعيم النسيج الصناعي ليكون في مقدمة التحولات الإيجابية، سواء على الصعيدين الصناعي والتقني أو على صعيد الطاقة والبحث. وعلى الجزائر أن تستثمر في كافة القطاعات المنشئة للقيم وتنميتها محليا من خلال¹:

1- الخلايا الشمسية: الهدف هو إنجاز وحدات صناعية عامة وخاصة، وبالأخص بناء مصانع لتصنيع نماذج الخلايا الشمسية بالشراكة من أجل الاستجابة لتحقيق ما مقداره 13500 ميغاوات مع حلول 2030م. والقيام بعمليات لتدعيم

¹ وزارة الطاقة، جانفي 2016، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سابق، ص18.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

نشاط الهندسة وتدعيم تطوير صناعة الخلايا الشمسية من خلال إقامة شراكة ستضم مختلف المتعاملين بإسهام مراكز البحث.

وخلال الفترة 2015-2020م فالهدف هو زيادة معدل الإدماج للقدرات الجزائرية بفضل الشراكة في بناء مصنع لصناعة نماذج الخلايا الشمسية (طاقة ب 400 ميغاوات/السنة قابلة للتوسع إلى 800 ميغاوات/السنة بعد 2022م). ومن المنتظر وضع شبكة من المناولة الوطنية لصناعة محولات التيار، والبطاريات، والمحولات الكهربائية، والكوابل وتجهيزات أخرى تدخل في صناعة محطة توليد الطاقة بالخلايا الضوئية.

ومن المتوقع أيضا إنجاز مركز المصادقة على التجهيزات، لاسيما تلك الموجهة لمنشآت الطاقات المتجددة الكهرومنزلية، من طرف فرع مؤسسة سونغاز "CREDEG"¹. وستتميز هذه الفترة بتنمية شبكة من المناولة الوطنية لصانعي هذه التجهيزات الضرورية لتحقيق هذا البرنامج، وينتظر أن تكون مميزة بالتحكم الكامل في نشاطات الهندسة وتوفير وبناء محطات ووحدات لتحلية المياه الراكدة. ومن المقرر في هذه الفترة، ليس فقط تصدير الكهرباء المنتجة انطلاقا من الطاقة المتجددة، ولكن أيضا المهارة والتجهيزات الداخلية في إنتاج الكهرباء انطلاقا من الطاقات المتجددة.

2- الحرارة الشمسية: خلال الفترة 2015-2020م من المقرر مواصلة الدراسات للتصنيع المحلي لتجهيزات فرع الحرارة الشمسية، أما خلال الفترة 2021-2030م من المقرر ترقية الشراكة لتنفيذ مشاريع كبرى ستتم في نفس الوقت مع عمليات تدعيم القدرات الهندسية والتصميم والتوريد والإنجاز لصناعة تجهيزات تدخل في محطة الحرارة الشمسية بوسائل نظيفة.

3- طاقة الرياح: من المقرر مواصلة الجهود لإقامة صناعة بالشراكة خاصة بطاقة الرياح، وتصميم وتوريد وإنجاز محطات توليد الطاقة من الرياح بوسائل نظيفة، وكذا التحكم في نشاطات الهندسة والتوريد وإقامة فضاءات طاقة الرياح. 4- العزل الحراري: الغاية من هذا البرنامج هي إدخال خصائص النجاعة الطاقوية في البنايات الجديدة والموجودة، بتنمية فروع صناعة العوازل الحرارية والغطاء (جدران، أسطح) والترجيح المزوج باستعمال المواد المحلية (صوف الحجارة، صوف الزجاج).

5- الإنارة الفعالة: لتحقيق الأهداف المحددة لبرنامج النجاعة الطاقوية، اقترح استبدال المصابيح التقليدية بمصابيح ناجعة ذات استهلاك منخفض، وصمامات ثنائية مضيئة، ومصابيح بالصوديوم، بهدف تطوير الصناعة المحلية في هذه الفروع. كما يهدف هذا البرنامج إلى ترقية الشراكة لتبادل الخبرة والمهارة في هذه المجالات.

6- سخان الماء الشمسي: الهدف هو إدخال سخان الماء الشمسي إلى قطاع السكن والقطاع الثالث لتلبية احتياجات تسخين الماء والمحلات، وتسهيل تنمية صناعة محلية مرفوقة بانخفاض مرتقب لتكاليف الإنتاج وتعميم سخانات الماء الشمسية.

¹ CREDEG : مركز البحث والتنمية للكهرباء والغاز.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

7- **التجهيزات الكهرومنزلية:** تقتضي أرباح الطاقة المرجوة من تطبيق برنامج الفعالية الطاقوية إدخال تجهيزات وأجهزة (مكيفات، ثلاجات، ...) فعالة طاقيًا إلى السوق الجزائرية لها تأثير واضح على توازن الطاقة. وتطمح الدولة من خلال سياستها لتطبيق هذا البرنامج إلى ترقية الصناعة الوطنية لهذه التجهيزات، من خلال مرافقة الصناعيين والمصنعين لتطوير هذه السوق بهدف تحقيق أكبر عدد ممكن من الإدماج الصناعي الوطني.

رابعاً: البحث والتطوير في صناعة الطاقة

تشجع الجزائر البحث لكي تجعل من برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية مبلورا حقيقيا لتنمية صناعة وطنية تقوم مختلف الطاقات الجزائرية (بشرية، مادية، علمية وغيرها...)، وللبحث دور حاسم كونه يشكل عنصرا أساسيا في الحصول على التكنولوجيات وتنمية المهارات وتحسين النجاعة الطاقوية. والإسراع في الحصول على التكنولوجيات أمر هام، خاصة في مجال الخلايا الشمسية والحرارة الشمسية والإنارة والعزل الحراري.

وتشجع الجزائر التعاون مع مراكز البحث لتنمية التكنولوجيات والطرق المبتكرة في هذا البرنامج، وتتعاون مراكز البحث والشركات ومختلف المتعاملين على تنفيذه، وبذلك فهي تثمن القدرات التي تتوفر عليها البلاد. وبالفعل تتطلب تنمية الطاقات المتجددة على نطاق واسع والتكفل بإشكالية النجاعة الطاقوية تأطيرا نوعيا من الموارد البشرية في مستوى أهداف وطموحات هذا البرنامج.

وبالإضافة إلى مراكز البحث التابعة للشركات، كمركز بحوث وتنمية الكهرباء والغاز التابع لمجمع سونلغاز، فإن قطاع الطاقة يضم وكالة لترقية وترشيد استعمال الطاقة وشركة تابعة لسونلغاز متخصصة في إنجاز المشاريع. وهي هيئات تتعاون مع مراكز بحوث ملحقة بوزارة البحث العلمي، ومن بينها مركز تنمية الطاقات المتجددة، ومركز البحث في تكنولوجية أنصاف الناقلات في الحث الطاقة التابعين لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي.

ويجري التفكير في محاور بحث تسمح بالمحافظة على البيئة، وتحسين أدائها وتسهيل إدماج الطاقات المتجددة في المنظومة الكهربائية التي ينبغي تسيير شبكاتها بشكل أفضل معتمدين في ذلك على تكنولوجيات سمارت غريديس "Smart Grids"، وستدخل تكنولوجيات الإعلام والاتصال الجديدة لتحسين تدفقات الطاقة وتسيير انقطاع الطاقات المتجددة.

وفي هذا الإطار فإن برنامج النجاعة الطاقوية يتوقع تمويله بمشاريع نموذجية منبثقة عن أشغال البحث العلمي، مما يساهم في تحكّم أفضل في الطاقة، وهذا التمويل مقرر كدعم للباحثين لتحفيزهم على الجهود المبذولة في مجال الابتكارات العلمية.

وباعتبار العنصر البشري هو مصدر الأفكار والأداة الرئيسة في تحويل التحديات والمعوقات إلى فرص وقدرات تنافسية، وذلك باستثمار فاعليته وطاقاته الذهنية. والسهر على الإعداد الجيد وتطوير معارفه التي تمثل الثروة الحقيقية التي تمتلكها البلاد، يولي قطاع الطاقة اهتماما بالغا بعملية تكوين الموارد البشرية، وهو ما يظهر جليا من خلال التغيرات

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

المؤسسية والتنظيمية التي تم إدماجها حديثا ضمن استراتيجية القطاع، للسعي قدما بالكوادر البشرية وتحويلها من مرحلة التكوين إلى مرحلة التمكين.

كما أن الإعداد والتكيف المستمر للمهارات البشرية الناشطة بقطاع الطاقة لدعم التغيرات السارية على سياسة الطاقة التي تسهر الدولة على تحقيقها وكذا التحكم في المهن الجديدة، أضحت من بين أهم اهتمامات مسيري مؤسسات وأجهزة قطاع الطاقة في الجزائر، إذ يستحوذ قطاع التكوين على ما يقارب 12% من القيمة الإجمالية للأجور سنويا. وقد تم اتخاذ عدة إجراءات على المستوى المركزي وكذا المؤسسات، ويمكن تلخيصها فيما يلي¹:

- تكوين إطارات ذات كفاءات عالية بهدف تحضيرهم لشغل مناصب مسير ومسير وسيط؛
- تكوين إطارات مختصة في جميع ميادين التخطيط، والإنتاج، والتوزيع، والاقتصاد، وهندسة وتسيير المشاريع؛
- دفع آلية التكوين في مجال التنظيم خاصة بعد استحداث الوكالات ومؤسسات التنظيم في كافة فروع الطاقة والمناجم، وظهور مهن جديدة والتي بدورها تتطلب مهارات جديدة؛
- البحث عن إيجاد تكامل وتعاون بين معاهد التكوين التابعة لقطاع الطاقة والجامعات، علما أن معاهد التكوين التابعة للقطاع تركز اهتمامها على الموارد البشرية الناشطة في القطاع؛
- تكوين نظام رسكلة (إعادةتدريب) متواصل بالاعتماد على التكوين الإنترنت والتكوين المشترك، من أجل تطوير قدرات المستخدمين وضمان تكوين موظفي الوحدات البعيدة عن مركز التكوين؛
- التحكم في اللغات الأجنبية، من أجل ضمان مواكبة التكنولوجيات الحديثة، ومد جسور الحوار بشكل أحسن مع الشريك الأجنبي.

ومن بين أهم معاهد التكوين التابعة لقطاع الطاقة والمناجم²:

- معهد التكوين في الكهرباء والغاز: يعتبر المعهد فرعا لمؤسسة الكهرباء والغاز "سونالغاز" ويحتوي على (3) مدارس متواجدة بكل من الجزائر العاصمة والبلدية وعين مليلة؛
- المعهد الجزائري للطاقات الجديدة والمتجددة والفعالية الطاقوية: ويهتم المعهد بإعداد الكوادر المتخصصة في الطاقات المتجددة والناشطة في القطاع؛

بالإضافة إلى عدة مراكز أنشئت خصيصا لتطوير هذه الطاقات المتجددة والمتمثلة في؛

- مركز البحث وتطوير الكهرباء والغاز (CREDEG): وتتلخص مهامه أساسا فيما يلي؛
- الاستشارة والدعم الفني، الإثبات والتصديق في المجال الصناعي للكهرباء والغاز؛

¹ وزارة الطاقة، جانفي 2011، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، تصميم صات أنفو، شركة مجمع سونالغاز، ص 19.

² الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، وزارة الطاقة، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، مرجع سابق، ص 28.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- اعتماد أجهزة الكهرباء والغاز المستعملة من طرف المستهلك المحلي؛
- اختبار الوسائل والتجهيزات الكهربائية والغازية؛
- إدخال التقنيات والتكنولوجيا الجديدة من خلال البحث التطبيقي والتجريب؛
- تطوير استعمال الطاقات المتجددة وترقيتها؛
- تسيير ومتابعة وتوزيع المراجع الفنية والتكنولوجية (معايير، دلائل تقنية، نشرات)؛
- وحدة تطوير التجهيزات الشمسية (UDES): تتمثل المهام الرئيسية لهذه الوحدة أساسا في تطوير التجهيزات الشمسية، لاسيما القيام بدرافيماء يلي: سات فنية واقتصادية وهندسية، وإنجاز بعض النماذج الأولية والإنتاج التجريبي للتجهيزات الشمسية، والحرارية، والكهروضوئية وبعض التجهيزات الحرارية الميكانيكية.
- مركز تطوير الطاقات المتجددة (CDER): تتمثل مهام هذا المركز أساسا فيما يلي:
- جمع ومعالجة وتحليل المعطيات من أجل التقييم الدقيق للقدرات الشمسية، والرياح، والحرارة الجوفية، والكتلة الحيوية؛
- صياغة أعمال البحث الضرورية ووضع الإجراءات التقنية والتجهيزات المادية ووسائل القياس الضرورية لاستغلال الطاقات المتجددة.

خامسا: الإطار القانوني والتنظيمي والإجراءات التحفيزية

1- الإطار القانوني: أدمجت الجزائر تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية في سياستها الطاقوية من خلال اعتماد إطار قانوني مشجع لترقيتها وإنجاز البنى التحتية المرتبطة بها، وقد أطرت تميمتها بمجموعة من النصوص التشريعية تمثلت فيما يلي:¹

- (أ) القانون رقم 09-99 الصادر في 28 جويلية 1999 المتعلق بالتحكم في الطاقة؛
- (ب) القانون رقم 01-02 الصادر في 05 فيفري 2002 المتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز بالقنوات؛
- (ت) القانون رقم 09-04 الصادر في 14 أوت 2004 المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة.

وقد تم تعزيز التنظيم عن طريق نشر ما يلي:

- (أ) المرسوم التنفيذي رقم 11-423 الصادر في 08 ديسمبر 2011 المحدد لطرق تسيير حساب التخصيص الخاص رقم 131-302 المسمى " الصندوق الوطني للطاقات المتجددة والتوليد المشترك"؛
- (ب) المرسوم التنفيذي رقم 13-218 المحدد لشروط منح العلاوات برسم تكاليف تنويع إنتاج الكهرباء؛
- (ت) المرسوم التنفيذي رقم 13-424 الصادر في 18 ديسمبر 2013، المعدل والمكمل للمرسوم التنفيذي رقم 05-495 الصادر في 26 ديسمبر 2005 المتعلق بالتدقيق الطاقوي للمؤسسات ذات الاستهلاك الكبير للطاقة؛

¹ الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، وزارة الطاقة، برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، مرجع سابق، ص 28.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

ث) القرار ما بين الوزارات الصادر في 19 جوان 2014 المعدل والمتمم للقرار ما بين الوزارات الصادر في 29 سبتمبر 2010 المتضمن اعتماد مكاتب التدقيق ومكاتب الخبراء؛

ج) القرار ما بين الوزراء الصادر في 02 فيفري 2014 المحدد لأسعار الشراء المضمونة لإنتاج الطاقة اعتمادا على التجهيزات التي تستعمل الخلايا الشمسية وشروط تطبيقها؛

بالإضافة إلى ذلك، فإن القانون رقم 11-11 الصادر في 18 جويلية 2011 المتضمن قانون المالية التكميلي 2011، نوه بمستوى المداخل الضريبية البترولية الذي يمول الصندوق الوطني للطاقات المتجددة وتوسيع حقل تطبيقها على منشآت التوليد المشترك.

2- **الإطار التنظيمي:** ستم السياسة النشيطة للجزائر في إنجاز برنامج تنمية الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، عبر منح مساعدات لتغطية التكاليف الزائدة الناتجة عن النظام الكهربائي الوطني. وعليه، فإن إجراءات تنظيمية ستؤطر مساهمة الدولة وضبط شروط وآليات المراقبة الملائمة لاستعمال أمثل للأموال العمومية المخصصة لهذا البرنامج.

3- **الإجراءات التحفيزية والجبائية:** علاوة على الإطار العام الذي يحكم تطوير الاستثمار، الذي يمكن فتح نظامه الخاص في التعاقد على ترقية الطاقات المتجددة، فإن الإطار القانوني المعمول به ينص على تدعيم مباشر وغير مباشر للطاقات المتجددة. وينص القانون المتعلق بالتحكم في الطاقة (امتيازات مالية، جبائية وجمركية) على إجراءات للتحفيز والتشجيع بالنسبة للعمليات والمشاريع التي تساهم في تحسين النجاعة الطاقوية وترقية الطاقات المتجددة. وقد تم إنشاء الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة ليساهم في تمويل المشاريع. وأن الغاية من هذه الإجراءات هو تشجيع المنتجات المحلية وتوفير شروط مريحة، خاصة الجبائية للمستثمرين الراغبين في الانخراط في مختلف فروع الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية.

4- **إجراءات تحفيزية أخرى:**

أ) ستم الإرادة السياسية للجزائر في إطار إنجاز برنامج تطوير الطاقات المتجددة من خلال الدعم لتغطية تكاليف نظام التسعيرة المطبقة على الكهرباء للمستثمرين في هذا المجال.

ب) إنشاء الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة لتمويل هذه المشاريع ومنح قروض بدون فوائد ومنح ضمانات من البنوك والمؤسسات المالية (حسب القانون 90-99)¹.

¹ الوكالة الوطنية لتطوير الاستثمار، قطاع الطاقات المتجددة، على الرابط الإلكتروني:

<http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables>, 8/7/2015, 22 : 43

4.4- الحفاظ على البيئة وترشيد استهلاك الطاقة والتحديات التي تواجه قطاع الكهرباء في الجزائر

تحتل الجزائر مرتبة مريحة في السوق الطاقوي العالمي، باعتبارها بلدا منتجا ومصدرا للمحروقات وعضوا في منظمتي الدول المصدرة للبترول OPEC والأقطار العربية المصدرة للبترول OAPEC. ونظرا لعامل نضوب الموارد الطاقوية الأحفورية، قررت الجزائر وضع استراتيجية وطنية للفعالية الطاقوية من أجل ضمان توازن العرض والطلب، والحفاظ على الاحتياط الوطني للمحروقات.

ولهذا، يعتبر التخطيط على المدى البعيد أمرا ضروريا لوضع خطة عمل في هذا المجال، وعليه قامت الوكالة الوطنية لترقية استخدام الطاقة وترشيد استهلاكها (APRUE) بدراسة مستقبلية حول الطلب النهائي للطاقة في الجزائر التي أفرزت وجود قدرة اقتصادية طاقوية تزيد عن 10 مليون طن م ن في آفاق 2030م، مستندة على منهج السيناريوهات لاستعمالها وإعداد استراتيجية في هذا المجال. إضافة إلى ذلك فإن مجموع الاقتصاد الطاقوي يزيد عن 90 مليون طن م ن في آفاق 2030م، متجاوزا إجمالي الإنتاج الوطني للمواد الغازية لسنة 2011م (غاز طبيعي وغاز البروبان المسال)، وهذا ما يعكس الأهمية البالغة لتنفيذ البرنامج الوطني للفعالية الطاقوية.

1.4.4- إجراءات الحفاظ على البيئة في صناعة الطاقة:

يعتبر مشكل التلوث البيئي من أهم المواضيع التي تشغل العالم فيالسنوات الأخيرة، بالنظر إلى حجم الكوارث الطبيعية المسجلة سنويا، حيث أن ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية نتيجة انبعاث الغازات الدفينة يضع الدول الصناعية في خانة الدول المسؤولة عن هذه الظاهرة. وتعمل الجزائر على تكريس هذا الطرح في إطار المحافظة على البيئة على الصعيدين الوطني والدولي.

أولا: الإطار القانوني التنظيمي

على الصعيد الوطني تستمر الجزائر في تبني القوانين والأنظمة لتسيير مواردها الطبيعية دون الإخلال بالتوازن البيئي، وقد تم إصدار¹:

- القانون رقم 88-07 المؤرخ في 26 يناير 1988 والمتعلق بالوقاية الصحية والأمن وطب العمل؛
- القانون رقم 99-09 المؤرخ في 28 يوليو 1999 والمتعلق بالتحكم في الطاقة؛
- القانون رقم 01-20 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 والمتعلق بتهيئة الإقليم وتنميته المستدامة؛
- القانون رقم 01-02 المؤرخ في 05 فبراير 2002 والمتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات؛
- القانون رقم 03-10 المؤرخ في 19 يوليو 2003 والمتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة؛
- القانون رقم 04-09 المؤرخ في 14 أغسطس 2004 والمتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة؛

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

أما دوليا، فقد عمدت الجزائر على المصادقة والانضمام إلى معظم الاتفاقيات التي اتخذتها الدول تحت إشراف الأمم المتحدة، منها:

- اتفاقية الأمم المتحدة حول التنمية المستدامة 2012م: مؤتمرات قمة الأرض، وهي اجتماعات عقدت منذ 1972م بين قادة العالم للأمم المتحدة، بهدف تحديد الوسائل لتعزيز التنمية المستدامة على المستوى العالمي.
- المصادقة على بروتوكول كيوتو في 16 فبراير 2005م

إذا كانت مهمة حماية البيئة تقع على عاتق بعض الهيئات والمؤسسات المختصة بها، كوزارة البيئة وهيئة الإقليم والمجلس الأعلى للبيئة، فإن دور واهتمام عدة هيئات حكومية أخرى يظهر جليا حيث تم إنشاء العديد من اللجان القطاعية المشتركة للبحث في المسائل البيئية.

ثانيا: أهم الإجراءات المتخذة للمحافظة على البيئة

بما أن نشاطات قطاع الطاقة ذات تأثير سلبي مباشر على البيئة والصحة العمومية فقد تم اتخاذ عدة إجراءات من أجل الإنقاص من حدته، لذا يتم إخضاع جميع الهياكل والإنجازات لدراسة مدى أثرها على المحيط وذلك وفقا للقوانين المؤطرة لنشاطات القطاع. ففي مجال الكهرباء والغاز، لتلبية هذه المهام بصفة مثلى في فرع الكهرباء والغاز تم ما يلي:

- مراقبة منشآت الكهرباء والغاز، والعمل من أجل ضمان الامتثال للقواعد المتعلقة بجوانب الصحة والسلامة والبيئة (HSE)؛
- 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 بانبعثات غازات الدفيئة في قطاع الكهرباء وتوزيع الغاز.

ثالثا: الإطار المؤسسي لشؤون الطاقة

استلزمت الإصلاحات التي باشرت بها الدولة اللجوء إلى تغيير الأطر القانونية والتشريعية على الصعيد الاقتصادي الشامل وكذا على الصعيد القطاعي. وفيما يخص قطاع الطاقة فقد تم ما يلي:¹

- إصدار القانون المتعلق بالتحكم في الطاقة 99-09 المؤرخ في أغسطس 1999م والذي يهدف إلى: ترسيخ الفعالية الطاقوية، وترقية استخدام الطاقات المتجددة، وحماية البيئة.
- إصدار القانون المتعلق بالكهرباء وتوزيع الغاز رقم 02-01 المؤرخ في 5 فيفري 2002م، يهدف إلى فتح مجال التنافس في إنتاج وتوزيع الكهرباء ومنح المتعاملين حق الدخول وبدون تمييز إلى شبكة الكهرباء مع الحفاظ على مهام الخدمة

¹ فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر، مجلة الباحث، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير -جامعة قاصدي مرباح بورقلة-، العدد 11، 2012، ص 149.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

العمومية، كما يوفر إعادة القطاع ب: إنشاء كل من شركة إنتاج الكهرباء، وشركات التوزيع، ومسير الشبكة الكهربائية (OS)، ومسير السوق (OM). وتصر على كل ذلك لجنة ضبط الكهرباء والغاز (CREG) على تطبيق هذا القانون. • إصدار القانون المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة 04-09 المؤرخ في أغسطس 2004م والذي يهدف إلى: حماية البيئة، ومكافحة ظاهرة الاحتباس الحراري عن طريق خفض انبعاثات الغازات الدفيئة، والمساهمة في التنمية المستدامة من خلال حفظ وصون أنواع الطاقات الأحفورية.

2.4.4- الفاقد في الطاقة الكهربائية وإجراءات ترشيد الاستهلاك

تأتي الكهرباء على رأس اكتشافات الحضارة الحديثة التي لا نتخيل حياتنا المعاصرة بدونها، فهي تستعمل لتشغيل كافة الأجهزة المستخدمة في المنازل والشركات والمصانع والمؤسسات، وتعتبر من مصادر الطاقة غير المتجددة والتي يجب الحرص على ترشيد استهلاكها¹، بمعنى كيفية تعاملنا معها؟ فرغم الإجراءات الكثيرة التي تتخذها وزارة الطاقة والمناجم وكذا الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز لتخفيض نسبة الفاقد في الطاقة بدءاً من استبدال عدادات الكهرباء القديمة بجديدة وانتهاء بمحاولات قمع المخالفات المتكررة يبقى الفاقد الكهربائي يمثل المشكلة التي تآرق مضاجع المسؤولين.

أولاً: الفاقد في الطاقة الكهربائية

يشهد البحث عن معلومات حول كمية الفاقد في الكهرباء اختلافاً في الأرقام من بلد لآخر، خاصة وأن الفاقد في الكهرباء هو قسمان، أولهما يسمى "أبيض" بسبب قدم الشبكات وحاجتها لإعادة التأهيل، والثاني يسمى "أسود" مصدره السرقات والتلاعب بالعدادات، وهو الأخطر ويمثل النسبة الأكبر. حيث تبلغ نسبة متوسط هذا الفاقد في بعض الأماكن نحو 30%.

1- مفهوم الفاقد الكهربائي

يعرف الفاقد في الطاقة الكهربائية بأنه: "الفرق بين الطاقة الكهربائية المستجلب من مصادرها الأساسية والطاقة المباعة فعلياً (المصدرة بفواتير) لدى فئات الاستهلاك المختلفة والتي يتم رصدها بواسطة العدادات.

ويعرف الأكاديميون الفاقد في الطاقة الكهربائية بأنه: "الفرق بين الطاقة الكهربائية المرسل من محطات التوليد الكهربائية والطاقة الكهربائية المستهلكة فعلاً من قبل المستهلكين"² وينقسم إلى: فاقد فني ناجم عن عمليات نقل وتوزيع الطاقة وفاقد تجاري ممثل في الطاقة المولدة والمستهلكة فعلياً ولا ترصدها العدادات، وبالتالي فهي خسارة لا مبرر لها.

¹ هبة كامل، طرق ترشيد استهلاك الكهرباء: تم الاطلاع عليه بتاريخ 2014/11/02 (على الخط)

http://mawdoo3.com/%D8%B7%D8%B1%D9%82_%D8%AA%D8%B1%D8%...

² طلال ماضي، الفاقد الكهربائي خسارة لا مبرر لها، سانا-دمشق، سوريا: تم الاطلاع عليه بتاريخ 2015/06/13 (على الخط)

<https://www.sana.sy/?p=209793>

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

ويعود حدوث الفاقد الكهربائي إلى أسباب فنية متعلقة بالشبكة أو إلى السرقات. ويتم تحديد سقف نسب الفاقد الكهربائي للمرخص له بالنقل والمرخص لهم بالتوزيع والتزويد بالتجزئة من قبل الهيئة خلال فترة التعريفية الكهربائية المعلنة، وتقوم الهيئة بمتابعة نسب الفاقد الكهربائي على الشبكة الكهربائية ووضع خطط لتخفيض الفاقد الكهربائي ومحاربة الاستمرار غير المشروع (السرقة) للطاقة الكهربائية¹.

2- أنواع الفاقد الكهربائي وأسبابه

ينقسم الفاقد في الكهرباء إلى قسمين هما:²

أ) **الفاقد الفني:** ويعرف بأنه فاقد الطاقة المستهلكة في عناصر الشبكة الكهربائية من خطوط نقل ومحولات وأجهزة تحكم وحماية وقياس خلال عمليات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، وهذا الفاقد لا بد من وجوده ولا يمكن إلغاؤه نهائياً، إنما يمكن تخفيضه من خلال تحسين وضع المنظومة الكهربائية. وتعزى أسباب هذا النوع من الفاقد إلى:³ التوزيع غير المتكافئ لمراكز الإنتاج والاستهلاك، والتوسع الكبير في شبكات التوزيع المتوسط والمنخفض دون إنشاء المزيد من محطات تحويل كافية إضافة إلى قدم شبكات النقل والتوزيع مع افتقار بعض الشبكات الكهربائية لأنظمة المراقبة والحماية وغياب البرنامج الجيد للصيانة الدورية لهذه الشبكات، وزد على ذلك قلة الاستثمارات اللازمة لتنفيذ مشاريع الكهرباء الضرورية المتزامن مع الانفجار السكاني المتزايد وقصور القوانين والأنظمة النافذة بخصوص استثمار واستهلاك الطاقة الكهربائية.

ب) **الفاقد التجاري:** ويعرف بأنه الطاقة المستهلكة فعلياً والتي لا ترصدها العدادات الكهربائية، وهو يساوي الفرق بين الفاقد الكلي في الشبكة والفاقد الفني. وتعزى أسباب هذا النوع من الفاقد إلى الانحرافات في عمل عدادات الطاقة وإلى الأخطاء في قراءتها، أو تعود إلى عطب بعض العدادات وتوقفها عن تسجيل كميات الطاقة المستهلكة، وفي كثير من الأحيان يعود ذلك إلى الاستهلاك غير المشروع.

ومع التطور المستمر والمتزايد في الطلب على الطاقة الكهربائية تظهر الحاجة إلى بذل قطاع الكهرباء المزيد من الجهد لمتابعة معدلات النمو في الطلب على الكهرباء ومتابعة مدى استقرار الشبكة الكهربائية وتأمينها للتغذية الكهربائية، من أجل السيطرة على خفض نسبة الفاقد الكهربائي وتحسين الأداء (المالي، الإداري، الفني) في شبكات التوزيع.

3- قدم الشبكات وعدم ملاءمتها لتلبية احتياجات السكان يزيد في كمية الفاقد

يعتبر الفاقد الفني بسبب رداءة الشبكات مشكلة موجودة في جميع الخطوط بسبب قدمها، وقد أنشئت الشبكات لتلبية احتياجات المواطنين والمباني الموجودة لفترة معينة، ولم تراع التوسع العمراني الضخم الذي حدث من بعد ذلك، لذا أصبحت الشبكات غير ملائمة لتلبية احتياجات السكان في الوقت الحالي، مما أدى إلى زيادة الضغط على الموصلات وتسبب في

¹ هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن، الفاقد الكهربائي، 2015/04/19 (على الخط)

<http://emrc.gov.jo/index.php/ar/%D8%A7%D9%84%D9%81%D8A7%D9%82..>

² علاء بيومي عبد العظيم، 2008، تحسين معامل القدرة- طرق تشغيل مكثفات القدرة- أسباب وطرق تخفيض الفاقد الفني والتجاري،

(على الخط) <http://www.sayedSaad.com/montada/showthread.php?t=43972>

³ نفس المرجع.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

زيادة الفاقد، مع العلم أن نسبة الفاقد المقبولة فنيا بحسب المعايير الدولية هي 5% فقط، في حين تفيد بعض الدراسات التي أجريت على خطوط قديمة أن الفاقد الفني في الكهرباء قد تجاوز 12%، أي أكثر من ضعف الكمية المسموح بها¹.

وبحكم مشكلة الفاقد الفني هي مشكلة مزمنة، يشير أحد المسؤولين إلى وصول الفاقد في بعض الحالات إلى حدود 45%، ومن مؤشرات وجود الفاقد هو استمرار وصول الكهرباء إلى المستهلك بجهد منخفض وكابلات بدرجات حرارة مرتفعة وأسلاك نقل عارية واحتراق المحولات. ويرى مراقبون أن تزايد عدد المباني والشقق السكنية في مناطق المخالفات والسكن العشوائيينعكس سلبا على أداء المنظومة الكهربائية المغذية لهذه المناطق، الأمر الذي زاد من حجم الأعطال الكهربائية بشكل ملحوظ.

بعيدا عن الإجراءات المتخذة والخطط المستقبلية فإن مشكلة الطاقة ومن صمنها الفاقد في الكهرباء، لا يمكن أن تحل من قبل الجهات الوصية (وزارة الطاقة) منفردة، بل تتطلب خططا جدية للتعاون البحثي بين الوزارة والجامعات ومراكز البحوث المعنية، وهو تعاون مفقود حاليا لأن البحوث في هذه المراكز والجامعات تتم بناء على حاجة أكاديمية دون ربطها بالمشكلات الفنية الحقيقية².

وتجدر الإشارة أنه في الوقت الذي يتلقى فيه قطاع الكهرباء الدعم الحكومي، فإن هذا الأخير لا يشجع المواطن على الترشيد أو التوفير، وأن المواطن الذي لا يدفع ثمن استهلاكه من الطاقة لن يكون معنيا بترشيد الطاقة أو التوفير في استهلاكها. وأن الدعم الذي تقدمه الدولة للكهرباء يذهب منه قسم لا بأس به ثمنا للسرقات والفاقد الفني.

ثانيا: إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

ضمن فعاليات الطبعة الثانية للصالون الدولي للكهرباء والطاقات المتجددة بـ "صافكس"، والذي تم تنظيمه من طرف "ادفيسيو الجزائر"، تم عرض تكنولوجيات المعدات الكهربائية في السوق الوطنية والعالمية، حيث كانت فرصة لعرض جديد الصناعات والابتكارات ذات العلاقة بالمعدات.

1- عدادات داخل المنازل لضبط الاستهلاك العشوائي للكهرباء

سلط الصالون الدولي للكهرباء والطاقات المتجددة في طبعته الثانية الضوء على أحدث الابتكارات في إنتاج الطاقة بما في ذلك نقلها وتوزيعها وتخزينها، وكذا ما يخص الإضاءة والطاقة المتجددة "الشمسية والرياح"، ومعدات الاختبار والقياس، وأدوات ومعدات السلامة للكهرباء. شاركت فيه سبع دول أجنبية وهي: الصين، تركيا، تونس، فرنسا، إسبانيا، ألمانيا، العربية

¹ أسعد أبو جاسر، 2017، فاقد الكهرباء والسرقات تزيد الطين بلة والحلول معلقة- الرسالة نت، (على الخط)

<http://alresalah.ps/ar/post/163909/%D9%81%D8%A7%D9%82%D8%AF-%D8>

² طلال ماضي، مرجع سابق، (على الخط) <https://www.sana.sy/?p=209793>

³ ترشيد استهلاك الطاقة. التحدي والحلول، جريدة صوت الأحرار، رورتاج سمية رحمانى، صالون الطاقات المتجددة، الجزائر.

<http://sawtalahrar.net/%D9%85%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AA/%D8%A..>

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

السعودية. بالإضافة إلى الشركات الجزائرية، والتي ستطلق مشاريعها الخاصة في إنتاج الكهرباء والغاز مستقبلاً، وتواجد ستة فروع منها التابعة لمجمع سونالغاز كمؤسسة كهربي وروبية إكليراج.

وموازة لما سبق ذكره، تم تنظيم عدة محاضرات في مجال الطاقة الكهربائية، مع استضافة نوادي علمية جامعية لتقديم آخر ابتكاراتهم في هذا الميدان، من جامعة بسكرة، البليدة والقليلة، إلى جانب ورشات عمل متخصصة في هذا القطاع، وكل ذلك بغرض توقيف الاستهلاك العشوائي. وتم الكشف بأنه يجري التحضير لعدادات توضع داخل البيوت، على عكس النوعية السابقة، من أجل مراقبة استهلاك كل أسرة والتحكم في ذلك عن طريق الاقتصاد في الإنارة، علماً أن هذا العداد يعمل بطريقة سهلة جداً يمكن لكل فرد قراءته بسهولة.

2- مشروع مخبر وطني للقياسات

من بين المؤسسات التي شاركت في صالون الكهرباء والطاقات المتجددة "الديوان الوطني للقياسات القانونية" التابع لوزارة الصناعة، حيث يقوم بمراقبة آلات القياس المستعملة في المعاملات التجارية، كما يقوم بالمراقبة الأولية والدورية والمصادقة على نموذج أي متعامل أو صانع يريد إدخال آلات القياس للتأكد من مدى مطابقتها للمعايير الدولية، ويخضع مهندسو وتقنيو الديوان إلى تكوين داخلي وخارجي بمعد بومرداس والمدرسة العليا للقياس بفرنسا. ويسعى الديوان الوطني حالياً لإنشاء مخبر وطني في الجزائر لإجراء الاختبارات لآلات القياس، وسيعود بالفائدة على الجزائر عن طريق المداخل بالعمليتين المحلية والصعبة لأن الشركات الأجنبية ستخضع لقياس داخلي ولا تضطر للخروج من أجل إجراء القياس.

3- اقتراح هيئة للرقابة والتفتيش

تتولى هيئة الرقابة والتفتيش، من خلال دورها الرقابي تنفيذ برامج تفتيش فيما يتعلق بكافة الأنشطة الخاضعة للرقابة كي تضمن التزام المرخص لهم بالقوانين واللوائح السارية وأي شروط أخرى واردة في متطلبات هذا الترخيص. ومن ضمن أهداف عملية التفتيش هو ما يلي:¹

- أ) الالتزام بتطبيق ما هو وارد في الوثائق والتعليمات؛
- ب) تحديد المخالفات وأوجه القصور وتصحيحها وتبليغها دون أي تأخير؛
- ت) تحديد الدروس المستفادة في مجال الطاقة وتطبيقها حسب ما هو مطلوب؛
- ث) التأكد من التزام شركات توزيع الكهرباء بكل معايير الأداء.

وفي حال وجود أي مخالفات أو فشل في تطبيق المتطلبات المعمول بها، فإن للهيئة سلطة تخول لها اتخاذ إجراءات تنفيذ كفرض غرامات مالية مثلاً. ومن إجراءات الوزارة المعنية لضبط الفاقد، إحداث مديرية مراقبة الشبكات في الشركات وإعادة هيكليتها تستحدث فيها مديرية للمشاركين تكون معنية بموضوع الفاقد التجاري للكهرباء من خلال مراقبة ومعالجة

¹ قطاع الكهرباء، الفاقد الكهربائي، هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن، الأردن.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

السراقات والتعدي على الشبكة والإشراف على عمل الدوريات للأقسام الكهربائية واستقبال الشكاوى ومتابعة المخالفين قانونيا وماليا.

4- الغلاف المالي المخصص لتطوير البرنامج الوطني للطاقات المتجددة

أكدت الجزائر من خلال رئيسها في 22 فيفري 2016م التزام الدولة بمواصلة تجسيد البرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة، والتي أصبحت تشكل أولوية للبلاد، وتسعى إلى تسريع انتقالها الطاقوي بالوصول إلى توازن يمكنها من الحفاظ على جزء من الطاقات الأحفورية للأجيال القادمة. ولقد حاولت الجزائر الاستفادة من المنتدى الموسوم بـ: "المنتدى الطاقوي العالمي" الذي تناول الآفاق النفطية والغازية ودور الطاقات المتجددة، وأهمية الولوج إلى الخدمات الطاقوية في مجال التنمية البشرية ودور التكنولوجيا. ويهدف المخطط الذي وافق عليه مجلس الوزراء الذي عقد في ماي 2015م إلى إنتاج 22 ألف ميغاوات من الطاقة المتجددة بغضون 2030م، باستثمارات تصل إلى 120 مليار دولار¹، لأن تطوير الطاقات المتجددة سيكون كفيلا بضمان ديمومة الاستقلالية الطاقوية للبلاد ويولد حركية تنمية اقتصادية في محيطها.

مع تراجع أسعار النفط في الأسواق العالمية منذ 2014م بأزيد من النصف، تبحث الجزائر عن نموذج جديد لتمويل الخطة الوطنية للتحويل الطاقوي وتنفيذ البرنامج الذي قيمته 120 مليار دولار، ويسعى لضمان 27% من الطاقة من مصادر متجددة بحلول 2030م، من مصادر خارجية ومن ممولين محليين خواص. وتعمل وزارة الطاقة ومجموعة سوناطراك على الشروع في البحث على شركاء أجنبية لبدأ تنفيذ الجزء الأول من المشروع المتمثل في بناء محطة لإنتاج 4000 ميغاوات من مصادر متجددة. ولقد تم تنفيذ اتفاق استراتيجي في هذا الصدد مع مجموعة "إيني الإيطالية" للشروع في بناء محطة بطاقة 10 ميغاوات بالشراكة مع سوناطراك قبل نهاية 2016م.

ويسمح النموذج الجديد باقتصاد حوالي 300 مليار م³ (متر مكعب) من الغاز خلال الفترة بين 2021 و2030م سيتم توجيهها نحو التصدير، ويتطلب تجسيده، الذي سيسمح باستحداث 300 ألف منصب عمل، استثمارات بحوالي 120 مليار دولار. ولقد تم خلال 2015م إدخال حيز الخدمة 14 محطة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية بقدرة إجمالية قدرها 268 ميغاوات في عدة ولايات بالهضاب العليا والجنوب، وهي المشاريع التي بلغت كلفتها 70 مليار دج². وسيتم في آفاق 2030م نشر الطاقة الشمسية وطاقات الرياح على مستوى واسع، مرفوقة على المدى المتوسط بإنتاج الطاقة الشمسية الحرارية والهجينة والطاقة الحيوية والحرارية حسب المخطط الرسمي.

كشفت الوكالة الوطنية لترقية وترشيد استعمال الطاقة، أن الأسر الجزائرية تستهلك من الكهرباء ما يعادل 10مرات مقاييس الاستهلاك الدولية، وضعف استهلاك الأسر في المغرب وتونس في حين تكلف الكهرباء الأسر الجزائرية 8 مرات

¹ نسرين لعراش، ترشيد استهلاك الطاقة. التحدي والحلول، جريدة صوت الأحرار، 2016/10/13: (على الخط)

<http://sawtalahrar.net/%D9%85%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AA/%D8%A...>

² نسرين لعراش، نفس المرجع، (على الخط):

<http://sawtalahrar.net/%D9%85%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AA/%D8%A...>

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

أقل نظيرتها المغربية. وفي تصريح لمسؤول بوكالة الأبناء الرسمية على هامش ملتقى حول النجاعة الطاقوية "أن العائلة الجزائرية تستهلك ما بين 1800 و 2000 كيلوات ساعي سنويا، مقارنة مع المقاييس الدولية التي تتراوح بين 200 و 250 كيلوات ساعي في السنة، كما تستهلك ضعف الاستهلاك المتوسط للأسر في بلدان المغرب العربي الأخرى"¹. ولعل الإفراط في استهلاك الكهرباء يعود في الأساس إلى اختيار العائلات الجزائرية لمنتجات كهرومنزلية منخفضة الثمن تستهلك الكهرباء بشكل كبير، وذلك نتيجة إغراق السوق الجزائرية بمكيفات هواء ومعدات كهربائية تستهلك الطاقة بشكل كبير.

5- نسبة الطاقة التي تنتجها الجزائر يتم هدرها

تشهد الجزائر هدرًا كبيرًا في الطاقة، حيث قدر البروفيسور شمس الدين شيتور كمية الطاقة التي يتم هدرها في الجزائر سنويا بـ: 25% من الطاقة التي إنتاجها سنويا، مرجعا السبب إلى انخفاض أسعار الطاقة في البلد، مقارنة مع متوسط السعر المعمول به على المستوى الدولي. وفي هذا الصدد يمكن أن نضرب مثالين:²

في فرنسا يتراوح سعر الكيلوات ساعي بداية من جانفي 2016م بحسب المتعاملين بين 0.144 وأورو و 0.164 أورو أي ما يعادل 15.84 دج و 18.04 دج. أما الثاني في المغرب حيث يتكون نظام الفوترة من 5 مستويات، المستوى الأول باستهلاك شهري أقل من 100 كيلوات ساعي، ويبلغ سعر الوحدة 0.90 درهم وهو ما يعادل 9.9 دج (أو 8 مرات مقارنة بالجزائر). ففي الجزائر يبلغ سعر الكيلوات ساعي 1.779 دج، قبل الزيادة التي أقرت في قانون المالية، بالنسبة لـ 125 كيلوات ساعي الذي يعتبر مستوى استهلاك اجتماعي، ولا يتجاوز باقي الاستهلاك 4.179 دج للكيلوات ساعي خارج الرسم، أي ما يعادل 0.016 أورو (9 مرات أرخص مقارنة بفرنسا) بالنسبة للاستهلاك الاجتماعي.

3.4.4- قواعد وإرشادات حول ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

يحتاج استخدام الإضاءة والأدوات الكهربائية وأجهزة التدفئة، وباقي الأجهزة المستخدمة في المنزل وفي المكاتب والشركات والمعامل إلى مجموعة من القواعد والإرشادات لتوفير الطاقة الكهربائية المستهلكة، لذا من المفيد معرفة الطرق الناجحة في توفير استهلاك الكهرباء. إنَّ استهلاك موارد الطاقة في جميع بلدان العالم المتحضرة يستلزم كماً من الوعي والإدراك على مستوى المستهلكين للطاقة، وأنَّ الاستخدام الرشيد للكهرباء يعتبر من أولويات الطبقة الواعية في هذه البلدان، حيث يكثر فيها توصيات ونصائح ترشيد استهلاك الكهرباء من خلال التقارير المتلفزة والمقالات الصحفية التي تتحدث عن أهمية ترشيد استهلاك الكهرباء في المنازل والمكاتب والمصانع، ليس من أجل خفض قيمة فاتورة الكهرباء فحسب، بل تتجاوز ذلك لتكون ثقافة ترشيد وتوفير. وهذه مجموعة من الاقتراحات والتوصيات للاستخدام الآمن وتوفير نسبة أكبر من الطاقة المستهلكة، إلى جانب توفير المصاريف المالية على فاتورة الكهرباء:³

¹ أحمد أمير، الجزائري يستهلك الكهرباء 10 مرات أكثر ويدفع 10 مرات أقل من المعدل الدولي، 2016/11/05 (على الخط):

<http://www.ajazairlyoum.com/%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A>

² أحمد أمير، نفس المرجع.

³ طرق ترشيد استهلاك الكهرباء في تركيا- الفنار العقارية، بتاريخ 2019/03/14: (على الخط)

<https://www.fanarealty.com/ways-to-rationalize-electricity-consumption-in-turkey>

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

أولاً: الاستفادة من أوقات الاستهلاك الأوفر للكهرباء

يختلف سعر الكهرباء في الجزائر بحسب توقيت استهلاك الكهرباء خلال ساعات اليوم أو ما يُعرف باسم تعريف الكهرباء، حيث تكون ساعات الليل من أفضل الأوقات لتشغيل الأدوات الكهربائية حيث يكون سعر الكيلوات/ساعة أخفض ما يمكن¹. ومن يستطيع أن يضبط استخدام الكهرباء في منزله بناءً على تعريف الكهرباء للضغط المنخفض يمكن أن يوفر الطاقة أكثر مما لو استخدم الكهرباء بالطريقة العادية، وهو ما يوضحه الجدول التالي:

الجدول (4-12) سعر الكيلوات ساعي حسب تعريف الكهرباء خلال ساعات التشغيل اليومية في الجزائر (الوحدة: سنتيم دج/ كيلوات ساعي)

| التوقيت | سعر الكيلوات/ساعة في الجزائر |
|-------------------|------------------------------|
| ساعات الذروة | 811.47 |
| الساعات الكاملة | 216.45 |
| ساعات الليل | 120.5 |
| ساعات خارج الذروة | 178.07 |
| ساعات النهار | 486.95 |

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على أسعار تعريف الكهرباء في الجزائر، مجلة كهرباء العرب، العدد 25- مايو 2017م.

ثانياً: طرق الإضاءة في المنازل بشكل موفر للطاقة

إنّ الخطوة الأهم في توفير استهلاك الطاقة عن طريق إنارة المنزل والمصابيح هو استخدام مصابيح الإضاءة البيضاء الموفرة للطاقة، والتي غالباً ما تكون سبباً في انخفاض كبير في استهلاك الكهرباء بالمقارنة مع كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في حال استخدام المصابيح الملونة، ومما يُشار إليه فإنّ المصابيح الموفرة للطاقة توفر أكثر من 80% من الطاقة الكهربائية التي تستهلكها المصابيح الملونة². ويقدر العمر الافتراضي للمصابيح الموفرة للطاقة بـ: 8 أضعاف المصابيح العادية، وتستهلك هذه الأخيرة 95% من الكهرباء لإنتاج حرارة لا لزوم لها يستغل 5% فقط منها في الإنارة³.

بالإضافة إلى ما سبق ذكره، فإنّ ترك المصابيح مضاءة في النهار أو في الغرف التي لا حاجة فيها للإنارة يُساهم في رفع مستوى استهلاك الطاقة، لذلك يُنصح دائماً بإيقاف تشغيل المصابيح في حال عدم الحاجة لها فإنّ ذلك يوفر كثيراً من الطاقة الكهربائية المهدورة بدون حاجة، وحتى عند مغادرة المنزل يجب التأكد من إطفاء كافة المصابيح في المنزل، أو

¹ الاتحاد العربي للكهرباء، كهرباء العرب، مجلة دورية متخصصة صادرة عن الأمانة العامة للاتحاد ع. ك، العدد 25_ مايو 2017.

² طرق ترشيد استهلاك الكهرباء في تركيا، مرجع سابق. (على الخط):

<https://www.fanarrealty.com/ways-to-rationalize-electricity-consumption-in-turkey>.

³ الاتحاد العربي للكهرباء، العدد 25- مايو 2017، مرجع سابق، ص44.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

عند إمكانية إنارة المنزل بفتح النوافذ والاستفادة من ضوء الشمس فلا حاجة للمصابيح الكهربائية، وكل ذلك له مردود إيجابي واضح على مستوى الترشيد في استهلاك الكهرباء في المنزل، وعلى قيمة فاتورة الكهرباء.

ثالثاً: استخدام الأجهزة المنزلية بشكل موفر للطاقة الكهربائية

بعض التصرفات اليومية والتي تبدو عادية وهي من أسباب زيادة استهلاك الأجهزة الكهربائية في المنزل للتيار الكهربائي، فمثلاً الثلجة تستهلك مزيداً من الطاقة الكهربائية للتبريد، في حين أنه يقل استهلاكها كلما حافظت على البرودة، فإن فتح الثلجة لمدة طويلة أو بشكل متكرر أثناء تشغيلها يساهم في زيادة حاجة الثلجة للتبريد وبالتالي استهلاك مزيد من الطاقة، كما أن وضع الثلجة في مكان بعيد عن الأجهزة الأخرى التي تولد حرارة كالفرن، يساهم في الحفاظ على برودتها وبالتالي استهلاك كميات أقل من الطاقة. والحديث عن أنواع أخرى من الأجهزة الكهربائية كالغسالة، فمن الجيد تشغيلها بمستويات دون المستوى الأعلى، وكذلك المدافئ الكهربائية أو المراوح أو المكيفات.

بالنسبة للغسالة، من الطرق المثالية لتوفير الطاقة المستهلكة أثناء تشغيلها هو المحافظة على درجة مياه دافئة داخلها (حوالي 30 درجة) ويمكن استخدام الماء البارد لشطف الملابس في المرحلة النهائية من الغسيل، ويمكن تعليق الملابس بدلاً من تجفيفها باستخدام المجفف. أما بالنسبة للمكنسة الكهربائية فهي تستهلك طاقة أكثر عند تشغيلها في حال كانت حقيبتها ممتلئة، لأن قوة الشفط تزداد مما يعني استهلاك المزيد من الكهرباء، فمن الأحسن تنظيف محفظة مكنسة الكهرباء جيداً قبل تشغيلها. ويجب القيام بفصل الأجهزة عن المكنس الكهربائي بمجرد انتهاء الحاجة لها، وعدم ترك التلفاز بالذات موصولاً بالتيار الكهربائي عند إطفائه، لأنه يستمر في استهلاك التيار الكهربائي حتى وهو في وضع الاستعداد، كذلك من المهم لتوفير الطاقة الكهربائية فصل شاحن الهاتف النقالة عن المكنس الكهربائي بمجرد الانتهاء من استخدامه. وينبغي الحرص على تشغيل الأجهزة الكهربائية التي تستهلك طاقة كهربائية زائدة في ساعات الليل للاستفادة من خفض قيمة سعر الكيلو واتساعة من الكهرباء. وعند وجود أكثر من جهاز (التلفاز-الفيديو-المسجل-المذياع-المكواة) ينصح بعدم تشغيلها جميعاً في آن واحد خصوصاً في أوقات الذروة، حرصاً على ترشيد استهلاك الكهرباء وحفاظاً على هذه الأجهزة من التلف¹.

رابعاً: توفير الطاقة الكهربائية أثناء التدفئة

يوفر استخدام الوسائل غير الكهربائية للتدفئة الكثير من الطاقة الكهربائية وبالأخص في فصل الشتاء، فيمكن استخدام التدفئة المركزية عبر الغاز الذي يوصل إلى المنازل بشكل روتيني، ويمكن فتح عداد الغاز وضبط الجهاز الموزع للتدفئة المركزية بحيث يمكن توفير استهلاك الغاز أثناء التدفئة. فإن كان من الضروري استخدام الكهرباء، ينبغي أخذ ما يلزم من التدفئة، ويمكن تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية للتدفئة باتخاذ أقل عدد من المدافئ الكهربائية، وأن نوع وحجم المدفئة له دور في توفير استهلاك الطاقة الكهربائية.

¹ الاتحاد العربي للكهرباء، مرجع سابق، ص 45.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

في حقيقة الأمر أن استخدام الكهرباء للتدفئة ليس خياراً جيداً لتوفير الطاقة الكهربائية مهما حرصت، بل هو خيار اضطراري في فترة الشتاء فقط. ولكن يبقى التنبيه مهماً على أن استخدام المدافئ الكهربائية في الفترة التي يكون فيها سعر كيلوات ساعة في أعلى مستوياته سيكون له تأثير كبير في زيادة قيمة فاتورة الكهرباء، فينبغي الانتباه كي لا يتفاجأ المشترك بقيمة فاتورة مرتفعة نسبياً خاصة في فصل الشتاء¹.

خامساً: توفير الطاقة الكهربائية في المطبخ

إذا كان الشخص يستخدم أجهزة كهربائية لطهي الطعام أو غير ذلك، فيجب الانتباه إلى أن تكرار فتح أواني الطبخ أو ترك الإناء مفتوحاً يساهم في زيادة استهلاك الطاقة، لأن فتحه يساهم في خسارة جزء كبير من البخار الذي يؤدي دوراً في تسريع عملية الطهي. وكذلك فإن تكرار فتح وإغلاق الفرن خلال فترات متقاربة يساهم في زيادة استهلاك الكهرباء، حيث يدخل الهواء البارد إلى الفرن، ويُمدد وقت الطهي. أيضاً ينبغي الحرص على استخدام أواني مناسبة من ناحية حجمها مع العين التي تستخدمها للتسخين أو الطهي، ويمكن أيضاً الحصول على وقت أقصر لإتمام الطهي من خلال استخدام الأواني الفولاذية التي تكون عادةً أكفأ بحوالي 35% من الأواني المصنوعة من المواد الأخرى.

ومن التحذيرات هي عدم إدخال الطعام وهو ساخن إلى الثلاجة لأن ذلك يؤدي لتسخين الجزء الداخلي منها مما يعني الحاجة لاستهلاك المزيد من الطاقة للتبريد مجدداً، وكذلك فإن الحرص على بقاء الثلاجة بعيدة عن الموقد أو الفرن يحافظ على تبريدها مما يعني استهلاك طاقة أخفض أثناء العمل، ونؤكد على وجوب استخدام المصابيح البيضاء الموفرة للطاقة كونها أوفر للاستهلاك.

يُساهم الحرص على توفير استهلاك الكهرباء بالمنزل في خفض قيمة فاتورة الكهرباء وخاصة في فصل الشتاء إلى جانب الفوائد البيئية في الحفاظ على موارد الطاقة واستهلاكها للضرورة فقط، كما أن ترشيد استهلاك الكهرباء يُساعد في الحفاظ على الأجهزة الكهربائية لمدة أطول.

4.4.4- التحديات التي تواجه استغلال الطاقات المتجددة في قطاع الكهرباء بالجزائر وسبل العلاج

أولاً: التحديات التي تواجه استغلال الطاقات المتجددة في قطاع الكهرباء بالجزائر تتمتع الجزائر إعلامياً وبيئياً بصورة إيجابية لتطوير الطاقات المتجددة واستغلالها في قطاع الطاقة الكهربائية، غير أنها تواجه العديد من العقبات التكنولوجية والبيروقراطية التي تقف سداً منيعاً أمام الطموحات المرغوب في تحقيقها، منها:²

¹ طرق ترشيد استهلاك الكهرباء في تركيا، مرجع سابق، (على الخط):

<https://www.fanarrealty.com/ways-to-rationalize-electricity-consumption-in-turkey>

² السعيد بريس، حنان عياد، 11-12 نوفمبر 2014، السياسة الطاقوية الجديدة للجزائر ضمن الرهان الإقليمي والدولي: نموذج آخر لاقتصاد ريعي أو تحول نحو اندماج صناعي حقيقي، الملتقى الوطني حول "فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة 20 أوت 1955-سكيكدة، الجزائر.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

- 1- من أبرز التحديات أمام الجزائر كدولة غنية بالطاقة الأحفورية، هو اندفاع مسؤوليها باتجاه الطاقات الجديدة والمتجددة خوفا من إحداث تأثيرات سلبية في منظومة إنتاج النفط وأسعاره المتذبذبة صعودا ونزولا. وقد برز ذلك من خلال توجه الجزائر نحو استغلال الغاز الصخري في آفاق 2030م، حيث تمتلك ثالث مخزون في العالم باحتياطي يقدر بحوالي 20 ألف مليار متر مكعب بديلا للنفط المتوقع نفاذ خلال العقد القادمن. وهو ما يبقي القطاع الريعي مهيمنا على الاقتصاد الوطني في الجزائر؛
- 2- ارتفاع رأس المال اللازم لمشاريع الطاقات المتجددة، وأن العائد على الاستثمار يحتاج إلى وقت أطول من مصادر الطاقة الأحفورية يحتم على الجزائر الدخول في شراكة مع الاستثمار الأجنبي أو المنح الخارجية المرتبطة بصناديق التنمية المستدامة، فضلا عن الاعتقاد الخاطئ بأن الاستثمار في مثل هذه المشاريع يمثل مخاطرة مالية، على الرغم من كونها طاقة تحافظ على البيئة؛
- 3- المساحات الشاسعة من الأراضي التي تخصص لمشاريع طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وهو ما يتطلب سياسات وبرامج واضحة الاستخدامات الأراضي وتمليكها للدولة، ورغم المساحة الهائلة التي تملكها الجزائر فهي تعاني من صعوبات في توفر الأوعية العقارية، حيث صرح وزير الطاقة والمناجم " يوسف يوسف" قائلا: " البلديات تتردد دائما في إعطائنا قطعا أرضية، ونحن نواجه الكثير من الاعتراضات لوضع خطوط نقل الكهرباء ". وفي هذا السياق دعا الوزير المواطنين إلى التحلي بالحس المدني لتغليب المصلحة العامة على المصلحة الشخصية، لاسيما وأن كل أرض يتم التنازل عنها يتم تعويضها بشكل لائق؛
- 4- محدودية القدرات التصنيعية المحلية لمعدات إنتاج الطاقة المتجددة، وعدم القدرة على المنافسة مع الشركات العالمية نتيجة عدم كفاية الموارد البشرية الفنية الوطنية، وهو ما يدفع السلطات إلى الاستعانة بالمكاتب الاستشارية الدولية، بالإضافة إلى ضعف المخصصات المالية للبحث العلمي والتطوير لمعدات الطاقة المتجددة¹؛
- 5- عدم التحضير الجيد من طرف المعنيين، والافتقاد لثقافة التخطيط المسبق، وأن برنامج إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر بديلة الذي تم افتتاحه سنة 2010م يسير بشكل بطيء؛
- 6- تحتاج صناعة واستخدام التكنولوجيات المتقدمة في إنتاج الطاقة (الشمسية، الريحية، والوقود الحيوي) إلى تضافر جهود عدد كبير من الشركاء، كشركات التصنيع والمستخدمين، والسلطات التشريعية والتنفيذية ذات الصلة والبحث العلمي وغيرها. كما يجب تحديد الأدوار وخطط التنفيذ ووضع نظام إداري متكامل للتنسيق بين هذه الأطراف من أجل الوصول لإنتاج الطاقة من مصادر متجددة، والجزائر تفتقر إلى الجانب التنسيقي وتعاني من صعوبة التخزين؛
- 7- قلة الاهتمام باستخدام المصادر المتجددة لإنتاج الطاقة، والفهم الخاطئ لطبيعة عمل وتطبيقات تكنولوجيات الطاقة المتجددة من قبل الأطراف المعنية والمجتمع بأسره يشكل عائقا كبيرا في الاعتماد على المصادر المتجددة في إنتاج

¹ اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، 2011، التصنيع المحلي لمعدات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، المجلس الاقتصادي والاجتماعي، الأمم المتحدة، نيويورك، ص 22.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

الطاقة. وهنا يبرز دور الإعلام والتوعية للدفع نحو تأهيل الأفراد والمجتمع نحو مفهوم صحيح لإنتاج الطاقة من مصادر نظيفة وصديقة للبيئة، الأمر الذي يساعد على توضيح الحقائق الاقتصادية والبيئية والفنية ضمن هذه المجالات¹.

ثانيا: سبل علاج التحديات التي تواجه استغلال الطاقات المتجددة في قطاع الكهرباء

تعاني الجزائر من اقتصادها الريعي المبني على عائدات النفط والغاز، وهي في مرحلة جديدة تتشكل فيها سوق إقليمية جديدة بين أوروبا وشمال إفريقيا، يختلف فيها وضع الجزائر عن الموقع الذي احتلته في سوق المحروقات بسبب أهمية المتدخلين المنافسين في مجال الطاقات المتجددة وعلى رأسهم المغرب. لذلك يتطلب الأمر من الجزائر توخي الحذر من أجل تجنب التحول من ريع بترولي إلى ريع شمسي، وذلك من خلال:

1- **تلبية الطلب الداخلي:** ففي ظل ارتفاع الاستهلاك الوطني من الطاقة الكهربائية، حيث سجلت الجزائر معجلا تاريخيا جديدا للاستهلاك الوطني من الطاقة الكهربائية تجاوز 10 جيغاوات-ساعي ما بين 26-27 جويلية 2013م، مما أدى إلى انقطاع الطاقة الكهربائية في العديد من الولايات. كما يتوقع أن يصل الطلب على الكهرباء إلى حوالي 25000 ميغاوات في آفاق 2030م، وإلى استهلاك مقدر بـ: 150 تيراوات-ساعي²، فالسوق المحلية أولى من السوق الدولية في حالة العجز عن تلبية الطلب الداخلي.

2- **استباق خطوات المنافسين:** تشمل السوق الجديدة للطاقات المتجددة منافسين جدد فضلا عن التقليديين، كالمغرب ومصر، خاصة وأن الميزات النسبية في سوق الطاقة الأحفورية غير متوفرة في هذه السوق الجديد، وهي متقاربة جدا خاصة بالنسبة للطاقة الشمسية، وهذا ما يقتضي اكتساب ميزات نسبية جديدة من خلال رؤية شاملة ببعديها الاقتصادي والسياسي، بالإضافة إلى التنافس داخل الاتحاد الأوروبي بين المحور الألماني ممثلا في مشروع "ديزرتاك" والمحور الفرنسي ممثلا في "المخطط الشمسي المتوسطي". غير أن ذلك لا يغني عن التعاون الإقليمي والدولي³.

3- **التسعير على أساس السوق:** بداية، تحتاج الجزائر الاقتداء بالتجربة الألمانية وهو منح أسعار تفضيلية للغاية لمنتجي الطاقة المتجددة تشجيعا لانتشار الألواح الشمسية، وأن يكون هذا الدعم متناقصا تدريجيا حتى تتمكن مشاريع الطاقات المتجددة الاعتماد على نفسها، وعدم التواكل على دعم الدولة من خلال التسعير على أساس السوق في مراحل متقدمة.

4- **إطلاق نسيج صناعي متخصص في الطاقات المتجددة:** يشمل أسواق كل من المواد والخدمات والشغل⁴.

¹ كافي فريدة، مرجع سابق، ص 300.

² نفس المرجع، ص 301.

³ بشير مصيطفي، 2012، الجزائر والطاقات المتجددة: هل تضيع الفرصة من جديد الإصلاحات التي نريد، مقالات في الاقتصاد الجزائري، جسور للنشر والتوزيع، الجزائر، ص 179.

⁴ بشير مصيطفي، 2012، الجزائر والمشروع الأوروبي "ديزرتاك": هل يتكرر مشهد الاقتصاد المبني على الربح، مقالات في الاقتصاد الجزائري، جسور للنشر والتوزيع، الجزائر، ص 166.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

5- تحفيز الابتكار التكنولوجي: عادة ما يتم التكلم عن مقايضة الثروات الوطنية بتوطين التكنولوجيا، حلا للعجز التقني الذي تعاني منه الدولة، والأجدى أن نهتم بالكوادر الوطنية داخل الوطن أو خارجه، وإيجاد تكنولوجيا وطنية تتلاءم مع الظروف المحلية من خلال تقييم العمل الإبداعي الوطني للمشاركة الفعالة في المخططات الاقتصادية، مع عدم الاكتفاء بالملتقيات والأيام الدراسية السنوية.

الفصل الرابع: دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر

خلاصة الفصل

تمتلك الجزائر إمكانيات طاغوية هائلة ومتنوعة من الطاقات الأحفورية لتوفرها على احتياطات كبيرة من الغاز الطبيعي، ومن الطاقات المتجددة أين تستفيد من شساعة إقليمها وتنوع مناخها وتعدد مصادر الطاقة المتجددة. لكن بالرغم من هذا التنوع تظل الطاقة الأحفورية السمة الغالبة المستخدمة في إنتاج الطاقة الكهربائية، ويعتبر الغاز أهم مصدر طاغوي أولي مستخدم لإنتاج الكهرباء في الجزائر، فالمساهمة الإجمالية له في الإنتاج تقدر بـ: 96% عام 2009م، ويعود ذلك أساسا لتوفره بالكميات والنوعيات المناسبة ونظرا لكفاءته الاقتصادية والبيئية في هذا المجال.

وبعد بداية العد العكسي للاحتياطي من الطاقة الأحفورية، فإن النتائج الاستشرافية لوضعية هذه الطاقة تشير إلى أن الأمن الطاقوي أصبح مهددا رغم الإمكانيات المتاحة، وأنها لا تشتمل على مقومات الاستدامة، خاصة في ظل تزايد الاستخدام لتمويل البرامج التنموية وتلبية الاحتياجات البشرية التي تتطوي على سلوكيات استهلاكية غير مستدامة، ناهيك عن التدهور المناخي والآثار السلبية على البيئة.

ولكون الجزائر تزخر بإمكانيات طاغوية متجددة معتبرة، فإن تبنيها استراتيجية الطاقة المتجددة أخذت في الاعتبار المعايير الاقتصادية والبيئية في مختلف مراحل تنفيذها لهذه السياسة، وعلى الرغم من كل الإمكانيات المتاحة إلا أن استغلال الطاقات المتجددة في الجزائر لا يمثل سوى نسبة مساهمة ضئيلة في الإمداد الطاقوي أغلبها من الطاقة الشمسية بنسبة 97% والمستخدم في توليد الكهرباء في أقصى جنوب الصحراء بهدف فك العزلة عن هذه المناطق وتحسين مستوى المعيشة لدى سكانها. وتبقى عقبة الإنفاق على تطوير التكنولوجيا تواجه هذا النوع من الطاقة وقد تزامن ذلك مع وجود آفاق تطمح إلى استغلال الطاقة المتجددة وبالأخص الشمسية منها.

ومن منطلق أن استراتيجية إنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر تتجه نحو ترشيد استهلاكها واستخدامها بكفاءة، تم التوسع في استخدام الغاز الطبيعي في إنتاج الكهرباء بتشغيل محطات الدورة المركبة التي تتميز بالكفاءة العالية، مع السعي لاستكمال مشاريع الربط الكهربائي الإقليمية، ومحاولة التجسيد الفعلي للبرامج والخطط لتطوير وترقية استخدام الطاقات المتجددة من خلال إنشاء أول محطة هجينة في العالم تعمل بالمزاوجة بين الطاقة الشمسية والغاز الطبيعي.

وفي الأخير يمكن التساؤل عن العوامل المحددة للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر، من خلال القيام بدراسة قياسية واختيار النموذج المناسب. لذلك ارتأينا أن نردف هذا الفصل بفصل أخير ندرج فيه نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر خلال مرحلة الدراسة، متبعين في ذلك الخطوات اللازمة في الدراسات القياسية.

الفصل الخامس:

نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

تمهيد:

واجهت الباحثين عدة صعوبات في تفسير العلاقات المعقدة بين الظواهر الاقتصادية، بسبب تغير سلوكياتها وعدم التحكم في مسبباتها، ولعل أصعب ما يواجهه الباحثون هي ربط الأحداث الحالية بالفترات الاستشرافية للظواهر الاقتصادية قيد الدراسة، وهو ما أدى في كثير من الأحيان إلى تفسيرات خاطئة لسلوكيات هذه الظواهر. ومع تطور الفكر الاقتصادي ظهر ما يعرف بـ "النمذجة": وهي علم استخدام الأدوات الإحصائية والرياضية لقياس العلاقات بين متغيرات ظواهر ما، اقتصادية أو اجتماعية أو بيئية،... الخ، وبهدف معرفة تطور سلوكها عبر الزمن والتنبؤ بقيمها في الأجلين القصير والطويل.

لقد ازدادت الحاجة إلى علم النمذجة مع توجه اقتصاديات معظم الدول إلى إتباع نهج التخطيط التأشير بدلا من التخطيط المركزي، وأصبح من الضروري وضع مؤشرات عامة لخطة اقتصادية واجتماعية وحتى بيئية. وتقدم النمذجة تحليلات كمية للمشكلات التي تم تشخيصها، فهي تحسن من جودة القرارات التي تقاس بنجاح الخطط وتحقيق الأهداف. فالنمذجة أداة تحليلية تستخدم لتقييم آثار السياسات الاقتصادية والاجتماعية على مختلف مجالات الاقتصاد الوطني، وذلك من خلال محاكاة تلك السياسات والمفاضلة بينها واختيار السياسة البديلة المثلى التي تلائم الواقع.

ومن بين أهم النماذج لتخطيط الاقتصاد الوطني هي نماذج الاقتصاد القياسي الكلي التي تقيس كميًا العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية الكلية مستخدمة النظرية الاقتصادية والأساليب الإحصائية والرياضية بهدف التحقق من مدى تطابق النظرية مع الواقع، ومساعدة الحكومات في اتخاذ القرارات ووضع السياسات من خلال توفير تنبؤات بقيم المتغيرات المستقبلية. ويعبر عن النظرية الاقتصادية بمعادلة أو بمجموعة معادلات تتضمن كل واحدة منها متغيرًا تابعًا ومتغيرًا أو عدة متغيرات مستقلة، تقدر بارمترات استنادًا لتقنيات إحصائية مثل تحليل الانحدار والسلاسل الزمنية وغيرها.

لقد تعددت حديثًا طرق التحليل الإحصائي المستخدمة في تقدير معادلات نماذج الانحدار بهدف اختبار الفرضيات، غير أن بعضها يواجه مشكلات منها: الانحدار الزائف وخطورة تفسير بعض الاختبارات التقليدية في حالة المتغيرات الدينامية. وللتغلب على ما ذكر، سوف نتناول هذا الفصل من خلال ما يأتي:

1.5- الاقتصاد القياسي بنمذجة الطلب العائلي على الكهرباء

2.5- الدراسة الوصفية لمتغيرات النموذج القياسي للطلب على الكهرباء

3.5- دراسة استقرارية السلاسل الزمنية لمتغيرات النموذج المقترح

4.5- إزالة عدم السكون من السلاسل الزمنية الأصلية قيد الدراسة

5.5- منهجية التكامل المشترك وتطبيق اختباره على متغيرات الدراسة

6.5- التحليل الهيكلي للسلاسل الزمنية المدروسة

1.5- الاقتصاد القياسي ونمذجة الطلب العائلي على الكهرباء

تهدف الدراسة إلى تقدير نموذج الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر في إطار مفهوم التكامل المشترك وتصحيح الخطأ-إن وجد-، متضمنا تقدير آثار المتغيرات التفسيرية للطلب العائلي على الكهرباء. وفي البداية سنقوم بتحديد ودراسة العوامل المحددة لهذا الطلب، والتي ستدخل في بناء النموذج ثم تحديد الصيغة الرياضية الملائمة لهذه العلاقة ليتم تقديره والتنبؤ بالقيم المستقبلية للطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر اعتمادا على بيانات سنوية للفترة 1970-2015م.

1.1.5- مفهوم الاقتصاد القياسي

الاقتصاد القياسي هو القياس في الاقتصاد، وهو فرع المعرفة الذي يهتم بقياس العلاقات بين المتغيرات الاقتصادية بصورة كمية من خلال بيانات واقعية بغرض اختبار مدى صحة هذه العلاقات كما تقدمها النظرية، أو تفسير بعض الظواهر، أو رسم بعض السياسات أو التنبؤ بسلوك بعض المتغيرات الاقتصادية¹. وهو أحد الفروع الحديثة لعلم الاقتصاد، باعتباره الأداة التي تقيم متغيرات أو افتراضات النظرية الاقتصادية بإعطائها تقديرات عديدة تقربها من الواقع.

مما سبق يمكن القول أن الاقتصاد القياسي هو تقدير وقياس العلاقات والقوانين باستخدام الأساليب القياسية المسندة للنظريات الإحصائية والرياضية، أي هو التكامل بين الاقتصاد والرياضيات والإحصاء بهدف الوصول للقيم العددية لمعالم العلاقات الاقتصادية.

2.1.5- أهداف الاقتصاد القياسي

أولاً: هدف تحليلي (اختبار النظرية الاقتصادية):

يعتبر تحليل واختبار النظريات الاقتصادية من الأهداف الرئيسية للاقتصاد القياسي. وتشمل كل نظرية اقتصادية نوعين من الفروض (مفسرة ومقيدة) يضعها الباحث بهدف تبسيط الواقع، ويستنتج منها ما يسمى بالفروض المفسرة للظواهر الاقتصادية محل الدراسة. أما الفروض المقيدة فالمقصود منها عزل تأثير العوامل الأخرى التي ليست محل الدراسة أو تثبيتها، فالإقتصاد القياسي يقوم باختبار وتحليل هذه الفرضيات ومدى صحة النظرية الاقتصادية للظواهر لمفسرة، فإذا ما اتفقت النظرية مع الواقع نقبل النظرية على أنها صحيحة في ظل الفرضيات الموضوعية، وأما إن تعارضت النظرية مع الواقع فترفض النظرية في صورتها الأساسية ويتم تعديلها، ثم يعاد اختبارها من جديد.

¹ عبدالقادر محمد عبدالقادر عطية، 2005، الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق، الدار الجامعية، الإسكندرية، ص3.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

ثانيا: هدف حسابي (تقدير قيم المعلمات)

يتم تطبيق طرق الاقتصاد القياسي بهدف الحصول على قيم عددية لمعاملات العلاقات الاقتصادية، كالمرونة والميول الحدية والمعلمات الفنية للإنتاج، وكلها أدوات لها أهميتها في اتخاذ القرارات وصياغة السياسات الاقتصادية.

ثالثا: هدف استشرافي-تخطيطي (التنبؤ)

تكمن أهمية الاقتصاد القياسي من خلال عملية التنبؤ في تحقيق التقديرات التي تستخدم في الحصول على تنبؤات كمية للمتغيرات الاقتصادية خارج الفترة الزمنية المستخدمة للتقدير، وهي مهمة في مجال التخطيط، وتمكن واضعي السياسة ومتخذي القرارات من تنظيم الحياة الاقتصادية ورسم السياسات (هدف تخطيطي). كما يساعد الاقتصاد القياسي على تحديد القيم الرقمية التي تساعد بدورها في عملية اتخاذ القرارات ورسم السياسات. فإن أرادت الحكومة اتخاذ قرار متعلق بالحد من مشكلة التضخم من خلال التحكم في كمية عرض النقود فلا بد من معرفة معامل العلاقة بين المستوى العام للأسعار وكمية النقود قبل اتخاذها القرار¹.

3.1.5- مفهوم وأهداف النماذج القياسية

النموذج الاقتصادي هو مجموعة من العلاقات الاقتصادية التي تصاغ بصيغ رياضية لتوضيح سلوكية أو ميكانيكية هذه العلاقة. ويهدف إلى تبسيط الواقع من خلال بناء نموذج يتضمن العلاقة الأساسية دون التطرق لتفاصيل الظاهرة الاقتصادية المراد دراستها، ويستخدم كأداة في عملية التنبؤ وتقييم السياسات الاقتصادية القائمة أو المقترحة في عملية الهيكل الاقتصادي².

4.1.5- توصيف النموذج القياسي

هي أول خطوات البحث القياسي عند دراسة أي ظاهرة اقتصادية. وهي التعبير عن النظرية الاقتصادية بأسلوب رياضي في صورة معادلة أو عدة معادلات، ويتضمن بناء النموذج الجيد الخطوات الآتية:

أولاً: تحديد متغيرات النموذج

يستعان في تحديد متغيرات النموذج بالنظرية الاقتصادية، والمعلومات والبيانات المتوفرة عن الظاهرة محل الدراسة، والدراسات السابقة المتاحة. فالنظرية الاقتصادية توضح بان الطلب العائلي على الكهرباء يتحدد بسعر الكهرباء وأسعار السلع

¹ سمير محمد عبد العزيز، 1997، الاقتصاد القياسي مدخل في اتخاذ القرارات، مكتبة الإشعاع للطباعة والنشر والتوزيع، الإسكندرية، ص32.

² إبراهيم نعمة الله بخيت إبراهيم، 2002، مقدمة في مبادئ الاقتصاد القياسي، مؤسسة شباب الجامعة للنشر، الإسكندرية، ص20.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

الأخرى (بديلة أو مكملة) والدخل، وإلى جانب ذلك يمكن معرفة متغيرات تفسيرية أخرى تؤثر في هذا الطلب من خلال المعلومات المتاحة من الدراسات السابقة التي أجريت في هذا المجال.

ورغم اختلاف محددات الطلب العائلي على الكهرباء في الدراسات التطبيقية من دولة لأخرى، إلا أن هناك شبه اتفاق عام على أن المتغيرات: سعر الكهرباء، عدد المشتركين، متوسط الدخل الفردي السنوي، وكمية الكهرباء المستهلكة في فترة سابقة تعتبر محددات رئيسة في نماذج الطلب العائلي على الكهرباء. إلا أنه من غير الممكن أن ندرج جميع المتغيرات التفسيرية التي تؤثر على الظاهرة محل الدراسة في النموذج نتيجة لصعوبة القياس وجمع البيانات وغيرها، وبذلك يتم الاقتصار فقط على المتغيرات الأكثر أهمية بالنسبة لموضوع الأطروحة.

ثانياً: صياغة الشكل الرياضي لنموذج الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر

- 1- أسلوب الانتشار: وهو طريقة الرسم البياني يحدد فيها الباحث شكل الانتشار من خل الرسم المتغير التابع على أحد المحورين والمتغير المستقل على المحور الآخر. ومن معاينة شكل الانتشار يمكن الحكم مبدئياً على نوع العلاقة إن كانت خطية أم غير خطية، وبناء على ذلك يمكن للباحث اختيار الشكل الرياضي الملائم. لكن مقدرة هذا الأسلوب محدودة، فلا يمكن تطبيقه على الانحدار المتعدد.
- 2- أسلوب التجريب: يقوم فيه الباحث بتجريب الصيغ الرياضية المختلفة ثم يختار الصيغة التي تعطي نتائج أنجع اقتصادياً وإحصائياً وقياسياً. لذلك يجب على الباحث أن يسترشد بالعوامل والقواعد التالية عند تحديد الشكل الرياضي.

تختلف المنهجيات القياسية المطبقة في تقدير العلاقة بين الطلب العائلي على الكهرباء والمتغيرات المفسر له، محدداته، فبعض الدراسات تعتمد على البيانات المقطعية (Cross-Section) وبعضها يركز على السلاسل الزمنية (Time series). ويستند البعض الآخر على البيانات المدمجة (Panel Data). ارتأينا أن هذا البحث يعتمد على السلاسل الزمنية، حتى يمكن تطبيق عدة مناهج للتقدير كمنهج التكامل المشترك (Cointegration)، ومتجهات تصحيح الخطأ، أو متجهات الانحدار الذاتي العادية أو الهيكلية أو طريقة المربعات الصغرى العادية أو المعممة. وبطبيعة الحال فإن ما يحكم اختيار منهجية التقدير هو خصائص السلاسل الزمنية المستخدمة من جهة، وصياغة النموذج القياسي من جهة أخرى.

انطلاقاً من النظرية الاقتصادية ومن دراسة قياسية سابقة حديثة¹، قمنا بصياغة العلاقة بين الطلب العائلي على الكهرباء ($CONS_t$) والعوامل المحدد له وهي كل من متوسط الناتج الداخلي الخام الحقيقي ($PIBR_t$)، الفاقد في الكهرباء (PER_t)، تعداد السكان (NH_t)، وعدد المشتركين (NA_t)، ومتوسط الدخل الفردي السنوي، بالإضافة إلى المتغير العشوائي (ε_t) وفقاً لإحدى الصيغتين العامتين (5,1) أو (5,2):

$$CONS_t = f(PER_t, NA_t, NH_t, PIBR_t, CO_2, R_t + \dots) + \varepsilon_t \dots \dots \dots (5.1)$$

¹Mohammed Abdullah Aljebrin. (2012), Labor Demand and Economic Growth in Saudi Arabia, American Journal of Business and Management, Vol. 1, No. 4, 2012, pp271-273.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

وكما هو شائع في الدراسات الاقتصادية يتم إدخال الصيغة اللوغاريتمية إيجابيا ثم إزالة الاتجاه الأسي للمتغيرات، أي الاتجاهات الحادة ومن ثم تحويل صيغة النموذج إلى الصيغة الخطية إذا كان النموذج صيغته الأصلية غير خطية. وبعد عدة محاولات من اختيار أهم صيغة للنموذج فقد تبين أفضل صيغة اللوغاريتمية كما هو موضح:

$$\ln CONS_t = f(\ln PER_t, \ln NA_t, \ln NH_t, \ln PIBR_t, \ln CO_{2t} + \ln R_t + \dots) + \ln \varepsilon_t \dots \dots \dots (5.2)$$

وعلى ضوء ما تقدم من استعراض لصياغة النموذج وتحديد المتغيرات في أدبيات تقدير دالة الطلب العائلي على الكهرباء، تأتي مرحلة تحديد العلاقة بين متغيرات النموذج. فالاختيار الدقيق يجنب الباحث الوقوع في مشكلة عدم معنوية المعلمات، ويتم ذلك بتحديد الصيغة الرياضية الأنسب للنموذج والتي قد تكون خطية أو لوغاريتمية أو أسية... الخ. من الأمور الصعبة في تحديد شكل دالة الطلب العائلي على الكهرباء هو عدم اتفاق الباحثين على طبيعة الدالة إن كانت خطية أم غير خطية¹، بالرغم من أن أغلب الدراسات التي تناولت موضوع الطلب على الكهرباء اعتمدت نموذج مارشال للطلب (كوب دوغلاص)² الذي يسهل تحويله إلى الصيغة اللوغاريتمية الخطية، غير أنه في المقابل نجد أن هناك من الدراسات التي اعتمدت النموذج الخطي مباشرة، بمعنى وجود تباين في الصيغة المعتمدة، لأن لكل بلد خصائص تميزه عن غيره. وسنحاول تقدير أهمل الصيغ من أجل اعتماد النموذج الأكثر اقتصاديا وإحصائيا وقياسيا، ومن الصيغ التي وردت في الدراسات السابقة ما يلي:

(أ) الصيغة الخطية لنموذج الطلب العائلي على الكهرباء

ترتبط كميات الطلب العائلي على الكهرباء ($CONS_t$) بالكميات المطلوبة منه في الفترة السابقة ($CONS_{t-1}$)، وتكون الصيغة الخطية للنموذج على النحو التالي:

$$CONS_t = a_0 + a_1 PER_t + a_2 NA_t + a_3 NH_t + a_4 PIBR_t + a_5 CO_{2t} + a_6 R_t + \dots + \varepsilon_t \dots \dots \dots (5.3)$$

(ب) صيغة (مارشال) غير خطية لنموذج الطلب العائلي على الكهرباء

ترتبط كميات الطلب العائلي على الكهرباء بالكميات المطلوبة منه في الفترة السابقة وفقا لصيغة مارشال على النحو التالي:

$$CONS_t = a_0 PER_t^{a_1} NA_t^{a_2} NH_t^{a_3} PIBR_t^{a_4} CO_{2t}^{a_5} \times R_t^{a_6} \times \dots \times \varepsilon_t \dots \dots \dots (5.4)$$

ويتم تحويل صيغة مارشال إلى الشكل الخطي بإدخال اللوغاريتم على طرفي النموذج فيأخذ هذا النموذج الصيغة الخطية التالية:

$$\ln CONS_t = \ln a_0 + a_1 \ln PER_t + a_2 \ln NA_t + a_3 \ln NH_t + a_4 \ln PIBR_t + a_5 \ln CO_{2t} + a_6 \ln R_t + \dots + \ln \varepsilon_t \dots \dots (5.5)$$

¹ رحيم إبراهيم، 2012، الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر - دراسة قياسية للفترة 1969/2008، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص النمذجة الاقتصادية، جامعة قاصدي مرياح، ورقلة، الجزائر، ص 117.
² نفس المرجع، ص 118.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

ثالثاً: التوقعات المسبقة لقيم وإشارات معاملات النموذج:

نتوقع قيم إشارات المعالم حسب العلاقة العكسية أو الطردية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، اعتماداً على النظرية الاقتصادية. وتعتبر التوقعات القبلية للإشارة وحجم المعلمات هامة بالنسبة لمرحلة ما بعد التقدير، حيث يتم اختبار المدلول الاقتصادي للمعاملات المقدرّة من خلال مقارنتها مع التوقعات القبلية من حيث إشارتها وحجمها¹.

وكما أشرنا أعلاه فإن نموذج الدراسة الأساس المزمع تقديره هو أحد النموذجين (3.5) أو (5.5). فإن كان:

(1) **النموذج خطي مباشر (3.5):** فإن المعلمات الجزئية للمتغيرات المستقلة تعبر عن الميول الحدية للطلب العائلي على الكهرباء بالنسبة للمتغيرات المستقلة المدرجة في النموذج قيد الدراسة. ومن المتوقع أن تكون علاقاتها الاتجاهية وفق ما تتطلبه النظرية الاقتصادية للطلب.

(2) **النموذج لوغاريتمي خطي (5.5):** فإن المعلمات الجزئية للمتغيرات المستقلة تعبر عن مرونة الطلب العائلي على الكهرباء بالنسبة للمتغيرات التفسيرية المدرجة في النموذج قيد الدراسة. ومن المتوقع أن تكون علاقاتها الاتجاهية وفق ما تتطلبه النظرية الاقتصادية للطلب.

¹ إبراهيم نعمة الله بخيت إبراهيم، مرجع سابق، ص16.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

2.5- الدراسة الوصفية لمتغيرات النموذج القياسي للطلب على الكهرباء

بعد تحديد المتغيرات المعتمدة في الدراسة وجمع بياناتها خلال فترة الدراسة، سنقوم في هذه المرحلة بالخطوة الأولى وهي تتبع تغيرات السلاسل الزمنية لهذه المتغيرات وفحص خصائصها اعتمادا على مجموعة من الأدوات والجدول الإحصائية، مبتدئين بالجدول الموالي الذي يلخص أهم المؤشرات لوصف متغيرات الدراسة بشكل منفرد.

جدول (1،5) ملخص لقيم أهم المؤشرات لوصف متغيرات الدراسة

| | CONS | PER | NH | RT | CO2 |
|--------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Mean | 585.6222 | 14.86646 | 0.024499 | 1363.832 | 2.890391 |
| Median | 546.5530 | 15.08400 | 0.023714 | 1053.979 | 2.992000 |
| Maximum | 1356.265 | 20.41200 | 0.043252 | 2788.052 | 3.862000 |
| Minimum | 10.38600 | 7.865000 | 0.009869 | 453.5265 | 1.036000 |
| Std. Dev. | 320.3272 | 3.380828 | 0.007872 | 697.0121 | 0.621585 |
| Skewness | 0.492101 | -0.110500 | 0.312638 | 0.917900 | -1.112728 |
| Kurtosis | 2.728657 | 2.011347 | 2.213738 | 2.509110 | 3.918694 |
| Jarque-Bera | 1.997706 | 1.967029 | 1.892207 | 6.921337 | 11.11026 |
| Probability | 0.368302 | 0.373994 | 0.388251 | 0.031409 | 0.003868 |
| Sum | 26938.62 | 683.8570 | 1.102445 | 62736.25 | 132.9580 |
| Sum Sq. Dev. | 4617427. | 514.3498 | 0.002726 | 21862166 | 17.38653 |
| Observations | 46 | 46 | 45 | 46 | 46 |

المصدر: إعداد الباحث، اعتمادا على بيانات متغيرات الدراسة واستخدام برمجية EViews9

نسعى لتحليل قيم المؤشرات المدرجة ضمن هذا الجدول بشكل متزامن مع التمثيل البياني لكل متغير من متغيرات الدراسة على النحو التالي:

1.2.5- متغير الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر (استهلاك الكهرباء)

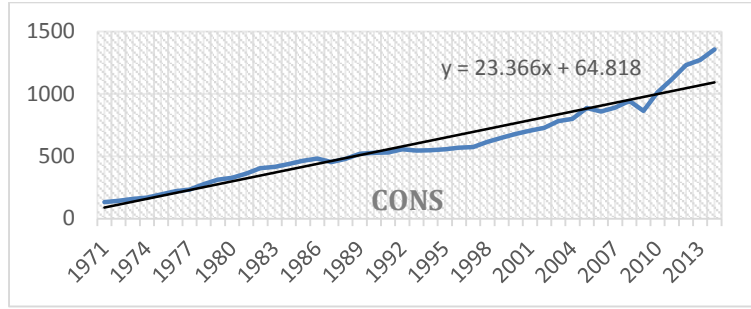
تتمثل السلسلة الأولى التي بحوزتنا في الاستهلاك السنوي للكهرباء في القطاع العائلي ($CONS_t$) بالكيلوات ساعي والمحدد بـ: 46 مشاهدة، ممتدة من سنة 1970م إلى 2015م، أي لمدة ستة وأربعين سنة. وتتمثل الخطوة الأولى لتحليل السلسلة الزمنية في رسم مشاهداتها من أجل معرفة الاتجاه العام لها، ويتبين من قيم المتغير ($CONS_t$) أن الاستهلاك العائلي للكهرباء في الجزائر كان محصورا بين أدنى قيمة له تقدر بـ: 10.38600 سجلت سنة 1970م، وأعلى قيمة تقدر بـ: 1356.265 تم تسجيلها سنة 2015م، وهما تمثلان أكبر وأصغر كمية كهرباء مستهلكة في القطاع العائلي خلال فترة الدراسة. وقد تميزت هذه السلسلة بمتوسط حسابي قدره 585.6222، وتباين قيم هذه السلسلة بانحراف معياري قدره 320.3272 ومعامل اختلاف يستخدم لمقارنة مدى التجانس بين قيم السلسلة وهو في هذه الحالة يساوي 54.6986، بمعنى أن درجة التقلب تؤثر على تدبذبعينف في قيم هذا المتغير.

ويمكن تمثيل متغير استهلاك الكهرباء في معلم متعامد بدلالة الزمن، وفقا للمعادلة: $cons_t = f(t)$

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

حيث $f(t)$ كثير حدود من الدرجة السادسة في هذه الحالة، لنحصل على الشكل التالي:

الشكل (1,5) منحنى الطلب العائلي على الكهرباء والتمهيد الخطي له (الوحدة: الكيلوات ساعي)



المصدر: إعداد الباحث، بناء على بيانات السلسلة $CONS_t$ واستخدام برمجية اكسل

يعبر الشكل (1,5) عن تطور استهلاك الكهرباء في القطاع العائلي ويلاحظ من خلاله ما يلي:

- وجود اتجاه عام متنامي بشكل شبه منتظم، وهو ما يوحي بوجود مركبة اتجاه عام في سلسلة الطلب العائلي على الكهرباء؛
- شهد الاستهلاك العائلي للكهرباء في الجزائر منذ بداية فترة الدراسة نموا مستمرا يكاد يكون خال من التذبذبات (صعودا ونزولا)، حيث يتصاعد بمعدلات متسارعة إلى غاية عام 1979م حتى بلغ تصاعدا نسبيا وبمعدلات متناقصة حتى عام 1989م إذ قدر الاستهلاك بحوالي 519.0106 ، ثم عاود الكرة ليتصاعد بمعدلات متسارعة إلى نهاية فترة الدراسة (2015م) حيث بلغ أعلى مستوياته والذي قدر بـ: 1356.265 كيلوات ساعي.

وعلى الرغم من الاضطرابات الطفيفة التي عرفها استهلاك الكهرباء في القطاع العائلي في الجزائر إلا أنها لم تؤثر فيه، فكمية الكهرباء المستهلكة تزايد بوتيرة كبيرة خاصة في المرحلة الأخيرة من فترة الدراسة، ويعزى ذلك في نظرنا إلى مجموعة من المتغيرات المؤثرة في الطلب على الكهرباء نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر: حجم السكان، والتوسع العمراني، والتجهيزات الكهرومنزلية المستعملة، ومتغير التحضر،... الخ.

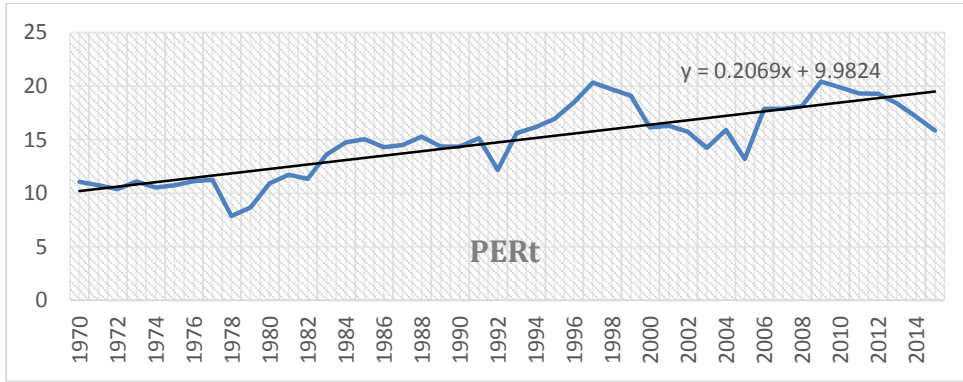
2.2.5- متوسط نصيب الفرد من الفاقد في الكهرباء والتمهيد الخطي له

تتمثل السلسلة الثانية متوسط نصيب الفرد من الفاقد في الكهرباء سنويا (PER_t) بالكيلوات ساعي والمحدد بـ: 46 مشاهدة، ممتدة من سنة 1970م إلى 2015م (مدة 46 سنة). ويعد رسم هذه السلسلة الزمنية من أجل معرفة الاتجاه العام لها، ويتبين من قيم المتغير PER_t أن الفاقد في الكهرباء كان محصورا بين أدنى قيمة له تقدر بـ: 7.865 سجلت سنة 1970م، وأعلى قيمة تقدر بـ: 20.412 تم تسجيلها سنة 2015م، وهما تمثلان أكبر وأصغر كمية كهرباء مفقودة خلال فترة الدراسة.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

ويمكن تمثيل متغير استهلاك الكهرباء في معلم متعامد بدلالة الزمن، وفقا للمعادلة: $PER_t = f(t)$ حيث $f(t)$ كثير حدود من الدرجة السادسة في هذه الحالة، لنحصل على الشكل التالي:

الشكل (2,5) منحنى الفاقد في الكهرباء والتمهيد الخطي له (الوحدة: الكيلوات ساعي)



المصدر: من إعداد الباحث، اعتمادا على بيانات السلسلة، البنك الدولي (WDI) باستخدام إكسل.

تميزت هذه السلسلة بمتوسط حسابي قدره 14.866، وتباين قيم هذه السلسلة بانحراف معياري قدره 3.380 ومعامل اختلاف لمقارنة مدى التجانس بين قيم السلسلة وهو يساوي 22.736، بمعنى أن درجة التقلب تؤثر على تذبذب ضعيف في قيم هذا المتغير، أي هناك شبه تجانس بين مشاهدات السلسلة. وتقيد هذه البيانات مبدئيا أن هناك اتجاه عام متنامي وبشكل غير منتظم، وهو ما يدل على وجود مركبة اتجاه عام متذبذبة نحو التزايد لحركة PER_t ، حيث يكون ميل اتجاه مرتبعا بعامل الزمن.

3.2.5- تعداد (حجم) السكان في الجزائر (Population)

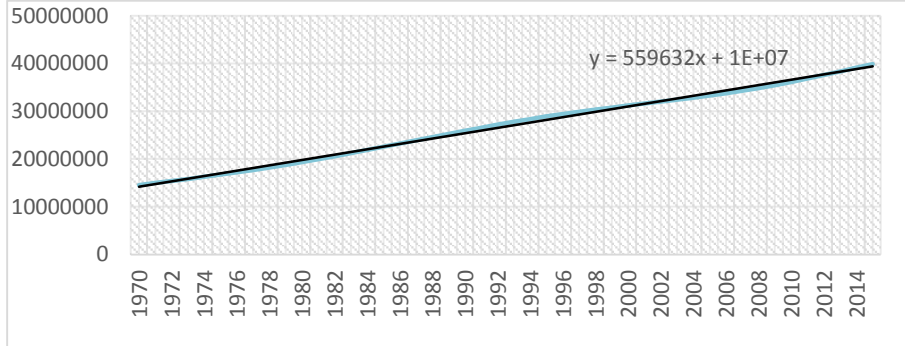
تبين نتائج التحليل الإحصائي المدرجة في الجدول (5، 1) أن حجم سكان الجزائر خلال فترة الدراسة محصور بين قيمتين، أدناهما قدرت بـ: 0.009 نسمة سجلت سنة 1970م، أما العليا فقد قدرت بـ: 0.043 نسمة سجلت سنة 2015م. وقد حضي بمتوسط حسابي قدره 0.024 نسمة وبانحراف معياري بلغ 0.007 نسمة، وعليه فإن درجة التقلب هي 29.16% والتي تبين أن التذبذب في حجم السكان ضعيفا إلى حد ما.

ويمكن تمثيل تطور حجم السكان في الجزائر في معلم متعامد بدلالة الزمن، وفقا للمعادلة: $NH_t = f(t)$

حيث $f(t)$ كثير حدود من الدرجة السادسة في هذه الحالة، لنحصل على الشكل التالي:

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الشكل (3،5) تطور تعداد سكان الجزائر والتمهيد الخطي له خلال فترة الدراسة 1970-2015م



المصدر: إعداد الباحث، اعتمادا على بيانات السلسلة (NH_t) ، البنك الدولي (WDI) باستخدام إكسل.

من خلال هذا الشكل ومما سبق يتبين ما يلي:

- تفيد هذه البيانات مبدئيا أن هناك اتجاه عام متنامي وبشكل غير منتظم، وهو ما يدل على وجود مركبة اتجاه عام متذبذبة نحو التزايد لحركة NH_t ، حيث يكون ميل اتجاه مرتبطا بعامل الزمن.
- تحتوي سلسلة متغير حجم السكان على مركبة اتجاه عام متنامي بشكل منتظم؛
- تطور حجم سكان الجزائر خلال فترة الدراسة بمعدلات متزايدة، وأخرى متناقصة حيث شهد هذا المتغير نموا كبيرا بعد الاستقلال وخاصة في فترة السبعينات وحتى بداية الثمانينات أين بلغ معدل النمو السكاني في هذا البلد أعلى نسبة له، بعدها عرفت تراجعا في فترة الثمانينات نتيجة الأوضاع السائدة آنذاك وهي اللجوء إلى استراتيجية التقليل من عدد السكان، ثم ما لبثت أن ارتفعت نسبة النمو من جديد مع بقاء معدل النمو السكاني أعلى خلال فترة السبعينات وبداية الثمانينات؛
- الزيادة في حجم السكان وينسب متزايدة يؤثر على الكميات المطلوبة من الكهرباء بشكل مباشر لمواجهة المتطلبات اليومية (إنارة، تدفئة، ... الخ)، أو بشكل غير مباشر من خلال الزيادة في استهلاك السلع التي تتطلب الكهرباء من مصادرها المختلفة.
- للتركيب السكانية (الاقتصادية، التعليمية، الجنس) أثر كبير على زيادة الطلب على الكهرباء وعلى مصادر توليدها، لأن تلك الزيادة تؤدي بعد مدة من الزمن إلى ظهور أجيال جديدة نشطة، تمثل نسبة 70% من حجم السكان، لديها رغبات التحسين في نمط عيشها والذي يدفع بدوره إلى الزيادة في استهلاك الكهرباء.

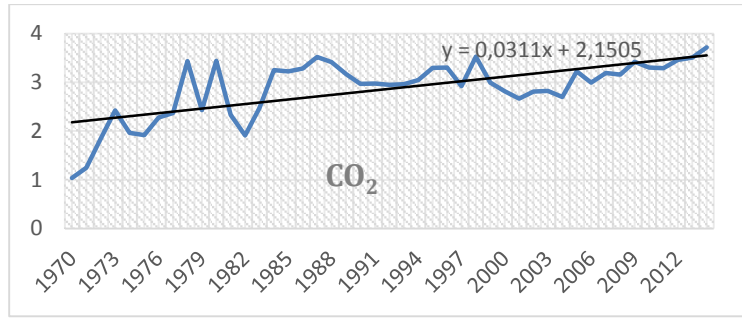
4.2.5- متوسط نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 (بالطن المتري) والتمهيد الخطي له

تمثل السلسلة الموالية متوسط نصيب الفرد السنوي من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفترة الممتدة من 1970 إلى 2015م بالطن المتري، المحدد بـ 46 مشاهدة، وقيمة قصوى تقدر بـ 3.862 طن متري سجلت سنة 1970م وقيمة دنيا تقدر بـ 1.036 طن متري سجلت سنة 2015م وهما تمثلان أكبر وأصغر قيمة على الترتيب لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

خلال فترة الدراسة.ويمكن التعبير عن تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمتغير تابع لعنصر الزمن، ضمن معلم متعامد، وفقا للمعادلة: $CO_{2t} = f(t)$ فتحصلنا على ما يلي:

الشكل (4,5) تطور نصيب الفرد السنوي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون والتمهيد الخطي له



المصدر: إعداد الباحث، اعتمادا على بيانات السلسلة (CO_{2t}) ، البنك الدولي (WDI) باستخدام مرشح إكسل

وقد تميزت السلسلة الزمنية (CO_{2t}) بمتوسط حسابي قدره 2.890، وتباين قيمها بانحراف معياري قدره 0.621. ومعامل اختلاف لمقارنة مدى التجانس بين قيم السلسلة الذي يساوي 21.487، بمعنى أن درجة التقلب تؤثر على تذبذب ضعيف إلى حد ما في قيم هذا المتغير، أي هناك شبه تجانس بين مشاهدات السلسلة. وتقيد هذه البيانات مبدئيا أن هناك اتجاه عام متنامي وبشكل غير منتظم، وهو ما يدل على وجود مركبة اتجاه عام متذبذبة نحو التزايد لحركة CO_{2t} ، حيث يكون ميل اتجاه مرتبطا بعامل الزمن.

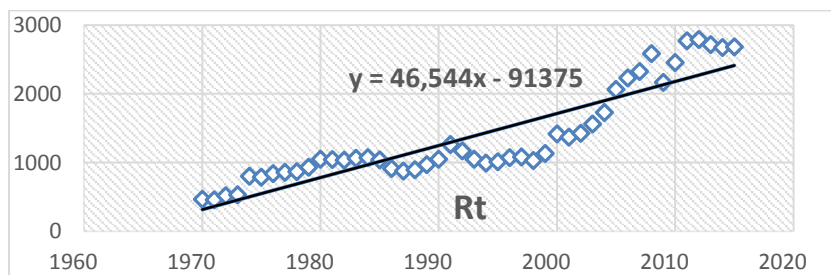
5.2.5- متوسط نصيب الفرد السنوي من الدخل (R_t)

في عملية تحليل السلسلة الزمنية R_t لمتوسط الدخل الفردي السنوي، تبين أن هذا الأخير (الدخل) محصور بين قيمتين، الدنيا وتقدر بـ 453.578 دينار جزائري سجلت سنة 1970م، والعليا 2788.052 دينار جزائري سجلت سنة 2015م. ويمكن التعبير عن تطور متوسط نصيب الدخل الفردي السنوي كمتغير تابع لعنصر الزمن، ضمن معلم متعامد، وفقا للمعادلة:

$$R_t = f(t)$$

فتحصلنا على ما يلي:

الشكل (5,5) تطور متوسط نصيب الفرد السنوي في الداخل والتمهيد الخطي له



الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

المصدر: إعداد الباحث، اعتمادا على بيانات السلسلة (R_t) ، البنكادولي (WDI) باستخدام اكسل.

تميزت السلسلة الزمنية (R_t) بمتوسط حسابي قدره 1363.832، وتباين قيمها بانحراف معياري قدره 697.012. ومعامل اختلاف لمقارنة مدى التجانس بين قيم هذه السلسلة الذي يساوي 21.487، بمعنى أن درجة التقلب تؤثر على تذبذب ضعيفا إلى حد ما في قيم هذا المتغير، أي هناك شبه تجانس بين مشاهدات السلسلة. وتفيد هذه البيانات مبدئيا أن هناك اتجاه عام متنامي وبشكل غير منتظم، وهو ما يدل على وجود مركبة اتجاه عام متذبذبة نحو التزايد لحركة R ، حيث يكون ميل اتجاه مرتبطا بعامل الزمن.

وكخلاصة للدراسة الوصفية لمتغيرات النموذج والتحليل السابق، نستنتج أن التذبذبات في إشارات الميول الحدية العامة تشير إلى عدم استقرار السلسلة الزمنية محل الدراسة في مستوياتها الأصلية، إلا أن الملاحظات البيانية لا يمكن لها أن تؤكد استقرار السلسلة من عدمها، وهو ما يتطلب دراسة استقرار سلاسل المتغيرات المدرجة ضمن النموذج المقترح. وللعلم فقد تناولنا متغيرات أخرى في النموذج المقترح منها: الدخل الوطني الخام الحقيقي (PIBR) وعدد المشتركين في الطلب العائلي على الكهرباء (NA)، ولم تكن لهما دلالة إحصائية عند المستوى 5%. كما أدرجنا أيضا متغير سعر الكهرباء (PE) لأهميته في دالة الطلب بصفة عامة، إلا أنه في هذه الحالة تم رفضه في النموذج كونه مرتبطا طرديا مع الطلب على الكهرباء وهو ما يتعارض مع النظرية الاقتصادية، وقد يعزى ذلك إلى السياسة المنتهجة في الجزائر وهي الدعم المطبق على سعر الكهرباء.

3.5- دراسة استقرارية السلاسل الزمنية لمتغيرات النموذج المقترح

أدى تطور أساليب تحليل السلاسل الزمنية إلى إيجاد طرق دقيقة للتنبؤ والحصول من خلالها على نتائج تساعد على اتخاذ قرارات سليمة تؤدي إلى تحليل سليم للمتغيرات والعلاقات الاقتصادية، ومن ثم يمكن تجنب الآثار العكسية لعملية التحليل غير الدقيق لتلك السلاسل الزمنية. ومن أجل ذلك سيبدأ التحليل بالتطرق إلى مفهوم استقرار السلاسل الزمنية وإبراز الاختبارات الفاحصة لها، ويعد شرط الاستقرار أساسيا في دراسة وتحليل السلاسل الزمنية، إذ ما لم تكن هذه السلاسل مستقرة فإنه لن يتم الحصول على نتائج سليمة ومنطقية كقيمة (R^2) أو قيمة إحصاءة (t) والتي تكون أعلى مما هي عليه، أو إحصاءة (DW) التي ستكون أقل مما هي عليه.

تهدف دراسة السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة إلى معرفة طبيعة التغيرات التي حدثت في الفترات الزمنية السابقة، والتي يتم من خلال تحليلها التحكم في التغيرات التي تطرأ على السلسلة الزمنية مستقبلا¹. وعند القيام بتقدير العلاقة بين متغيرات الدراسة نجد أن علاقة الانحدار بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة قد يوصلنا إلى نتائج زائفة، وأن المعلمات المقدرة، والاختبارات الإحصائية التي تستخدم سلاسل زمنية غير ساكنة تؤدي إلى نتائج غير سليمة. ولا يمكن الاطمئنان إلى نتائج الاستدلال الإحصائي عند تجاهل خصائص السلاسل الزمنية من زاوية السكون قبل إجراء الانحدار². بالإضافة إلى خطورة الاعتماد على قيمة المتوسط في التنبؤ، لأن في حالة وجود اتجاه عام متزايد فإن القيمة المتوسطة تعطي قيماً أقل من الواقع، وفي حالة وجود اتجاه عام متناقص فإن القيمة المتوسطة تعطي قيماً أعلى من الواقع³.

1.3.5- مفهوم استقرارية (سكون) السلاسل الزمنية

تستقر السلسلة الزمنية إذا تذبذبت قيمها حول وسط حسابي ثابت، وتباين وتغاير (تباين مشترك) مستقلين عن الزمن⁴. كما يقال عن سلسلة زمنية أنها ذات معنى واسع للاستقرار (Wilde sense stationarity)، أو ذات تباين مشترك مستقر إذا كان وسطها وتباينها وتغايرها كلها ثابتة عبر الزمن. إذا:⁵

- التذبذب حول متوسط حسابي ثابت عبر الزمن؛ $E(Y_t) = \dots = E(Y_{t+k}) = \mu$
- ثبات التباين عبر الزمن؛ $Var(Y_t) = E[Y_t - E(Y_t)]^2 = Var(Y_{t+k}) = \sigma$
- أن يكون التغاير بين أي فجوتين لنفس المتغير معتمدا على الفجوة الزمنية بين القيمتين، وليس على القيمة الفعلية للزمن الذي يحسب عند التغاير؛

¹-أموري هادي كاظم الحساوي، 2002، طرق القياس الاقتصادي، دار وائل للنشر، الأردن، ص397.

²حمانى محمد ادريوش، 2013، إشكالية التشغيل في الجزائر: محاولة تحليل، أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية، فرع اقتصاد التنمية، جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان، الجزائر، ص 245.

³إبراهيم نعمة الله البيخيت إبراهيم، مرجع سابق، ص15.

⁴-Melard Guy، (1991)، Méthodes de prévision à court terme، Edition Ellipses، Bruxelles، P282.

⁵سعید هتهات، 2006، دراسة اقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر، مذكرة ماجستير غير منشورة، علوم اقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، ص ص 137-138.

$$Cov(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] = Cov(Y_{t+k}, Y_{t+k+s})$$

2.3.5- اختبار معنوية معاملات دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الزمنية

تستقر السلسلة الزمنية إذا كانت معاملات دالة ارتباط ρ_k معنوية لا تختلف عن الصفر من أجل كل $k > 0$ ، ويتحقق

$$t_{\alpha/2} = t_{0.05/2} = t_{0,025} = 1.96, \left[0, \pm \frac{t_{\alpha/2}}{\sqrt{n}}\right]: \text{ إلى مجال الثقة: } \rho_k \text{ تنتمي}$$

$$\pm 1.96 \sqrt{1/46} = \pm 0.289 \text{، فيكون مجال الثقة: } n = 46 \text{، وعدد المشاهدات}$$

أولاً: تحليل دوال الارتباط الذاتي لسلاسل متغيرات الدراسة

توضح دالة الارتباط الذاتي لسلسلة زمنية الارتباط الموجود بين المشاهدات لفترات مختلفة، وهي ذات أهمية بالغة في إبراز بعض الخصائص الهامة للسلسلة الزمنية حيث نقوم عملياً بتقدير دالة الارتباط الذاتي للمجتمع بواسطة دالة الارتباط الذاتي للعينة. ونقول عن سلسلة أنها مستقرة إذا كان معامل الارتباط الذاتي يساوي معنويًا الصفر لأي فجوة أكبر من الصفر، أي أنه في هذه الحالة يجب أن تتخفف الارتباطات الذاتية بسرعة كلما ارتفع k . علماً أن دالة الارتباط الذاتي هي:

$$t=1,2,3, \dots, T, \hat{\rho}(k)_k = \frac{\sum_{t=k+1}^T (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2} = \frac{\hat{\gamma}(k)}{\hat{\gamma}(0)}$$

$$\hat{\gamma}(k) = \frac{\sum_{t=k+1}^T (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{T-k} \text{ حيث:}$$

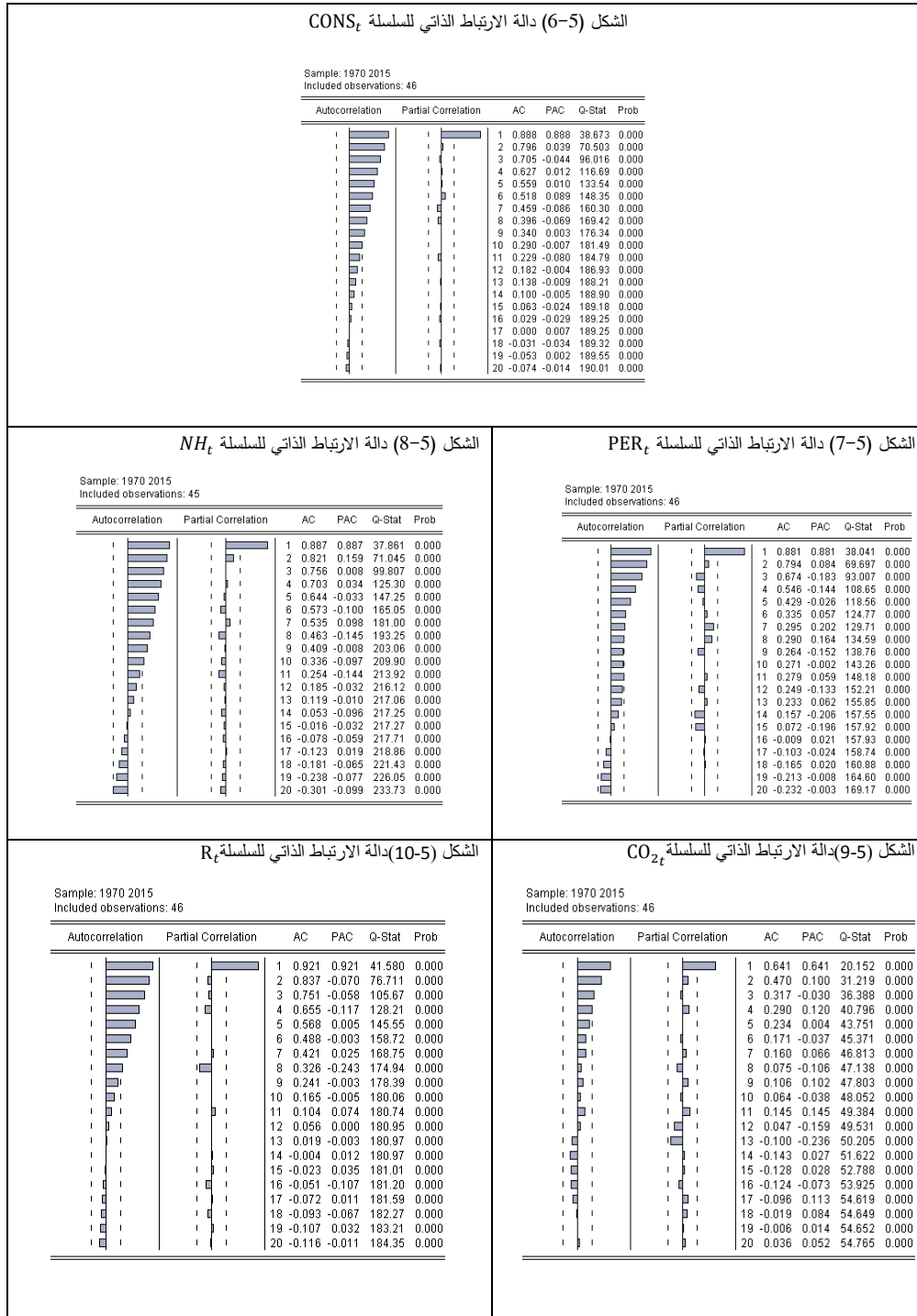
وأن T تمثل حجم العينة و k هو طول الفجوة الزمنية، في حين أن: $\rho(k) \in [-1, 1]$.

وعند تحليل دوال الارتباط الذاتي لسلسلة زمنية فإن السؤال الذي يطرح هو تحديد $\rho(k)$ التي تكون معنوية تختلف عن الصفر، بمعنى اختبار الفرضيتين: الصفرية $H_0: \rho(k) = 0$ والبديلة لها $H_1: \rho(k) \neq 0$ ، إذ نستطيع استعمال معامل الارتباط الذي يركز على إحصاءة ستيودنت¹. ومن خلال الأشكال لدوال الارتباط الذاتي أدناه للمتغيرات قيد الدراسة نصل إلى النتائج التالية:

¹محمد شيخي، مرجع سابق، ص 204.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
 باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

الأشكال (6،5 ← 10) دوال الارتباط الذاتية للسلاسل الزمنية قيد الدراسة



المصدر: مخرجات برنامج EViews9 بناء على بيانات المتغيرات المدرجة في نموذج الدراسة

1- تحليل نتائج دوال الارتباط الذاتي بيانيا

- نلاحظ من خلال دالة الارتباط للسلسلة الزمنية $CONS_t$ أن المعاملات المحسوبة للفجوات $k = 1, 2, \dots, 9$ هي خارج مجال الثقة، أي أنها تختلف معنويا عن الصفر.
- نلاحظ من خلال دالة الارتباط للسلسلة الزمنية PER_t أن المعاملات المحسوبة للفجوات $k = 1, 2, \dots, 5$ هي خارج مجال الثقة، أي أنها تختلف معنويا عن الصفر.
- نلاحظ من خلال دالة الارتباط للسلسلة الزمنية NH_t أن المعاملات المحسوبة للفجوات $k = 1, 2, \dots, 10$ هي خارج مجال الثقة، أي أنها تختلف معنويا عن الصفر.
- لدينا من خلال دالة الارتباط للسلسلة الزمنية CO_2_t أن المعاملات المحسوبة للفجوات $k = 1, 2, \dots, 4$ هي خارج مجال الثقة، أي أنها تختلف معنويا عن الصفر.
- نلاحظ من خلال دالة الارتباط للسلسلة الزمنية R_t أن المعاملات المحسوبة للفجوات $k = 1, 2, \dots, 8$ هي خارج مجال الثقة $(\rho_{k(1,2,3,4,5)} \neq 0)$ ، أي أنها تختلف معنويا عن الصفر.

ومن خلال تحليل النتائج لدوال الارتباط الذاتي بيانيا، نلاحظ أن المعاملات المحسوبة لأي دالة ذاتية من أجل عدد من الفجوات المختلفة k تختلف معنويا عن الصفر عند مستوى الدلالة 5% (خارج مجال الثقة) $\left[\frac{-1.96}{\sqrt{T}}, \frac{1.96}{\sqrt{T}} \right]$ ، أي تتناقص بوتيرة بطيئة نحو الصفر. ولتأكيد ذلك كليا يمكن استخدام اختبار Ljung-Box (وتسمى Box-Pierce المعدلة) وهي صالحة الاستعمال لأحجام مختلفة من العينات سواء كانت صغيرة أم كبيرة¹.

2- تحليل النتائج بإجراء الاختبار المشترك لـ Ljung-Box

يستخدم اختبار Ljung-Box للدراسة الكلية لمعنوية معاملات دالة الارتباط الذاتي ρ_k^2 ، توافق إحصائية LB المحسوبة القيمة الأخيرة للعمود Q-Stat في الأشكال أعلاه، وتتبع إحصائية LB إحصائية Chi-Deux، حيث:

$$=Q_C = LP = T(T + 2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}^2(k)}{T-k} \rightarrow \chi^2(K)$$

بمعنى أن الإحصاءة Q_C تنتوزع توزيع χ^2 بدرجة حرية K ونسبة معنوية α .

- إذا كان $Q^* > \chi^2(K)$ نرفض الفرضية الصفرية القائلة بأن كل معاملات الارتباط الذاتي مساوية للصفر، وبالتالي السلسلة غير مستمرة.

¹عبد القادر محمد عبد القادر عطية، (2004)، الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق، الدار الجامعية، مصر، ص 620.

²عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سابق، ص 654.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

- وإذا كان $Q^* < \chi^2(K)$ نقبل الفرضية الصفرية القائلة بأنه يوجد على الأقل معاملات ارتباط ذاتي يختلف معنويا عن الصفر، وبالتالي السلسلة مستمرة.

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_c = LB = 46(46 + 2) \sum_{k=1}^{20} \left(\frac{\hat{\rho}_k^2}{46-k} \right) \\ Q_t = \chi_{0.05}^2(20) = 31.410 \end{array} \right.$$

ومن الأشكال البيانية السابقة لمعاملات دوال الارتباط الذاتي لدينا:

وبالتالي فإن جميع القيم الإحصائية المحسوبة لاختبار Ljung-Box لمتغيرات الدراسة، وهي:

$$Q_{c02} = 54.765, Q_r = 184.73, Q_{nh} = 233.73, Q_{pert} = 16.17, Q_{cons} = 190.0155$$

وهي أكبر من إحصاء كاي تربيع الدرجة بدرجة حرية $K = 20$ ونسبة دلالة إحصائية $\alpha = 5\%$ ، حيث: $\chi_{0.05}^2(20) = 31.410$ مما يعني أنه يوجد على الأقل معامل ارتباط ذاتي واحد بالنسبة لكل سلسلة من متغيرات الدراسة يختلف جوهريا عن الصفر.

ومن نتائج اختبار Ljung-Box نستنتج أن جميع السلاسل الزمنية بها مشكلة الارتباط الذاتي للأخطاء، مما يسبب عدم استقرار هذه السلاسل الزمنية.

ثانيا: أهم اختبارات الكمية لجذر الوحدة UnitRoot tests

من المعلوم عند أهل الاختصاص أن الاختبارات الكمية لجذر الوحدة لا تسمح فقط بالكشف عن وجود صفة عدم الاستقرار (وجود مركبة الاتجاه العام)، بل تحدد أيضا نوع عدم الاستقرار، وحينها تحدد أحسن طريقة لجعل السلسلة الزمنية مستقرة¹، وهنا لا بد من التفريق بين نوعين من النماذج غير المستقرة وهي:

- النموذج (TS)Trend Stationary: وهي نماذج غير مستقرة، وتبرز عدم استقرارية تحديدية Deterministic، وتأخذ الشكل $Y_t = f(t) + \varepsilon_t$ ، حيث $f(t)$ هو كثير حدود للزمن، و ε_t عشويش أبيض، وأكثر هذه النماذج انتشارا هو النموذج: $Y_t = a_0 + a_1 t + \varepsilon_t$. ويمكننا جعله مستقرا بتقدير المعلمين \hat{a}_0 و \hat{a}_1 بطريقة المربعات الصغرى العادية، ثم حساب $Y_t - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 t$.
- النموذج (DS)Differency Stationary وهي نماذج غير مستقرة، وتبرز عدم استقرارية عشوائية Stochastic، وتأخذ الشكل $Y_t = Y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$. ويمكننا جعله مستقرا باستخدام الفروقات $\Delta^d Y_t = \beta + \varepsilon_t$ ، حيث β ثابت حقيقي و d هو رتبة الفروقات، وغالبا ما تستعمل الفروقات من الرتبة الأولى ($d=1$)، وتأخذ هذه النماذج شكلين، الأول: إذا

¹ - صحراوي سعيد، (2010)، محددات سعر الصرف: دراسة قياسية لنظرية تعادل القوة الشرائية والنموذج النقدي في الجزائر، مذكرة ماجستير غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية تخصص مالية دولية، جامعة تلمسان، الجزائر، ص 150.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

كانت $\beta = 0$ يسمى النموذج DS بدون مشتقة أو "نموذج السير العشوائي" Random Walk Model، والثاني: إذا كانت $\beta \neq 0$ ، يسمى النموذج DS بالمشتقة.

إن تهدف اختبارات جذر الوحدة إلى فحص خواص السلاسل الزمنية محل الدراسة، والتأكد من مدى سكونها، وتحديد رتبة تكامل كل متغيرة على حده¹، ومن هذه الاختبارات:

- اختبار ديكي-فولر (Dickey-Fuller (DF) (1979)؛
- اختبار ديكي-فولر الموسع (Dickey-Fuller-Augmenté (ADF) (1981)؛
- اختبار فيليبس-بيرون (Phillips-Perron (PP) (1988)؛
- اختبار Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) (1992).

1- اختبارات ديكي-فولر (Dickey-Fuller (1976, 1981)

يعتبر العمل الذي قدمه كل من ديكي وفولر (Dickey and Fuller, 1979 ; Fuller, 1976) ، من أقدم الأعمال التي وضعت لاختبار وجود جذر الوحدة في السلاسل الزمنية. والهدف الرئيس من هذه الاختبارات هو فحص فرض العدم $H_0: \phi = 1$ ، السلسلة تحوي جذر الوحدة، في العلاقة التالية²: $y_t = \phi y_{t-1} + \mu_t$ ، في مقابل الفرض البديل $H_1: \phi < 1$ ، السلسلة مستقرة .

ويفضل في التطبيق ألا تستعمل العلاقة السابقة، وتستعمل بدلها العلاقة أدناه، وذلك نظرا لسهولة الحساب

$$\Delta y_t = \psi y_{t-1} + \mu_t \quad \text{والتفسير:}$$

حيث أن اختبار $\phi = 1$ في العلاقة السابقة يكافئ اختبار $\psi = 0$ في هذه العلاقة $(\psi = \phi - 1)$.

ويعرف هذا الاختبار باختبار ديكي-فولر البسيط أو τ -tests ، وحسب ديكي وفولر فإنه يمكن إضافة ثابت، أو ثابت واتجاه عام معا إلى الطرف الأيمن في العلاقة السابقة عند إجراء الاختبار على النحو التالي:

$$\begin{cases} \Delta y_t = \psi y_{t-1} + \mu_t \dots \dots (1) \\ \Delta y_t = \psi y_{t-1} + c + \mu_t \dots \dots (2) \\ \Delta y_t = \psi y_{t-1} + c + bt + \mu_t \dots \dots (3) \end{cases}$$

ولاختبار مدى استقرار السلسلة الزمنية يستوجب ذلك حساب الإحصائية τ لكل من النماذج الثلاثة السابقة انطلاقا

$$\tau = \frac{\hat{\psi}}{SE(\hat{\psi})} \quad \text{من العلاقة التالية:}$$

¹عابدينعابدالعبدلي، (2007)، محددات الطلب على واردات المملكة العربية السعودية في إطار التكامل المشترك وتصحيح لخطأ،

مجلة مركز صالح عبد الله للمكاملات اقتصاد الإسلام، جامعة الأزهر، العدد 23، مصر، ص ص 18-19.

²Chris Brooks, **Introductory Econometrics for Finance**, second edition, Cambridge University Press, New York, 2008, P327.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

فان تبين أن $\tau \geq \tau_T$ (أي القيمة المحسوبة اكبر من أو تساوي القيمة الجدولة) فانه يتم قبول الفرضية الصفرية القائلة بوجود جذر وحدة في السلسلة المدروسة وبالتالي فهي غير مستقرة. إلا أن الاختبار أعلاه يفترض أن بواقي التقدير μ_t عبارة عن تشويش أبيض وأنها غير مرتبطة فيما بينها، بينما لا يوجد أي سبب يجعلها كذلك، وبذلك يصبح اختبار ديكي- فولر (DF) غير ملائم إذا وجدت مشكلة الارتباط الذاتي للأخطاء، لذا نلجأ لاستخدام ما يسمى باختبار ديكي- فولر الموسع (ADF).

من أشهر اختبارات جذر الوحدة هو اختبار ديكي فولر الموسع (ADF,1981)¹، ويفضل تطبيقه لأنه يستخدم في نماذجه الفروق ذات الفجوات الزمنية للتخلص من مشكلة الارتباط الذاتي للأخطاء، ولضمان صحة هذا الافتراض جاء اختبار ديكي فولر الموسع ليضيف عددا مناسباً من حدود الفروق المبطة إلى الطرف الأيمن من المعادلات الثلاثة السابقة لتصحيح على النحو التالي:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta y_t = \psi y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \alpha_i \Delta y_{t-j+1} + \mu_t \dots \dots \dots (4) \\ \Delta y_t = \psi y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \alpha_i \Delta y_{t-j+1} + c + \mu_t \dots \dots \dots (5) \\ \Delta y_t = \psi y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \alpha_i \Delta y_{t-j+1} + c + bt + \mu_t (6) \end{array} \right.$$

ويجرى هذا الاختبار بطريقة مشابهة لاختبار ديكي- فولر البسيط (DF). ويتم تعيين طول الفجوة الزمنية ρ باستعمال أحد المعيارين Akaike أو Schwarz².

أ) نتائج اختبار ديكي- فولر الموسع ADF على السلاسل الزمنية

للكشف عن مركبة الاتجاه العام وتحديد الطريقة المناسبة لجعل السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة مستقرة، والمتمثلة في: الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر، الفاقد في الكهرباء، حجم السكان السنوي، انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ومتوسط الدخل الفردي السنوي، تم اختبار عدم استقرار هذه السلاسل باستعمال برمجية Eviews وفق منهجية ديكي- فولر الموسع فكانت النتائج على النحو التالي:

¹ شفيق عريش وآخرون، 2011، اختبارات السببية والتكامل المشترك في تحليل السلاسل الزمنية، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 33، العدد 5، ص 83-84.

² Régis Bourbonnais, Econométrie, 5^{ème} édition, Dunod, Paris, 2004, P234.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الجدول (5-2) نتائج تقدير النموذج (03) لاختبار ADF للسلاسل الزمنية

| المتغيرات في المستوى | الإحصاءة τ_c | النموذج | القرار |
|----------------------------------|--------------------|---------|---|
| CONS _t | 4.983 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS |
| PER _t | 0.067 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS |
| NH _t | -1.360 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS |
| R _t | 2.173 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS |
| CO ₂ | 0.781 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS |
| (.) القيمة المجدولة لإحصائية ADF | | | |

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برمجية EViews 9 بناء على الملحق (1).

يتضح من خلال اختبار ديكي-فولر الموسع ADF أن عدد التباطؤات التي يكون من خلالها معيار AIC أصغر ما يمكن هو p ، ومن خلال حساب الإحصائية τ_c لكل من النماذج الثلاثة للاختبار ADF، كما هو مبين في الجدول (3-5) ومقارنتها بنتائج القيم المجدولة التي بين قوسين نجد أن القيم المحسوبة في كل المتغيرات قيد الدراسة أكبر من القيم المجدولة المقابلة لها.

(ب) اتخاذ القرارات

تبين لنا نتائج اختبار ADF أن جميع السلاسل الزمنية المدروسة تحتوي على جذر وحدة، ومن ثم يتم قبول الفرضية الصفرية التي تنص على أن كل هذه السلاسل الزمنية غير مستقرة عند مستوى الدلالة 5% وهي من نوع DS. ولإزالة عدم الاستقرار (مركبة الاتجاه العام) نفضل في هذه الحالة القيام بحساب الفروقات من الرتبة الأولى ($d=1$).

2- اختبار فيليبس - بيرون Phillips-Perron (P-P)

تفادي العيوب اختبار ديكي فولر، جاء اختبار فيلبس بيرون والذي يتميز عن الاول بأنه يأخذ في الاعتبار التغيرات الهيكلية للسلسلة الزمنية، والفروق الأولى لها، ولا يحتوي على قيم مبطأة للفروق، كما يسمح بوجود متوسط يساوي الصفر واتجاه خطي للزمن¹.

¹Harris, Richard Harris & Sollis, Richard. **Sollis, Robert Applied Time Series Modelling and Forecasting**, John Wiley and Sons Ltd, England. 2003.p 50.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

يفترض هذا الاختبار طريقة غير معلمية لتصحيح وجود الارتباط الذاتي في بواقي معادلة اختبار جذر الوحدة¹، حيث يسمح بإلغاء التحيزات الناتجة عن المميزات الخاصة للتذبذبات العشوائية، فهو يعتمد على نفس توزيعات الاختبارين (DF) و(ADF)². ويتم في أربع خطوات:

1- تقدير النماذج الثلاثة الأساسية لاختبار ديكي-فولر باستعمال طريقة المربعات الصغرى العادية مع حساب الإحصاءات المرتبطة بها.

2- تقدير تباين المدى القصير: $\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2$ حيث e_i يمثل باقي التقدير.

3- تقدير معامل التصحيح s_t^2 (المسمى بالتباين طويل المدى) المحدد انطلاقاً من بنية التباينات المشتركة لبواقي النماذج المقدر مسبقاً، حيث:

$$s_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2 + 2 \sum_{i=1}^l \left(1 - \frac{i}{l+1}\right) \frac{1}{n} \sum_{t=i+1}^n e_t e_{t-i} \dots \dots \dots (5)$$

ولتقدير هذا التباين يجب تحديد عدد التأخيرات l (truncature de Newey-West) المقدر بدلالة عدد المشاهدات

$$l \approx 4 \left(\frac{n}{100}\right)^{2/9} : n$$

$$t_{\hat{\phi}}^* = \sqrt{k} \times \frac{(\hat{\phi} - 1)}{\hat{\sigma}_{\hat{\phi}}} + \frac{n(k-1)\hat{\sigma}_{\hat{\phi}}}{\sqrt{k}} : \text{PP} \text{ حساب إحصائية فيليبس - بيرون}$$

مع $k = \frac{\hat{\sigma}^2}{s_1^2}$. تقارن هذه الإحصائية مع القيم الحرجة لجدول ماك كينون. فإذا تبين أن PP أكبر من القيمة

المجدولة فنقول عن السلسلة أنها تحتوي على جذر الوحدة وبالتالي فهي غير مستقرة.

(أ) نتائج اختبار فيليبس - بيرون PP على السلاسل الزمنية

بداية يجب تحديد فترات التباطؤ، حيث: $Z \approx 4 \left(\frac{n}{100}\right)^{2/9} = 4 \left(\frac{46}{100}\right)^{2/9} \approx 3$ ، وبالتالي يمكن اختبار عدم استقرار السلاسل الزمنية قيد الدراسة وفق منهجية PP. وبعد استعمال برمجية Eviews تم الحصول على النتائج الواردة في الجدول (4-5)، ومن خلال حساب الإحصائية PP_c للاختبار فيليبس-بيرون، كما هو مبين في الجدول السابق ومقارنتها بنتائج القيم المجدولة التي بين قوسين نجد أن القيم المحسوبة في كل المتغيرات قيد الدراسة أكبر من القيم المجدولة المقابلة لها.

¹عبد الجليل هجيره، (2012)، أثر تغيرات سعر الصرف على الميزان التجاري - دراسة حالة الجزائر -، مذكرة ماجستير غير منشورة، العلوم الاقتصادية، تخصص مالية دولية، جامعة تلمسان، الجزائر، ص 154.

²محمد شيخي، 2012، طرق الاقتصاد القياسي - محاضرات وتطبيقات، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، ص 146.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الجدول (3-5) نتائج تقدير النموذج (03) لاختبار PP للسلاسل الزمنية

| المتغيرات في المستوى | الإحصائية | النموذج | القرار |
|---------------------------------|--------------------|---------|--|
| CONS _t | 5.028 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة من نوع DS |
| PER _t | 0.130 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة من نوع DS |
| NH _t | -1.380 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة من نوع DS |
| R _t | 2.326 (-1.948) | 4 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة من نوع DS |
| CO ₂ | -3.314 (-2.928) | 5 | قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة من نوع DS |
| (.) القيمة المجدولة لإحصائية PP | | | |

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برمجية 9 Eviews، وبناء على الملحق (1).

(ب) اتخاذ القرارات

تبين لنا نتائج اختبار PP أن جميع السلاسل الزمنية المدروسة تحتوي على جذر وحدة، ومن ثم يتم قبول الفرضية الصفرية التي تنص على أن كل هذه السلاسل الزمنية غير مستقرة عند مستوى الدلالة 5% وهي من نوع DS. ولإزالة عدم الاستقرار (مركبة الاتجاه العام) نقوم بحساب الفروقات من الرتبة الأولى (d=1).

3- اختبار Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin -KPSS (1992)

يهدف هذا الاختبار إلى التحقق من استقرار السلسلة، حيث يركز على فرضية انعدام الاستقرار بعد تقدير

النموذجين الثاني والثالث، ثم نحسب المجموع الجزئي للبواقي $S_t = \sum_{i=1}^t e_i$ ونقدر التباين S_t^2 كما هو الحال في اختبار

$$\text{فليبس - بيرون}^1، \text{ ونحسب إحصائية مضاعف لاغرانج LM حيث: } LM = \frac{\sum_{i=1}^m S_t^2}{S_t^2 n^2}$$

- الفرضية الصفرية: $\phi = 1$ ، إذا كانت $|LM_c| < |LM_r|$ ، تكون السلسلة الزمنية مستقرة.

- الفرضية البديلة: $\phi = 1$ ، إذا كانت $|LM_c| > |LM_r|$ ، يكون القرار عدم استقرار السلسلة الزمنية.

¹-بنا أحمد، (2006)، النمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة (1988:10 - 2007:03)، العلوم الاقتصادية

تخصص الاقتصاد الكمي، جامعة الجزائر، ص 82.

²- سعيد هتهات، مرجع سبق ذكره، ص 281.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

أ) نتائج اختبار KPSS على السلاسل الزمنية

الجدول (4-5) نتائج تقدير النموذج (03) لاختبار KPSS للسلاسل الزمنية

| القرار | إحصائية LM بوجود | | المتغيرات في المستوى |
|--|------------------|------------------|----------------------|
| | ثابت واتجاه عام | ثابت | |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS | 0.173 (0.146) | 0.868 (0.463) | CONS _t |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS | 0.088 (0.146) | 0.711 (0.463) | PER _t |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS | 0.116 (0.146) | 0.733 (0.463) | NH _t |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS | 0.182 (0.146) | 0.741 (0.463) | R _t |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة غير مستقرة ومن نوع DS | 0.160 (0.146) | 0.710 (0.463) | CO ₂ |
| (.) القيمة المجدولة لإحصائية KPSS | | | |

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برمجية EViews 9، وبناء على الملحق (1).

بداية يجب تحديد فترات التأخير m ، حيث: $m = 5(n)^{0.25} = 5(46)^{0.25} \approx 13$ ، وبالتالي يمكن اختبار عدم استقرار السلاسل الزمنية قيد الدراسة وفق منهجية KPSS. وبعد استعمال برمجية Eviews تم الحصول على النتائج الواردة في الجدول (5-5)، ومن خلال حساب الإحصائية LM_c للنموذجين (2) و(3) للاختبار KPSS، كما هو مبين في الجدول السابق ومقارنتها بنتائج القيم المجدولة التي بين قوسين نجد أن القيم المحسوبة في كل المتغيرات قيد الدراسة أكبر من القيم المجدولة المقابلة لها.

ب) اتخاذ القرارات

تبين لنا نتائج اختبار KPSS أن جميع السلاسل الزمنية المدروسة تحتوي على جذر وحدة، ومن ثم يتم قبول الفرضية الصفرية التي تنص على أن كل هذه السلاسل الزمنية غير مستقرة عند مستوى الدلالة 5% وهي من نوع DS. ولإزالة عدم الاستقرار (مركبة الاتجاه العام) نقوم بحساب الفروقات من الرتبة الأولى ($d=1$). وكنتيجة نهائية، من خلال تطبيق أدوات الاختبار الإحصائية الكيفية: اختبار معاملات دالة ارتباط ρ_k ، واختبار Ljung-Box، والاختبارات الكمية: اختبار AD، واختبار PP، واختبار KPSS تم قبول الفرضية الصفرية التي تنص على أن السلسلة الزمنية بالنسبة لكل المتغيرات قيد الدراسة غير مستقرة عند مستوى الدلالة 5% ومن نوع DS.

4.5- إزالة حالة عدم السكون من السلاسل الزمنية الأصلية قيد الدراسة

توصلت نتائج الاختبارات المطبقة في دراسة مدى استقرارية السلاسل الزمنية الأصلية إلى عدم استقرار كل هذه السلاسل. وللتخلص من عدم سكون سلسلة زمنية ما ينصح باستخدام الأساليب الإحصائية والرياضية التالية:
أ- إضافة متغير الزمن إلى التحليل المتعدد، لإزالة الاتجاه العام، أو إضافة متغير وهمي لإزالة الأثر الموسمي؛
ب- تحويل البيانات بتحويل لوغاريتمي أو آسي، الذي يعتبر من أفضل الطرق المستخدمة في حالة انحدار غير خطي؛
ت- استخدام طريقة الفروق للسلسلة حيث يتم الحصول على الفروق من الرتبة الأولى أو الثانية وهكذا...، حتى يتم الحصول على سلسلة ساكنة، ويقال عنها أنها متكاملة من الرتبة d ¹.

وأحسن طريقة عملية لإزالة حالة عدم الاستقرارية هي إجراء الفروقات من الرتبة الأولى أو من الرتبة الثانية حسب نتائج الاختبارات الإحصائية وتصبح السلاسل الزمنية الجديدة هي $D(Y_t)$ ، حيث: $D(Y_t) = Y_t - Y_{t-1}$ ، ونعيد إجراء الاختبارات الإحصائية السابقة:

1.4.5. دراسة وصفية لبيانات سلاسل الفروقات من الرتبة الأولى

فقدت السلاسل الزمنية مشاهدة واحدة بعد تطبيق الفروقات من الرتبة الأولى لتصبح 45 مشاهدة فقط، ومن ملاحظة بيان كل سلسلة زمنية قيد الدراسة نجد أنها أخذت شكلا يختلف عن شكله الأصلي، حيث أصبح موازيا لمحور الفواصل مما يستنتج مبدئيا أن كل هذه السلسلة اتسمت بالاستقرار عبر الزمن.

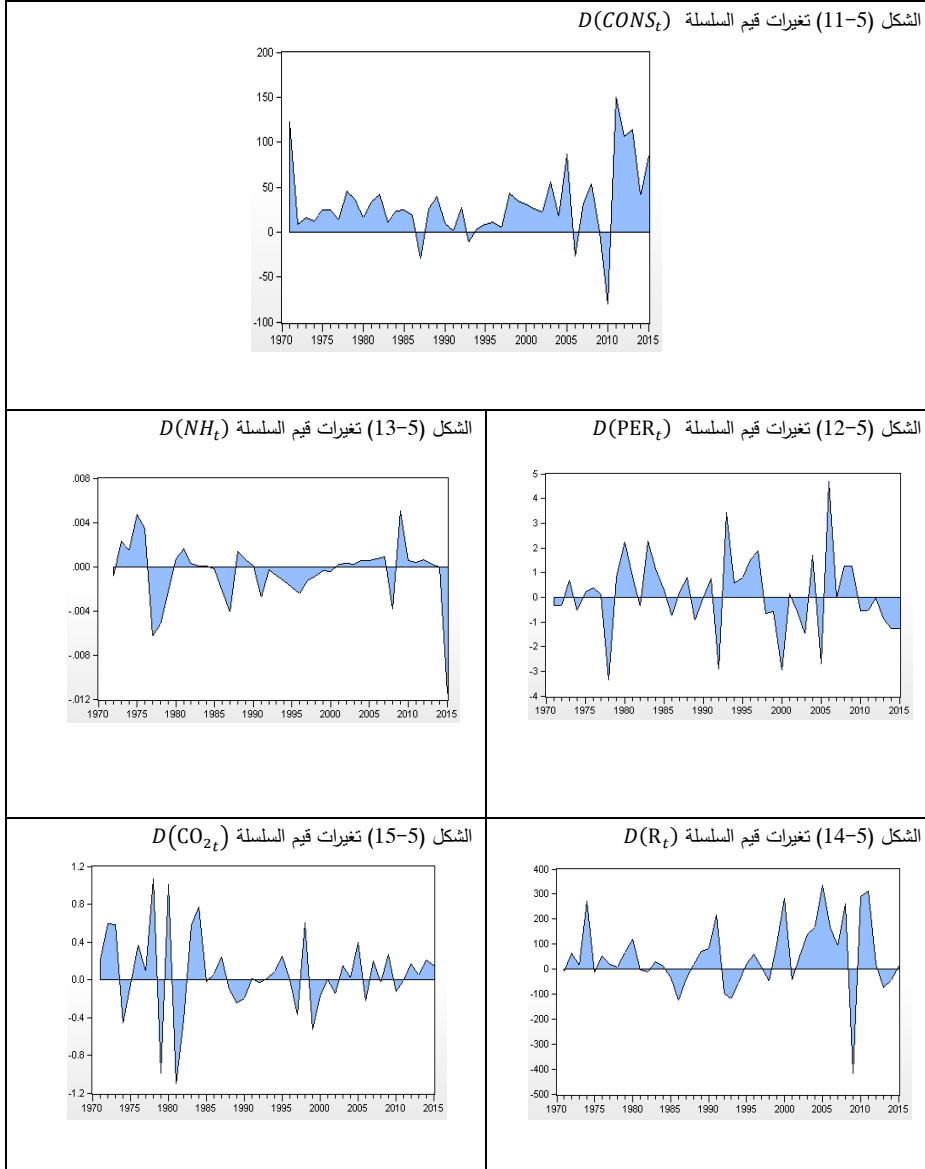
أولاً: الأشكال البيانية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى

الهدف الرئيس هو معرفة طبيعة التغيرات التي تطرأ على قيم سلاسل الفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة في الجزائر خلال الفترة الزمنية المحددة لهذا العمل من أجل استخراج القيم المتوقعة لهذه الظواهر. وقد تم الحصول على التمثيلات البيانية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى، وفقا للمعادلة العامة $DY = g(t)$ ، فكانت الأشكال على النحو التالي:

¹عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سابق، ص 649.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
 باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

الأشكال (5، 11، 15) التمثيلات البيانية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى



المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على برمجية EViews وبناء على بيانات سلاسل الفروقات الأولى

ثانيا: تحليل نتائج الدراسة الوصفية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى

من خلال التمثيلات البيانية للسلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى السابقة، ومن اختبار التوزيع الطبيعي يمكن

إدراج بعض النتائج الهامة على النحو التالي:

1- بالنسبة لجميع السلاسل الزمنية المشتقة: $D(CONS_t)$ ، $D(PER_t)$ ، $D(NH_t)$ ، $D(R_t)$ و $D(CO_2_t)$ نلاحظ

أنها قد أخذت أشكالا موازية للمحاور الأفقية، مما يدل على غياب مركبة الاتجاه العام في كل هذه السلاسل الزمنية المشتقة.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

2- توزيع بيانات السلاسل الزمنية توزيعا طبيعيا: يمكن التأكد من أن جميع السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة تتوزع توزيعا طبيعيا عند مستوى الدلالة 5% اعتمادا على اختبار Jarque-Bera، وذلك من خلال حساب القيم الإحصائية للاختبار المذكور بالنسبة للسلاسل $D(CO_{2t})$ ، $D(R_t)$ ، $D(NH_t)$ ، $D(PER_t)$ ، $D(CONS_t)$ ، وهي على التوالي: 2.504، 2.162، 0.819، ومقارنتها بالقيمة الحرجة $\chi^2_{0.05}(2) = 5.99$ نجد أن هذه الأخيرة أصغر من القيم المحسوبة للسلاسل $D(CO_{2t})$ و $D(PER_t)$ و $D(R_t)$. وبالتالي فهي سلاسل بياناتها تتبع التوزيع الطبيعي. بينما القيم المحسوبة للسلسلتين $D(NH_t)$ و $D(CO_{2t})$ فهما 3555، 11.110 وهما أكبر من القيمة الحرجة 5.99، فيكون القرار في هذه الحالة أننا نرفض الفرضية الصفرية ونقبل الفرضية البديلة لها التي تنص على أن بيانات هتين السلسلتين لا تتبع التوزيع الطبيعي عند مستوى الدلالة 5%.

نستنتج من التحليل السابق أن جميع السلاسل الزمنية المشتقة للفروقات من الرتبة الأولى تتسم مبدئيا بالاستقرار، وأن بياناتها تتبع التوزيع الطبيعي.

2.4.5- دراسة استقرارية السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى

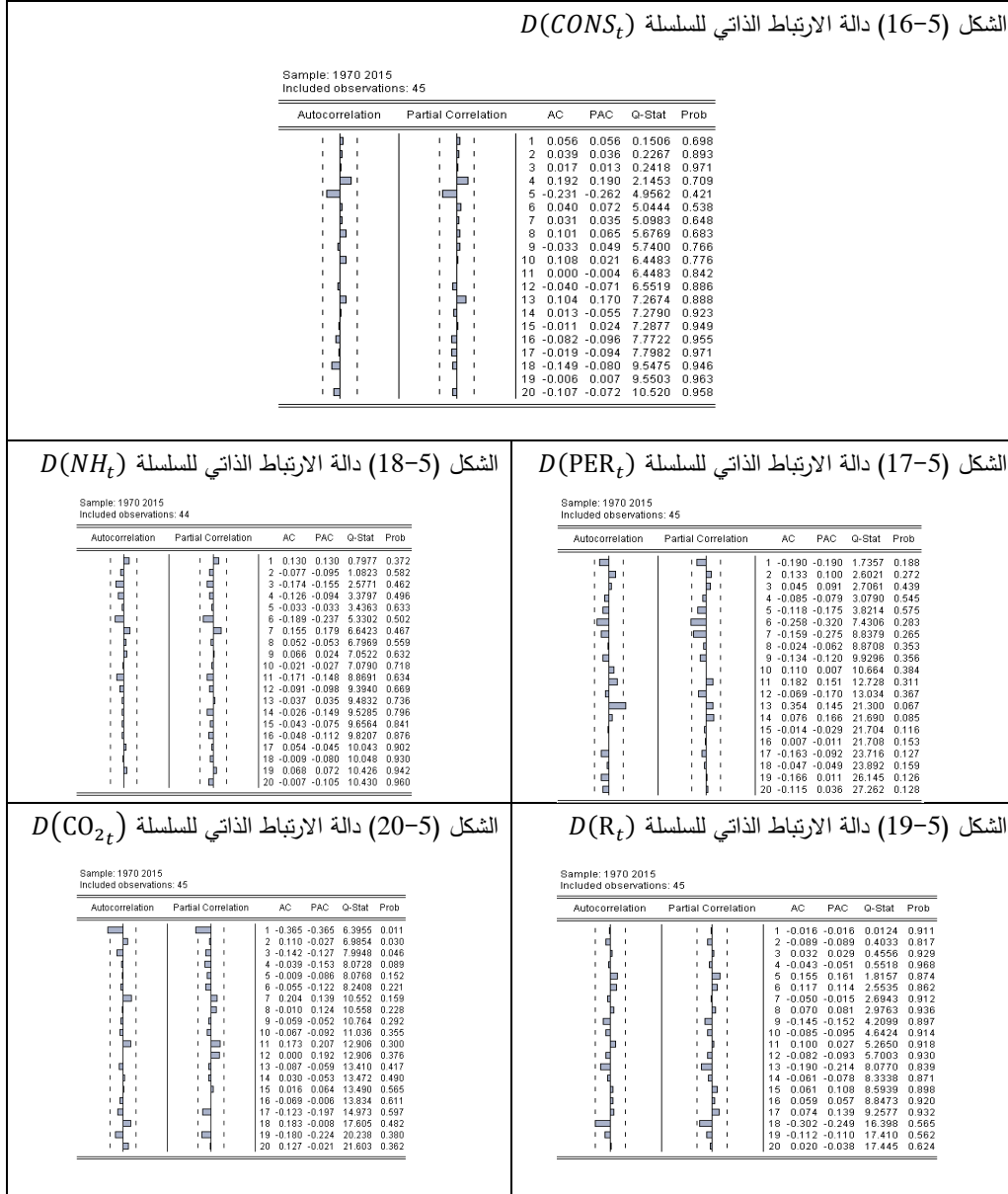
أولا: الاختبارات الكيفية لسلاسل الفروقات من الرتبة الأولى

1- اختبار معاملات دالة ارتباط ذاتي ρ_k

لقيام بعملية النمذجة، لا بد أولا من دراسة استقرارية سلاسل الفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة من خلال الأشكال البيانية لمعاملات الارتباط الذاتي المدرجة أدناه، إذ نلاحظ من التمثيلات البيانية المذكورة سلفا أن هذه السلاسل الزمنية، المتمثل في: $D(CO_{2t})$ ، $D(PER_t)$ ، $D(NH_t)$ ، $D(R_t)$ ، و $D(CO_{2t})$ ، لا تحتوي على اتجاه عام كونها تتذبذب حول وسط حسابي ثابت، بالإضافة إلى أنه اعتمادا على نفس الأسلوب المتبع سابقا لدينا مجال الثقة لمعاملات دالة ارتباط: $\rho_k \in \left[0 \pm \frac{t_{\alpha/2}}{\sqrt{n}}\right] = \pm 1.96\sqrt{1/45} = \pm 0.292$ ، حيث $t_{\alpha/2} = t_{0.05/2} = t_{0.025} = 1.96$ ؛ وعدد المشاهدات $n = 45$ ، وهو ما يبين أن جميع معاملات الارتباط هي داخل مجال الثقة $[-0.292, 0.292]$ كما هو مبين في التمثيلات البيانية أدناه، مما يعني أن جميع السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة مستقرة عند مستوى الدلالة 5%.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

الأشكال (5، 16 ← 20) دوال الارتباط الذاتي لسلاسل الفروقات الأولى



المصدر: مخرجات برنامج EViews بناء على بيانات سلاسل الفروقات من الرتبة الأولى

2- اختبار Ljung-Box

يمكن تأكيد استقرار جميع السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة عند مستوى الدلالة 5% اعتمادا على اختبار Ljung-Box، وذلك من خلال حساب القيم الإحصائية للاختبار المذكور بالنسبة للسلاسل $D(CONS_t)$ ، $D(NH_t)$ ، $D(PER_t)$ ، $D(R_t)$ و $D(CO_{2t})$ والمتحصل عليها من القيم الأخيرة للعمود $Q-Stat$ وهي على التوالي: 10.520، 27.262، 10.430، 17.445، 21.603، ومقارنتها بالقيمة بالدرجة $\chi^2_{0.05}(20) = 31.41$ نجد أن هذه

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الأخيرة أكبر من القيمة المحسوبة، وبالتالي نقبل الفرضية الصفرية التي تنص فعلا على أن جميع هذه السلاسل مستقرة عند مستوى الدلالة 5%.

ثانيا: الاختبارات الكمية (اختبارات جذر الوحدة)

نعيد تطبيق اختبارات جذر الوحدة للكشف عن طبيعة السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة على السلاسل الزمنية الأصلية:

1- اختبار ديكي-فولر (Dickey-Fuller (ADF)

(أ) نتائج اختبار السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى

حتى تكون السلاسل الزمنية لفروقات الرتبة الأولى قيد الدراسة مستقرة، والمتمثلة في: $D(CONS_t)$ ، $D(PER_t)$ ، $D(NH_t)$ ، $D(R_t)$ ، و $D(CO_2_t)$ ، تم اختبار عدم استقرارية هذه السلاسل باستعمال برمجية Eviews وفق منهجية ديكي- فولر الموسع فكانت النتائج على النحو التالي

الجدول (5-5) نتائج اختبار ADF للسلاسل الزمنية المشتقة

| القرار | النموذج | الإحصائية | متغيرات الفروق الأولى |
|-------------------------------------|---------|-----------------|-----------------------|
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 5 | -6.403 (-2.929) | $D(CONS_t)$ |
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 4 | -7.853(-1.948) | $D(PER_t)$ |
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 4 | -3.963(-1.948) | $D(NH_t)$ |
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 4 | -5.901(-1.948) | $D(R_t)$ |
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 4 | -9.340(-1.948) | $D(CO_2)$ |
| (.) القيمة المجدولة لإحصائية ADF | | | |

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برمجية EViews 9، وبناء على الملحق (2).

يتضح من خلال اختبار ديكي-فولر الموسع ADF أن عدد التباطؤات التي يكون من خلالها معيار AIC أصغر ما يمكن هو p ، ومن خلال الإحصاءات المحسوبة τ_c لكل السلاسل الزمنية لفروقات الرتبة الأولى، كما هو مبين في الجدول (5-6) ومقارنتها بنتائج القيم المجدولة التي هي بين قوسين نجد أن القيم المحسوبة في كل المتغيرات قيد الدراسة أصغر من القيم المجدولة المقابلة لها.

(ب) اتخاذ القرارات

تبين لنا نتائج اختبار ADF أن جميع السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة لا تحتوي على جذر وحدة، ومن ثم يتم رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة لها التي تنص على أن كل هذه السلاسل الزمنية مستقرة عند مستوى الدلالة 5%.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

2- اختبار فيليبس-بيرون (P-P) Phillips-Perron

حتى تكون السلاسل الزمنية لفروقات الرتبة الأولى قيد الدراسة مستقرة، والمتمثلة في: $D(CONS_t)$ ، $D(PER_t)$ ، $D(NH_t)$ ، $D(R_t)$ و $D(CO_2_t)$ ، تم اختبار عدم استقرار هذه السلاسل باستعمال برمجية Eviews وفق منهجية فيليبس-بيرون فكانت النتائج على النحو التالي:

(أ) نتائج اختبار السلاسل الزمنية لفروقات الرتبة الأولى

الجدول (5-6) نتائج اختبار PP للسلاسل الزمنية المشتقة

| القرار | النموذج | الإحصائية PP_c | متغيرات الفروق الأولى |
|-------------------------------------|---------|------------------|-----------------------|
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 5 | -6.403(-2.929) | $D(CONS_t)$ |
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 4 | -7.853(-1.948) | $D(PER_t)$ |
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 4 | -3.963(-1.948) | $D(NH_t)$ |
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 4 | -5.901(-1.948) | $D(R_t)$ |
| رفض الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 4 | -9.340(-1.948) | $D(CO_2)$ |
| (.) القيمة المجدولة لإحصائية PP | | | |

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برمجية EViews 9، وبناء على الملحق (2).

بداية يجب تحديد فترات التأخير l ، حيث: $l \approx 3 = (45/100)^{2/9} \approx 3$ ، وبالتالي يمكن اختبار عدم استقرار السلاسل الزمنية لفروقات الرتبة الأولى قيد الدراسة وفق منهجية فيليبس-بيرون PP باستعمال برمجية Eviews تم الحصول على النتائج الواردة في الجدول (7-5)، ومقارنتها بنتائج القيم الحرجة التي هي بين قوسين نجد أن القيم المحسوبة في كل المتغيرات قيد الدراسة أصغر من القيم المجدولة المقابلة لها.

(ب) اتخاذ القرارات

نتبين لنا نتائج اختبار PP أن جميع السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة لا تحتوي على جذر وحدة، ومن ثم يتم رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة لها، والتي تنص على أن كل هذه السلاسل الزمنية مستقرة عند مستوى الدلالة 5%.

3- اختبار Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)

(أ) نتائج الاختبار للسلاسل الزمنية لفروقات من الرتبة الأولى

حتى تكون السلاسل الزمنية لفروقات الرتبة الأولى قيد الدراسة مستقرة، والمتمثلة في: $D(CONS_t)$ ، $D(PER_t)$ ، $D(NH_t)$ ، $D(R_t)$ و $D(CO_2_t)$ ، تم اختبار عدم استقرار هذه السلاسل باستعمال برمجية Eviews وفق منهجية فيليبس-بيرون فكانت النتائج على النحو التالي:

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الجدول (5-7) نتائج اختبار KPSS للسلاسل الزمنية لفروقات الرتبة الأولى

| القرار | إحصائية LM_c بوجود | | متغيرات الفروق الأولى |
|--------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------|
| | ثابت واتجاه عام | ثابت | |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | 0.179(0.146) | 0.314(0.463) | D(CONS _t) |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | (0.146)0.058 | (0.463)0.256 | D(PER _t) |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | (0.146) 0.077 | (0.463) 0.100 | D(NH _t) |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | (0.146) 0.086 | (0.463) 0.173 | D(R _t) |
| قبول الفرضية الصفرية، السلسلة مستقرة | (0.146) 0.154 | (0.463) 0.215 | D(CO ₂) |
| (.) القيمة المجدولة لإحصائية KPSS | | | |

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برمجية EViews 9، وبناء على الملحق (2).

بداية لابد من تحديد فترات التأخير m ، حيث: $m = 5(n)^{0.25} = 5(45)^{0.25} \approx 13$ ، وبالتالي يمكن اختبار عدم استقرارية السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة وفق منهجية KPSS. وبعد استعمال برمجية EViews تم الحصول على النتائج الواردة في الجدول (8-5)، ومن خلال الإحصائيات المحسوبة LM_c للنموذجين (2) و(3) لاختبار KPSS ومقارنتها بنتائج القيم المجدولة التي هي بين قوسين نجد أن القيم المحسوبة في كل المتغيرات قيد الدراسة أصغر من القيم المجدولة المقابلة لها.

(ب) اتخاذ القرارات

تبين لنا نتائج اختبار KPSS أن جميع السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى قيد الدراسة لا تحتوي على جذر وحدة، ومن ثم يتم رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة لها التي تنص على أن كل هذه السلاسل الزمنية مستقرة عند مستوى الدلالة 5%.

وكنتيجة نهائية، من خلال تطبيق أدوات الاختبار الإحصائية الكيفية: اختبار معاملات دالة ارتباط ρ_k ، واختبار Ljung-Box، والاختبارات الكمية: اختبار ADF، واختبار PP، واختبار KPSS فإن كل السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى بالنسبة لكل المتغيرات الأصلية المدروسة مستقرة عند مستوى الدلالة 5%.

5.5- منهجية التكامل المشترك وتطبيق اختباراته على متغيرات الدراسة

يعتبر الثنائي (Clive Granger – Paul Newbold) أول من مهد لوضع أسس اختبار التكامل المشترك (Co-integration) سنة 1974 لحل مشكل الانحدار الزائف في حالة السلاسل غير المستقرة، وقد اعتمد العالمان على مقارنة منهجية Box Jenkins، إلا أن فكرتهما جعلت السلاسل الزمنية المدروسة تفقد معلومات في المدى الطويل¹.

في أواسط الثمانينات بدأت الآراء تتبلور لحل هذا المشكل، فظهرت تقنية التكامل المشترك في أعمال جرانجر (Granger) سنة 1983، ثم طورها الثنائي انجل-جرانجر (Engle-Granger) سنة 1987، وأعتبره العديد من الاقتصاديين كمفهوم جديد لقياس المتغيرات الاقتصادية، وله أهمية كبرى في مجال القياس الاقتصادي وتحليل السلاسل الزمنية².

اعتمدت دراسات (Engle-Granger) على سلسلتين زمنيتين فقط مما كان عائقاً أمام الدراسات متعددة المتغيرات، واعتبر هذا عجزاً في الطريقة، فاقترح كل من (Johansen) و (Stock-Watson) سنة 1988 أسلوباً جديداً يعتمد على مقدرات المعقولية العظمى، وفي سنة 1990 تم تطوير هذه المنهجية في دراسات (Johansen-Juselius)³، ثم قام (Johansen) بإعطاء فكرة أوضح عن هذه التقنية الجديدة سنة 1991⁴.

1.5.5- أساسيات حول مفهوم التكامل المشترك

لا يترتب عن استخدام السلاسل الزمنية غير المستقرة دوماً انحدار زائف، وإنما يمكن إنتاج علاقة تكامل مشترك بين هذه السلاسل تربط المدى القصير بالمدى الطويل والتحكم في الانحراف الذي يحدث لهذه العلاقة. وقد استخدم كل من انجل وجرانجر سنة 1987م التكامل المشترك لمعرفة خلو النموذج من العلاقات الزائفة، لأن معلمات النموذج الزائف لا تتصف بالثبات وأن الإحصاءات لا تتبع التوزيع الطبيعي⁵.

التكامل المشترك هو وجود علاقة توازنية بين السلاسل الزمنية في الأجل الطويل، على الرغم من وجود اختلال في الزمن القصير. فهو ينظر إلى هذه العلاقات التوازنية حتى وإن احتوت كل سلسلة زمنية على اتجاه عام عشوائي، لأنه في المدى الطويل ستتحرك هذه السلاسل في تقارب عبر الزمن ويكون الفرق بينهم ساكناً⁶.

¹- عبد الجليل هجيره، مرجع سابق، ص 156.

²- جنيدي مراد، مرجع سابق، ص 115.

³Johansen, S – Juselius, K, (1990), **Maximum Likelihood Estimation and Inference on Co-Integration with Applications to the Demand for Money**, Edition Ellipses, Bruxelles, PP 169-210.

⁴Johansen, S, (1991), **Estimation and Hypothesis Testing of Co-Integration Vectors in Gaussian Autoregressive Models**, Edition Ellipses, Bruxelles, PP 1551-1552.

⁵ Johnston, Jack and Di Nardo, (1997), **John Econometric Methods**, Fourth Edition, Mc caw, Hill Companies, Inc., p266.

⁶خلف الله أحمد محمد عربي، (2005)، اقتصاد قياسي متقدم، مطبعة جي تاون، السودان، ص67.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

وحتى نختبر ما إذا كان الانحدار المقدر من بيانات السلسلة الزمنية زائفاً أم لا يتعين على الباحث اختبار التكامل المتساوي¹. وتتلخص فكرة التكامل المشترك بين سلسلتين زمنيتين X_t ، Y_t في أنه إذا كانت السلسلتان متكاملتين من نفس الرتبة (d) ، أي: $\begin{cases} x_t \sim I(d) \\ y_t \sim I(d) \end{cases}$ فإن التوفيق الخطي لها تين السلسلتين يسمح بالحصول على سلسلة ذات رتبة تكامل أقل من رتبة تكامل السلسلتين، بمعنى:

$$\begin{cases} x_t \sim I(d) \\ y_t \sim I(d) \end{cases} \Rightarrow \alpha x_t + \beta y_t + u_t \sim CI(d, b) \dots \dots (*)$$

العلاقة (*) متكاملة من الرتبة (b) حيث: $d \geq b \geq 0$ ، وتسمى بدالة انحدار التكامل المشترك، و (α, β) هو شعاع الإدماج " Vector of Co-intégration".

في هذه الحالة يلزم إجراء اختبار التكامل المتساوي لكي نتحقق من فرض آخر هو: هل البواقي الناتجة عن تقدير انحدار السلسلة الأولى على الثانية (أو الثانية على الأولى) ساكنة؟ وإذا تحقق هذا الشرط فإن ذلك يعني وجود المكون الخطي الساكن وتسمى بمعادلة التكامل، ويعنى ذلك أيضاً أن هناك علاقة توازنية بين المتغيرين الأصليين في الأجل الطويل. وهنا نؤكد بوجود تكامل مشترك بين المتغيرات x_t, y_t, u_t على الرغم من أنها في الأصل غير ساكنة.

وإذا تحقق هذا الشرط يمكن استخدام السلاسل الأصلية في التقدير طالما أنها متساوية التكامل. فالشرط اللازم وليس الكافي هو أن تكون المتغيرات لها نفس رتبة التكامل ورتبتها أكبر من الصفر أو أن تشمل هذه السلاسل اتجاهها عاما محددا (deterministic trend) وهذا ما يكشفه لنا اختبار ADF³.

وفي الحالة العامة، وبوجود (k) متغيرة يكون لدينا: $x_t = (x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt})$ حيث: $x_{1t} \sim I(d_1)$ ، $x_{2t} \sim I(d_2)$ ، \dots ، $x_{kt} \sim I(d_k)$ ؛ ويوجد شعاع التكامل المتزامن $\alpha_i = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k)$ ذو بعد $(k, 1)$ ، فإن المتغيرات التي عددها (k) هي متكاملة وشعاع التكامل المتزامن هو α_i .

2.6.5-تطبيق اختبارات التكامل المشترك على السلاسل الأصلية

على ضوء نتائج اختبارات الاستقرار السابقة، تبين أن جميع المتغيرات المدروسة غير متكاملة في الأصل، وأنها ساكنة في الفروقات من الرتبة الأولى. لذا فإنها ستتقارب في المدى الطويل وهو ما يسمى التكامل المشترك. وتركز نظرية

¹ عبد القادر محمد عبد القادر عطية، مرجع سابق، ص 271.

² كنعان عبد اللطيف وآخرون، دراسة مقارنة في طرائق تقدير انحدار التكامل المشترك، المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية، العدد 33، 2012، ص 154.

³Luke Keele (2004), Not dust for Cointegration: Error Correction Model with stationary data department of politics and international Redaction Nuffield College and Oxford University, p50.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

هذا الأخير على تحليل السلاسل الزمنية غير الساكنة لتوليد مزيج خطي يتصف بالسكون في المدى الطويل. توجد عدة اختبارات إحصائية للتكامل المشترك، التي تستخدم لفحص درجة التكامل بين السلاسل الزمنية المعنية، ومن هذه الاختبارات:

أولاً: اختبار **Sargan-Bhargava (1983)**¹

يسمى أيضا اختبار التكامل المشترك لدرين واتسون (CRDW-Test)، ويعتبر اختبار سريع التطبيق يمكن استخدامه لمعرفة مدى تحقق تكامل مشترك بين المتغيرات، حيث يستند على إحصاءة $D.W$ المقدر في نموذج انحدار التكامل المشترك. وصياغة فرضية الاختبار كالتالي:²
الفرضية الصفرية: $H_0: d = 0$ ، إذا كان $CRDW_c < CRDW_t$ فلا توجد علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات؛
الفرضية البديلة: $H_1: d \neq 0$ ، إذا كان $CRDW_c > CRDW_t$ فلا توجد علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات.

في البداية يتم تقدير معادلة الانحدار طويلة المدى لكل متغيرة من متغيرات الدراسة والمتمثلة فيما يلي:

$$CONS_t = \alpha_0 + \alpha_1 PER_t + \alpha_2 NH_t + \alpha_3 R_t + \alpha_4 CO_{2t} + \varepsilon_{1t} \dots \dots (1)$$

$$PER_t = \alpha_0 + \alpha_1 CONS_t + \alpha_2 NH_t + \alpha_3 R_t + \alpha_4 CO_{2t} + \varepsilon_{2t} \dots \dots (2)$$

$$NH_t = \alpha_0 + \alpha_1 R_t + \alpha_2 CO_{2t} + \alpha_3 CONS_t + \alpha_4 PER_t + \varepsilon_{3t} \dots \dots (3)$$

$$R_t = \alpha_0 + \alpha_1 CO_{2t} + \alpha_2 CONS_t + \alpha_3 PER_t + \alpha_4 NH_t + \varepsilon_{4t} \dots \dots (4)$$

$$CO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 CONS_t + \alpha_2 PER_t + \alpha_3 NH_t + \alpha_4 R_t + \varepsilon_{5t} \dots \dots (5)$$

¹Sargan, J-Bhargava, A, (1983), Maximum Likelihood Estimation of Regression Models with First Order Moving Average Errors When the Root Lies on Unit Circle, Econometrica, Spain, P 801.

²-عابدينعابدالعبدلي، مرجع سابق، ص 23.

الجدول (5-8) نتائج اختبار التكامل المشترك لدرين واتسون CRDW – test

| القرار | CRDW _t | | | CRDW _c | النموذج |
|--|---|----------|----------|-------------------|---------|
| | 0.322=%10 | 0.387=%5 | 0.511=%1 | | |
| توجد علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات الأصلية للنماذج | رفض الفرضية (d=0) H ₀ : وقبول الفرضية البديلة (d≠0) H ₁ : | | | 0.905 | 01 |
| | رفض الفرضية (d=0) H ₀ : وقبول الفرضية البديلة (d≠0) H ₁ : | | | 0.833 | 02 |
| | رفض الفرضية (d=0) H ₀ : وقبول الفرضية البديلة (d≠0) H ₁ : | | | 0.775 | 03 |
| | رفض الفرضية (d=0) H ₀ : وقبول الفرضية البديلة (d≠0) H ₁ : | | | 0.767 | 04 |
| | رفض الفرضية (d=0) H ₀ : وقبول الفرضية البديلة (d≠0) H ₁ : | | | 1.266 | 05 |

المصدر: إعداد الباحث، اعتمادا على برمجية Eviews 9 وبناء على الملحق (3)، بتصريف.

أعطت نتائج اختبار CRDW إمكانية وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة في كل نموذج من النماذج السابقة، لذا وجب علينا التحقق من هذه النتائج بتطبيق اختبارات توكيدية.

ثانيا: اختبار انجل-جرانجر (EG) Engle-Granger

في البداية يتم تقدير معادلات الانحدار طويلة المدى لكل المتغيرات قيد الدراسة:

معادلة (CONS_t)

$$CONS_t = 179.73 + 1.646PER_t - 10482.84NH_t + 0.308R_t + 76.40CO_{2t} + \varepsilon_{1t} \dots (1)$$

معادلة (PER_t)

$$PER_t = 15.02 + 0.0014CONS_t - 199.161NH_t + 0.0006R_t + 1.0547CO_{2t} + \varepsilon_{2t} \dots (2)$$

معادلة (NH_t)

$$NH_t = 0.04 + 9.09 \times 10^{-06}R_t + 0.0015CO_{2t} - 3.44 \times 10^{-05}CONS_t - 0.0007PER_t + \varepsilon_{3t} \dots (3)$$

معادلة (R_t)

$$R_t = -445.4 - 158.46CO_{2t} + 2.70CONS_t + 6.25PER_t + 24164.6NH_t + \varepsilon_{4t} \dots (4)$$

معادلة (CO_{2t})

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

$$CO_{2t} = 1.37 + 0.002CONS_t + 0.037PER_t + 14.74NH_t - 0.0006R_t + \varepsilon_{5t} \dots (5)$$

ثم نقوم بمقارنة إحصاءة DW لكل نموذج مقدر مع إحصاءة (CRDW) المعدة من قبل (Sargan – Bhargava) عند مستوى المعنوية 1% و 5% و 10% فكانت النتائج مبينة في الجدول التالي:

من خلال تقدير النماذج السابقة نستخرج بواقي كل معادلة ونختبر استقراريتها، وهذه الخطوة الثانية في اختبار انجل-جرانجر، بتطبيق اختبار جذر الوحدة (ADF) واختبار (PP)، نحصل على النتائج المبينة في الجدول التالي:

الجدول (5-9) نتائج تقدير اختبائي التكامل المشترك لـ: ADF و PP للبواقي

| البواقي | $\tau_c(ADF)$ | $\tau_c(PP)$ | الإحصائية τ_t | القرار |
|--------------------|---------------|--------------|--------------------|---|
| ε_{1t} | -3.357 | -3.470 | -4.732 | قبول الفرضية (H_0) ، ε_{1t} غير مستقرة. |
| ε_{2t} | -2.980 | -3.014 | -4.732 | قبول الفرضية (H_0) ، ε_{2t} غير مستقرة. |
| ε_{3t} | -3.210 | -3.150 | -4.732 | قبول الفرضية (H_0) ، ε_{3t} غير مستقرة. |
| ε_{4t} | -3.124 | -3.124 | -4.732 | قبول الفرضية (H_0) ، ε_{4t} غير مستقرة. |
| ε_{5t} | -5.432 | -5.440 | -4.732 | رفض الفرضية (H_0) ، ε_{5t} مستقرة. |

المصدر: إعداد الباحث، اعتمادا على برمجية Eviews 9، وبناء على الملحق (3)، بتصريف.

تبين نتائج الاختبار (ADF) واختبار (PP) في الجدول (5-10)، وجود جذر الوحدة في البواقي المقدر، أي عدم استقرارية بواقي جميع المعادلات باستثناء معادلة CO_2 التي تستقر في الأصل $I(0)$ عند مستوى الدلالة 5%، مما يعني أن المتغيرة CO_2 هي الوحيدة المتكاملة زمنيا مع بقية المتغيرات حسب اختبار انجل-جرانجر.

ثالثا: اختبار جوهانسن-جسليوس Johansen-Juselius (JJ:1990)

تمكننا هذه الطريقة من معرفة العدد الكلي لمتجهات التكامل المشترك (عدد العلاقات التوازنية طويلة الأجل بين المتغيرات). ويعتمد هذا المنهج على طريقة الإمكانية العظمى لتقدير عدد المتجهات المتكاملة في نموذج $(VAR(k))$ الذي يحتوي على سلاسل زمنية مستقرة ويكتب على النحو التالي:

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k-1} + \Pi x_{t-k} + C + \varepsilon_t$$

حيث: Δ : يمثل الفروق من الرتبة الأولى، و X_t : يمثل متجه يحتوي على متغيرات الدراسة، و C : متجه من الثوابت، و ε_t يمثل متجه بواقي التقدير والذي يتبع التوزيع الطبيعي، و k يمثل عدد الفجوات الزمنية المدرجة في النموذج.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

ويحتوي Γ_i حيث $\Gamma_i = (I - \phi_1 - \phi_2 - \dots - \phi_i)$ على معلمات المصفوفة في المدى القصير، كما تحتوي المصفوفة Π على معلومات عن العلاقة التوازنية في المدى الطويل بين متجه المتغيرات محل الدراسة.

وحسب منهج جوهانس فان المصفوفة Π يمكن كتابتها على النحو التالي: $\Pi = \alpha\beta'$ ، حيث β تمثل متجهات التكامل المشترك (r)، و α مصفوفة تحتوي على سرع التعديل نحو التوازن من أجل كل شعاع للتكامل المشترك. وقد استعمل جوهانس أسلوب الإمكانية العظمى لتقدير α و β وتحديد اختبارين للكشف عن وجود وعدد متجهات التكامل المشترك. الأول اختبار الأثر وذلك لاختبار فرضية العدم H_0 بوجود عدد من المتجهات تساوي على الأكثر r ، في مقابل الفرض البديل H_1 بأن عددها يتجاوز r . وتحسب إحصائية الأثر انطلاقاً من العلاقة التالية¹:

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^p \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$$

ويتم رفض فرضية العدم عندما يتبين أن λ_{trace} المحسوبة أكبر من القيمة الجدولة عند مستوى دلالة معين. والاختبار الثاني هو اختبار القيمة الذاتية القسوى لاختبار فرضية العدم H_0 بأن عدد متجهات التكامل المشترك تساوي r ، في مقابل الفرض البديل H_1 بأن عددها يساوي $r+1$. ويتم حساب إحصائيته انطلاقاً من العلاقة التالية²:

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1})$$

ويتم رفض فرض العدم في حالة ما إذا تبين أن λ_{max} المحسوبة أكبر من القيمة الجدولة وذلك عند مستوى دلالة معين.

من المعروف أن طريقة جوهانسن حساسة لعدد الفجوات (انظر Banerjee وآخرون، 1993)، وبالتالي يجب تقدير نموذج VAR مكون من المتغيرات الخمس السابق ذكرها عند فجوات زمنية تمتد من 1 إلى 4 فجوات، وحساب معايير المعلومات LR، FPE، AIC، SC، HQ لتحديد طول الفجوة المناسبة لاختبار التكامل المشترك. والجدول أسفله يوضح نتائج تقدير العدد المناسب k للفجوات الواجب إدراجها في نموذج الاختبار.

¹Dimitrios Asteriou, Stephen G. Hall, Applied Econometrics, Second Edition, PALGRAVE MACMILLAN, United Kingdom, 2011, P 347.

²Dimitrios Asteriou, P 347.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الجدول (5-10) تحديد رتبة التباطؤ لنموذج أشعة الانحدار الذاتي المقدر

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: CONS PER NH RT CO2
Exogenous variables: C
Date: 03/17/20 Time: 14:17
Sample: 1970 2015
Included observations: 41

| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | -515.3188 | NA | 72552.78 | 25.38141 | 25.59038 | 25.45750 |
| 1 | -345.6456 | 289.6860 | 63.14124 | 18.32418 | 19.57801* | 18.78075* |
| 2 | -313.5600 | 46.95453* | 47.29748* | 17.97854* | 20.27723 | 18.81560 |
| 3 | -301.6981 | 14.46572 | 104.4255 | 18.61942 | 21.96298 | 19.83696 |
| 4 | -277.8773 | 23.23980 | 151.8081 | 18.67694 | 23.06536 | 20.27496 |

* indicates lag order selected by the criterion

المصدر: اعداد الباحث بناء على مخرجات برمجية 9 Eviews

يتضح من خلال هذه النتائج أن العدد المناسب للفجوات k يساوي 2 بالنسبة لكل من المعايير LR، AIC، FPE ويساوي 1 بالنسبة لـ HQ، SC، وقد تم اختيار 2 وذلك بناء على عدد المعايير. ومن خلال نتائج اختبار الأثر الموضحة في الجدول أدناه يمكن القول بأنه لا يمكن رفض فرض العدم القائل بوجود متجه وحيد للتكامل المشترك بين متغيرات الدراسة وذلك عند مستوى دلالة 5%، حيث سجلت القيمة λ_{trace} القيمة 39.78 وهي أصغر من القيمة الجدولة 47.85.

الجدول (5-11) نتائج اختبار الأثر (Trace) للتكامل المشترك

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Trace Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|---------------------------|------------|-----------------|---------------------|---------|
| None * | 0.585380 | 76.76026 | 69.81889 | 0.0126 |
| At most 1 | 0.309174 | 39.78372 | 47.85613 | 0.2303 |
| At most 2 | 0.232885 | 24.24927 | 29.79707 | 0.1901 |
| At most 3 | 0.205272 | 13.11432 | 15.49471 | 0.1107 |
| At most 4 | 0.079180 | 3.464587 | 3.841466 | 0.0627 |

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

المصدر: اعداد الباحث بناء على مخرجات برمجية 9 Eviews

كما أن اختبار القيمة الذاتية العظمى يؤكد نتائج الاختبار السابق بوجود متجه وحيد للتكامل المشترك عند مستوى دلالة 5%، حيث سجلت λ_{max} قيمة قدرها 15.53 وهي أصغر من القيمة الجدولة 27.58، كما هو موضح في الجدول أسفله.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الجدول (5-12) نتائج اختبار القيمة الذاتية العظمى للتكامل المشترك

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Max-Eigen Statistic | 0.05 Critical Value | Prob.** |
|------------------------------|------------|------------------------|------------------------|---------|
| None * | 0.585380 | 36.97654 | 33.87687 | 0.0206 |
| At most 1 | 0.309174 | 15.53445 | 27.58434 | 0.7049 |
| At most 2 | 0.232885 | 11.13495 | 21.13162 | 0.6338 |
| At most 3 | 0.205272 | 9.649732 | 14.26460 | 0.2360 |
| At most 4 | 0.079180 | 3.464587 | 3.841466 | 0.0627 |

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

المصدر: اعداد الباحث بناء على مخرجات برمجية 9 Eviews

من خلال ما سبق يمكن القول بأن نتائج الاختبارين اتفقت على وجود متجه وحيد للتكامل المشترك بين متغيرات الدراسة. ونظرا للفرق المهم بين نموذج الانحدار وعلاقة التكامل المشترك، فإن التسوية¹ على أي من متغيرات نموذج الانحدار يغير عموما تقديرات معاملات الانحدار، بينما في علاقة التكامل المشترك تكون النسب بين المعاملات هي نفسها مستقلة عن التسوية المختارة². وبناء على ذلك ووفقا لتحليل جوهانس فإنه لا يمكن التكهن بالمتغير التابع في علاقة التكامل المشترك الموجودة سابقا، لذلك وبعد تغيير المتغير التابع في كل مرة حسب متغيرات الدراسة تم التوصل إلى نتيجة مفادها أن الطلب على الكهرباء غير متكامل مع بقية المتغيرات، وأن متغير CO_2 هو المتغير الوحيد المتكامل مع بقية المتغيرات³ (الملحق 4)، وجاءت هذه متوافقة مع نتيجة اختبار انجل غرانجر.

¹ويقصد بالتسوية هنا اختبار متغير تابع يجعل معلمته مساوية للواحد الصحيح.

² للتفصيل أكثر انظر:

KATARINA JUSELIOUS, the cointegrated var model : methodology and applications, Advisory Editor C. W. J.

Granger, Oxford University Press, NewYork, 2006.p 120.

³ معامل تصحيح الخطأ في نموذج أشعة تصحيح الخطأ سالب ومعنوي.

6.5 - التحليل الهيكلي للسلاسل الزمنية المدروسة Structural Analysis

تعد مشاكل السببية من أهم المحاور في تحديد صيغ النماذج الاقتصادية، حيث تهدف إلى البحث عن أسباب الظواهر العلمية للتمييز بين الظاهرة التابعة من الظواهر المستقلة المفسر لها¹.

1.6.5- اختبار السببية وفق Granger بين متغيرات الدراسة:

يشير مفهوم السببية إلى الحالة التي تكون فيها حادثة معلومة متبوعة دائماً بحادثة أخرى معينة ويقع تعاقب الأحداث هذا خلال زمن ما وتدعى الحادثة الأولى بالسبب والثانية بالمسبب أو المعلوم². وتكون فكرة السببية أكثر أهمية إذا رتبت وفق التتابع الزمني للحدث، ويتوقف هذا التتابع على مبدئين، الأول الوقوع: ويعني أن كل قيمة سبب يتوقف وقوعها عليه، والثاني التتابع الزمني: ويعني أن المتغيرات تحدث وفق قانون الارتباط بين السبب والتأثير. وقد ترتبط المتغيرات مع بعضها دالياً، لذا تستخدم السببية لتحديد نوع واتجاه العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية³.

وحسب مفهوم غرانجر للسببية فإنه يمكن القول أن المتغير X يسبب المتغير Y إذا كان توقع هذا الأخير الذي يعتمد بشكل كبير على ماضي X إضافة إلى ماضيه هو أحسن من توقع Y الذي يعتمد فقط على ماضيه. ويشتمل اختيار غرانجر على تقدير الزوج التالي من الانحدارات:

$$Y_t = c_1 + \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_j X_{t-j} + \mu_{1t} \dots\dots(1)$$

$$X_t = c_2 + \sum_{i=1}^p \lambda_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^q \delta_j Y_{t-j} + \mu_{2t} \dots\dots(2)$$

ويمكن تمييز أربع حالات:

الحالة الأولى: سببية أحادية الاتجاه من X_t نحو Y_t : وهذا يعني أن معاملات المتغير X_t المبطل في المعادلة (1) تختلف إحصائياً عن الصفر، ومعلمات المتغير Y_t المبطل في المعادلة 2 لا تختلف إحصائياً عن الصفر.

الحالة الثانية: سببية أحادية الاتجاه من Y_t نحو X_t : وهذا يعني أن معاملات المتغير X_t المبطل في المعادلة (1) لا تختلف إحصائياً عن الصفر، ومعلمات المتغير Y_t المبطل في المعادلة 2 تختلف إحصائياً عن الصفر.

¹ محمد شيخي، مرجع سابق، ص276.

² إبراهيم موسى الورد، 2006، تحليل العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي ونمو الأسواق المالية، للفترة 1980-2004، مجلة العلوم

الاقتصادية والإدارية، المجلد 12، العدد 41، جامعة بغداد، ص5.

³ محمود الراوي، 1987، مدخل إلى تحليل الانحدار، المكتبة الوطنية، بغداد، ص 126.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الحالة الثالثة: تغذية استرجاعية أي X_t يسبب Y_t ، و Y_t يسبب X_t : وبمعنى هذا أن جميع المعلمات للمتغيرين المبطنين في المعادلتين (1) و(2) تختلف إحصائياً عن الصفر.

الحالة الرابعة: لا توجد سببية بين المتغيرين X_t و Y_t : وبمعنى هذا أن جميع المعلمات للمتغيرين المبطنين في المعادلتين (1) و(2) لا تختلف إحصائياً عن الصفر.

أما بالنسبة للخطوات المتبعة في اختبار السببية لـ غرانجر فيمكن توضيحها فيما يلي:

1- نقوم بتقدير صيغة انحدار المتغير Y_t على مبطأته Y_{t-1} ومتغيرات أخرى إن كان يعتقد أن لها تأثير على Y_t فقط واستبعاد مبطآت المتغير X_t و تسمى بالصيغة المقيدة، وانطلاقاً من هذه الصيغة يمكن الحصول على مجموع مربعات البواقي المقيدة RSS_R .

2- نقوم بتقدير صيغة انحدار Y_t على مبطأته Y_{t-1} ومتغيرات أخرى إن كان يعتقد أن لها تأثير على Y_t بالإضافة إلى مبطآت المتغير X_t و تسمى هذه الصيغة بالصيغة غير المقيدة وانطلاقاً منها يمكن الحصول على مجموع مربعات البواقي غير المقيدة RSS_{UR} .

3- اختبار فرض العدم والذي ينص على عدم وجود علاقة سببية تتجه من المتغير X_t نحو المتغير Y_t أي: $H_0: \sum \beta_j = 0$. ولاختبار هذا الفرض يجب حساب إحصائية فيشر F_c من العلاقة التالية:

$$F_c = \frac{(RSS_R - RSS_{UR})/m}{RSS_{UR}/(n-k)}$$

والتي تتبع توزيع فيشر مع m و $n-k$ درجات حرية، حيث m يمثل عدد الفجوات الزمنية في حالة المتغير X ، و k هو عدد المعالم المقدرة في الصيغة غير المقيدة. فإذا تجاوزت قيمة فيشر المحسوبة F_c القيمة الجدولية F_c عند مستوى دلالة مختار نرفض فرض العدم ونقول أن المتغير X_t يسبب المتغير Y_t .

4- يمكننا إعادة نفس الخطوات السابقة على النموذج (2) وذلك قصد معرفة ماذا كان المتغير Y_t يسبب المتغير X_t .

كما يمكن تسجيل بعض الأشياء المهمة والتي يجب أخذها بعين الاعتبار أثناء إجراء هذا الاختبار وهي:

- يجب أن تكون السلاسل الزمنية قيد الدراسة مستقرة؛
- كيفية تحديد عدد الفجوات الزمنية المختارة في اختبار السببية تعتبر سؤالاً عملياً مهماً، ومن أجل تحديدها يمكن استعمال أحد المعايير الأكثر استعمالاً Akaike أو Schwarz؛
- يجب أن يكون حدي الخطأ في النموذجين μ_{1t} و μ_{2t} غير مرتبطين.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

من خلال اختبار تعيين العدد المثالي للفجوات في اختبار التكامل المشترك لجوهانسن السابق تبين أن العدد المثالي للفجوات الواجب ادراجها في نموذج الاختبار هي فجوتين (2)، وبعد ادراج هذا العدد من الفجوات في نموذج VAR لاختبار السببية تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول (5-13) نتائج اختبار السببية بين الطلب على الكهرباء وبقيّة المتغيرات

| Null Hypothesis: | Obs | F-Statistic | Prob. |
|---------------------------------------|-----|-------------|--------|
| D(PER) does not Granger Cause D(CONS) | 43 | 0.03064 | 0.9699 |
| D(CONS) does not Granger Cause D(PER) | | 0.39411 | 0.6770 |
| D(NH) does not Granger Cause D(CONS) | 42 | 2.83407 | 0.0716 |
| D(CONS) does not Granger Cause D(NH) | | 0.52779 | 0.5943 |
| D(RT) does not Granger Cause D(CONS) | 43 | 6.06091 | 0.0052 |
| D(CONS) does not Granger Cause D(RT) | | 0.90339 | 0.4137 |
| D(CO2) does not Granger Cause D(CONS) | 43 | 0.13849 | 0.8711 |
| D(CONS) does not Granger Cause D(CO2) | | 1.22302 | 0.3057 |

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على مخرجات برمجية **Eviews 9**.

يتبين من خلال هذه النتائج انه لا يمكن قبول فرض العدم القائل بغياب السببية باتجاه واحد من كل من النمو السكاني والدخل باتجاه الطلب العائلي على الكهرباء، في حين يتم قبوله بالنسبة لبقية متغيرات الدراسة، وعليه يمكن القول بأن الطلب العائلي على الكهرباء يتأثر بكل من حجم السكان والدخل فقط في المدى القصير.

2.6.5- تحديد وتقدير نموذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي SVAR وتحليل الصدمات

نذكر بأن الصيغة العامة لنموذج «Vector Auto-Regressive» VAR لـ k متغير و P تباطؤ تكتب على الشكل المصفوفي التالي:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_P Y_{t-P} + \varepsilon_t \quad ; t=1,2,\dots,T$$

ويمكن كتابة النموذج بدلالة معامل التباطؤ L على النحو التالي: $\phi(L)Y_t = \phi_0 + \varepsilon_t$

$$\phi(L) = (I - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_P L^P) \quad \text{علما أن:}$$

حيث تعتبر المتغيرات Y_{1t}, \dots, Y_{Pt} سلاسل مستقرة والأخطاء $\varepsilon_{1t}, \dots, \varepsilon_{Pt}$ ذات تشويش أبيض مستقلة ذاتيا وذات تباينات ثابتة $\sigma_{\varepsilon_1}^2, \dots, \sigma_{\varepsilon_k}^2$.

ويمكن تعميم نموذج VAR إلى نموذج يحتوي على أخطاء مرتبطة ذاتيا من الرتبة (q):

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \theta_1 Y_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t =$$

وهو نموذج VARMA(P,q). وقد يتضمن النموذج VAR متغيرات خارجية (مستقلة)، يسمى في هذه الحالة نموذج SVAR «Structural Vector Auto-Regressive» والذي يأخذ الشكل التالي:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + B_1 X_{t-1} + \dots + B_q X_{t-q} + \varepsilon_t$$

وباستعمال معامل التباطؤ في النموذج، يكون الشكل المختصر كما يلي:

$$\phi(L)Y_t = B(L)X_t + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \phi^{-1}(L)B(L)X_t + \phi^{-1}(L)\varepsilon_t \quad \text{نجد: } \phi^{-1}(L)$$

حيث يسمى $A(L) = \phi^{-1}(L)B(L)$ النظام النهائي، ويكون موجودا إذا كانت المصفوفة $\phi(L)$ قابلة للقلب، أي تحت الشرط: $\det(\phi(L)) \neq 0$.

أولاً: تحديد نموذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي

عدم الأخذ بعين الاعتبار فرضيات التأثيرات المتزامنة بين المتغيرات يجعل من نماذج أشعة الانحدار الذاتي العادية نماذج نظرية خالية من أي أسس أو اعتبارات اقتصادية، وهذا ما يعتبر نقطة ضعف كبيرة في هذه النماذج، ونتيجة لذلك قدم كل من Sims (1981، 1986)، Bernanke (1986)، و Shapiro and Watson (1988) نوعا جديدا من النماذج القياسية والمعروفة الآن باسم نماذج الانحدار الذاتي الهيكلي (SVAR) أو نماذج أشعة الانحدار الذاتي (VAR) المعرفة كحل للتنبؤ بآثار التغيرات المحددة (القرارات أو السياسات)، ومعرفة مصدر الصدمات العشوائية. وتساعد هذه الأنواع من النماذج على ما يلي¹:

- إدخال استجابات المتغيرات لصدمات هيكلية محددة ومعروفة كمعطيات؛
- من خلال تحليل تباين خطأ التنبؤ، يمكن تقييم أثر صدمة معطاة في ديناميكية (تباين) المتغيرات؛
- تقييم الأثر التراكمي لصدمة معينة في ديناميكية كل متغير في النموذج؛
- تنفيذ محاكاة أو سيناريوهات على الحالات أو الشروط المستقبلية للمتغيرات، وذلك بناء على صدمات هيكلية مستقبلية محتملة؛

بعد أن تم التأكد من رتبة استقرارية السلاسل قيد الدراسة فيماسبق، يمكن كتابة الشكل الهيكلي النظري لنموذج أشعة الانحدار الذاتي المتعلق بدراستنا على النحو التالي:

$$AY_t = \lambda + \sum_{i=1}^p B_i Y_{t-i} + Bu_t$$

¹ Jonas Kibala Kuma, Le Modèle VAR Structurel : Eléments de théorie et pratiques sur logiciels, Master. Congo-Kinshasa, 2018, P5.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

حيث:

Y_t : يمثل متجه للمتغيرات الداخلية يتكون من فروق الطلب على الكهرباء $D(CONS)$ ، وفروق الفاقد في الكهرباء $D(PER)$ ، وفروق النمو السكاني $D(NH)$ ، وفروق الدخل $D(R)$ ، وفروق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون $D(CO_2)$
 U : يمثل متجه من البواقي الهيكلية يتبع التوزيع الطبيعي.
 كما يمكن كتابة النموذج المختزل للنموذج أعلاه على النحو التالي:

$$Y_t = A^{-1}\lambda + \sum_{i=1}^p A^{-1}B_i Y_{t-i} + A^{-1}Bu_t = \pi + \sum_{i=1}^p \Phi_i Y_{t-i} + e_t$$

تشكل هذه الصيغة الأخيرة نموذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي في شكله العام. ولتقديره، من الضروري تحديد العدد الأمثل للفجوات في نموذج أشعة الانحدار الذاتي العادي، وتحديد قيود التعريف. ومن ثم اختبار الآثار الآتية للصدمات الهيكلية للمتغيرات.

1- تحليل الخواص الإحصائية للبواقي

حسب نتائج معايير اختيار الفجوة الموضحة في الاختبارات السابقة يتضح أن العدد الأمثل للفجوة الواجب إدراجها في النموذج هو 2، إلا أن إدراج هذا العدد من الفجوات لا يشير بأي حال من الأحوال إلى سلامة النموذج إحصائياً من حيث التوزيع الطبيعي للبواقي وارتباطها الذاتي. لذا يجب على الباحث قبل اعتماد نتائج التقدير أن يتأكد من صلاحية النموذج موضع الدراسة، وخلوه من مشاكل القياس المذكورة آنفاً، وحتى تتوافر فيها الخصائص المرغوبة منعدم التحيز والاتساق والكفاية. ولهذا السبب، تم فحص الخصائص الإحصائية للبواقي، حيث تُظهر نتائج اختبار ARCH لمضاعف لاغرانج خلو بواقي تقدير معادلات النموذج من الارتباط الذاتي عند مستوى معنوية 5%، ويظهر اختبار white خلوها أيضاً من مشكلة عدم ثبات تباين البواقي، كما يظهر اختبار التوزيع الطبيعي أن بواقي تقدير النماذج تتبع التوزيع الطبيعي، وبالتالي فإن نماذج أشعة الانحدار الذاتية المقترحة ترصد بشكل واضح ديناميكية متغيرات الدراسة (الملحق رقم 5).

2- تحديد القيود:

في نموذج أشعة الانحدار الذاتي العادي تكون المصفوفة A مصفوفة وحدة، ويرجع ذلك إلى غياب أي افتراضات أو اعتبارات اقتصادية على النموذج (غياب الآثار الآتية)، بينما في نماذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي تفرض قيود آتية وأخرى في المدى الطويل على بعض عناصر هذه المصفوفة، وذلك انطلاقاً من النظريات الاقتصادية، في حين يتم تقدير باقي عناصرها، وتستعمل في هذا التعديل تقنية التفكيك الهيكلي. ولتعيين العدد الأدنى للقيود n التي ستفرض على نموذج SVAR المستخدم في الدراسة تستعمل العلاقة التالية:

$$n = \frac{k(k-1)}{2} = 10$$

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

ومن خلال هذه النتيجة يتضح وجود على الأقل 10 قيود يجب فرضها، ويمكن تحديدها في المدى القصير على النحو التالي:

- نفترض أن الطلب على الكهرباء يتأثر بشكل فوري بالفاقد في الكهرباء والنمو السكاني فقط، إضافة إلى صدماته الخاصة (قيودان يفرضان على صدمات PER ، CO_2).
- نفترض أن الطلب على الكهرباء متغير داخلي (4 قيود تفرض على صدمات الطلب على الكهرباء).
- نفترض أن الدخل متغير خارجي يتأثر بصدماته الخاصة فقط (4 قيود تفرض على صدمات بقية المتغيرات).
- نفترض أن CO_2 يتأثر بشكل فوري بالنمو السكاني وبصدماته الخاصة فقط (3 قيود تفرض على صدمات بقية المتغيرات).

ثانيا: تقدير نموذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي

1- تقدير النموذج في المدى القصير

بعد أن تم التأكد من التوزيع الطبيعي للصدمات الهيكلية وعدم ارتباطها، تعطي نتائج تقدير مصفوفة الآثار الآتية المرتبطة بالصدمات المختلفة للمتغيرات (A) على النحو التالي (الملحق رقم 6):

$$\begin{matrix}
 d(\text{cons}) & d(\text{per}) & d(\text{nh}) & d(\text{rt}) & d(\text{co2}) \\
 \begin{pmatrix}
 1 & 10.28^* & 1886.2 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 12.24 & 0 & 1
 \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

* معنوي عندك 1%

يتضح من خلال هذه النتائج:

- أن الحجم السكاني ليس له أي أثر فوري على الطلب على الكهرباء.
- أن الفاقد في الكهرباء له أثر فوري وموجب على الطلب على الكهرباء.
- أن النمو السكاني ليس له أي أثر فوري على CO_2 .

2- تقدير النموذج في المدى الطويل

بالنسبة للآثار المتراكمة للصدمات الهيكلية خلال الزمن، أو ما يعرف أيضا بآثار المدى الطويل للصدمات الموجبة الدائمة على إحدى المتغيرات الداخلية للنموذج، فيمكن تقديرها من خلال دالة الاستجابة النبضية (Impulse Response Function) IRF. ولفهم هذه القيود نفرض نموذج $VAR(p)$ التالي:

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

$$y_t = A^{-1}\lambda + A^{-1}B_1y_{t-1} + \dots + A^{-1}B_p y_{t-p} + A^{-1}u_t$$

وانطلاقاً من نموذج أشعة المتوسطات المتحركة لهذا النموذج يمكن الحصول على البواقي الهيكلية e_t كخطوة أولى، والتي نكتب على النحو التالي:

$$e_t = A^{-1}u_t + \theta_1 A^{-1}u_{t-1} + \dots$$

وكخطوة ثانية، وانطلاقاً من هذه المعادلة نحصل على دالة الاستجابة النبضية المتراكمة خلال المدى الطويل وفقاً للمعادلة التالية: $\Theta_\infty = \frac{\partial e_t}{\partial u_t} + \frac{\partial e_t}{\partial u_{t-1}} + \dots$

وعليه ومما سبق فإن آثار المدى الطويل (f_{ij}) لصدمة هيكلية في إحدى متغيرات الدراسة على بقية المتغيرات تعطى بالمصفوفة المربعة F :

$$F = \Theta_\infty A^{-1} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{bmatrix}$$

ولتقدير عناصر هذه المصفوفة تم الاحتفاظ بقيود المدى القصير وفرض قيود إضافية أخرى عليها على النحو التالي:

- أن الفاقد في الكهرباء والحجم السكاني يتأثران فقط بصدماتهما الخاصة.
- أن الدخل يتأثر بالحجم السكاني إضافة إلى صدماته الخاصة.
- أن CO_2 يتأثر بكل من الدخل والحجم السكاني إضافة إلى صدماته الخاصة

يوضح الملحق رقم (7) نتائج تقدير نموذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلي في المدى الطويل، ومن خلال هذه النتائج يتضح ما يلي:

- أن الفاقد في الكهرباء له أثر تراكمي سالب على الطلب على الكهرباء، فالزيادة في الفاقد بوحدة واحدة سيؤدي إلى خفض الطلب على الكهرباء في المدى الطويل بحوالي 27.4 وحدة.
- أن الحجم السكاني له أثر تراكمي سالب على الدخل فالزيادة في النمو السكاني بوحدة واحدة سيؤدي إلى خفض الدخل في المدى الطويل بحوالي 113.3 وحدة.
- أن الحجم السكاني ليس له أثر تراكمي على الطلب على الكهرباء.
- أن الدخل والحجم السكان ليس لهما أي أثر تراكمي على CO_2 .

3.6.5- دوال الاستجابة النبضية وتباين خطأ التنبؤ

تسمح ديناميكية نماذج VAR بإمكانية نمذجة العلاقات الحركية بين مجموعة من المتغيرات المختارة لوصف ظاهرة اقتصادية خاصة وأن تحليل الصدمات ودوال الاستجابة وتباين خطأ التنبؤ يسمح بدراسة أثر صدمة معينة على متغيرات النظام¹.

أولاً: دوال الاستجابة لرد الفعل (IRF) Impulse Response Function

تتميز طريقة دوال الاستجابة في حساب المضاعفات الديناميكية الموجودة بأنها تأخذ في الاعتبار مجموع العلاقات الديناميكية، بحيث أنها تبين رد فعل نظام المتغيرات الداخلية على إثر حدوث صدمة في الأخطاء. وإذا كان هناك ارتباط قوي بين ε_{1t} و ε_{2t} ، فإن صدمة ما على ε_{1t} مثلًا حتمًا ستكون متبوعة بصدمة على ε_{2t} . في هذه الحالة معامل الارتباط سيؤكد على الصلة المشتركة بين البواقي ε_{1t} و ε_{2t} دون الإشارة إلى اتجاه السببية. إن مشكل الارتباط المشترك للأخطاء وأثر صدمة على متغير ما قد يعالج بالبحث عن تمثيل الأخطاء بصفة شاقولية² Orthogonal، ونعتبر تفكيكشوليسكي Choleski لمصفوفة التباين-التباين المشترك للأخطاء $\Sigma = P'P$.

يطبق هذا التفكيك بشكل خاص على المصفوفة Σ التناظرية والمعروفة الموجبة، وأن P مصفوفة مثلثية و P' هي منقول المصفوفة³ P . ويمكن كتابة الصيغة $VMA(\infty)$ على الشكل التالي⁴:

$$Y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} C_i P P^{-1} \varepsilon_{t-i} = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} M_i V_{t-i} \dots (*) ; \quad V_i = P^{-1} \varepsilon_i , \quad M_i = C_i P$$

من السهل التأكد من أن للأخطاء V_i مصفوفة تباين-تباين مشترك تساوي مصفوفة الوحدة، وأعمدة M_i تمثل استجابة النظام بالنسبة لصدمة مستقلة وطبيعية على خطأ متغير ما بعد t فترة زمنية، وبعد ما تصبح الصدمات طبيعية وشاقولية، يتم تحليل الاستجابة بواسطة النموذج (*).

يوضح الملحق رقم (7) نتائج دوال الاستجابة النبضية التراكمية موزعة على أفق زمني مدته ثلاثين سنة. يتوافق كل عمود مع تأثيرات الصدمة على المتغيرات المختلفة، بينما يعكس كل سطر آثار الصدمات المختلفة على نفس المتغير. سيكون السطر الأول ذو أهمية خاصة لأنه يسمح لنا بدراسة آثار الصدمات الهيكلية للطلب على الكهرباء، الفاقد، الحجم السكاني، الدخل وانبعثات ثاني أكسيد الكربون على الطلب على الكهرباء. ومن خلال هذه النتائج يمكن القول:

¹ محمد شيخي، مرجع سابق، ص 281.

² نفس المرجع، ص 281.

³ Si-Youcef Youcef, L'ANALYSE NUMERIQUE EN LANGAGE C, Organigrammes et Programmes, Applications et Exercices Corrigés, EDITIONS ELMAARIFA, Alger, P116.

⁴ محمد شيخي، مرجع سابق، ص 282.

الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015

- إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في الطلب على الكهرباء قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية موجبة في الطلب على الكهرباء نفسه، حيث تصل قيمتها إلى أقصى مستوياتها (26) في الفترة الأولى التي تلي الصدمة، وقد يستمر تأثير هذه الصدمة إلى غاية السنة الثالثة؛
- إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في الفاقد في الكهرباء قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية سالبة في الطلب على الكهرباء قدرها (-21)، وقد يستمر تأثير هذه الصدمة إلى السنة الخامسة؛
- إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في النمو السكاني قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية سالبة في الطلب، حيث تصل قيمتها إلى أقصى مستوياتها (-18) في الفترة الأولى بعد الصدمة، ويستمر التأثير السالب لهذه الصدمة إلى السنة الثانية، ومن ثمة يتحول إلى تأثير موجب في السنة الثالثة، ليزول هذا الأثر في السنة الرابعة؛
- إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في الدخل قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية سالبة في الطلب قدرها (-4) في الفترة الأولى بعد الصدمة، لتتحول إلى تأثير موجب في السنة الثانية، ومن ثمة إلى تأثير سالب في السنة الثالثة، ليزول هذا الأثر في السنة الرابعة؛
- إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في انبعاثات CO_2 قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية سالبة في الطلب قدرها (-2) في الفترة الأولى بعد الصدمة، لتتحول إلى تأثير موجب في السنة الثالثة، ومن ثمة إلى تأثير سالب في السنة الرابعة، ليزول هذا الأثر في السنة الخامسة.

ثانياً: تحليل مكونات تباين خطأ التنبؤ

تستخدم أداة تحليل التباين للتعرف على مقدار التباين في التنبؤ لكل متغير من متغيرات النموذج، والذي يعود إلى خطأ التنبؤ في المتغير ذاته في المتغيرات الأخرى في نموذج VAR. ويهدف تحليل تباين خطأ التنبؤ إلى حساب وتحديد مدى مساهمته في تباين الخطأ. ونستطيع رياضياً، كتابة تباين خطأ التنبؤ لفترة معينة h بدلالة تباين الخطأ الخاص بكل متغير لوحده، ولمعرفة وزن أو نسبة مشاركة كل تباين نقوم بقسمة هذا التباين على تباين خطأ التنبؤ الكلي. ويعطى خطأ التنبؤ في الأفق h بالعلاقة التالية:¹

$$Y_{t+h} - E_i(Y_{t+h}) = \sum_{i=0}^{h-1} M_i V_{t+h-i} \dots (**)$$

¹ نفس المرجع، ص 283.

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

الجدول (5-14) نتائج تفكيك التباين للطلب على الكهرباء

| Variance Decomposition of D(CONS): | | | | | | |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Period | S.E. | D(CONS) | D(PER) | D(NH) | D(RT) | D(CO2) |
| 1 | 37.56482 | 100.0000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 2 | 41.14193 | 88.05749 | 0.147391 | 0.169761 | 11.54547 | 0.079883 |
| 3 | 45.06866 | 73.38147 | 0.326268 | 15.44641 | 10.46525 | 0.380600 |
| 4 | 45.38840 | 72.36888 | 0.737921 | 15.51003 | 10.73954 | 0.643643 |
| 5 | 45.66557 | 71.49316 | 1.169863 | 15.32410 | 11.33155 | 0.681330 |
| 6 | 45.74441 | 71.42662 | 1.170599 | 15.27291 | 11.44986 | 0.680021 |
| 7 | 45.76981 | 71.35425 | 1.179613 | 15.31036 | 11.46236 | 0.693422 |
| 8 | 45.78539 | 71.30814 | 1.186718 | 15.34273 | 11.46238 | 0.700037 |
| 9 | 45.79742 | 71.27511 | 1.187572 | 15.37473 | 11.45912 | 0.703473 |
| 10 | 45.80063 | 71.26537 | 1.196835 | 15.37284 | 11.45832 | 0.706635 |

المصدر: مخرجات برنامج EViews 8

يوضح الجدول أعلاه مساهمة كل صدمة من تقلبات الطلب على الكهرباء، نلاحظ انتشار صدمات الدخل وحجم السكان في تفسير ديناميكيات الطلب. وفي الواقع، وبغض النظر عن الأفق المختار، على المدى القصير أو الطويل، فإن صدمة حجم السكان تفسر نسبة ثابتة تقريبا قدرها 15% طيلة العشر سنوات من تقلبات الطلب، في حين صدمة الدخل تفسر فقط 11% من التقلب، وتأتي هذه النتيجة متوافقة مع نتائج اختبار غرانجر للسببية. أما فيما يتعلق بصدمة بقية المتغيرات، يظهر من تفكيك التباين، أن هذه الصدمات لها مساهمة محدودة جدا في تفسير تقلبات الطلب على المدى القصير والطويل، حيث لم تتجاوز النسبة 1.2%. وهذا يعزز افتراضاتنا النظرية، التي تنص على أن صدمات الفاقد والانبعاثات ليس لها تأثير دائم على الطلب.

خلاصة الفصل:

سعيًا في هذا الفصل إلى نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر وتحديد بعض المتغيرات التي تؤثر في هذا الطلب والتي نراها ذات أهمية في النموذج المعتمد استنادًا إلى الدراسات السابقة، وقبل التعمق في الدراسة ارتأينا أولاً معرفة المقاربات المعتمدة للطلب على الكهرباء لما له من خصائص مميزة عن غيره من السلع. ومن أهم المقاربات، تلك المتمثلة في المقاربة المناخية (Approche climatique)، بعدد طرحنًا مجموعة من النماذج المعتمدة في دراسة الطلب على الطاقة الكهربائية.

بعدد قمنا في البداية، بعد ضبط محددات الطلب على الكهرباء المقترحة في النموذج، بدراسة إحصائية وصفية لكل متغيرات النموذج من أجل الكشف عن خصائص هذه المتغيرات، حيث توصلنا إلى نتائج أولية في أن جميع المتغيرات تتخللها تذبذبات متباينة منها القوية ومنها البسيطة، وتتمركز بيانات المتغيرات المدروسة حول متوسطات وبانحرافات معيارية مختلفة وتتحصر هذه البيانات بين قيم دنيا وأخرى قصوى. ثم مثلنا بيانيا كل المتغيرات بدلالة الزمن، فاتضح أن جميعها سلاسل زمنية ذات اتجاهات عامة، مما يوحي بعدم استقراريتها، وهو ما استدعى تأكيد ذلك، فتم إجراء مجموعة من الاختبارات الكيفية والكمية المتداولة في هذا المجال.

من خلال نتائج الاختبارات الإحصائية الكيفية المُعبر عنها بالأشكال البيانية وبيانات دوال الارتباط الذاتي واختبار معاملات دالة الارتباط الذاتي ρ_k واختبار Ljung-Box، وأيضًا نتائج الاختبارات الكمية المتمثلة في اختبار ADF، اختبار PP، اختبار KPSS، المطبقة على متغيرات الدراسة الخمسة: $(CONS_t)$ ، (PER_t) ، (NH_t) ، (R_t) ، (CO_2_t) ، توصلنا إلى ما يلي:

- أثبتت كل الاختبارات الكيفية والكمية المدرجة أعلاه لاستقرارية السلاسل الزمنية محل الدراسة، رفض فرضية استقرار هذه السلاسل الزمنية في المستوى (الأصل). بينما بينت كل الاختبارات المذكورة قبول فرضية الاستقرار لكلا سلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى المشتقة من السلاسل الزمنية الأصلية، والمتمثلة في السلاسل التالية: $D(CONS_t)$ ، $D(CO_2_t)$ ، $D(R_t)$ ، $D(NH_t)$ ، $D(PER_t)$.
- يتيح التساوي في رتبة الاستقرارية، بالنسبة للسلاسل الزمنية المشتقة، إمكانية وجود علاقة تكامل مشترك في الأجل الطويل بين سلاسل الفروقات من الرتبة الأولى. إلا أن النتائج الإحصائية لاختبار التكامل المشترك باستخدام طريقة "Engle-Granger" أنه لا توجد علاقة توازنية طويلة المدى بين هذه السلاسل، ويظهر ذلك جليا في كون بواقي تقدير معادلات انحدار التكامل المشترك غير مستقرة، أي تحتوي على جذر وحدة، بناء على اختباري ADF و PP للاستقرارية، غير أنه من اختبار جوهانسن-جسليس (JJ) للتكامل المشترك، وجدنا متجاها واحدا للتكامل المشترك بين المتغير CO_2 وبقيّة المتغيرات عند مستوى معنوية 5%.
- تشير نتائج السببية وفق غرانجر إلى: وجود علاقة سببية تتجه من الحجم السكاني وكذا الدخل نحو الطلب العائلي على الكهرباء خلال الفترات السابقة، وهذا ما يؤكد نتيجة التحليل قصير الأجل لأشعة الانحدار الذاتي الهيكلي، وأما الاتجاه العكسي للسببية فهو غير وارد. أيضا، عدم وجود علاقة سببية في كلا الاتجاهين بين الطلب العائلي على الكهرباء وكل

**الفصل الخامس: نمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر
باستخدام التكامل المشترك للفترة 1970-2015**

من الفاقد في الكهرباء وانبعثات ثاني أكسيد الكربون، وهذه النتيجة هي الأخرى تتوافق مع نتائج شعاع الانحدار الذاتي الهيكلي. كما أعطى التحليل الهيكلي نتائج عديدة وهامة تتعلق بوجود العلاقات السببية بين متغيرات الدراسة، وتحليل الصدمات، وكذا تحليل دوال الاستجابة وتباين خطأ التنبؤ سوف ندرجها في الخاتمة.

القائمة

الخاتمة

الخاتمة

الكلام عن الطلب العائلي على الكهرباء في ظل الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة المورديّة، ينبئ أن توليد الكهرباء تلازمه عملية محفوفة بجملة من المشاكل البيئية السلبية وحتى المدمرة للحياة على كوكب الأرض. ومن هذا المنطلق كان موضوع البيئة ولا يزال يحظى باهتمام عالمي كبير إحساسا بخطورة المشاكل البيئية، ووعيا من مختلف الدول عقدت الندوات والمؤتمرات، وأقيمت المعاهدات لوضع سياسات وإجراءات لحماية البيئة من التلوث في ظل النشاط الصناعي لواسع والمكثف.

وتعتبر نظم الإدارة البيئية من أهم الإجراءات التي اعتمدت في المجال البيئي، من أجل إلزام المؤسسات الاقتصادية الناشطة على أقاليم الدول بتبني منهجية واضحة للتعامل مع بيئة قابلة للتقييم والمراجعة والتحسين، ولتوفير لغة عالمية لإبراز المؤسسات الاقتصادية التي تسعى إلى الحفاظ على البيئة في مختلف مراحل إنتاجها. وهذا ما قادنا إلى اختيار عنوان موضوع الدراسة بالصيغة الواردة في بداية الخاتمة.

وفي إطار تحضير الأطروحة التي بين أيدينا تمت معالجة "نظم الإدارة البيئية وتحسين الأداء البيئي في المؤسسة الاقتصادية" مع التطرق إلى حالة الجزائر، حيث قامت منظمة التقييس العالمية بوضع سلسلة مواصفات توفر منهجية كاملة لنظم الإدارة البيئية داخل المؤسسة الاقتصادية تمثلت في "المواصفة ISO 14001"، وقد حظي هذا النظام بقبول عالمي نسبي فأصبح كحواجز غير جمركية في العديد من الدول لا يقبل من المنتجات إلا ما كان حاصلًا على هذه الشهادة التي تعبر عن الجودة البيئية، وفي مثل إدارة بيئية لنشاطاتها أصبح ضرورة ملحة، وأن سعي المؤسسة الاقتصادية للحصول على شهادة الجودة البيئية له ما يبرره.

وعطفا على ماسبق، تناولنا موضوعا هاما تمثل في "التمية المستدامة وأهمية تطوير الطاقات المتجددة في الطلب على الكهرباء"، فالطاقة الكهربائية هي ركيزة أساسية في مجال التنمية، إذ لا يمكن الفصل بين تحقيق النمو الاقتصادي والرفاه الاجتماعي من جهة وبين استهلاك الطاقة الكهربائية من جهة ثانية. إلا أن هذا الارتباط ولد العديد من الآثار السلبية على البيئة، نتيجة سيطرة مصادر الطاقة الأحفورية على هيكل المزيج الطاقوي في العالم وبالأخص على توليد الطاقة الكهربائية. غير أن مشكلة استنفاد هذه المصادر دفع بالعالم إلى توجيه جهود البحث والتطوير نحو الطاقات المتجددة، كونها مصادر تتميز بديمومة وجودها، وأنها طاقة نظيفة بيئيا وتسمح بالمزاوجة بين الحماية البيئية وتأمين احتياجات الطاقة للجيل الحالي والأجيال المستقبلية، وهو ما دفع الدول المتقدمة والنامية في العالم إلى الاهتمام بتطوير هذا المصدر وجعله هدفا تسعى لتحقيقه.

بعد ذلك عرجنا على موضوع "مصادر الطاقة المستخدمة لتوليد الكهرباء وضرورة الربط الكهربائي العربي"، أشرنا من خلاله إلى مصادر الطاقة الأحفورية المستخدمة في عملية التوليد، وضرورة التحول إلى الطاقات المتجددة بسبب إمكانية استغلال طاقة الرياح والطاقة الشمسية في المنطقة العربية والجزائر خصوصا، من أجل تقايد التلوث والانبعاثات الناتجة

عن المحطات الحرارية لإنتاج الكهرباء. وفيما يتعلق بالربط الكهربائي العربي فهو ضرورة ملحة لما له من مزايا ومنافع اقتصادية وأخرى فنية.

ثم انتقلنا بعدئذ إلى "دراسة تحليلية لواقع وآفاق وتحديات قطاع الكهرباء في الجزائر"، من خلال السرد التاريخي لنشأة وتطور قطاع الكهرباء في الجزائر المتمثل في الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز "سونالغاز من كهرباء وغاز الجزائر EGA إلى شركة قابضة" وتم التطرق إلى أهم التحولات التي مر بها مجمع سونلغاز خلال فترة الدراسة، وبعدها تم التعرف على منظومة الطاقة الكهربائية من خلال محطات الإنتاج والنقل والتوزيع، وتحليل إنتاج واستهلاك الكهرباء في الجزائر، وإلى دور الغاز الطبيعي الجزائري في مجال الكهرباء. كما تطرقنا إلى أهم البرامج والسياسات المتبعة في التوجه نحو استخدام الطاقات المتجددة وبالأخص الطاقة الشمسية في مجال توليد الكهرباء، مع إدراك التحديات التي تعترض المنظومة الكهربائية في الجزائر وسبل العلاج المناسبة لها.

وفي النهاية قمنا بنمذجة الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر باستخدام التكامل المشترك وذلك من خلال المرور بالمرحل التي يتطلبها مفهوم التكامل المشترك، بدءا من الدراسة الوصفية لمتغيرات النموذج إلى النظر في مدى استقرارية السلاسل الزمنية قيد الدراسة باعتماد مجموعة اختبارات كيفية وأخرى كمية، ثم إزالة حالات عدم السكون من السلاسل الأصلية باستخدام أسلوب الفروق.

كل ما سبق كان من أجل معالجة الإشكالية الرئيسية وتحليل نتائجها، حيث قام الباحث باختبار فرضيات موضوع الأطروحة، والتي تعتبر اجابات أولية للأسئلة الفرعية، ويمثل مجموع الإجابات عليها الرد المناسب على سؤال الإشكالية العامة لهذا العمل المصاغة على النحو التالي:

ما هو واقع وآفاق وتحديات الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر، في ظل الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية؟

توصلنا من خلال الدراسة الراهنة إلى العديد من النتائج المستخلصة، وهي قسمان: نتائج للدراسة النظرية التحليلية، ونتائج للدراسة التطبيقية، ويمكن إدراج أبرز ما تم استخلاصه من نتائج وتوصيات ومقترحات وآفاق للدراسة في النقاط التالية:

أولاً: اختبار الفرضيات وتحليل النتائج

1- اختبار الفرضيات النظرية: وتتعلق بالفصول الثلاثة الأولى للدراسة

بالنسبة للفرضية (أ) : والتي تنص على " هل نظام الإدارة البيئية في الجزائر يلبي طموح الدولة في معالجة المشكلات البيئية والاقتصادية والاجتماعية القائمة" فقد تحققت بنسبة ضعيفة، لأنه ومع مرور أكثر من عقدين من صدور المواصفة القياسية "إيزو 14001" التي تحت على تطبيق نظم الإدارة البيئية، وعلى الرغم من الجهود التي بذلتها الجزائر في مرافقة القطاع الاقتصادي من إدراج البعد البيئي في عملية التسيير، إلا أن النتائج المحققة في المجال البيئي تبقى بعيدة عن التوقعات وعن

الخاتمة

الأهداف المسطرة، ويبدو أن ثقافة المسؤولية البيئية لم ترسخ بعد في أذهان القائمين على إدارة مؤسسات القطاع المذكور، والدليل هو العدد الضئيل من المؤسسات الجزائرية التي نالت شهادة "ISO 14001"، الذي يعد فرصة لتحسين صورتها ودعم مركزها التنافسي، بعد أن ساهم نظام إدارتها البيئية في منحها منتجا نظيفا وفي تخفيض تكاليف المنتج.

بالنسبة للفرضية ب): توجد علاقة بين تطوير الطاقات المتجددة لتلبية الطلب العائلي على الكهرباء وتحقيق أبعاد التنمية المستدامة، مع وجود تحديات ومخاوف التنمية المستدامة في مجال الطلب على الكهرباء متمثلة في مجموعة المعوقات والعوائق إضافة إلى بعض المخاوف أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة في المنطقة العربية.

القول بأنه توجد علاقة متبادلة مستقرة بين الاستخدام الكفء لموارد الطاقة وبين جهود التنمية الاقتصادية في مجال توليد الكهرباء، هو أمر يصعب الوقوف بشكل علمي وصحيح على أبعاده اللازمة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة كما هو متوقع. وللعلم فإن كلا من كفاءة استخدام موارد الطاقة وكفاية نظم الأداء البيئي ومعدلات إيجابية من التنمية المتواصلة والمستدامة، تمثل أركان تنمية اقتصادية حقيقية في قطاع الكهرباء داخل كل المجتمعات النامية. وبالتالي فإن أساس أي ركن من الأركان الثلاثة هو بحاجة إلى إعادة قياس في ضوء الإمكانيات العلمية المطلوبة وليست المتاحة، كما هو الحال بالنسبة لمصادر الطاقة الأحفورية والمتجددة.

بالنسبة للفرضية ت): والقائلة بأن التحول إلى مصادر الطاقات المتجددة المتاحة لتوليد الكهرباء في الجزائر، أمر حتمي، وأن الربط الكهربائي العربي في عملية التأمين الطاقوي هو ضرورة ملحة، قد تم التحقق من صحتها، ففي ظل تزايد الطلب على الموارد الطاقوية تولدت عنه عدة مشكلات لعل أبرزها "تضوب الطاقة التقليدية"، ومن ثم عدم قدرتها على تلبية الاحتياجات الطاقوية في الوقت الراهن أو القريب. هذا ما جعل العديد من الدول والمنظمات الدولية تفكر في طاقات بديلة لضمان أمنها الطاقوي.

ولا ريب أن الجزائر واحدة من الدول التي أولت وتولي اهتماما بالغا لهذا التحول، في ظل التحديات الراهنة خاصة التراجع المستمر لأسعار النفط في الأسواق العالمية، وهو ما أكد سيناريو حتمية إدماج الطاقات المتجددة وفق توليفة الإمداد الطاقوي واعتمادها في عملية توليد الكهرباء عاجلا أم آجلا. وستظل الاستفادة من آلية التحول الطاقوي في الجزائر من أهم الفرص التي يمكن قنصها في إطار ضمان أمنها الطاقوي، إلا أن الحكم على نجاحها أو فشلها مرتبط بالمرحلة المستقبلية، وما يمكن أن تفرضه من تحديات أو مكاسب.

وقد سعت الجزائر جاهدة في مجال الربط الكهربائي العربي بدءا من جاراتها المغرب وتونس وليبيا، لما لهذا الربط من مزايا ومنافع اقتصادية وفنية. وتعد مشاريع الربط الكهربائي من أهم المشاريع التي من شأنها الإسهام في مواجهة الزيادة في الطلب على الكهرباء المصاحبة لخطط التنمية الاقتصادية، حيث يتم من خلال الربط الاستعانة بقدرات التوليد الفائضة أو الرخيصة في بلد ما كاحتياطي للبلدان الأخرى، مما يضمن تزويد المستهلك بالكهرباء بأسعار مناسبة وموثوقة عالية، وهذا ما يؤكد الضرورة الملحة لإتمام هذا الربط الاستراتيجي.

الخاتمة

2- اختبار الفرضيات التطبيقية: وتعلق بالفصلين الرابع والخامس للدراسة

(أ) بالنسبة للفرضية (ث): والتي تتحدث عن النتائج الاستشرافية المتوخاة من التوسع الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية في الجزائر، والمخطط المعتمد لتطوير الطاقات المتجددة في المرحلة القادمة، وقد تحقق ذلك من خلال عملية استشراف للفترة 2011-2030 حيث سجلنا أهم النتائج فيما يلي:

- تشير نتائج خطة التوسع الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية الجزائرية إلى أنه خلال فترة الدراسة 2007-2030م:
 - ✓ سينمو إنتاج الكهرباء من 37 TWh إلى 143 TWh مسجلاً معدل نمو وسطي 6.1% تقريباً. وسيقابل ذلك نمو الوقود المستهلك- الذي سيعتمد بشكل شبه كامل على الغاز الطبيعي- بمعدل 3.4% من 10.35 م.ط.م. ن إلى حوالي 22.4 مليون طن مكافئ نفط.
 - ✓ سينجم عن ذلك نمو المردود الوسطي لنظام التوليد من 30% إلى حوالي 55% عام 2030م.
 - ✓ ستتمو القدرة المركبة من 8400 ميغاوات لتصل عام 2030 إلى حوالي 29500 ميغاوات، ما يقابل قدرة وسطية سنوية مضافة تقرب من 1300 ميغاوات.
 - ✓ ستتوزع القدرات الجديدة بنسبة 75% (22000 ميغاوات) للدارة المركبة، 24% (7200 ميغاوات) للعنفات الغازية، و 1% (320 ميغاوات) للعنفات المائية والريحية.
 - ✓ سيتراوح الهامش الاحتياطي بين 14% و 25%.
- تتواجد الطاقات المتجددة في صميم السياسات الطاقوية والاقتصادية الجزائرية خلال الفترة (2011-2030م) حيث سيكون حوالي 40% من إنتاج الكهرباء موجه للاستهلاك الوطني من أصول متجددة. وتصبو الجزائر لأن تكون فاعلاً أساسياً في إنتاج الكهرباء انطلاقاً من الطاقة الشمسية الكهروضوئية والحرارية اللتين سوف تكونان محركاً لتطوير اقتصادي مستدام من شأنه التحفيز على نموذج جديد للنمو.
- الافتقار إلى صناعة التكنولوجيات والخبرات اللازمة لترقية وتطوير المصادر المتجددة.
- اللبس المتعلق بنقل التكنولوجيات في إطار التعاون وآلية التنمية المستدامة، خاصة تلك التي تمثل ميزة تنافسية للدول المصدرة لها.

(ب) بالنسبة للفرضية (ج): والتي تتحدث عن محددات الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر وعن وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج، فإنه من خلال تقدير الطلب العائلي على الكهرباء ضمن فترة الدراسة تبين أن المتغيرات المستقلة التي لها دلالات إحصائية عند مستوى المعنوية 5% تمثلت في العناصر الخمسة التالية: $(CONS_t)$ ، (PER_t) ، (NH_t) ، (R_t) ، (CO_2_t) . ومن خلال نتائج الاختبارات الإحصائية الكيفية: اختبار معاملات دالة الارتباط الذاتي ρ_k واختبار Ljung-Box، والاختبارات الكمية: اختبار ADF، اختبار PP، اختبار KPS، أثبتت رفض فرضية استقرار هذه السلاسل الزمنية في المستوى. بينما بينت كل هذه الاختبارات قبول فرضية استقرار السلاسل الزمنية للفروقات من الرتبة الأولى، أي أن السلاسل الممثلة في: $(CONS_t)$ ، (PER_t) ، (NH_t) ، (R_t) ، (CO_2_t) كلها متكاملة من الرتبة الأولى. وتوصلنا إلى ما يلي:

- يتيح التساوي في رتبة الاستقرار، بالنسبة للسلاسل الزمنية المشتقة، إمكانية وجود علاقة تكامل مشترك في الأجل الطويل بين سلاسل الفروقات من الرتبة الأولى. إلا أن النتائج الإحصائية لاختبار التكامل المشترك باستخدام طريقة "Engle-Granger" أنه لا توجد علاقة توازنية طويلة المدى بين هذه السلاسل، ويظهر ذلك جلياً في كون بواقي

الخاصة

تقدير معادلات انحدار التكامل المشترك غير مستقرة، أي تحتوي على جذر وحدة، بناء على اختباري ADF و PP للاستقرارية؛

أظهر التحليل وجود علاقة توازنية في الأجل القصير بين الطلب العائلي على الكهرباء وكل من حجم السكان والدخل، وتبين أيضاً أن المتغيرين المستقلين المبطنين بفترتين يرتبطان بالطلب العائلي على الكهرباء في الفترة الحالية، في حين أن الفاقد في الكهرباء وانبعثات ثاني أكسيد الكربون لا يفسران الطلب على الكهرباء لا في الأجل الطويل ولا القصير.

(ت) بالنسبة للفرضية (ح): والتي مفادها، أن للتحليل الهيكلي آثار تسمح بتحقيق مجموعة من النتائج تبرز من خلال دراسة السببية بين المتغيرات، وكذا تحليل الصدمات ودوال الاستجابة وتقنيك تباين خطأ التنبؤ، فيمكن القول أن:

من خلال التحليل الهيكلي لمتغيرات الدراسة، تشير نتائج السببية وفق غرانجر إلى وجود علاقة سببية تتجه من تعداد السكان وكذا الدخل نحو الطلب العائلي على الكهرباء خلال الفترات السابقة، وهذا ما يؤكد نتيجة التحليل قصير الأجل لأشعة الانحدار الذاتي الهيكلي، وأما الاتجاه العكسي للسببية فهو غير وارد. أيضاً، عدم وجود علاقة سببية في كلا الاتجاهين بين الطلب العائلي على الكهرباء وكل من الفاقد في الكهرباء وانبعثات ثاني أكسيد الكربون، وهذه النتيجة هي الأخرى تتوافق مع نتائج شعاع الانحدار الذاتي الهيكلي.

يسمح لنا التحليل الهيكلي بدراسة آثار الصدمات الهيكلية للطلب على الكهرباء، الفاقد، الحجم السكاني، الدخل وانبعثات ثاني أكسيد الكربون على الطلب على الكهرباء، وقد تم التوصل إلى النتائج التالية:

إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في الطلب على الكهرباء قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية موجبة في الطلب على الكهرباء نفسه، حيث تصل قيمتها إلى أقصى مستوياتها (26) في الفترة الأولى التي تلي الصدمة، وقد يستمر تأثير هذه الصدمة إلى غاية السنة الثالثة؛

إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في الفاقد في الكهرباء قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية سالبة في الطلب على الكهرباء قدرها (-21)، وقد يستمر تأثير هذه الصدمة إلى السنة الخامسة؛

إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في النمو السكاني قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية سالبة في الطلب، حيث تصل قيمتها إلى أقصى مستوياتها (-18) في الفترة الأولى بعد الصدمة، ويستمر التأثير السالب لهذه الصدمة إلى السنة الثانية، ومن ثمة يتحول إلى تأثير موجب في السنة الثالثة، ليزول هذا الأثر في السنة الرابعة؛

إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في الدخل قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية سالبة في الطلب قدرها (-4) في الفترة الأولى بعد الصدمة، لتتحول إلى تأثير موجب في السنة الثانية، ومن ثمة إلى تأثير سالب في السنة الثالثة، ليزول هذا الأثر في السنة الرابعة؛

إن حدوث صدمة هيكلية مفاجئة أو غير متوقعة في انبعثات CO_2 قدرها انحراف معياري يعقبها استجابة آنية سالبة في الطلب قدرها (-2) في الفترة الأولى بعد الصدمة، لتتحول إلى تأثير موجب في السنة الثالثة، ومن ثمة إلى تأثير سالب في السنة الرابعة، ليزول هذا الأثر في السنة الخامسة.

ثانيا: النتائج المستخلصة

أ) تتوفر الجزائر على إمكانيات هامة من الطاقات التقليدية، هذه الأخيرة التي ارتفعت وتيرة استهلاكها، الأمر الذي رجح مستقبل هذه الطاقات إلى النضوب والزوال، إلى جانب تذبذب أسعارها في الأسواق العالمية، أكد سيناريو ضرورة إدماج الطاقات المتجددة وفق توليفة الإمداد الطاقوي.

ب) تتربع الجزائر على إمكانيات هامة من الطاقات النظيفة (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة الكتلة الحية، الطاقة الجيولوجية، الطاقة الكهرومائية)، لتصبح بذلك من أبرز الأقطاب الغنية بالمصادر الطاقوية الجديدة في المنطقة العربية، ما جعلها تبلور استراتيجية واضحة المعالم لتحويل طاقتي من أجل ضمان أمنها في هذا مجال.

ت) اعتمدت الجزائر في ظل السياسة الطاقوية على برنامج طويل المدى للتحكم في الطاقة والانتقال نحو بدائل جديدة عوض التقليدية، بالإضافة إلى محاولة تهيئة المناخ الملائم لتنصيب قدرات هامة من الطاقات المتجددة، هذه الأخيرة التي يعول عليها كثيرا للخروج من التبعية لقطاع المحروقات من جهة، وضمان استدامة مواردها الطاقوية من جهة أخرى.

ث) تجاوز نمط الاقتصاد الريعي الذي يعتمد أساسا على صادرات قطاع المحروقات في الجزائر، من خلال تشجيع قطاعات أخرى بديلة من شأنها أن تحقق النمو الاقتصادي والتنمية الحقيقية وفي مقدمتها قطاع الطاقات المتجددة، في مجال توليد الكهرباء، وتطوير الاستثمار فيها من شأنه أن يحقق عوائد مرتفعة للاقتصاد الجزائري وينعكس على رفاه المجتمع.

ج) تعد الطاقة الكهربائية من العناصر الهامة لتحقيق التنمية المستدامة، إذ تشكل إمداداتها عاملا أساسيا في دفع عجلة الإنتاج وتحقيق الاستقرار والنمو وتوفير فرص للعمل، وتحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر، لذلك لا بد من ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية بغرض انتشارها بشكل مقبول اقتصاديا واجتماعيا وبيئيا، وفق ضوابط التنمية المستدامة؛

ح) تقوم استراتيجيات البيئة العالمية على ثلاثة ركائز هي: الوصول بالخدمات السلعية الأساسية العامة للفقراء في المناطق الريفية، وإعادة هيكلة قطاع الكهرباء بنسبة متقدمة من أولويات التنمية الاقتصادية ومن ثم قطاع الموارد المائية واستراتيجية تنمية للغابات. ولا بد من الربط في، كل خطوة في السياسة العامة، بين البيئة والفقر والتنمية الصحية والبيئة للسكان.

خ) يتحقق تجاوز العراقيل سالف الذكر، بتكثيف وتجنيب كافة الجهود والعمل الجماعي المشترك بين النخب السياسية الحاكمة والكفاءات والمختصين في مثل هذا القطاع أو القطاعات المرتبطة من خلال إيجاد الحلول اللازمة مع مراعاة الخطط والبرامج والاستراتيجيات المنتهجة الرشيدة التي تتوافق مع الإمكانيات المادية والبشرية المتاحة في الجزائر، دون إغفال تأثير التحولات العالمية.

د) يساهم استخدام نظام الإدارة البيئية وأسلوب الإنتاج الأنظف في محطات توليد الكهرباء في ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية وفق متطلبات التنمية المستدامة، من خلال تحقيق أداء بيئي أفضل، وتحقيق كفاءة أكبر في

الخاتمة

استخدام موارد الطاقة والوصول إلى إنتاج أكبر، نتيجة تقليل الهدر والفاقد في إنتاج وتوزيع واستهلاك الطاقة الكهربائية، بالإضافة إلى الحد من التلوث البيئي.

(ذ) تثمين التحول نحو تكريس الاقتصاد الأخضر في الجزائر، الذي من شأنه أن يحقق نتائج إيجابية تمس عدة مجالات يأتي في مقدمتها توفير فرص عمل كثيرة لامتناس نسبة من البطالة المرتفعة، بالرغم من العراقيل المتعددة التي تواجه استغلال الطاقات المتجددة، كالعراقيل السياسية والأمنية التي تشير إليها التهديدات الأمنية الخارجية والداخلية التي قد تعصف بالجزائر وتهدد أمنها الداخلي. بالإضافة إلى عراقيل أخرى اقتصادية يأتي في مقدمتها نمط الاقتصاد الريعي المنتهج والأعباء التي ورثها للجزائر، وكذا العوائق التقنية التي تتعلق بمشكلات التحكم في تكنولوجيا الطاقات المتجددة.

(ر) سعت الجزائر إلى خصخصة قطاع الكهرباء ليتولى دورًا أساسيًا للاستثمار فيها وإدارة وتشغيل مشاريعها، ومن الملاحظ أن التنظيم الجديد لهذا القطاع يهدف إلى تهيئة القطاع لمجابهة التحديات المستقبلية ومساندة التنمية وفتح المجال لتتبع مصادر الدخل وإتاحة فرص عمل للأجيال القادمة، من خلال وضع الأسس التنظيمية الفاعلة والمرنة لهذا القطاع الحيوي لتنفيذ المشاريع من المنظور الوطني الشامل وفي التوقيت المناسب، وبما يخفض من التكاليف الإجمالية التي تعود في النهاية بالإيجاب لصالح المستهلك.

(ز) نتجه سياسة تسعير الطاقة الكهربائية في السنوات الأخيرة (بدءًا من 2016م) بالجزائر نحو تحرير الأسعار، إذ يجب أن تعبر هذه الأسعار عن التكلفة الاقتصادية عند وضع هذه المواد في متناول المستهلك، كما تسمح بإبراز أي دعم حكومي عن طريق اختيار المواد التي يجب تشجيع استهلاكها أو تلك المخصصة لطبقات اجتماعية معينة ترى الدولة وجوب حمايتها.

(س) أهم مصدر طاقي أولي مستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر هو الغاز، وقد قدرت المساهمة الإجمالية له في الإنتاج عام 2009 بـ: 96% لتوفره بالكميات والنوعيات المناسبة، ونظرًا لكفائته الاقتصادية والبيئية في هذا المجال. وقد سعت الجزائر إلى إنشاء أول محطة هجينة في العالم تعمل بالمزوجة بين الطاقة الشمسية والغاز الطبيعي لإنتاج 150ميغاوات من الطاقة الكهربائية سنويًا، حوالي 83% منها عن طريق الغاز الطبيعي المتواجد في حقل حاسي الرمل بالجنوب الجزائري و 17% عن طريق الطاقة الشمسية التي تمتلك الجزائر منها إمكانيات جد معتبرة.

(ش) مهدت الجزائر لديناميكية الطاقة الخضراء بإطلاق برنامج طموح لتطوير الطاقات المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية، والذي يتمحور حول تأسيس قدرة ذات أصول متجددة بحوالي 22000 ميغاوات وهذا خلال الفترة الممتدة ما بين 2011 و2030، منها 12000 ميغاوات موجهة لتغطية الطلب الوطني على الطاقة الكهربائية و 10000 ميغاوات للتصدير، مما يؤهلها لتأدية دور مهم في إنتاج وتصدير الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة الشمسية.

الخاتمة

ص) الطاقات المتجددة من أهم المصادر الطاقوية المستقبلية التي يمكن أن تزيد من الركيزة الجيواستراتيجية للجزائر في المنطقة، وهو مجال اهتمام مختلف الشركات العالمية، حيث تحتل الجزائر موقعا متقدما في الساحة الإقليمية والدولية خاصة فيما يتعلق بالطاقة الشمسية التي هي بمثابة فرصة ومحرك للتطور الاقتصادي والاجتماعي والبيئي.

ثالثا: توصيات واقتراحات

في ظل اختبار الفرضيات والنتائج المتحصل عليها، خلصنا إلى تقديم جملة من التوصيات والاقتراحات في مجال الطلب على الكهرباء بالجزائر ضمن مراعاة آلية التفاعل في مثلث التنمية المستدامة، لرسم أبعاد التحرك والانتقال بين زوايا المثلث الحرج، أي بين الكفاءة الاقتصادية والكفاية البيئية والتوفر النسبي للموارد، وأثر كل منها في تحقيق النمو الاقتصادي المقرون بتوازن بيئي يعزز الموارد النادرة ويعظم اقتصاديات الرفاه ووفورات التنمية، وهذه التوصيات والاقتراحات من شأنها أن تساهم في تثمين هذا العمل.

أ) على الدولة أن تقدم تسهيلات ومساعدات مالية للمؤسسات التي تطبق نظم الإدارة البيئية، قصد تعزيز الفوائد المتحققة وتعميمها على المؤسسة والمجتمع ككل. وأن تقدم الدعم الفني للمؤسسات التي تبدي استعدادها لتطبيق النظم المذكورة، من خلال تدريب مواردها البشرية والمكلفة بتطبيق هذه الاستراتيجية على يد خبراء مختصين من وزارة البيئة وهيئة الإقليم.

ب) انطلاقا من عرض الجهات المعنية بشؤون البيئة في الجزائر، ندرك أن وزارة البيئة والإقليم ليست الوحيدة التي تقوم بهذا الدور بل توجد هيئات أخرى تساهم في حماية البيئة كجزء من مهامها (كالولاية، البلدية، الجمعيات)، بالإضافة إلى وزارات أخرى، لذا لا بد من إيجاد تنسيق جاد بين الجهات المعنية بقضايا البيئة من أجل تفعيل دورها وتوحيد الجهود المبذولة.

ت) على مستوى المؤسسة، يجب بذل كل الجهود اللازمة لإنجاح نظم الإدارة البيئية، خصوصا المتعلقة بالتدريب المستمر لمواردها البشرية والقيام بمراجعة هذه النظم وتعديلها حسب الحاجة وتقييم نتائجها ومقارنتها بتكاليف تطبيق هذه النظم وأثرها على أداء المؤسسة وسمعتها.

ث) في إطار برامج تأهيل المؤسسات الاقتصادية العمومية والخاصة، يجب ربط منح الإعانات المالية للجهات المانحة، بضرورة احتواء مخططات التأهيل على الاهتمام بالبعد البيئي. إن معظم مخططات التأهيل التي تطبقها المؤسسات الاقتصادية حاليا تحتوي على عملية الحصول شهادة الإيزو 9001 الخاصة بإدارة الجودة فقط، لذا لا بد من تدعيم تلك المخططات بالحصول على شهادة الإيزو 14001 أيضا.

ج) عطا على التوصية السابقة، يجب أن تدمج الإدارة البيئية ضمن عملية التخطيط الاستراتيجي للمؤسسة الاقتصادية، وذلك بأن تصبح البيئة متغيرا هاما من المتغيرات التي تبنى عليها استراتيجيات أعمال تلك المؤسسات، مع إلزامية وضع

الخاتمة

أهداف استراتيجية بيئية أولها الحصول على شهادة المطابقة للمواصفة القياسية، يليها تحسين الأداء البيئي كنتيجة حتمية لتطبيق المواصفة.

(ح) على المنظمات الوطنية المعنية التشجيع على تطبيق المواصفات القياسية العالمية وعلى رأسها المعهد الجزائري للتقييس "Institut Algérien de la Normalisation" IANOR بصفته المكلف بتعميم استعمال المواصفات القياسية أن يتحمل مسؤوليته وأن يؤدي دوره كاملا في مجال التشجيع على تطبيق البعد البيئي، ويكون ذلك بالتقرب من المؤسسات الاقتصادية، وتقديم الدعم التقني اللازم لها.

(خ) التوجه نحو تغيير نمط الحياة والسلوك الإنتاجي الاستهلاكي ترشيدا لاستخدام الطاقة الكهربائية، من خلال التوعية العامة وتنمية مهارات الفنيين لتلافي عدم الكفاءة، هذا بالإضافة إلى رفع القدرات الإدارية ووضع أساس لنظام معلومات يحقق كفاءة الطاقة.

(د) التأكيد على أهمية شفافية البيانات المتعلقة بجميع مشاريع الطاقة المختلفة كمشاريع الطاقة المتجددة وغيرها من حيث اختيار المواقع ونواحي السلامة العامة والتكلفة والجودة الاقتصادية والآثار البيئية المترتبة عن إنشاء هذه المشاريع، مع ضرورة فتح باب الحوار والنقاش العام بهدف تحقيق المصلحة العامة.

(ذ) ضرورة التخطيط لتلبية الطلب على الكهرباء للسنوات القادمة، الامر الذي يتطلب بناء أو تأهيل المحطات البخارية لتلبية الحمل أساس إضافة إلى المحطات الغازية التي تسهم في تلبية الطلب الأقصى، لأن المحطات الغازية تحل مشكلة آنية، كما أن هناك تباطؤ في إحالة المشاريع، وتحتاج المحطات الغازية لفترة بناء لمدة سنتين، أما المحطات البخارية فتحتاج الى ثلاث سنوات تقريبا. وهناك مشكلة في توفير وقود للمحطات الكهربائية لأن إنتاج المصافي قليل لا يستوعب الاستهلاك العالي.

(ر) العمل على استثمار الغاز الطبيعي المصاحب لإنتاج النفط الخام لتقليل حرقه بإنشاء مشاريع جمع هذا الغاز ومعالجته وتنقيته في مجمعات الغاز لإنتاج الغاز الجاف وإنتاج غاز البترول السائل والكارولين الطبيعي والكبريت، ويجري العمل على إعادة تأهيل شبكات نقل الغاز الجاف وزيادة طاقتها لتلبية الحاجات المتزايدة لمحطات الطاقة الكهربائية الغازية، وأن استخدام الغاز كوقود في محطات الطاقة الكهربائية في الجزائر سيخفض كثيرا من ملوثات البيئة التي سببت الكثير من الأمراض وبشكل غير مسبوق، لذا نوصي باعتماد الغاز الطبيعي كمصدر رئيس ونظيف لتوليد الطاقة الكهربائية وتقليل استخدام النفط الخام كوقود مع إمكانية توسيع شبكات توزيع الغاز للاستخدام المنزلي.

(ز) إعادة تأهيل محطات توليد الطاقة الكهربائية الحالية، والسعي إلى رفع طاقة التوليد إلى أكثر من 22000 ميغاوات خلال العشرة سنوات القادمة، وإنشاء محطات غازية جديدة لتلبية حاجات الاستهلاك المتنامية على المدى القريب والسعي لسد العجز الحالي مع توفير المرونة اللازمة في المنظومات الكهربائية. ويتم العمل ضمن الخطة بعيدة المدى بإنشاء

الخاتمة

محطات حرارية للطاقة الكهربائية وذات طاقات كبيرة لتلبية الطلب المتزايد للطاقة مستقبلا وعلى الأخص القطاع الصناعي، موزعة على أرجاء البلد بالإضافة إلى المحطات الغازية، ويرتبط التوزيع الجغرافي لمحطات الطاقة بمواقع توفر مصادر الوقود، كما يرتبط موعد إنجازها بتنفيذ مشاريع تطوير الحقول النفطية والغازية.

س) وضع السياسات التسعيرية المناسبة هي من أنجع الوسائل والأساليب لتحسين كفاءة لاستهلاك ويعتبر التسعير الاقتصادي حافزا جيدا يدفع المستهلك للبحث عن كلفة الأساليب الممكنة للترشيد واختيار نوع الوقود انطلاقا من كلفته الاقتصادية وكذلك اختيار التكنولوجيا الأكثر كفاءة في استهلاك الطاقة الكهربائية. وضرورة تطوير مجالات الطاقة المتجددة والاستفادة من الطاقات اللامحدودة مثل طاقة الشمس وطاقة الرياح حيث أن الجزائر تحظى بوفرة من الطاقات المتجددة وبسبب محدودية طاقة النفط وحمية نضوبها مستقبلاً، وهو ما يستدعي الاهتمام بالطاقات البديلة.

رابعا: آفاق الدراسة

في إطار الحديث عن موضوع الأطروحة الموسوم: "الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر، في ظل الموازنة بين الكفاية البيئية والكفاءة الموردية-دراسة قياسية للفترة 2015/1970"، يمكن إثارة العديد من القضايا التي تحتاج إلى مزيد من البحث والتوسع ذات الصلة بهذا الموضوع، غير أن أبعاد الدراسة لم تسمح بتناولها بالشكل المطلوب، والتي يمكن أن تكون مفاتيح لبحوث مستقبلية، وذلك بمعالجة الموضوع من عدة زوايا متباينة، وباستخدام متغيرات مختلفة وبأبعاد زمنية مستقبلية، خاصة وأن النتائج المتوصل إليها تبقى مرهونة بالفترة القادمة. ومن أجل ذلك يمكن اقتراح العديد من المواضيع التي قد تكون مكملة لهذا العمل أو تزيد في إثرائه من الناحيتين النظرية والتطبيقية، نذكر منها:

- محاولة نمذجة استهلاك الطاقة الكهربائية في قطاعات أخرى وأخص بالذكر القطاع الصناعي والقطاع الفلاحي، وحسب مصادر الطاقة المختلفة؛
- دراسة تأثير المصادر الطاقوية المستخدمة في توليد الكهرباء على البيئة وأهمية التحول إلى الطاقات المتجددة ومستقبلها؛
- دراسة مدخلات ومخرجات قطاع الطاقة الكهربائية ومساهمته في بقية قطاعات والاقتصاد الوطني ككل؛
- دراسة نمذجة الاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية، وذلك بإدخال متغيرات مفسرة كمتغير درجة الحرارة، متغير التحضر، عدد المشتركين، معدل النمو الاقتصادي، أسعار المنتجات الطاقوية... الخ؛
- ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في الجزائر وأهمية التقليل من الفاقد في الكهرباء؛
- مشكلة تزايد معدلات الطلب على الكهرباء في الجزائر وانسب استراتيجية لحلها.

المصادر والمراجع

المصادر والمراجع

المصادر والمراجع

قائمة المراجع باللغة العربية

-القران الكريم

1- سورة الفرقان، الآية 7

2- سورة القمر، الآية 49

3- سورة يوسف، الآية 56

-السنة النبوية

أولاً: المعاجم والقواميس.

1- فريدريك معتوق، معجم العلوم الاجتماعية، أكاديميا، بيروت، لبنان، 1998.

2- وردم، باقر محمد علي الأشقر، يوسف محمد، 1998، قاموس البيئة العام، الطبعة الأولى، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان

ثانياً: الكتب.

1- إبراهيم نعمة الله بخيت إبراهيم، 2002، مقدمة في مبادئ الاقتصاد القياسي، مؤسسة شباب الجامعة للنشر، الإسكندرية.

2- أحمد الحديدي، طرق توليد الطاقة الكهربائية، جامعة الزرقاء، عمان، الأردن.

3- أحمد مدحت إسلام، 1999، الطاقة وتلوث البيئة، دار الفكر العربي، مصر. الإسكندرية.

4- أموري هادي كاظم الحساوي، 2002، طرق القياس الاقتصادي، دار وائل للنشر، الأردن.

5- بشير مصيطفى، 2012، الجزائر والطاقات المتجددة: هل تضيع الفرصة من جديد الإصلاحات التي نريد، مقالات في الاقتصاد الجزائري، جسور للنشر والتوزيع، الجزائر.

6- بن أحمد أحمد، (2006)، النمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة (1988:10 - 2007:03)، العلوم الاقتصادية تخصص الاقتصاد الكمي، جامعة الجزائر.

7- بنونة فاتح وخامرة الطاهر، 2008، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة. في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو-مغاربي. ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، 07-08 أبريل 2008، دار الهدى للطباعة والنشر، عين المليلة، الجزائر.

8- ترافيس وانجر، ترجمة صابر محمد، 2007، البيئة من حولنا دليل لفهم التلوث والآثار، الجمعية المصرية للمعرفة والثقافة العلمية، القاهرة، مصر.

9- جاد عبد الرحمان ليلي أنيس، 2002، التغيرات المناخية وتداعياتها على التنمية، مكتبة الأسرة، مصر.

المصادر والمراجع

- 10- حلاوة جمال، صالح علي، 2009، مدخل إلى علم التنمية، الطبعة العربية الأولى: الإصدار الأول، دار الشروق للتوزيع والنشر، عمان.
- 11- الخرجي فراس أحمد، 2007، الإدارة البيئية، الطبعة الأولى، داركنوز المعرفة العلمية، عمان.
- 12- الخطيب فاروق ، 1406 هـ، اقتصاديات تنمية الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية.
- 13- خلف الله أحمد محمد عربي، (2005)، اقتصاد قياسي متقدم، مطبعة جي تاون، السودان.
- 14- الدركزلي شذى سلمان، 1997، الطريق النووي في نصف قرن "ما له وما عليه"، الدار العربية للعلوم، بيروت.
- 15- دوجلاس موشثيت، 2000، ترجمة بهاء شاهين، مبادئ التنمية المستدامة، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، مصر.
- 16- الراوي محمود، 1987، مدخل إلى تحليل الانحدار، المكتبة الوطنية، بغداد.
- 17- رمضان محمد مقلد وآخرون، 2003، اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية.
- 18- زين الدين عبد المقصود، 2000، قضايا بيئية معاصرة، منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر.
- 19- سردار عبد الرحمان سيف، 2015، التنمية المستدامة، الطبعة الأولى، دار الراجحة للنشر والتوزيع، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية.
- 20- سمير محمد عبد العزيز، 1997، الاقتصاد القياسي مدخل في اتخاذ القرارات، مكتبة الإشعاع للطباعة والنشر والتوزيع، الأردن.
- 21- شحاتة حسن أحمد، 2003، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، الدار العربية للكتاب، القاهرة.
- 22- الشعلان عبد الله محمد، (دون تاريخ)، تطور الشبكات الكهربائية، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.
- 23- الشيخ محمد صالح، 2002، الآثار الاقتصادية والمالية ووسائل الحماية منها، الطبعة الأولى، مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية، مصر.
- 24- عابد عبد القادر، سفاريني غازي، 2004، أساسيات علم البيئة، دار وائل للطباعة والنشر، الطبعة الثانية، الأردن.
- 25- العايب عبد الرحمان، دهيمي جابر، قراءة في دور الدولة الداعم لتحسين الأداء البيئي المستدام للمؤسسات الاقتصادية - حالة الجزائر، جامعة سطيف، (بدون تاريخ).
- 26- عبد القادر محمد عبد القادر عطية، 2005، الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق، الدارالجامعية، مصر.
- 27- عجيمة محمد عبد العزيز، ناصف إيمان عطية، 2003، التنمية الاقتصادية: دراسات نظرية وتطبيقية، الدار الجامعية، الإسكندرية.

المصادر والمراجع

- 28- عطية عبد القادر محمد عبد القادر، 2004-2005، قضايا اقتصادية معاصرة، قسم الاقتصاد، كلية التجارة، جامعة الإسكندرية، مصر.
- 29- علام عبد الرحيم، 2005، مقدمة في نظم الإدارة البيئية، المنظمة العربية للتنمية الإدارية.
- 30- عياش سعود يوسف، 1981، تكنولوجيا الطاقة البديلة، إصدارات المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.
- 31- غزالي كمال شرقاوي، 1996، من أجل بيئة أفضل: التلوث البيئي العقدة والحل، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية.
- 32- الغزاوي محمد عبد الوهاب، 2006، أنظمة إدارة الجودة والبيئة (ISO 9000) و (ISO14000)، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان.
- 33- غنيم عثمان محمد وآخرون، 2007، التنمية المستدامة، ط1، دار الصفاء، عمان، المملكة الأردنية الهاشمية.
- 34- فرغلي حسن أحمد، 2007، البيئة والتنمية المستدامة: الإطار المعرفي والتقييم المحاسبي، الطريق المؤدية إلى التعليم العالي، كلية التجارة، جامعة القاهرة.
- 35- قاسم خالد مصطفى، 2007، إدارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة، الدار الجامعية، مصر.
- 36- العزاوي نجم، النقار عبد الله، 2010، إدارة البيئة ومتطلبات وتطبيقات ISO14000، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.
- 37- محمد صلاح الدين عباس حامد، 2006، نظم الإدارة البيئية والمواصفات القياسية العالمية إيزو 1400، دار الكتب العلمية، القاهرة.
- 38- محمد عبد البديع، 2006، الاقتصاد البيئي والتنمية، دار الأمين للنشر والتوزيع، مصر.
- 39- محمدشحي، 2012، طرق الاقتصاد القياسي - محاضرات وتطبيقات، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن.
- 40- المخادمي عبد القادر رزيق، 2004، التلوث البيئي، مخاطر الحاضر وتحديات المستقبل، ديوان المطبوعات الجامعية، الطبعة الثانية، بنعكنون، الجزائر.
- 41- مزاهرة أيمن، شوابكة علي، 2008، البيئة والمجتمع، الطبعة الأولى، دار الشروق، عمان.
- 42- مصطفى محمد سمير، 2006، التنمية الحضرية المستدامة في البرازيل، الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، ط1، الدار العربية للعلوم، بيروت.
- 43- موسى الفياض، عبير أبو رمان، 2009، الوقود الحيوي، الآفاق والمخاطر والفرص، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، المملكة الأردنية الهاشمية.
- 44- نور الدين عبد الله الربيعي، 1983، الآفاق العلمية لاستثمار الطاقة الشمسية، دار الحرية للطباعة والنشر، بغداد.

المصادر والمراجع

- 45- هاني عبيد، 2000، الإنسان والبيئة منظومة الطاقة والبيئة والسكان، دار الشرق، عمان.
- 46- وحيد مصطفى أحمد، 2009، مصادر وأنظمة الطاقة الجديدة والمتجددة، الجزء الثاني، دار الكتاب العلمية للنشر والتوزيع، مصر.
- ثالثًا: الرسائل الجامعية.
- 1- بورنان إبراهيم، 2007، الغاز الطبيعي ودوره في تأمين الطلب على الطاقة- حالة الجزائر، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر.
- 2- بوفنش وسيلة، 2013-2014، الطاقة الكهربائية في الجزائر: محاولة التوقع بالإنتاج- دراسة حالة الشركة الوطنية للكهرباء والغاز، أطروحة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه علوم، تخصص علوم اقتصادية، جامعة سطيف، الجزائر.
- 3- حمزة جعفر، 2011-2012، إستراتيجية ترقية الكفاءة الإنتاجية للطاقة الكهربائية في ظل ضوابط التنمية المستدامة- دراسة الطاقة الكهربائية بالجزائر-، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، تخصص اقتصاد دولي وتنمية مستدامة، جامعة عباس فرحات، سطيف، الجزائر.
- 4- حوشين رضوان، الوسائل القانونية لحماية البيئة القاضي ودور القاضي في تطبيقها، مذكرة تخرج لنيل إجازة المدرسة العليا للقضاة، السنة الثالثة، الدفعة 14، الفترة التكوينية 2003-2006
- 5- دحماني محمد ادريوش، 2013، إشكالية التشغيل في الجزائر: محاولة تحليل، أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية، فرع اقتصاد التنمية، جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان، الجزائر.
- 6- دلهوم خليفة، المتغير الديمغرافي في الجزائر والتنبؤ بالطلب على الكهرباء، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في العلوم التجارية، شعبة تسويق، جامعة باتنة- 1 الجزائر.
- 7- رحيم إبراهيم، 2012، الطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر - دراسة قياسية للفترة 1969/2008، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص النمذجة الاقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر.
- 8- سعيد هنتات، 2006، دراسة اقتصادية وقياسية لظاهرة التضخم في الجزائر، مذكرة ماجستير غير منشورة، علوم اقتصادية، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر.
- 9- الشمري رضا عبد الجبار، 2003، الأهمية الاستراتيجية للنفط العربي، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بغداد.
- 10- صبرينة رماش، 2008/2009، الفعالية الاتصالية في المؤسسة الاقتصادية الجزائرية، رسالة دكتوراه علوم في علم الاجتماع- فرع تنمية وتسيير الموارد البشرية، جامعة منتوري- قسنطينة، الجزائر.
- 10- صحراوي سعيد، (2010)، محددات سعر الصرف: دراسة قياسية لنظرية تعادل القوة الشرائية والنموذج النقدي في الجزائر، مذكرة ماجستير غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية تخصص مالية دولية، جامعة تلمسان، الجزائر.

المصادر والمراجع

- 11- العايب عبد الرحمان، التحكم في الأداء الشامل للمؤسسة الاقتصادية في ظل تحديات التنمية المستدامة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف 2012.
 - 12- عبد الجليل هجيره، (2012)، أثر تغيرات سعر الصرف على الميزان التجاري - دراسة حالة الجزائر-، مذكرة ماجستير غير منشورة، العلوم الاقتصادية، تخصص مالية دولية، جامعة تلمسان، الجزائر.
 - 13- علاب رشيد، 2016-2017، نظم الإدارة البيئية (ISO14000)، واقع ومعوقات تطبيقها في المؤسسات الاقتصادية في الجزائر، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في علوم التسيير - تخصص علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد بوضياف-المسيلة، الجزائر.
 - 14- عمر شريف، 2007، استخدام الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة "دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر"، أطروحة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية، جامعة باتنة، الجزائر.
 - 15- كافي فريدة، 2014-2015، الطاقات المتجددة ودورها في الاقتصاد وحماية البيئة- دراسة حالة الجزائر، أطروحة دكتوراه الثالث غير منشورة، قسم العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة باجي المختار، عنابة، الجزائر.
 - 16- كتوش عاشور، 2004، الغاز الطبيعي في الجزائر وأثره على الاقتصاد الوطني، أطروحة دكتوراه دولة، جامعة الجزائر.
 - 17- منفي رعد، الدليمي أحمد، 2001، إدارة الجودة الشاملة للبيئة باستخدام المواصفة الدولية ISO 14000، دراسة حالة شركة مصافي الوسط، رسالة دكتوراه، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
 - 18- يحي وناس، 2007، الآليات القانونية لحماية البيئة في الجزائر، أطروحة دكتوراه في القانون العام، جامعة أبو بكر بالقايد، تلمسان، جويلية.
- رابعاً: المجالات والدوريات.
- 1- إبراهيم موسى الورد، 2006، تحليل العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي ونمو الأسواق المالية، للمدة 1980-2004، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد 12، العدد 41، جامعة بغداد.
 - 2- إسماعيل سراج الدين، حتى تصبح التنمية مستدامة، مجلة التمويل والتنمية، صندوق النقد الدولي، واشنطن، ديسمبر 1993.
 - 3- آل فيحان إينار عبد الهادي، البياتي سوزان عبد الغاني، 2008، نظام الإدارة البيئية 2004: ISO 14001: دراسة حالة في الشركة العامة لصناعة البطاريات- معمل بابل 1-، مجلة الإدارة
 - 4- بدرجة رمزي، الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، مجلة ميلاف للبحوث والدراسات، العدد 5/ جوان 2017.
 - 5- بوعروج ريم، الطاقة الكهربائية في الجزائر، مجلة كهرياء العرب، العدد الثامن عشر، 2012.
 - 6- الحايك كمال، تطوير الطاقة البديلة والحفاظ على البيئة، مجلة كهرياء العرب، العدد 15، ماي- 2009.

المصادر والمراجع

- 7- رزيق كمال، 2007، دور الدولة في حماية البيئة، مجلة الباحث، العدد 5.
- 8- سالم رشيد، المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الجزائرية بين الالتزام البيئي ومنطق تعظيم الربحية: دراسة ميدانية، مجلة البحوث والدراسات العلمية، جامعة المدينة، العدد 06 مارس 2012.
- 9- سعدي فيصل، رؤية تحليلية حول الأهمية الاقتصادية للتصدير مع الإشارة لإمكانيات تصديرية متاحة للجزائر في مجال الطاقات المتجددة، مجلة البحوث والدراسات العلمية، جامعة يحي فارس، ع10، جوان 2016، المدينة، الجزائر.
- 10- سونلغاز الجزائرية، خدمة عمومية في تطور مستمر، مجلة كهرباء العرب، ع4
- 11- شتوح وليد، مكانة نظام الإدارة البيئية الإيزو 14000 في تسيير المؤسسات الجزائرية، مجلة الواحات للبحوث والدراسات، المجلد 7 العدد 2، 2014.
- 12- الشعلان عبد الله، 1416هـ، تقدير تكاليف انقطاعات الطاقة الكهربائية عن المستهلكين، مجلة جامعة الملك عبد العزيز للعلوم الهندسية، جدة، مجلد 12، العدد 2.
- 13- شفيق عريش وآخرون، 2011، اختبارات السببية والتكامل المشترك في تحليل السلاسل الزمنية، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 33، العدد 5.
- 14- الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، التعاون العربي في مجال الربط الكهربائي نظرة تحليلية، مجلة النفط والتعاون العربي، 2010، المجلد 36، العدد 133، ص 125.
- 15- عابدبنعابدالعبدلي، (2007)، محددات الطلب على واردات المملكة العربية السعودية في إطار التكامل المشترك وتصحيح الخطأ، مجلة مركز صالح عبد الله للحكام للاقتصاد الإسلامي، جامعة الأزهر، العدد 23، مصر.
- 16- عيشاوي كنزة، بدوي إلياس، الاستثمار في الطاقات المتجددة ودوره في تحقيق التنمية الاقتصادية في دول المغرب العربي، مجلة أداء المؤسسات الجزائرية - العدد 11، 2017.
- 17- فروحات حدة، استراتيجيات المؤسسات المالية في تمويل المشاريع البيئية من أجل تحقيق التنمية المستدامة- دراسة حالة الجزائر، مجلة الباحث، العدد 07، 2009-2010 الجزائر.
- 18- فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر، مجلة الباحث، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير- جامعة قاصدي مرياح بورقلة-، العدد 11، 2012.
- 19- كعوان سليمان، جابة أحمد، تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد 14/2015. الجزائر.
- 20- كنعان عبد اللطيف وآخرون، دراسة مقارنة في طرائق تقدير انحدار التكامل المشترك، المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية، العدد 33، 2012.

المصادر والمراجع

- 21- مجلة "أخبار الاتحادية" ثلاثية تصدر عن مجمع سونالغاز، التغيرات الجوهرية المرتقبة في الأفق، العدد 02، جوان 2007م.
- 22- مستور فارس، أهمية تدخل الحكومات في حماية البيئة من خلال الجباية البيئية، مجلة الباحث، العدد 07، 2009-2010، الجزائر.
- 23- مها إبراهيم سليمان، التحضر وهيمنة المدن الرئيسية في البلدان العربية: أبعاد وآثار على التنمية المستدامة، دراسات اقتصادية، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، العدد 44، 2000.
- 24- ناصر مراد، 2009، التنمية المستدامة وتحدياتها في الجزائر، بحوث اقتصادية عربية، العدد 46.
- 25- نصير أمنة محمد، 1995، الإسلام وحماية البيئة، مجلة الإسلام اليوم، مجلة دورية تصدرها المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة، العدد الثالث عشر.
- 26- هارون كمال، النفط: أصله، تركيبه، صناعته، مستقبله، مجلة واحات هندسية، الجمعية السعودية للهندسة الكيميائية، العدد الثاني، جانفي 2013.
- خامسا: الملتقيات والمؤتمرات.**
- 1- أديب عبد السلام، أبعاد التنمية المستدامة، مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الاجتماع السنوي لنقابة المهندسين الزراعيين التابعة للاتحاد المغربي للشغل 2002.
- 2- أوراق عمل المؤتمر العربي الرابع للإدارة البيئية، التنمية المستدامة والإدارة المجتمعية: الأدوار المستقبلية للحكومات المركزية والمحلية والقطاع الخاص والمجتمع المدني، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، المنامة،
- 3- بروش زين الدين، دهيمي جابر، دور نظام الإدارة البيئية في تحسين الأداء البيئي للمؤسسات- دراسة حالة شركة الإسمنت، مجمع مدخلات الملتقى الدولي الثاني حول الأداء المتميز للمنظمات والحكومات، الطبعة الثانية: نمو المؤسسات والاقتصاديات بين تحقيق الأداء المالي وتحديات الأداء البيئي، جامعة ورقلة، 22 و 23 نوفمبر 2011.
- 4- بن عطا الله عائشة، التأهيل البيئي للمؤسسة الاقتصادية الجزائرية بين الحاجة والضرورة، الملتقى الدولي الأول حول: التأهيل البيئي للمؤسسة في اقتصاديات دول شمال إفريقيا، يومي 06-07 نوفمبر 2012.
- 5- بن نون فاتح، خامرة الطاهر، 2008، تحديات الطاقة والتنمية المستدامة في: منشورات مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورو- مغربي، ملتقى التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، 07-08 أبريل 2008، سطيف، عين المليلة: دار الهدى للطباعة والنشر.
- 6- بوقطف فوزية، مؤشرات قياس الأداء والفعالية في المنظمات، الملتقى العلمي الدولي حول أداء وفعالية المنظمة في ظل التنمية المستدامة، جامعة محمد بوضياف، المسيلة، 10-11 نوفمبر 2009.
- 7- الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، وزارة الطاقة والمناجم، الطاقة والتعاون العربي- الورقة القطرية، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي، 27-29 أكتوبر 2014، ص14

المصادر والمراجع

- 8- الحريش سليمان الجاسر، فقر الطاقة في العالم العربي، كلمة مدير عام صندوق الأوبك للتنمية الدولية (OFID) في القمة العربية الاقتصادية والتنمية الاجتماعية، الكويت، 17-18 يناير/ كانون الثاني، 2009.
- 9- حسن يحي محمود، الجوارين عدنان فرحان، 2013، الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في دولة الإمارات العربية المتحدة، المؤتمر الدولي السنوي الحادي والعشرين: "الطاقة بين القانون والاقتصاد"، جامعة الإمارات العربية المتحدة.
- 10- الخطيب هشام، 2004، مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية (عربيا وعالميا)، مؤتمر الطاقة العربي.
- 11- راتول محمد، صناعة الطاقات المتجددة بألمانيا وتوجه الجزائر لمشاريع الطاقة المتجددة كمرحلة لتأمين إمدادات الطاقة الأحفورية وحماية البيئة " حالة مشروع ديزرتاك "، مداخلة مقدمة ضمن الملتقى الدولي الأول بعنوان: البدائل التنموية في الاقتصاديات العربية وترشيد استغلال الموارد في ظل التغيرات الإقليمية والدولية، جامعة زيان عاشور، الجلفة، 21/22 نوفمبر 2012.
- 12- راشد بثينة أمين، الانبعاثات الملوثة للبيئة بقطاع الكهرباء في الدول العربية، ورقة عمل حول "دور الطاقة المتجددة في الحد من التلوث، طاقة خضراء من شمس الصحراء"، الإسكوا، 27-28 مايو/أيار 2012، الدوحة.
- 13- السعيد بريش، حنان عياد، 11-12 نوفمبر 2014، السياسة الطاقوية الجديدة للجزائر ضمن الرهان الإقليمي والدولي: نموذج آخر لاقتصاد ريعي أو تحول نحو اندماج صناعي حقيقي، الملتقى الوطني حول "فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية، جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة، الجزائر.
- 14- العايب الرحمان، بقة شريف، التنمية المستدامة والمتطلبات الجديدة المطروحة أمام المؤسسات الاقتصادية مع الإشارة إلى الوضع الراهن للجزائر، المؤتمر العلمي الدولي: التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، جامعة سطيف، أيام 7، 8، 9، أبريل 2008.
- 15- كورتل فريد، حوكمة الشركات: منهج القادة والمدراء لتحقيق التنمية المستدامة في الوطن العربي، جامعة سكيكدة، ورقة بحثية مقدمة للمشاركة في المؤتمر العلمي الدولي الأول لكلية الاقتصاد بجامعة دمشق، أيام 15-16 أكتوبر 2008.
- 16- مؤتمر الطاقة العربي العاشر، والتعاون الطاقة العربي، أبو ظبي- الإمارات العربية المتحدة، 21-23 ديسمبر 2014.
- 17- نجوى عبد الصمد، بطاينة طلال محمد مفضي، الإدارة البيئية للمؤسسات الصناعية كمدخل حديث للتميز التنافسي، المؤتمر العلمي الدولي حول: الأداء المتميز للمنظمات والحكومات، 8-9 مارس 2005، جامعة ورقلة.
- 18- الهواري محمد، 2010، ترشيد استهلاك الطاقة في الدول العربية: الدوافع والآثار الاقتصادية، مؤتمر الطاقة العربي التاسع، الدوحة.

المصادر والمراجع

- 19- وهيب عيسى الناصر، مستقبل الطاقة المتجددة، مؤتمر الطاقة العربي السابع، 11-12 أيار 2002، القاهرة، المجلد الثالث.
- سادسا: التقارير .
- 1- الاتحاد العربي للكهرباء، الربط الكهربائي بين الدول العربية، التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 2011.
- 2- الاتحاد العربي لمنطجي وناقلي وموزعي الكهرباء، الطاقة الجديدة والمتجددة في الوطن العربي، التقرير السنوي للجنة التخطيط، ديسمبر 2006.
- 3- الإسكوا، إمكانات وآفاق توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في دول الإسكوا، الجزء الثاني- النظم الشمسية الحرارية، 2001.
- 4- أفيد (OFID): DEVELOPMENT THE OPEC FUND FOR INTERNATIONAL (صندوق الأوبك للتنمية الدولية).
- 5- أمانة المجلس الوزاري العربي للكهرباء، تحليل التوسع المستقبلي الأمثل لأنظمة التوليد الكهربائية للدول العربية حتى عام 2030، أبريل/نيسان، 2010، الجامعة العربية.
- 6- التقرير الاقتصادي العربي الموحد، 2011، التعاون العربي في مجال الطاقة المتجددة، أبو ظبي- الإمارات العربية المتحدة.
- 7- حمزة حموشان، حزيران/يونيو 2016، النضال من أجل ديمقراطية الطاقة في المنطقة المغربية، مؤسسة روزا لوكسمبورغ، مكتب شمال إفريقيا، تونس.
- 8- سونلغاز، 2018، أبرز المحطات التاريخية في تاريخ سونلغاز.
- 9- عبد الله محمد الشعلان، تطور الشبكات الكهربائية، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.
- 10- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، 2011، التصنيع المحلي لمعدات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، المجلس الاقتصادي والاجتماعي، الأمم المتحدة، نيويورك.
- 11- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية، بيروت: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا.
- 12- الله الشعلان، حامد زرزورة، 1417هـ، مفاهيم وأساليب تخطيط أنظمة القدرة الكهربائية، مركز البحوث، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود، تقرير نهائي رقم ر 17/10/03، شعبان 1417هـ.
- 13- مجلس الطاقة العالمي، 2000، رسالة مجلس الطاقة العالمي، الطبعة العربية الأولى.
- 14- المركز الألماني لشؤون الطيران والفضاء (DLR)، ملخص "محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط"، شتوتغارت، 2005.
- 15- المؤسسة الدولية للتنمية، خدمات الطاقة من أجل تعزيز النمو الاقتصادي والحد من الفقر، جويلية 2009.

المصادر والمراجع

- 16- الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسي- بدون تاريخ - جودة الإنتاج والمواصفات القياسية العالمية لنظم الإدارة البيئية الإيزو 14000 بالمقارنة مع المواصفات القياسية العالمية لإدارة الجودة الإيزو 9000.
- 17- وزارة الطاقة- شؤون الكهرباء، استخدام الطاقة المتجددة في دول الخليج، مشروع بحث، الإمارات العربية المتحدة.

سابعاً: مناشير ومراسيم تنفيذية.

- 1- الأمر 67- 24 المؤرخ في 18 جانفي 1967 المتعلق بالقانون البلدي، ج ر، عدد 06 المؤرخ في 18 جانفي 1967.
- 2- الأمر 82-10 المؤرخ في 21 أوت 1982 المتعلق بالصيد، ج ر، عدد 34، المؤرخة في 24 أوت 1982.
- 3- الجريدة الرسمية، المادة الأولى من المرسوم التنفيذي رقم 01-09 المؤرخ في 12 شوال عام 1421 الموافق ل 7 يناير سنة 2001 يتضمن تنظيم الإدارة المركزية في وزارة تهيئة الإقليم والبيئة، العدد 4 الصادر بتاريخ 19 شوال عام 1421 الموافق ل 14 يناير 2001، السنة الثامنة والثلاثون.

وثائق حكومية:

- 1- وزارة الطاقة والمناجم، برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، الجزائر، 2011.
- 2- وزارة الطاقة والمناجم، تشغيل المحطة الهجينة الضخمة بحاسي الرمل في 2010، مجلة الطاقة والمناجم، 2008، جويلية.
- 3- وزارة الطاقة، جانفي 2016، برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، تصميم وطباعة صات أنفو، شركة مجمع سونلغاز.
- 4- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2011، ملخص فني للتقرير الخاص بشأن " مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ"، معهد Potsdam لبحوث تأثير المناخ، ص 34.

ثامناً: مواقع إلكترونية:

- 1- أسامة بن أحمد إبراهيم العاني، 2007، فرص استثمارية جديدة في: تقنية الطاقة المتجددة وترشيد الكهرباء، المملكة العربية السعودية، جامعة الملك سعود، كلية العلوم. الموقع الإلكتروني: http://www.kantakji.com/fiqh/Files/Ecomomics_7822.doc، اطلع عليه بتاريخ: 2015/07/13.
- 2- أيوب أبو دية، علم البيئة وفلسفتها، موقع نضوب الموارد، متاح على الموقع التالي: <http://www.modhoob.com>، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2015/07/13.
- 3- أسامة أمين، 2009، حماية البيئة في ألمانيا، مجلة المعرفة، العدد 98، متوفر على الموقع الإلكتروني: <http://www.almarefh.org/news.php?action=showid&id=2533>، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2015/07/13.
- 4- توني محمود عبد العزيز، مصادر الطاقة المتجددة، متوفر على الموقع الإلكتروني:
- 5- <http://www.faculty.KSU.edu.sa/mahmoud>، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2015/07/13.

المصادر والمراجع

- 6- شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين "رن 21"، ترجمة محمد مصطفى الخياط، 2014، الطاقات المتجددة 2014، تقرير الوضع العالمي.
- الموقع: http://www.ren21.net/Portals/o/documents/Resoures/KF2014_ar.pdf، 2015/02/09.
- 7- طلال بن سيف بن عبد الله الحوسني، حماية البيئة الدولية من التلوث، ص 12، من موقع الهندسة البيئية www.4enveng.com : 2014 /02/24
- 8- موقع شركة سونالغاز، (على الخط)
- 9- http://www.sonelgaz.dz/Ar/rubrique.php3?d_rubrique=67، 2014/10/12
- 10- كمال الشيرازي، الجزائر توزع ربع مليون مقتصد للطاقة، 2008: <http://www.elaph.com/Web/Economcs/2008/8/353451.htm> 07/11/2014
- 11- أحمد شريفي، تجربة التنمية المحلية في الجزائر، كلية الاقتصاد ، جامعة سعد دحلب: 10:15 16/03/2014 <http://www.ulum.nl>
- 12- الوكالة الوطنية لتطوير الاستثمار، قطاع الطاقات المتجددة، على الرابط الإلكتروني: <http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables>، 8/7/2015
- 13- كامل هبة ، طرق ترشيد استهلاك الكهرباء: تم الاطلاع عليه بتاريخ 2014/11/02 (على الخط) http://mawdoo3.com/%D8%B7%D8%B1%D9%82_%D8%AA%D8%B1%D8%
- 14- ماضي طلال ، الفاقد الكهربائي خسارة لا مبرر لها، سانا- دمشق، سوريا: تم الاطلاع عليه بتاريخ 2015/06/13 (على الخط) <https://www.sana.sy/?p=209793>
- 15- هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن، الفاقد الكهربائي، 2015/04/19 (على الخط) <http://emrc.gov.jo/index.php/ar/%D8%A7%D9%84%D9%81%D8A7%D9%82>
- 8- علاء بيومي عبد العظيم، 2008، تحسين معامل القدرة- طرق تشغيل مكثفات القدرة- أسباب وطرق تخفيض الفاقد الفني والتجاري، (على الخط) <http://www.sayedsaad.com/montada/showthread.php?t=43972>
- 9- أسعد أبو جاسر، 2017، فاقد الكهرباء والسرقات تزيد الطين بلة والحلول معلقة- الرسالة نت، (على الخط) <http://alresalah.ps/ar/post/163909/%D9%81%D8%A7%D9%82%D8%AF->
- 10- ترشيد استهلاك الطاقة.. التحدي والحلول، جريدة صوت الأحرار، ربورتاج سمية رحمانى، صالون الطاقات المتجددة، الجزائر. <http://sawtalahrar.net/%D9%85%D9%84%D9%81%D8%A7%D>
- 11- قطاع الكهرباء، الفاقد الكهربائي، هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن، الأردن. <http://www.emrc.gov.jo/index.php/ar/%D8%A7%D9%84%D9%81%D8%A7%D9%..>

المصادر والمراجع

- 12- نسرين لعراش، ترشيد استهلاك الطاقة.. التحدي والحلول، جريدة صوت الأحرار، 13/10/2016: (على الخط)
[http:// sawtalahrar.net/%D9%85%D9%84%D9%81%D8](http://sawtalahrar.net/%D9%85%D9%84%D9%81%D8)
- 21- أحمد أمير، الجزائري يستهلك الكهرباء 10 مرات أكثر ويدفع 10 مرات أقل من المعدل الدولي،
2016/11/05 (على الخط)
<http://www.ajazairalyoum.com/%D8%A7%D9%84%D>
- 13- طرق ترشيد استهلاك الكهرباء في تركيا- الفانار العقارية، بتاريخ 14/03/2019: (على الخط)
<https://www.fanarrealty.com/ways-to-rationalize-electricity-consumption-in-turkey>
- 14- مركز البيئة للمدن العربية، سهيل كيوان، الطاقة المتجددة سر الاهتمام وإلى أين؟، مجلة بيئة المدن الإلكترونية، أربد، الأردن، الرابط القصير: <https://www.env-news.com/?p=5442> ، تم الاطلاع عليه بتاريخ 04 /11 /2015. الساعة 11:27.
- 15- ناصر المعلم، 2009، هل يقف الجشع الغربي أمام تطور بدائل الطاقة المتجددة في الجزيرة والخليج؟ الموقع الإلكتروني:
https://www.aleqt.com/2009/08/14/article_262642.html، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 07 /11 /2012 :19:17.
- 16- وكالة الطاقة الدولية www.ieg.org
- 17- وكاع محمد، هندسة الطاقات المتجددة والمستدامة، جامعة فيلادلفيا، ص 116. مقال تم الاطلاع عليه بتاريخ:
www.philadelphia.edu.jo/philadreview/issue6 على الموقع الإلكتروني: 2016/05/11
- 18- هبة المنسي، 2016، الطاقة المتجددة في الخليج.. ضرورة وفرصة، الموقع الإلكتروني:
<https://amwal-mag.com/%D8%AE%D8%A7%D8> ، تم الاطلاع عليه بتاريخ: 2016 /03/25 ، 15 :16.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية.

Ouvrages

- 1- Amardagai Adnani Hamia, **Algerie énergie solaire et hydrogène : développement durable**, office des publications universitaire.
- 2- Angèle DOHOU – RENAUD, les outils d'évaluation de la performance environnementale : audits et indicateurs environnementaux, colloque sur la place de la dimension européenne dans la comptabilité contrôle Audit, Strasbourg, France, 2009
- 3- BONFILS Sibi, 2008, **stratégies énergétiques pour le développement durable**, Canada : Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie.
- 4- Chris Brooks, **Introductory Econometrics for Finance**, second edition, Cambridge University Press, New York, 2008.
- 5- Damall, N., Hennques, I., & Sadorsky, P. **Do environmental management systems improve business performance in an international seething?** Journal of Internationalal Management, 14(4), 2008.

- 6- Deboeck, 2007, Gestion des performances au travail, Sylvie Saint- ONGE & Victor Haines, Bruxelles.
- 7- Dimitrios Asteriou, Stephen G. Hall, Applied Econometrics, Second Edition, PALGRAVE MACMILLAN, United Kingdom.
- 8- ISO 14001, **Environmental Management System Requirements with Guidance For Use**, ISO office copyrite, Switzerland, 2004.
- 9- Johansen, S, (1991), **Estimation and Hypothesis Testing of Co-Integration Vectors in Gaussian Autoregressive Models**, Edition Ellipses, Bruxelles.
- 10- Johnston, Jack and Di Nardo, (1997), **John Econometric Methods**, Fourth Edition, Mc craw, Hill Companies, Inc.
- 11- Jonas Kibala Kuma, Le Modèle VAR Structurel : Eléments de théorie et pratiques sur logiciels, Master. Congo-Kinshasa, 2018
- 12- Joseph H. Hulse_ **Développement durable : un avenir incertain, avons-nous oublié les leçons du passé ?** _ Centre de recherche pour le développement international, Les presses de l'université Laval, Canada, édition par L'Harmattan, Paris, 2008
- 13- KATARINA JUSELIUS, the cointegrated var model: methodology and applications, Advisory Editor C. W. J. Granger, Oxford University Press, NewYork, 2006.p 120.
- 14- LAZZERI Yvette, MOUSTIER Emmanuelle, **Le développement durable : du concept à la mesure** ; Paris : L'HARMATTAN. 2008
- 15- Luke Keele (2004), Not dust for Cointegration: Error Correction Model with stationary data department of politics and international Redaction Nuffield college and oxford university.
- 16- Melard Guy, (1991) ,**Méthodes de prévision à court terme**, Edition Ellipses, Bruxelles.
- 17- Régis Bourbonnais, Econométrie, 5^{ème} édition, Dunod, Paris, 2004.
- 18- Sargan, J-Bhargava, A, (1983), Maximum Likelihood Estimation of Regression Models with First Order Moving Average Errors When the Root Lies on Unit Circle, Econometrica, Spain.
- 19- Si-Youcef Youcef, **L'ANALYSE NUMERIQUE EN LANGAGE C, Organigrammes et Programmes, Applications et Exercices Corrigés**, EDETIONS ELMAARIFA, Alger
- 20- WAKERMAN Gabriel, Le développement durable, France : édition ellipses, 2008.

Revues

- 1- Gérard Sarlos, Pierre-André Hakli, Pierre Verstraete, **Système énergétique : offre et demande d'énergie : méthodes d'analyse**, volume 12 (Suisse : presse polytechnique et universitaire romandes,2003.

- 2- Harris, Richard Harris & Sollis, Richard. **Sollis, Robert Applied Time Series Modelling and Forecasting**, John Wiley and Sons Ltd, England. 2003.
- 3- Lynn JOHANNSON, **ISO 14000 : quand rien ne sera plus comme d'habitude**, revue **ISO Focus⁺**, publier par le secrétariat de l'organisation internationale de normalisation, numéro spécial sur la durabilité, juin 2012, Genève, Suisse.
- 4- Mohammed Abdullah Aljebrin. (2012), **Labor Demand and Economic Growth in Saudi Arabia**, American Journal of Business and Management, Vol. 1, No. 4, 2012.

Congres et conférences

- 1- DELTA programme, Tableau de bord environnemental : cas pratique, SBA, 2003.
- 2- DERRADJI Badis, **Le projet de centrale hybride Solaire/gaz de Hassi R'mel**, Conférence Stratégique Internationale-CSI6, Alger, du 16- 17 Novembre 2008, New Energy Algeria (NEAL).
- 3- Johansen, S – Juselius, K, (1990), **Maximum Likelihood Estimation and Inference on Co-Integration with Applications to the Demand for Money**, Edition Ellipses, Bruxelles.
- 4- Olivier BOIRAL, 2001, **ISO 14001 : d'une exigence commerciale aux paradoxes de l'intégration**, Actes de la X^{ème} conférence de l'AIMS, Québec, Canada.
- 5- Sandrine BERGER6 DOUCE, 2002, **la certification ISO 14000, catalyseur du changement organisationnel ? Actes de la 11^{ème} conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique "AIMS"**, Paris, France.
- 6- « Implementing an ISO 14001 », **Environmental management system**, School of, Yarnell Patrick, resource & Environmental management, Canada, 1999?

Rapport

- 1- Algerian Ministry of Energy and Mines, Renewable Energy and Energy Efficiency Program.
- 2- BILAN ENERGETIQUE NATIONALE DE L'ANNEE 2007.
- 3- Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz, **rapport d'activité 2009**, Algerie ; CREG, 2010.
- 4- Entreprise et développement durable : Guide Medef- Vademe cum, Mai, 2006.
- 5- Guide lines to renewable energies, Edition 2007
- 6- Ministère de l'Energie et des Mines, Présentations de la source de l'Energie et des Mines, Annuaire de l'Energie et des Mines, 2008.
- 7- Sonelgaz, Rapport d'Activités et comptes sociaux consolidés, 2015. Groupe Sonelgaz, Alger, Algerie.

Sites d'internet

المصادر والمراجع

- 1- Belgacem Hanchi, **la situation environnementale de l'industrie en Tunisie**, CITET, p.40, WWW.citet.nat.tn, (consulté le: 15/09/2013).
- 2- International atomic energy agency_ one of five Key areas to sustainable development where progress is possible with the resources and technologies at our disposal today_ www.un.org (12/07/ 2014).
- 3- ICC Energy Committee_ **Energy for Sustainable Development, Business Recommendations and Roles**_ www.iccwbo.org (12/07/2014)
- 4- Sonelgaz, Les dates marquantes, de l'Histoire de Sonelgaz, 2017.
- 5- **Source: Programme indicatif des besoins en moyens de production d'électricité, 2008-2017**, Publication de CREG "la commission de la régulation de l'électricité et du GAZ", Algerie, 2008, p.17, sur le site web www.creg.dz 19/08/2014 19:46
- 6- **Une loi sur les énergies renouvelables devient une nécessité**, bulletin des énergies renouvelables, Alger, N3, Juin, 2003.
- 7- **COMELEC, Statistiques Annuelles 2009**(en line), disponible sur: <http://comelec-net.org/> (consulté le 19/06/2014)
- 8- International Energy Agency, Algeria: Electricity and Heat, 2013. <http://www.org/statistics/staticsearch/report/?country=Algeria&product=electricityandheat>(consulté le 13/04/2015).
- 9- US Energy Information Administration, World Shale Resource Assessments, 2015. <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegaz/>(consulté le 13/04/2015).
- 10- APRUE, PNME 2007-2011(en line)
Disponible sur: <<http://www.aprue.org.dz/pnme-2007-2011.html>
(Consulté le 13/04/2015).
- 11- Ministère de l'Energie et des Mines, Création de la New Energy Algeria (en line).
Disponible sur :
<<http://www.mem-algeria.org/fr/entreprises/peal.html>> (consulté le 13/04/2015).
- 12- APRUE, Programme Triennal D'efficacité Energétique, 2011-2013(en line), Disponible sur :
<<http://www.aprue.org.dz/PNME%202011%202013.html>> (consulté le 21/04/2015).
- 13- http://www.creg.gov.dz/images/Programmes%20indicatifs/PIE_2008_2017.pdf ,
07/11/2017, 16 :53.

الملاحق

الملاحق

الملحق

الملحق رقم 1: نتائج اختبارات الاستقرار لمتغيرات الدراسة في المستوي

أولاً: نتائج اختبارات استقرار السلسلة **cons**

-1 نتائج اختبار **adf** للسلسلة **cons**

Null Hypothesis: CONS has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | 4.983646 | 1.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.617364 | |
| 5% level | -1.948313 | |
| 10% level | -1.612229 | |

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CONS)
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:06
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| CONS(-1) | 0.046563 | 0.009343 | 4.983646 | 0.0000 |

-2 نتائج اختبار **pp** للسلسلة **cons**

Null Hypothesis: CONS has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Pr |
|--------------------------------|-------------|-----|
| Phillips-Perron test statistic | 5.028026 | 1.0 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.617364 | |
| 5% level | -1.948313 | |
| 10% level | -1.612229 | |

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|------|
| Residual variance (no correction) | 158: |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 155: |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(CONS)
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:30
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | F |
|----------|-------------|------------|-------------|---|
| CONS(-1) | 0.046563 | 0.009343 | 4.983646 | 0 |

-3 نتائج اختبار **kps** للسلسلة **cons**

Null Hypothesis: CONS is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|--|----------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.868611 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 100378.9 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 486936.2 |

الملاحق

ثانياً: نتائج اختبارات استقرار السلسلة per

-1 نتائج اختبار adf للسلسلة per

Null Hypothesis: CONS is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|--|----------|
| Im-Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.868611 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |
| Im-Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1) | |
| Residual variance (no correction) | 100378.9 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 486936.2 |

-2 نتائج اختبار pp للسلسلة per

Null Hypothesis: PER has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob |
|--|-------------|--------|
| Phillips-Perron test statistic | 0.129697 | 0.718 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.617364 | |
| 5% level | -1.948313 | |
| 10% level | -1.612229 | |
| *MacKinnon (1996) one-sided p-values. | | |
| Residual variance (no correction) | | 2.3875 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | | 2.0220 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(PER)
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:34
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob |
|----------|-------------|------------|-------------|------|
|----------|-------------|------------|-------------|------|

-3 نتائج اختبار kpss للسلسلة per

Null Hypothesis: PER has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | 0.067234 | 0.6991 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.617364 | |
| 5% level | -1.948313 | |
| 10% level | -1.612229 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PER)
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:10
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob |
|----------|-------------|------------|-------------|-------|
| PER(-1) | 0.001029 | 0.015301 | 0.067234 | 0.946 |

ثالثاً: نتائج اختبارات استقرارية السلسلة nh
-1 نتائج اختبار adf للسلسلة nh

Null Hypothesis: NH has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|---|------------------|---------------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -1.358470 | 0.1592 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(NH)
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:40
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob |
|----------|-------------|------------|-------------|------|
|----------|-------------|------------|-------------|------|

-2 نتائج اختبار pp للسلسلة nh

Null Hypothesis: NH has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob.* |
|---------------------------------------|------------------|---------------|
| Phillips-Perron test statistic | -1.380801 | 0.1531 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 7.37E-06 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 6.91E-06 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(NH)
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:37
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| NH(-1) | -0.021677 | 0.015957 | -1.358470 | 0.1814 |

-3 نتائج اختبار KPSS للسلسلة nh

Null Hypothesis: NH is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|---|-----------------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.733100 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 6.06E-05 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 0.000304 |

رابعاً: نتائج اختبارات استقرارية السلسلة R_t

1- نتائج اختبار adf للسلسلة R_t

Null Hypothesis: R_t has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|---|-----------------|---------------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | 2.173084 | 0.9920 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.617364 | |
| 5% level | -1.948313 | |
| 10% level | -1.612229 | |

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: $D(RT)$
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:16
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| $RT(-1)$ | 0.030068 | 0.013837 | 2.173084 | 0.0352 |

2- نتائج اختبار pp للسلسلة R_t

Null Hypothesis: R_t has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob.* |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|
| Phillips-Perron test statistic | 2.326475 | 0.9945 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.617364 | |
| 5% level | -1.948313 | |
| 10% level | -1.612229 | |

Mackinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 18765.38 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 16849.48 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: $D(RT)$
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:45
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| $RT(-1)$ | 0.030068 | 0.013837 | 2.173084 | 0.0352 |

3- نتائج اختبار $kpss$ للسلسلة R_t

Null Hypothesis: R_t is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|---|-----------------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.741631 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 475264.5 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 2388915. |

خامسا: نتائج اختبارات استقرارية السلسلة CO₂

1- نتائج اختبار adf للسلسلة CO₂

Null Hypothesis: CO2 has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|---|-----------------|---------------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | 0.781182 | 0.8784 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CO2)
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:20
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|------------|-------------|------------|-------------|--------|
| CO2(-1) | 0.016570 | 0.021211 | 0.781182 | 0.4391 |
| D(CO2(-1)) | -0.359380 | 0.146505 | -2.453017 | 0.0184 |

2- نتائج اختبار pp للسلسلة CO₂

Null Hypothesis: CO2 has a unit root
Exogenous: Constant
Bandwidth: 2 (Used-specified) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob.* |
|---------------------------------------|------------------|---------------|
| Phillips-Perron test statistic | -3.314312 | 0.0200 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -3.584743 | |
| 5% level | -2.928142 | |
| 10% level | -2.602225 | |

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 0.139037 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 0.102874 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(CO2)
Method: Least Squares
Date: 08/09/20 Time: 23:51
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| CO2(-1) | -0.319044 | 0.094131 | -3.399381 | 0.0015 |
| C | 0.978075 | 0.275964 | 3.544214 | 0.0010 |

3- نتائج اختبار kpss للسلسلة CO₂

Null Hypothesis: CO2 is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 4 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|---|-----------------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.710746 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 0.377968 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 1.118241 |

الملاحق

الملحق رقم 2: نتائج اختبارات الاستقرار لمتغيرات الدراسة في الفروق الأولى

أولاً: نتائج اختبارات استقرار سلسلة الفروق لأولى D(CONS)

1- نتائج اختبار adf للسلسلة D(CONS)

Null Hypothesis: D(CONS) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -6.402714 | 0.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -3.588509 | |
| 5% level | -2.929734 | |
| 10% level | -2.603064 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CONS,2)
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 04:46
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|-------------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(CONS(-1)) | -0.943255 | 0.147321 | -6.402714 | 0.0000 |
| C | 26.17208 | 7.177547 | 3.646379 | 0.0007 |

2- نتائج اختبار pp للسلسلة D(CONS)

Null Hypothesis: D(CONS) has a unit root
Exogenous: Constant
Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob.* |
|--------------------------------|-------------|--------|
| Phillips-Perron test statistic | -6.405086 | 0.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -3.588509 | |
| 5% level | -2.929734 | |
| 10% level | -2.603064 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 1413.947 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 1532.283 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(CONS,2)
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 04:49
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|-------------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(CONS(-1)) | -0.943255 | 0.147321 | -6.402714 | 0.0000 |
| C | 26.17208 | 7.177547 | 3.646379 | 0.0007 |

3- نتائج اختبار kpss للسلسلة D(CONS)

Null Hypothesis: D(CONS) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|--|----------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.314512 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 1583.102 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 1671.700 |

ثانيا: نتائج اختبارات استقرارية سلسلة الفروق الأولى D(PER)

1- نتائج اختبار adf للسلسلة D(PER)

Null Hypothesis: D(PER) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -7.852835 | 0.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PER,2)
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 04:54
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|------------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(PER(-1)) | -1.185487 | 0.150963 | -7.852835 | 0.0000 |

2- نتائج اختبار pp للسلسلة D(PER)

Null Hypothesis: D(PER) has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob.* |
|--------------------------------|-------------|--------|
| Phillips-Perron test statistic | -7.771695 | 0.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 2.356785 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 2.793970 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(PER,2)
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 04:57
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|------------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(PER(-1)) | -1.185487 | 0.150963 | -7.852835 | 0.0000 |

3- نتائج اختبار kpss للسلسلة D(PER)

Null Hypothesis: D(PER) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|--|----------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.083987 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 2.376492 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 1.984662 |

ثالثاً: نتائج اختبارات استقرارية سلسلة الفروق الأولى D(NH)

1- نتائج اختبار adf للسلسلة D(NH)

Null Hypothesis: D(NH) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|---|------------------|---------------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -3.963510 | 0.0002 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.619851 | |
| 5% level | -1.948686 | |
| 10% level | -1.612036 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(NH,2)
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 05:10
Sample (adjusted): 1973 2015
Included observations: 43 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|-----------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(NH(-1)) | -0.768180 | 0.193813 | -3.963510 | 0.0003 |

2- نتائج اختبار pp للسلسلة D(NH)

Null Hypothesis: D(NH) has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 0 (Used-specified) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob.* |
|---------------------------------------|------------------|---------------|
| Phillips-Perron test statistic | -3.963510 | 0.0002 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.619851 | |
| 5% level | -1.948686 | |
| 10% level | -1.612036 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 7.59E-06 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 7.59E-06 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(NH,2)
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 05:13
Sample (adjusted): 1973 2015
Included observations: 43 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|-----------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(NH(-1)) | -0.768180 | 0.193813 | -3.963510 | 0.0003 |

3- نتائج اختبار kpss للسلسلة D(NH)

Null Hypothesis: D(NH) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 5 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|---|-----------------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.100708 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 7.43E-06 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 6.28E-06 |

رابعاً: نتائج اختبارات استقرارية سلسلة الفروق الأولى $D(R_t)$

1- نتائج اختبار adf للسلسلة $D(R_t)$

Null Hypothesis: $D(RT)$ has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -5.901255 | 0.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: $D(RT,2)$
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 05:18
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|-------------|-------------|------------|-------------|--------|
| $D(RT(-1))$ | -0.894933 | 0.151651 | -5.901255 | 0.0000 |

2- نتائج اختبار pp للسلسلة $D(R_t)$

Null Hypothesis: $D(RT)$ has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 0 (Used-specified) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob.* |
|--------------------------------|-------------|--------|
| Phillips-Perron test statistic | -5.901255 | 0.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 21014.09 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 21014.09 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: $D(RT,2)$
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 05:20
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|-------------|-------------|------------|-------------|--------|
| $D(RT(-1))$ | -0.894933 | 0.151651 | -5.901255 | 0.0000 |

3- نتائج اختبار $kpss$ للسلسلة $D(R_t)$

Null Hypothesis: $D(RT)$ is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|--|----------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.173699 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 18357.60 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 18062.98 |

خامسا: نتائج اختبارات استقرارية سلسلة الفروق الأولى CO₂

1- نتائج اختبار adf للسلسلة CO₂

Null Hypothesis: D(CO2) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

| | t-Statistic | Prob.* |
|--|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -9.338520 | 0.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(CO2,2)
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 05:26
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|------------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(CO2(-1)) | -1.338037 | 0.143282 | -9.338520 | 0.0000 |

2- نتائج اختبار pp للسلسلة CO₂

Null Hypothesis: D(CO2) has a unit root
Exogenous: None
Bandwidth: 0 (Used-specified) using Bartlett kernel

| | Adj. t-Stat | Prob.* |
|--------------------------------|-------------|--------|
| Phillips-Perron test statistic | -9.338520 | 0.0000 |
| Test critical values: | | |
| 1% level | -2.618579 | |
| 5% level | -1.948495 | |
| 10% level | -1.612135 | |

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 0.162203 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 0.162203 |

Phillips-Perron Test Equation
Dependent Variable: D(CO2,2)
Method: Least Squares
Date: 08/12/20 Time: 05:29
Sample (adjusted): 1972 2015
Included observations: 44 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|------------|-------------|------------|-------------|--------|
| D(CO2(-1)) | -1.338037 | 0.143282 | -9.338520 | 0.0000 |

3- نتائج اختبار kpss للسلسلة CO₂

Null Hypothesis: D(CO2) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 12 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

| | LM-Stat. |
|--|----------|
| Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic | 0.214014 |
| Asymptotic critical values*: | |
| 1% level | 0.739000 |
| 5% level | 0.463000 |
| 10% level | 0.347000 |

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

| | |
|--|----------|
| Residual variance (no correction) | 0.176182 |
| HAC corrected variance (Bartlett kernel) | 0.059291 |

الملحق رقم 3: نتائج تقدير معادلات الانحدار لمتغيرات الدراسة

1- معادلة CONS

Dependent Variable: CONS
Method: Least Squares
Date: 08/14/20 Time: 21:45
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| C | 179.7347 | 131.3858 | 1.367991 | 0.1790 |
| PER | 1.646768 | 5.363817 | 0.307014 | 0.7604 |
| NH | -10482.84 | 2208.443 | -4.746711 | 0.0000 |
| RT | 0.308487 | 0.022148 | 13.92873 | 0.0000 |
| CO2 | 76.40185 | 25.69495 | 2.973419 | 0.0050 |
| R-squared | 0.949935 | Mean dependent var | | 598.4052 |
| Adjusted R-squared | 0.944928 | S.D. dependent var | | 311.8558 |
| S.E. of regression | 73.18455 | Akaike info criterion | | 11.52828 |
| Sum squared resid | 214239.1 | Schwarz criterion | | 11.72903 |
| Log likelihood | -254.3864 | Hannan-Quinn criter. | | 11.60312 |
| F-statistic | 189.7384 | Durbin-Watson stat | | 0.905800 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

2- معادلة PER

Dependent Variable: PER
Method: Least Squares
Date: 08/14/20 Time: 21:49
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| C | 15.02244 | 3.165904 | 4.745071 | 0.0000 |
| CONS | 0.001428 | 0.004650 | 0.307014 | 0.7604 |
| NH | -199.1609 | 74.95359 | -2.657123 | 0.0113 |
| RT | 0.000622 | 0.001574 | 0.395425 | 0.6946 |
| CO2 | 1.054783 | 0.819176 | 1.287616 | 0.2053 |
| R-squared | 0.628197 | Mean dependent var | | 14.95109 |
| Adjusted R-squared | 0.591017 | S.D. dependent var | | 3.369391 |
| S.E. of regression | 2.154787 | Akaike info criterion | | 4.477700 |
| Sum squared resid | 185.7243 | Schwarz criterion | | 4.678440 |
| Log likelihood | -95.74825 | Hannan-Quinn criter. | | 4.552534 |
| F-statistic | 16.89595 | Durbin-Watson stat | | 0.832972 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

3- معادلة NH

Dependent Variable: NH
Method: Least Squares
Date: 08/14/20 Time: 22:05
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.039176 | 0.004569 | 8.573627 | 0.0000 |
| PER | -0.000753 | 0.000283 | -2.657123 | 0.0113 |
| CONS | -3.44E-05 | 7.24E-06 | -4.746711 | 0.0000 |
| RT | 9.09E-06 | 2.71E-06 | 3.356652 | 0.0017 |
| CO2 | 0.001558 | 0.001607 | 0.969584 | 0.3381 |
| R-squared | 0.742336 | Mean dependent var | | 0.024499 |
| Adjusted R-squared | 0.716569 | S.D. dependent var | | 0.007872 |
| S.E. of regression | 0.004191 | Akaike info criterion | | -8.007468 |
| Sum squared resid | 0.000702 | Schwarz criterion | | -7.806728 |
| Log likelihood | 185.1680 | Hannan-Quinn criter. | | -7.932634 |
| F-statistic | 28.81019 | Durbin-Watson stat | | 0.775402 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

R_t معادلة -4

Dependent Variable: RT
Method: Least Squares
Date: 08/14/20 Time: 22:09
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| C | -445.4137 | 390.4662 | -1.140723 | 0.2608 |
| NH | 24164.59 | 7199.015 | 3.356652 | 0.0017 |
| PER | 6.255459 | 15.81960 | 0.395425 | 0.6946 |
| CONS | 2.687525 | 0.192948 | 13.92873 | 0.0000 |
| CO2 | -158.4585 | 79.97194 | -1.981426 | 0.0544 |
| R-squared | 0.911275 | Mean dependent var | 1383.807 | |
| Adjusted R-squared | 0.902402 | S.D. dependent var | 691.4448 | |
| S.E. of regression | 216.0116 | Akaike info criterion | 13.69298 | |
| Sum squared resid | 1866441. | Schwarz criterion | 13.89372 | |
| Log likelihood | -303.0921 | Hannan-Quinn criter. | 13.76781 | |
| F-statistic | 102.7077 | Durbin-Watson stat | 0.767149 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

CO₂ معادلة -5

Dependent Variable: CO2
Method: Least Squares
Date: 08/14/20 Time: 22:12
Sample (adjusted): 1971 2015
Included observations: 45 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| C | 1.369159 | 0.716591 | 1.910657 | 0.0632 |
| RT | -0.000564 | 0.000285 | -1.981426 | 0.0544 |
| NH | 14.73685 | 15.19915 | 0.969584 | 0.3381 |
| PER | 0.037732 | 0.029304 | 1.287616 | 0.2053 |
| CONS | 0.002369 | 0.000797 | 2.973419 | 0.0050 |
| R-squared | 0.521041 | Mean dependent var | 2.931600 | |
| Adjusted R-squared | 0.473145 | S.D. dependent var | 0.561478 | |
| S.E. of regression | 0.407548 | Akaike info criterion | 1.147121 | |
| Sum squared resid | 6.643803 | Schwarz criterion | 1.347862 | |
| Log likelihood | -20.81023 | Hannan-Quinn criter. | 1.221955 | |
| F-statistic | 10.87862 | Durbin-Watson stat | 1.266175 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000005 | | | |

الملحق رقم 4: نتائج تقدير نموذج أشعة تصحيح الخطأ بالنسبة لـ cons، CO₂

Vector Error Correction Estimates
Date: 08/21/20 Time: 23:28
Sample (adjusted): 1974 2015
Included observations: 42 after adjustments
Standard errors in () & t-statistics in []

| Cointegrating Eq: | CointEq1 | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| CONS(-1) | 1.000000 | | | | | |
| PER(-1) | 20.58439 (6.07930) [3.38598] | | | | | |
| NH(-1) | 20602.34 (2316.10) [8.89528] | | | | | |
| RT(-1) | -0.197997 (0.02255) [-8.78064] | | | | | |
| CO2(-1) | -243.6633 (35.9583) [-6.77628] | | | | | |
| C | -417.2444 | | | | | |
| Error Correction: | D(CONS) | D(PER) | D(NH) | D(RT) | D(CO2) | |
| CointEq1 | 0.088463 (0.11661) [0.75863] | -0.003651 (0.00522) [-0.69880] | -1.24E-05 (8.1E-06) [-1.53957] | -0.142486 (0.42546) [-0.33489] | 0.004252 (0.00085) [5.01744] | |

Vector Error Correction Estimates
Date: 08/21/20 Time: 23:31
Sample (adjusted): 1974 2015
Included observations: 42 after adjustments
Standard errors in () & t-statistics in []

| Cointegrating Eq: | CointEq1 | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| CO2(-1) | 1.000000 | | | | | |
| CONS(-1) | -0.004104 (0.00072) [-5.67883] | | | | | |
| PER(-1) | -0.084479 (0.02240) [-3.77163] | | | | | |
| NH(-1) | -84.55251 (12.9365) [-6.53594] | | | | | |
| RT(-1) | 0.000813 (0.00022) [3.66495] | | | | | |
| C | 1.712381 | | | | | |
| Error Correction: | D(CO2) | D(CONS) | D(PER) | D(NH) | D(RT) | |
| CointEq1 | -1.036135 (0.20651) [-5.01744] | -21.55526 (28.4135) [-0.75863] | 0.889508 (1.27291) [0.69880] | 0.003024 (0.00196) [1.53957] | 34.71849 (103.670) [0.33489] | |

VAR Residual Heteroskedasticity Tests: No Cross Terms (only levels and squares)

Date: 08/19/20 Time: 22:22

Sample: 1970 2015

Included observations: 42

Joint test:

| Chi-sq | df | Prob. |
|----------|-----|--------|
| 301.4740 | 300 | 0.4652 |

Individual components:

| Dependent | R-squared | F(20,21) | Prob. | Chi-sq(20) | Prob. |
|-----------|-----------|----------|--------|------------|--------|
| res1*res1 | 0.728711 | 2.820409 | 0.0112 | 30.60585 | 0.0606 |
| res2*res2 | 0.363533 | 0.599731 | 0.8710 | 15.26837 | 0.7609 |
| res3*res3 | 0.458852 | 0.890320 | 0.6010 | 19.27179 | 0.5042 |
| res4*res4 | 0.404537 | 0.713333 | 0.7730 | 16.99055 | 0.6536 |
| res5*res5 | 0.692111 | 2.360324 | 0.0286 | 29.06868 | 0.0864 |
| res2*res1 | 0.467873 | 0.923213 | 0.5694 | 19.65066 | 0.4800 |
| res3*res1 | 0.422403 | 0.767876 | 0.7209 | 17.74092 | 0.6045 |
| res3*res2 | 0.462397 | 0.903112 | 0.5887 | 19.42065 | 0.4947 |
| res4*res1 | 0.422960 | 0.769631 | 0.7192 | 17.76432 | 0.6029 |
| res4*res2 | 0.215559 | 0.288532 | 0.9963 | 9.053461 | 0.9823 |
| res4*res3 | 0.495709 | 1.032130 | 0.4704 | 20.81977 | 0.4078 |
| res5*res1 | 0.525371 | 1.162256 | 0.3670 | 22.06560 | 0.3370 |
| res5*res2 | 0.440217 | 0.825727 | 0.6642 | 18.48911 | 0.5552 |
| res5*res3 | 0.404698 | 0.713811 | 0.7726 | 16.99732 | 0.6531 |
| res5*res4 | 0.454195 | 0.873765 | 0.6171 | 19.07620 | 0.5169 |

الملاحق

الملحق رقم 4: نتائج تقدير نموذج أشعة الانحدار الذاتي

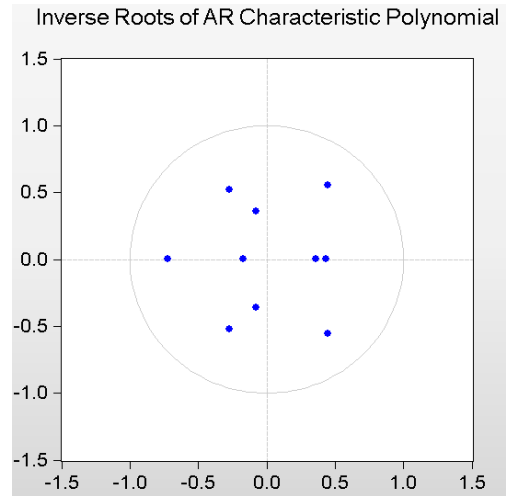
Vector Autoregression Estimates
Date: 04/28/20 Time: 23:13
Sample (adjusted): 1974 2015
Included observations: 42 after adjustments
Standard errors in () & t-statistics in []

| | D(CONS) | D(PER) | D(NH) | D(RT) | D(CO2) |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| D(CONS(-1)) | 0.209609 (0.20468) [1.02406] | -0.000549 (0.00916) [-0.05995] | -3.80E-06 (1.5E-05) [-0.26090] | -1.179439 (0.74113) [-1.59140] | 0.001651 (0.00200) [0.82639] |
| D(CONS(-2)) | 0.142402 (0.18325) [0.77710] | -0.004281 (0.00820) [-0.52226] | -7.22E-06 (1.3E-05) [-0.55427] | -0.153650 (0.66351) [-0.23157] | -0.000369 (0.00179) [-0.20627] |
| D(PER(-1)) | 2.374070 (4.39207) [0.54054] | -0.124073 (0.19648) [-0.63147] | 0.000310 (0.00031) [0.99084] | -20.29390 (15.9031) [-1.27610] | 0.050414 (0.04288) [1.17568] |
| D(PER(-2)) | -0.596571 (4.46600) [-0.13358] | 0.106586 (0.19979) [0.53349] | -2.53E-05 (0.00032) [-0.07949] | -8.435084 (16.1708) [-0.52163] | -0.043780 (0.04360) [-1.00408] |
| D(NH(-1)) | 377.5185 (3017.76) [0.12510] | 71.57736 (135.001) [0.53020] | 0.294538 (0.21464) [1.37222] | 34138.86 (10926.9) [3.12429] | -64.42184 (29.4630) [-2.18653] |
| D(NH(-2)) | 2687.432 (3266.61) [0.82270] | -224.0434 (146.134) [-1.53314] | -0.402358 (0.23234) [-1.73174] | -10172.19 (11828.0) [-0.86001] | 83.48119 (31.8926) [2.61757] |
| D(RT(-1)) | 0.107262 (0.05094) [2.10561] | 0.002045 (0.00228) [0.89724] | 8.87E-06 (3.6E-06) [2.44670] | 0.124731 (0.18445) [0.67623] | -0.000858 (0.00050) [-1.72423] |
| D(RT(-2)) | -0.075368 (0.05394) [-1.39714] | 0.000311 (0.00241) [0.12888] | 2.94E-06 (3.8E-06) [0.76643] | -0.102902 (0.19532) [-0.52683] | 9.71E-05 (0.00053) [0.18434] |
| D(CO2(-1)) | 3.236991 (15.5866) [0.20768] | -0.096063 (0.69727) [-0.13777] | -0.000861 (0.00111) [-0.77659] | 34.16670 (56.4368) [0.60540] | -0.421556 (0.15217) [-2.77021] |
| D(CO2(-2)) | 4.604912 (15.0829) [0.30531] | -0.718336 (0.67475) [-1.06460] | -0.000247 (0.00107) [-0.23048] | 35.86116 (54.6133) [0.65664] | -0.078988 (0.14726) [-0.53639] |
| C | 17.84979 (9.75772) [1.82930] | 0.120976 (0.43652) [0.27714] | -0.000917 (0.00069) [-1.32118] | 92.98469 (35.3314) [2.63179] | 0.067367 (0.09527) [0.70714] |
| R-squared | 0.293423 | 0.175658 | 0.306000 | 0.301349 | 0.430355 |
| Adj. R-squared | 0.065495 | -0.090259 | 0.082130 | 0.075977 | 0.248599 |
| Sum sq. resids | 43744.58 | 87.54497 | 0.000221 | 573520.2 | 4.169737 |
| S.E. equation | 37.56482 | 1.680485 | 0.002672 | 136.0171 | 0.366753 |
| F-statistic | 1.287349 | 0.660574 | 1.366862 | 1.337120 | 2.341987 |
| Log likelihood | -205.5129 | -75.01956 | 195.6312 | -259.5549 | -11.08927 |
| Akaike AIC | 10.31014 | 4.096170 | -8.791961 | 12.88357 | 1.061870 |
| Schwarz SC | 10.76524 | 4.551274 | -8.336857 | 13.33867 | 1.506974 |
| Mean dependent | 28.53479 | 0.113476 | -0.000568 | 51.16152 | 0.034238 |
| S.D. dependent | 38.85889 | 1.609422 | 0.002789 | 141.4986 | 0.422533 |

VAR Residual Serial Correlation LM T...
 Null Hypothesis: no serial correlation ...
 Date: 08/19/20 Time: 22:17
 Sample: 1970 2015
 Included observations: 42

| Lags | LM-Stat | Prob |
|------|----------|--------|
| 1 | 13.14555 | 0.9747 |
| 2 | 18.75840 | 0.8086 |
| 3 | 11.33911 | 0.9911 |
| 4 | 19.27378 | 0.7838 |
| 5 | 22.53046 | 0.6050 |
| 6 | 36.15567 | 0.0693 |
| 7 | 37.29880 | 0.0541 |
| 8 | 23.59495 | 0.5429 |
| 9 | 25.52402 | 0.4333 |
| 10 | 28.24703 | 0.2966 |

Probs from chi-square with 25 df.



Null Hypothesis: residuals are multivariate normal
 Date: 08/19/20 Time: 22:09
 Sample: 1970 2015
 Included observations: 42

| Component | Skewness | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|-----------|----------|----|--------|
| 1 | 0.106548 | 0.079467 | 1 | 0.7780 |
| 2 | -0.580963 | 2.362628 | 1 | 0.1243 |
| 3 | -0.861670 | 5.197330 | 1 | 0.0226 |
| 4 | -0.107403 | 0.080748 | 1 | 0.7763 |
| 5 | -0.120383 | 0.101445 | 1 | 0.7501 |
| Joint | | 7.821617 | 5 | 0.1663 |

| Component | Kurtosis | Chi-sq | df | Prob. |
|-----------|----------|----------|----|--------|
| 1 | 3.292074 | 0.149288 | 1 | 0.6992 |
| 2 | 3.371813 | 0.241929 | 1 | 0.6228 |
| 3 | 4.966974 | 6.770724 | 1 | 0.0093 |
| 4 | 2.089070 | 1.452138 | 1 | 0.2282 |
| 5 | 3.434139 | 0.329834 | 1 | 0.5658 |
| Joint | | 8.943912 | 5 | 0.1113 |

| Component | Jarque-Bera | df | Prob. |
|-----------|-------------|----|--------|
| 1 | 0.228755 | 2 | 0.8919 |
| 2 | 2.604557 | 2 | 0.2719 |
| 3 | 11.96805 | 2 | 0.0025 |
| 4 | 1.532885 | 2 | 0.4647 |
| 5 | 0.431279 | 2 | 0.8060 |
| Joint | 16.76553 | 10 | 0.0797 |

الملحق رقم 5: نتائج تقدير نموذج أشعة الانحدار الهيكلي الذاتي

أ - في المدى القصير

Structural VAR Estimates
Date: 08/19/20 Time: 22:25
Sample (adjusted): 1974 2015
Included observations: 42 after adjustments
Estimation method: method of scoring (analytic derivatives)
Convergence achieved after 1 iterations
Structural VAR is over-identified (7 degrees of freedom)

Model: $Ae = Bu$ where $E[uu'] = I$
Restriction Type: short-run pattern matrix

| A = | | C(1) | C(2) | 0 | 0 | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 0 | 0 | 0 | C(3) | 0 | 1 | |
| B = | | C(4) | C(5) | C(6) | C(7) | C(8) |
| C(4) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | C(5) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | C(6) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | C(7) | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | C(8) | 0 |

| | Coefficient | Std. Error | z-Statistic | Prob. |
|------|-------------|------------|-------------|--------|
| C(1) | 10.28846 | 3.002295 | 3.426198 | 0.0006 |
| C(2) | 1886.207 | 1888.318 | 0.998882 | 0.3179 |
| C(3) | 13.24266 | 21.08169 | 0.628159 | 0.5299 |
| C(4) | 32.69736 | 3.567575 | 9.165151 | 0.0000 |
| C(5) | 1.680485 | 0.183356 | 9.165151 | 0.0000 |
| C(6) | 0.002672 | 0.000292 | 9.165151 | 0.0000 |
| C(7) | 136.0171 | 14.84068 | 9.165151 | 0.0000 |
| C(8) | 0.365042 | 0.039829 | 9.165151 | 0.0000 |

| | | | | |
|----------------------------------|-----------|-------------|--------|--|
| Log likelihood | -381.4073 | | | |
| LR test for over-identification: | | | | |
| Chi-square(7) | 6.106243 | Probability | 0.5274 | |

ب - في المدى الطويل

Structural VAR Estimates
Date: 08/19/20 Time: 22:38
Sample (adjusted): 1974 2015
Included observations: 42 after adjustments
Estimation method: method of scoring (analytic derivatives)
Convergence achieved after 24 iterations
Structural VAR is over-identified (5 degrees of freedom)

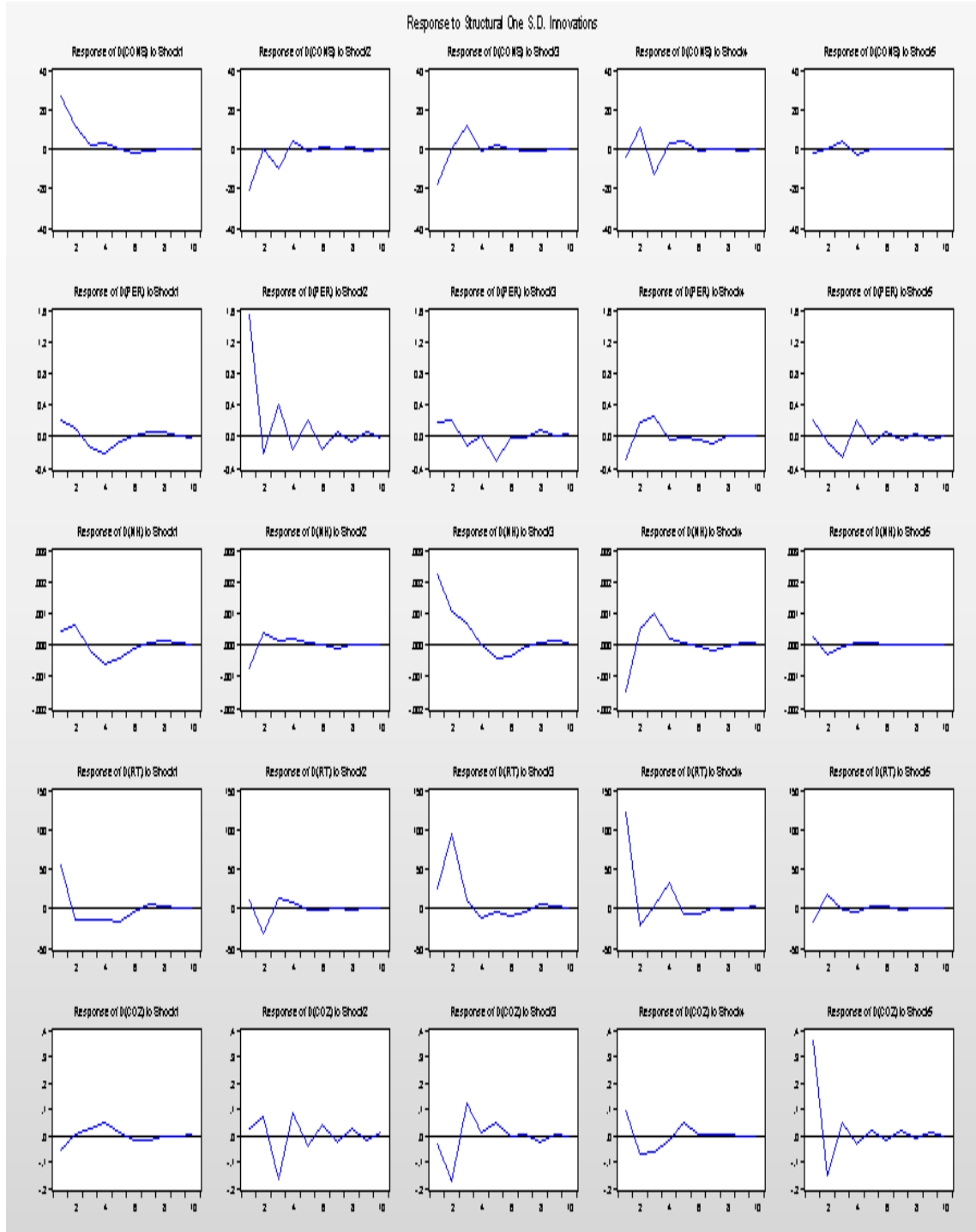
Model: $Ae = Bu$ where $E[uu'] = I$
Restriction Type: long-run pattern matrix
Long-run response pattern:

| | C(1) | C(2) | C(3) | C(4) | C(5) | C(6) | C(7) | C(8) | C(9) | C(10) |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| C(1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | Coefficient | Std. Error | z-Statistic | Prob. |
|-------|-------------|------------|-------------|--------|
| C(1) | 40.83649 | 4.455626 | 9.165151 | 0.0000 |
| C(2) | -27.36022 | 6.972581 | -3.923973 | 0.0001 |
| C(3) | 1.630881 | 0.177944 | 9.165151 | 0.0000 |
| C(4) | 6.378274 | 6.339520 | 1.006113 | 0.3144 |
| C(5) | -0.003322 | 0.000362 | -9.165151 | 0.0000 |
| C(6) | -113.2637 | 22.66493 | -4.997312 | 0.0000 |
| C(7) | 0.042225 | 0.037471 | 1.126871 | 0.2598 |
| C(8) | 123.1301 | 13.43460 | 9.165151 | 0.0000 |
| C(9) | -0.002638 | 0.037186 | -0.070952 | 0.9434 |
| C(10) | 0.240985 | 0.026294 | 9.165151 | 0.0000 |

| | | | | |
|----------------------------------|-----------|-------------|--------|--|
| Log likelihood | -380.9912 | | | |
| LR test for over-identification: | | | | |
| Chi-square(5) | 5.274114 | Probability | 0.3834 | |

الملحق رقم 6: استجابة الطلب على الكهرباء لصدمة بقية المتغيرا



الملاحق
