جامـــــــــعة وهـــران 2

كلية العلـوم الاقتصادية التجارية و علوم التسيير

أطروحـــــــة

للحصول على شهـــــادة دكتوراه في العلوم

في العلوم التجـــــارية

مـدى مساهمـة الطاقـة الشمسيـة كمـورد استراتيجـي مكمّل فـي ترشيـد استغـلال الطاقـة الأحفوريـة فـي الجزائـر

مقدمة ومناقشة علنا من طرف

السيد(ة): طيب سعيدة

أمام لجنـــــــة المناقشـــــــة

د. قدور بن عابد قادة	أستاذ محاضر –أ–	جامعة وهـــران 2	رئيـــــسا
أ.د/ بن عبو سنوسي	أستاذ التعليم العالي	المدرسة العليا للاقتصاد وهـران	مقـــــررا
أ.د/ بن زيان عبد الباقي	أستاذ التعليم العالي	جامعة وهـــران 1	منـــاقشا
د. شنوف صادق	أستاذ محاضر –أ–	جامعة وهـــران 2	منـــاقشا
د. بوقروة مريم	أستاذ محاضر –أ–	جامعة مستغـــانم	منـــاقشا
د. براهامي محمد الأمين	أستاذ محاضر –أ–	المدرسة العليا للاقتصاد وهـران	منـــاقشا

السنـــــة الجامعية: 2019-2020

جامـــــــــعة وهـــران 2

كلية العلـوم الاقتصادية التجارية و علوم التسيير

أطروحـــــــة

للحصول على شهـــــادة دكتوراه في العلوم

في العلوم التجـــــارية

مـدى مساهمـة الطاقـة الشمسيـة كمـورد استراتيجـي مكمّل فـي ترشيـد استغـلال الطاقـة الأحفوريـة فـي الجزائـر

مقدمة ومناقشة علنا من طرف

السيد(ة): طيب سعيدة

أمام لجنـــــــة المناقشـــــــة

د. قدور بن عابد قادة	أستاذ محاضر –أ–	جامعة وهـــران 2	رئيـــــسا
أ.د/ بن عبو سنوسي	أستاذ التعليم العالي	المدرسة العليا للاقتصاد وهـران	مقـــــررا
أ.د/ بن زيان عبد الباقي	أستاذ التعليم العالي	جامعة وهـــران 1	منـــاقشا
د. شنوف صادق	أستاذ محاضر –أ–	جامعة وهـــران 2	منـــاقشا
د. بوقروة مريم	أستاذ محاضر –أ–	جامعة مستغـــانم	منـــاقشا
د. براهامي محمد الأمين	أستاذ محاضر –أ–	المدرسة العليا للاقتصاد وهـران	منـــاقشا

السنـــــة الجامعية: 2019-2020

الإهداء

الحمد لله الذي وفقنا لهذا ولم نكن لنصل إليه لولا فضل الله علينا أما بعد:
أهدي هذا العمل المتواضع ثمرة جهدي إلى:

أمـي الحبيبة أطال الله في عمرها
روح أبـي الطاهرة رحمه الله وأسكنه فسيح جنانه.
إخوتي و أخواتي حفظهم الله ورعاهم و أنار دربهم
روح أختي الطاهرة رحمها الله وأسكنها فسيح جنانه

وفي الأخير أرجو من الله تعالى أن يجعل عملي هذا نهرًا
يرتشف منه الطلبة جيلاً بعد جيل.

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

الاهداء
فهرس المحتويات..... IV-I
قائمة الجداول والاشكال..... IX-VI
قائمة الملاحق X
المقدمة العامة..... أ-ج

الفصل الأول : أهمية الطاقة ومصادرها التقليدية والمتجددة

تمهيد الفصل الأول..... 02
المبحث الأول: مصادر الطاقة، أهميتها واقتصادياتها..... 03
المطلب الأول: الموارد الطبيعية والإقتصادية..... 03
المطلب الثاني: مفهوم الطاقة ودورها في تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية..... 08
المطلب الثالث: أشكال الطاقة و مصادرها..... 12
المطلب الرابع: علاقة الطاقة بالموارد الطبيعية..... 14
المطلب الخامس: محددات الطلب على الطاقة..... 17
المبحث الثاني : مصادر الطاقة التقليدية..... 19
المطلب الأول: الفحم الحجري charbon..... 19
المطلب الثاني: البترول oil..... 23
المطلب الثالث: الغاز الطبيعي gas..... 32
المطلب الرابع: مصادر النفط الغير تقليدي والطاقة النووية..... 36
المطلب الخامس: تحديات استخدام مصادر الطاقات التقليدية..... 43
المبحث الثالث: مصادر الطاقة المتجددة..... 46
المطلب الأول: مفهوم الطاقات المتجددة وأهميتها..... 46
المطلب الثاني: طاقة الرياح L'énergie éolienne..... 52
المطلب الثالث: الطاقة الحرارية الجوفية L'énergie géothermie 56
المطلب الرابع: طاقة الكتلة الحيوية L'énergie Biomasse..... 58
المطلب الخامس: طاقة الهيدروجين L'énergie hydraulique..... 62
المطلب السادس: الطاقة المائية L'hydroélectricité..... 65
خلاصة الفصل الأول..... 68

الفصل الثاني: أسواق الطاقة الشمسية

تمهيد الفصل الثاني..... 70
المبحث الأول: مفهوم الطاقة الشمسية..... 71
المطلب الأول: نبذة عن طبيعة الإشعاع الشمسي..... 72

المطلب الثاني: مفهوم الطاقة الشمسية..... 76
المطلب الثالث: التصميم الشمسي المستكن..... 81
المطلب الرابع: كفاءة تحويل الطاقة الشمسية وطرق تخزينها..... 84
المبحث الثاني:تكنولوجيا تطبيقات الطاقة الشمسية..... 90
المطلب الاول: الطاقة الشمسية الحرارية(THERMIQUE)..... 90
المطلب الثاني:الطاقة الشمسية الكهروضوئية(PHOTOVOLTAÏQUE)..... 103
المبحث الثالث:سوق تكنولوجيا الطاقة الشمسية..... 124
المطلب الأول: إستعراض للواقع العالمي للأسواق الطاقة..... 124
المطلب الثاني: أفاق تطور الإستثمار في مصادر الطاقة بالعالم..... 128
المطلب الثالث: تكلفة الاستثمار وتكلفة الإنتاج للطاقة المتجددة..... 135
المطلب الرابع: الجدوى من استخدام الطاقة الشمسية، وأهم التحديات التي تواجهها..... 136
المطلب الخامس: تجارب دولية رائدة في مجال الطاقات الشمسية..... 141
خلاصة الفصل الثاني..... 148

الفصل الثالث: الانتقال الطاقوي في الجزائر

تمهيد الفصل الثالث..... 150
المبحث الأول: التطور التاريخي لقطاع الطاقة في الجزائر..... 151
المطلب الأول: البنية الهيكلية لقطاع الطاقة في الجزائر..... 151
المطلب الثاني: تطور الإطار التشريعي والقانوني لقطاع الطاقة في الجزائر..... 159
المطلب الثالث: سياسات الطاقة في الجزائر..... 167
المطلب الرابع: الأسس والتوجهات العامة لسياسات الطاقة في الجزائر..... 169
المطلب الخامس: المخطط الوطني لاستهلاك الطاقة..... 170
المبحث الثاني: مصادر الطاقة في الجزائر..... 172
المطلب الأول: المصادر الطاقوية غير المتجددة المتاحة في الجزائر..... 172
المطلب الثاني: إمكانيات الجزائر من مصادر الطاقات المتجددة..... 179
المطلب الثالث: استعراض الواقع المحلي للطاقة في الجزائر..... 183
المبحث الثالث: الانتقال الطاقوي وتأمين التنمية المستدامة..... 191
المطلب الأول: الانتقال الى الاقتصاد الاخضر..... 191
المطلب الثاني: الانتقال الى الشبكات الذكية..... 195
المطلب الثالث: النظام الطاقوي وسياسات ترشيد الطاقة..... 198
المطلب الرابع: الانتقال الطاقوي وتأمين الاحتياجات الطاقوية..... 202
المطلب الخامس: كفاءة الطاقة وتحويلها..... 205
المطلب السادس: معايير تقييم مصادر الطاقة..... 207

المطلب السابع: أهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة..... 213
خلاصة الفصل الثالث..... 216
الفصل الرابع: دراسة استشرافية لاستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر–أفاق وتحديات–
تمهيد الفصل الرابع..... 218
المبحث الاول: دراسة تحليلية لبرنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية..... 219
المطلب الاول: برنامج الطاقات المتجددة..... 219
المطلب الثاني: برنامج الفعالية الطاقوية واقتصاد الطاقة..... 225
المطلب الثالث: اجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في اطار برنامج الفعالية الطاقوية..... 226
المطلب الرابع: استراتجيات مصادر الطاقات المتجددة..... 229
المبحث الثاني: واقع وأفاق استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر..... 231
المطلب الاول : أهمية استغلال الطاقة الشمسية في تصميم البنايات..... 231
المطلب الثاني: توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية كبديل الديزل في المناطق النائية..... 245
المطلب الثالث: الجدوى الاقتصادية من انشاء محطة بالطاقة الشمسية"مشروع حاسي الرمل"..... 250
المطلب الرابع: انتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في الجزائر..... 254
المبحث الثالث: دراسة قياسية لمدى استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر..... 260
المطلب الاول: النماذج القياسية الانحدارية..... 260
المطلب الثاني: التعريف بمتغيرات الدراسة القياسية..... 267
المطلب الثالث: تقدير النموذج الانحداري الخطي المتعدد..... 268
المطلب الرابع: تقدير النموذج المصحح..... 270
المطلب الخامس: تقييم القدرة التنبؤية للنموذج..... 271
خلاصة الفصل الرابع..... 274
الخاتمة العامة..... 276
قائمة المراجع..... 282
الملاحق..... 295
الملخص.....

قائمـة
الجداول والأشكال، الملاحق

قائمة الجداول والأشكال

أولاً: قائمة الجداول:

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
(1-1-1)	نمو الاقتصاد العالمي ونمو الطلب على النفط خلال الفترة (2013-2017)	17
(2-1-1)	توقعات النمو السكاني في العالم في افاق 2030 (متوسط النمو السنوي)	18
(1-2-1)	خصائص انواع الفحم	20
(2-2-1)	كميات انتاج والاستهلاك العالمي للفحم خلال 2016-2017	23
(3-2-1)	تاريخ اكتشاف النفط في اهم المناطق عبر العالم	25
(4-2-1)	يوضح الذروة النفطية والانتاج اليومي من البترول	28
(5-2-1)	انتاج واستهلاك واحتياطي النفط حسب المناطق في عام 2017	30
(6-2-1)	اهم التغيرات في اسعار البترول منذ تأسيس منظمة الاوابك وتداعياتها على المنتجين والمستهلكين.	31
(7-2-1)	حصص استهلاك الغاز الطبيعي في العالم خلال 2012-2016 .	35
8-2-1)	منتجي الغاز الطبيعي في العالم (احصائيات 2008)	35
(9-2-1)	مخزون العالم من اليورانيوم وفق تقديرات عام 2016	41
(1-2-2)	احتياجات الأراضي لمختلف تكنولوجيا المركزات الشمسية الحرارية	102
(2-2-2)	قدرة تقنيات الطاقة الحرارية الشمسية المركزة	103
(3-2-2)	مساحات الاراضي لمختلف تكنولوجيا الطاقة الشمسية	122
(1-3-2)	الطلب على مصادر الطاقة الاولية (مليون طن مكافئ نفط)	128
(2-3-2)	الاستثمارات المطلوبة في قطاع المحروقات بالعالم للفترة 2000-2030	129
(3-3-2)	افضل 10 شركات مصنعة للالواح الشمسية لسنة 2018	131
(1-2-3)	اكتشافات النفط في الجزائر خلال الفترة 2013-2016	175
(2-2-3)	الاحتياطات المؤكدة من النفط في الجزائر خلال فترة1995 -2017	175
(3-2-3)	الاحتياطات المؤكدة من النفط من اجمالي العالم خلال الفترة2013 -2017	175
(4-2-3)	تجارة الغاز الطبيعي الجزائري لعام 2015	176
(5-2-3)	عدد اكتشافات الغاز الطبيعي في الجزائر خلال الفترة 2013-2016	177
(6-2-3)	احتياطات المؤكدة من الغاز الطبيعي في الجزائر	177
(7-2-3)	الاحتياطات المؤكدة من الغاز الطبيعي من اجمالي العالم خلال فترة2013 -2017	177
(8-2-3)	الطاقة الشمسية الكامنة في الجزائر.	180
9-2-3)	مراكز الطاقة الكهرومائية في الجزائر	181
(10-2-3)	انتاج الوطني للطاقة بين عامي 2016-2017	184

(11-2-3)	انتاج الطاقة الأولية	184
(12-2-3)	انتاج الطاقة المشتقة	185
(13-2-3)	تطور استخدام الطاقة لكل الناتج المحلي الاجمالي (100 دولار أمريكي) في الجزائر خلال الفترة 2010-2015	186
(14-2-3)	الاستهلاك القطاعي من الطاقة	187
(15-2-3)	الاستهلاك الوطني حسب أشكال الطاقة	188
(1-3-3)	انواع المصابيح المعادلة والاقل استهلاكاً	200
(2-3-3)	انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون حسب كل نوع من الطاقة	214
(3-3-3)	انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون حسب كل نوع من مصادر الطاقة خلال الفترة 2013-2030	214
(1-1-4)	القدرات المتراكمة لبرنامج الطاقة المتجددة، حسب النوع والمرحلة، خلال المدة :2015-2030	222
(1-2-4)	قدرة الاجهزة الكهربائية بالواط والطاقة المستهلكة من كل جهاز	234
(2-2-4)	اجمالي تكاليف تدشين محطة الطاقة الشمسية	236
(3-2-4)	تكلفة انجاز عمود للإنارة العمومية بالطاقة الكلاسيكية	241
(4-2-4)	تكلفة عمود للإنارة العمومية بالطاقة الشمسية	241
(5-2-4)	تكلفة توليد الطاقة لمزرعة تعمل بالطاقة الشمسية	244
(6-2-4)	اجهزة المستعملة في تركيب محطة كهربائية هجينة (كهروضوئي- ديزل) في اسكرام2006 Assekrem	249
(7-2-4)	توزيع الاستطاعة الموجودة حسب التطبيق	257
(8-2-4)	توزيع الاستطاعة حسب مصدر الطاقة	257
(1-3-4)	مصطلحات المتغير التابع و المتغير المستقل.	264
(2-3-4)	مقارنة بين الصيغ الرياضية لمختلف النماذج الانحدارية	265
(3-3-4)	نتائج تقدير النموذج الخطي الانحداري المتعدد	269
(4-3-4)	مصفوفة الارتباطات	269
(5-3-4)	النموذج المصحح	270
(6-3-4)	التنبؤ بالمتغير التابع "انتاج الطاقة الشمسية"	272

ثانياً: قائمة الأشكال:

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
(1-1-1)	منحنى عرض الموارد الطبيعية الغير متجددة	7
(2-1-1)	منحنى الطلب على الموارد الطبيعية الغير متجددة	7

(1-1-3)	مخطط النظام الطاقوي	9
(1-1-4)	أشكال الطاقة والتحولات	12
(1-1-5)	خطوات تحويل الطاقة من المصدر الى الخدمة	13
(1-2-1)	توزيع الاحتياطات العالمية المؤكدة للفحم عام 1997و2007 ،2017	22
(1-2-2)	توزيع نسب احتياطات الفحم في العالم لعام 2017	22
(1-2-3)	انواع مختلفة من الفحم (الاحتياطيات المؤكدة %)	22
(1-2-4)	منحنى تقدير انتاج البترول في العالم لهوبرت King Hubbert	28
(1-2-5)	طرق انتاج الغاز وانواعه	33
(1-2-6)	توزيع الاحتياطات العالمية المؤكدة للغاز الطبيعي عام 1997و2007 ،2017	34
(1-3-1)	القدرة التراكمية للطاقات المتجددة عالميا خلال الفترة 2007-2017	49
(1 -3-2)	اهم مصادر الطاقات المتجددة واستخداماتها	51
(1-3-3)	قدرة طاقة الرياح التراكمية في العالم ، خلال 2001-2017	54
(1-3-4)	ترتيب افضل 10 دول من حيث قدرات تركيب طاقة الرياح لعام 2017	55
(1-3-5)	افضل 10 دول رائدة في استغلال الطاقة الجوفية الحرارية لعام 2017	57
(1-3-6)	دورة حياة الوقود	60
(1-3-7)	تحولات الطاقة المائية	66
(2-1-1)	النسب المئوية لتوزيع الاشعاع الشمسي	72
(2-1-2)	خريطة تبين الاشعاع الشمسي على سطح افريقيا والشرق الاوسط	75
(2-2-1)	الإنتاج العالمي للطاقة الحرارية الشمسية لعام 2017 في الدول 12 الأولى	91
(2-2-2)	تسخين الماء بالطاقة الشمسية	92
(2-2-3)	نموذج لمخطط للنظام داخل البيت	93
(2-2-4)	المجمع الحراري الشمسي	93
(2-2-5)	تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة	96
(2-2-6)	تكنولوجيا المجمع الشمي ذات القطع المكافئ	98
(2-2-7)	التنبؤ باستثمارات المجمعات الشمسية المركزة وتكاليف الطاقة الكهربائية	101
(2-2-8)	نسبة اجمالي الطاقة الفولطاضوئية في بعض دول العالم خلال 2007-2017	104
(2-2-9)	أفضل 10 دول من حيث استغلال الطاقة الشمسية الفولطاضوئية2017	104
(2-2-10)	مكونات نظام توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية	105
(2-2-11)	مخطط لخلية شمسية	107
(2-2-12)	وحدة خلايا شمسية	107
(2-2-13)	منظومة خلايا شمسية موضوعة في ارض تلال مكشوفة	109
(2-2-14)	التطور التكنولوجي للخلايا الشمسية	111

(2-2-15)	خطوات انتاج خلية سلكونية و لوحة شمسية	113
(2-2-16)	كيف تعمل الانظمة الكهروضوئية؟	114
(2-2-17)	لوحاً شمسياً مصنوعاً من خلايا كهر وشمسية متعددة البلورات	118
(2-2-18)	لوحاً شمسياً مصنوعاً من خلايا كهر وشمسية عشوائية	118
(2-2-19	أسعار الخلايا الشمسية الفولطاضوئية	122
(2-3-1)	الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية	124
(2-3-2)	استهلاك الطاقة الأولية في الدول حسب الوقود 2017	125
(2-3-3)	اسعار النفط العالمية المتوقعة	126
(2-3-4)	التطور المتوقع لأسعار النفط العالمية مستقبلا	126
(2-3-5)	تطور الطلب العالمي على الطاقة حسب كل مصدر	128
(2-3-6)	استثمار في مصادر الطاقات المتجددة في الدول (2007-2017).	130
(2-3-7)	الطاقة الكهروضوئية المنتجة والمضافة على مستوى العالم خلال الفترة 2007-2017.	131
(2-3-8)	تكلفة توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة بين سنتين 2010-2017	135
(2-3-9)	تكلفة الاستثمار في تكنولوجيات الطاقة المتجددة (2002 - 2030)	136
(2-3-10)	تكلفة الإنتاج من مصادر الطاقة المتجددة (2002 - 2030)	136
(3-2-1)	المتوسط السنوي لشدة الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق الوطن	179
(3-2-2)	متوسط سرعة الرياح بالجزائر	181
(3-2-3)	هيكل إنتاج الطاقة الأولية	185
(3-2-4)	إنتاج الطاقة المشتقة	186
(3-2-5)	الاستهلاك الوطني للطاقة	188
(3-2-6)	الاستهلاك الوطني حسب اشكال الطاقة	189
(3-2-7)	الاستهلاك النهائي للطاقة على أساس القطاعات	190
(3-3-1)	نموذج عن الشبكة الكهربائية الذكية	196
(3-3-2)	أهمية التخزين في الشبكات الكهربائية الذكية	196
(3-3-3)	تحول الانظمة الطاقية في الجزائر	202
(4-1-1)	توزيع مشاريع الطاقات المتجددة في الجزائر	221
(4-1-2)	مراحل برنامج الجزائري للطاقات المتجددة	223
(4-1-3)	توزيع نسب اجمالي القدرات الطاقة المركبة من مختلف مصادر الطاقات المتجددة في افق 2030	224
(4-2-1)	نموذج لمحطة متصلة بشبكة الكهرباء الوطنية	237
(4-2-2)	نموذج لمحطة هجينة متصلة بالشبكة الكهرباء الوطنية	237
(4-2-3)	المولد الاحتياطي	239

(4-2-4)	بطاقة كفاءة الأجهزة الكهربائية في استهلاك الطاقة	239
(4-2-5)	مكونات جهاز عمود الانارة العمومية ذات النظام الهجين	242
(4-2-6)	مكونات عمود الانارة بالطاقة الشمسية	243
(4-2-7)	هيكل وإمكانيات التوسع في النظام المقترن بالتيار المتردد	247
(4-2-8)	الرسم البياني الكهربائي العام للمصنع الكهروضوئي المصغر المركب في Assekrem	248
(4-2-9)	الهيكل التعاقدي لمحطةSPP1	250
(4-2-10)	مخطط لمحطة الكهربائية الهجينة بحاسي الرمل	253
(4-2-11)	انتاج الشمسي للمحطة	253
(4-2-12)	الانتاج الصافي للمحطة الهجينة	254
(4-2-13)	مساهمة كل منتج في الإنتاج الوطني 2014	255
(4-2-14)	انتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة	256
(4-2-15)	توزيع الاستطاعة الموجودة حسب التطبيق	257
(4-2-16)	توزيع الاستطاعة حسب مصدر الطاقة	257
(4-2-17)	ترتيب المواقع على اساس الطلب على الطاقة الشمسية	259
(4-2-18)	تقديرات متوسط الانتاج السنوي لكلkw1 من pv المثبث على مواقع الانتاج	259
(4-3-1)	مراحل التحليل القياسي لنموذج اقتصادي	263
(4-3-2)	انتاج الطاقة الشمسية في الجزائر خلال الفترة 2010-2018	267
(4-3-3)	منحنى التنبؤ بالمتغير التابع "انتاج الطاقة الشمسية"	273

المقدمة العامة

جدول الملاحق

رقم الملحق	عنوان الملحق	الصفحة
1	نماذج عن تركيب الالواح الشمسية من طرف CONDORو ENIE	297-295
2	سخان الماء الشمسي من طرف APRUE	298
3	فاتورة تركيب الطاقة الشمسية من طرف كوندور condor	301-299
4	المرسوم التنفيذي رقم 17-98 المؤرخ في 29 جمادي الاولى عام 1438 الموافق لـ 26 فبراير 2017	302
5	متوسط استهلاك الالات الكهرومنزلية للطاقة الكهربائية	303
6	كمية الاشعاع الشمسي بولاية غليزان	304

مقدمة عامة

تحظى الطاقة باهتمام جميع دول العالم حيث تعتبر من أهم ا لرّكائز التي تقوم عليها المجتمعات والأمم، لما لها من دور رئيسي في عملية التنمية الاقتصادية، وكونها الأداة المحرّكة للقطاعات الاقتصادية. اذ تستخدم في تشغيل المصانع وتحريك مختلف وسائل النقل وتشغيل الأدوات المنزلية المختلفة وغير ذلك من الأغراض.

وتقتضي الزيادة في تعداد السكان بالاستعانة بمصادر اخرى للطاقة للوفاء باحتياجات الانسان المتزايدة للحفاظ على مستوى معيشة، ويعتمد تحسين مستويات المعيشة في المعدل المتوسط على استهلاك الطاقة لكل فرد.

وفي الجزائر كغيرها من الدول تلعب الطاقة دوراً جوهرياً في التنمية الاقتصادية للبلد بحيث تساهم في ادخال متغيرات على الاقتصاد الكلي مثلا الناتج المحلي الاجمالي، وصادرات البضائع والاستثمارات، ولكن من ناحية اخرى تعاني الجزائر باعتبارها احدى البلدان النامية من زيادة سكانية سنوية وصلت الى أزيد من 43 مليون نسمة عام 2020 ومن المتوقع ان يستقر في حدود 51مليون نسمة في عام 2030.

وتشكل مثل هذه الزيادة السكانية السريعة فضلا عن التحديات السياسية والاقتصادية والبيئية الاخرى ارهاقاً لموارد الطاقات المحدودة (البترول والغاز) و النافدة في البلد.

والتي تسببت في السنوات الاخيرة بأضرار وخيمة على البيئة خاصة من حيث انبعاث الغازات التي أدت الى تلوث الجو والاحتباس الحراري غير أنها في طريقها الى النفود و هذا ما أدى الى اتخاد طرق اخرى والتفكير بعقلانية في اقتراحات بديلة أهمها احترام استغلال المحروقات والاعتماد على الطاقات البديلة.

وهذا ما اعتمدت عليه الجزائر حينما ابدى الخبراء بتوقعاتهم جراء الطاقة النافدة التي هي في طريقها نحو النضوب بعد عقود ثلاثة على الأكثر ممّا تنجم عليها حلول أزمة خطيرة على جميع البلدان؛ رغم ان احتياطات الجزائر المخزونة من الغاز والبترول تسمح لها بمواجهة الوضعية لعدة عقود، اما لجؤها الى الطاقة النووية على المدى البعيد سيكون محدودا. الا ان التوقعات فرضت على المسؤولين الجزائريين التفكير في امكانيات استغلال الطاقات المتجددة؛ هذه الطاقات هي الطاقات النظيفة والغير الملوثة التي تلبي احتياجات الجيل الحالي و المستقبلي، وتعتبر الاقدم التي استخدمها الانسان وتتميز بالتجدد التلقائي وبصفة الديمومة، لتكون بديلاً للطاقة التقليدية بحيث اضحى استعمالها اكثر من ضرورة في سبيل تحقيق مبادئ التنمية المستدامة. وتعتبر هذه المصادر متوفرة ومتعددة في الكثير من الدول العربية لا سيما الطاقة الشمسية.

باعتبار أن هذه الدول واقعة في ما يسمى بالحزام الشمسي الذي يستفيد من معظم اشعة الشمس الكثيفة على الكرة الارضية من حيث الحرارة والضوء على حد سواء. وتعتبر الجزائر اكثر المناطق استفادة من الطاقة الشمسية الواقعة بين خطي العرض 40 شمالا وجنوب الاستواء وبما ان الجزائر تقع على خط عرض 28 شمالا فان لها نصيبا وافرا من هذه الطاقة حيث يصل عدد الايام المشمسة فيها خلال العام الى 320 يوما فتحظى على امكانيات هائلة في مجال الطاقة الشمسية تفوق 5 ملايير جيغاواط في الساعة سنويا بمعدل تشميس يتراوح ما بين 2550 ساعة في الشمال و3819 ساعة في الصحراء بطاقة انتاج تقدر على التوالي ب 1700

و2650 كيلوواط في الساعة في المتر المربع سنويا هذه الامكانيات لا تتوفر لكثير من البلدان المتقدمة الغنية .فلا يجوز ان تفوتنا فرصة الاجتهاد لاستغلال هذه الثروة وتمكين اقتصادنا من الازدهار المستمر.

اشكالية الدراسة :

تتوجه الجزائر تدريجيا نحو انتقال طاقوي يكون قائما على نموذج طاقوي يضمن تطوير الطاقات المتجددة واقتصاد الطاقة وترشيد الطاقات الاحفورية وتنويع المصادر الطاقوية بالاعتماد على الطاقات المتجددة خلال سنة 2030 على بلوغ نسبة40%؛ فقد مهدت الجزائر لذلك السبيل لديناميكية الطاقة الخضراء بإطلاق برنامج طموح لتطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية قصد ايجاد حلول شاملة ودائمة للتحديات البيئية والمشاكل للحفاظ على الموارد الطاقوية ذات الاصل الاحفوري.

في ضوء ما تم التطرق اليه نطرح التساؤل التالي:

ما مدى مساهمة الطاقة الشمسية كمورد استراتيجي مكمّل في ترشيد استغلال الطاقة الاحفورية بالجزائر؟ في سياق الانتقال الطاقوي.

وعلى ضوء هذا التساؤل الرئيسي (الاشكالية) يمكن إدراج مجموعة من الاسئلة الفرعية التالية:

- هل يمكن أن تعتمد الجزائر على الطاقة الشمسية كبديل طاقوي للوقود الاحفوري سواء للاستغلال المحلي أو التصديري؟
- الى أي مدى تساهم الطاقات المتجددة في تحقيق المكاسب الاقتصادية في الجزائر؟
- كيف يمكن استثمار مصادر الطاقة المتجددة في الجزائر بشكل افضل بحيث تكون مصادر مستديمة وصديقة للبيئة؟
- ما هي افاق تطوير وتعزيز استخدامات الطاقة الاحفورية والمحافظة عليه في ظل استراتيجية الجزائر الطاقوية للتوجه نحو الطاقات المتجددة؟

الى جانب هذه الاسئلة الفرعية يمكن وضع جملة من الفرضيات التي سأعمل على التحقق من صحتها وهي:

الفرضية الاولى: يمكن للطاقات الشمسية في الجزائر أن تلبي احتياجات الجيل الحالي والمستقبلي؛ بحيث تكون مكمّلة للطاقة الاحفوري على المدى القصير والمتوسط، والبديل المستقبلي له.

الفرضية الثانية: تعد الطاقة الشمسية بمثابة ثروة يمكن تحويلها الى محرك للتطور الاقتصادي والاجتماعي، من خلال تشجيع الاستثمار فيها، ما يدعم خلق فرص عمل ومؤسسات جديدة، تساهم في تحقيق الاهداف الانمائية للألفية الثالثة.

الفرضية الثالثة: تعتبر مشاريع الطاقة الشمسية بالجزائر أحد أهم الاستراتيجيات الفعّالة لتحقيق استدامة الطاقة الأحفورية، وتحقيق تنمية مستدامة، فالتوجه نحو استغلالها يعد فرصة بالنسبة للجزائر التي يجب ان تؤمن انتقالها الطاقوي للتحضير لما بعد عهد النفط.

أهداف الدراسة:

يتمثل الهدف الرئيسي للدراسة في استخلاص واقع وآفاق تطوير الطاقة المتجددة عامة والطاقة الشمسية خاصة من أجل المحافظة على موارد الطاقة التقبيدية وهذا ببلوغ معدلات نمو تسهم مستقبلا على إنشاء مشاريع تنموية تمتص اليد العاملة المتوفرة في السوق الجزائرية.

أهمية الدراسة:

- يعد موضوع الطاقة موضوع حيوي واستراتيجي في الاقتصاد العالمي، كما يمثل قطاع الطاقة شريان الاقتصاد في الجزائر بصفة خاصة والعالم بصفة عامة.
- الإجابة على الإشكالية المطروحة، التي جاءت لتسلط الضوء على الجوانب والأبعاد للطاقات المتجددة عامة والطاقة الشمسية خاصة؛ التي اصبحت من اهم المجالات المطروحة في القرن الحادي والعشرين لأسباب اقتصادية وبيئية، من اجل تحقيق تنمية مستدامة.

دوافع الدراسة الموضوعية والذاتية:

- اتمام مشوار البحث(ماجيستر) في هذا الموضوع
- الرغبة الشخصية في البحث والاستكشاف في موضوع الطاقات المتجددة كأحد تحديات العصر.
- حداثة الموضوع في ميدان البحث العلمي، كما أن النقاش والأبحاث في هذا الموضوع لا تزال في البداية على المستوى العالمي.

المنهج المتبع:

اعتمدت في تحليل هذا الموضوع على استخدامنا المنهج الوصفي والتحليلي لملائمته طبيعة الموضوع، بالإضافة الى اسلوب دراسة حالة الجزائر من خلال دراسة واقع وافاق الطاقات المتجددة عامة والطاقة الشمسية خاصة باحثة في ذلك على الجمع بين البساطة والدقة في الاجابة على الاشكالية المطروحة. كما حاولت دراسة قياس مدى تأثير والعلاقة بين انتاج الطاقة الشمسية والمتغيرات الاقتصادية المستقلة كالإنتاج المحروقات، الناتج المحلي الخام، وانبعاثات ثاني اكسيد الكربون ..، خلال الفترة 2010-2018 واعتمدت على المنهج القياسي، ولكن هذا العمل يعتبر مجرد نمذجة قياسية افتراضية نظراً لعدم توفر الشروط اللازمة للقيام بالاختبارات الاحصائية. ولدراسة هذا الموضوع اعتمدت على المراجع من كتب ومذكرات، مجالات، ملتقيات ومؤتمرات، احصائيات مستقاة من الهيئات والمنظمات الدولية وكذا الباحثين ذات علاقة بموضوع البحث.

الدراسات السابقة:

ان موضوع الطاقات المتجددة من المواضيع الحديثة، لهذا السبب نجد العديد من الباحثين اصبح توجههم الى البحث في هذا الموضوع، وذات تخصصات مختلفة و الدراسات الاقرب الى موضوعنا هي:

❖ اطروحة دكتوراه للطالب **خالد عبد الحميد محمد عمر سليمة** اطروحة دكتوراه اقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر" دراسة مقارنة ودراسة قياسية" كلية التجارة قسم الاقتصاد جامعة عين الشمس 2012 يهدف الباحث من خلال هذه الدراسة الى التعرف على اقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر ودور هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة لاستغلال الطاقة الشمسية ومواجهتها للتغيرات المناخية ومفاضلة بينها وبين الطاقة النووية وما هو الافضل لمصر، ثم تقييم اثر الاعتماد على الطاقة الشمسية في توفير مرفق الكهرباء الاستراتيجي في مصر وتقليل لأثار البيئية الضارة والناتجة من استخدام الطاقة التقليدية وذلك من خلال تحديد طبيعة واتجاه العلاقة بين انتاج الطاقة الشمسية وتكاليف انتاجها من خلال نموذج احصائي يعتمد على تحليل سلسلة زمنية لمتغيرات النموذج سواء المستقلة او التابع، ودراسة مقارنة لتجارب الدول الصناعية في مجال الطاقة الشمسية، والوقوف على الاستفادة المصرية من هذه التجارب.

❖ مقال للبروفيسور **سنوسي بن عبو**، بعنوان **Les enjeux de la transition énergétique en Algérie** سنة 2015 يهدف الباحث من خلال هذا المقال الى دراسة اهمية الانتقال الطاقوي الذي يعد النموذج الطاقوي الامثل ذات استهلاك عقلاني ورشيد لاستغلال الطاقة الاحفورية وتطوير تكنولوجيا استغلال مصادر الطاقات المتجددة، وبالنظر إلى مؤشرات واحصائيات الخاصة بالطاقة في الجزائر فيرى الباحث أن مشكلة نضوب الطاقة الاحفورية ليست المشكلة الوحيدة للأجيال القادمة ، ولكنها مشكلة الجيل الحالي؛ ويشير انه لابد على الدولة الجزائرية إدراك الاهتمام بالطاقة المتجددة وتحفيز هذا المجال من قبل السلطات.

❖ مقال للبروفيسور **سنوسي بن عبو** وطالبة الدكتوراه **طيب سعيدة** بعنوان **مدى مساهمة الطاقة الشمسية كمورد اقتصادي مستدام في تحقيق التنمية بالجزائر بمجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية 2018، المجلد 11 / العدد:02** يسعى من خلال هذه الدراسة إلى إبراز الإمكانيات التي تمتلكها الجزائر في مجال الطاقة الشمسية بعد الاهتمام الذي أصبح يحظى به قطاع الطاقات المتجددة، وذلك في إطار السياسة التنموية المطبقة والتي تهدف أساسًا الى تنويع الاقتصاد، باعتبارها عاملاً مهمًا في تأمين إمدادات الطاقة على المدى المتوسط والبعيد كجانب ايجابي وضروري في ظل عدم كفاية مصادر الطاقة الاحفورية، اضافة الى الدور الذي تلعبه في تحقيق التنمية المستدامة، ولدراسة هذا الموضوع اتبع المنهج الوصفي التحليلي لإثبات واقع وآفاق تطوير الطاقة المتجددة عامة والطاقة الشمسية خاصة من أجل المحافظة على موارد الطاقة القابلة للنفاذ وهذا ببلوغ معدلات نمو تسهم مستقبلاً في انشاء مشاريع تنموية تسهم في تحقيق التنمية.

❖ اطروحة دكتوراه، للطالب **عمر شريف** بكلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير بجامعة الحاج لخضر –باتنة– تحت عنوان **''استخدام الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المحلية المستدامة (دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر)"** للسنة الجامعية 2006-2007 سنة حيث حاول الطالب من خلال هذه الدراسة الى توضيح مدى مساهمة استخدام الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المحلية المستدامة من خلال التعرض لاهم استخداماتها وكيفية الاستفادة من اقتصاداتها من منظور تنمية مستدامة، وتوصل الى نتائج من ابرزها إحداث تنمية مستدامة عن طريق تعويض الطاقات التقليدية بالبديل الفعلي المتمثل في الطاقة الشمسية التي تعتبر موردا هاما لمدى توفيره للأشعة الكافية واللازمة للاستخدام طوال السنة.

❖ مقال للطالب **مكيديش محمد و صاري حسام صلاح الدين**، بعنوان

Etudier l'Impact des Energies Renouvelables sur le Facteur Economique du Développement Durable en Algérie : Essai de Modélisation

سنة 2018 يهدف الطالب من خلال هذا المقال الى دراسة اهمية الطاقات المتجددة واهمية الدور الذي تلعبه في الاقتصاد الوطني، وقام الطالب بدراسة نموذج ودراسة السببية من نوع للمتغيرات استهلاك الطاقة المتجددة، الناتج المحلي الخام والمتغيرات المستقلة المحسوبة على شكل تقلبات، خلال الفترة 1995-2016 بالجزائر، وتوصل الى ان المتغير الاستهلاك الطاقة المتجددة يؤثر بشكل ايجابي على المتغير النمو الاقتصادي، وان هناك علاقة احادية وكان الاتجاه من الناتج المحلي الخام الى استهلاك الطاقة المتجددة.

❖ مقال للباحثتين **بوقروة مريم و وداد بريش ،بعنوان**

Development of the renewable electricity génération in Algeria: Impact of oïl Price usine a Victor Errer Correction Model (VECM)

حاولتا الباحثتين من خلال هذه الدراسة دراسة العلاقة بين توليد الطاقة المتجددة ، وأسعار النفط والنمو الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة الممتدة من سنة 1990 إلى عام 2016باستخدام نموذج التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ المتجه (VECM). وذلك من خلال دراسة التأثيرات قصيرة المدى وطويلة الأجل في وقت واحد بين متغيرات الدراسة التي تتمثل في: توليد الكهرباء المتجددة، وأسعار النفط والنمو الاقتصادي خلال الفترة 1990-2016. كما تنبأ بتوليد الكهرباء المتجددة حتى سنة 2025 تحت سيناريوهات مختلفة. وتوصلا الى ان لسعر النفط أثر إيجابي على توليد الطاقة المتجددة في الجزائر. وهو يعني ضمنا أن ارتفاع سعر النفط يتيح المزيد من الاستثمار في الطاقة المتجددة. تؤكد هذه النتيجة على الاعتماد القوي للاقتصاد الجزائري على عائدات النفط وتثير العديد من التساؤلات حول البحث عن مصادر تمويل جديدة لتطوير الطاقات المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة.

خطة الدراسة:

للتفصيل في موضوع " مدى مساهمة الطاقة الشمسية كمورد استراتجي مكمّل في ترشيد استغلال الطاقة الاحفورية بالجزائر" وللإجابة على الاشكالية المطروحة واثبات صحة الفرضيات من عدمها، تم تقسيم هذه الدراسة الى اربع فصول: بالنسبة للفصل الاول يتمحور حول دراسة أهمية الطاقة ومصادرها الطاقات التقليدية والطاقات المتجددة، قدمت لمحة عن الموارد الطبيعية واهميتها ثم تطرقت الى اقتصاديات الطاقة ودورها في تحقيق الاهداف الانمائية للالفية، وتناولت مصادر الطاقات التقليدية الطاقة الاحفورية والطاقة النووية، بالاضافة الى مصادر الطاقات المتجددة (الرياح، الحرارة الجوفية، الهيدروجين، الكتلة الحيوية،...)، اما الفصل الثاني تم التعرف على أسواق الطاقة الشمسية" واهم استخداماتها تناولت الطاقة الشمسية الحرارية وكذا الطاقة الشمسية الكهروضوئية بالإضافة الى واقعها عالمياً ومحلياً، اما الفصل الثالث خصصته للسياسة الطاقوية المتبعة بالجزائر وأهم مصادر الطاقوية بالبلد بالاضافة الى عرض اهمية الانتقال الطاقوي التي على الجزائر اتباعه، اما الفصل الرابع فكانت عبارة عن دراسة استشرافية وتنبؤية لاستغلال الطاقة الشمسية في انتاج الكهرباء، وتطرقنا من خلال ذلك الى نماذج ومشاريع الطاقة في الجزائر من انشاء المنزل الذكي بالمركز تطوير الطاقات المتجددة، الى دراسة استشرافية حول برنامج الطاقات المتجددة 2030، وتقديم لمحطة الكهربائية الهجينة بحاسي الرمل ومحطة كهربائية هجينة (كهروضوئي- ديزل) في اسكرام، وتقديم بعض النماذج الدولية الرائدة في استغلال الطاقة الشمسية، وخلصت الدراسة الى تقديم نموذج دراسة قياسية لمدى استغلال الطاقة الشمسية وتأثرها بالمتغيرات الاقتصادية، وختمنا دراستنا بتقديم النتائج المتوصل اليها.

الفصل الاول
أهمية الطاقة
ومصادرها التقليدية و المتجددة

الفصل الأول

أهمية الطاقة ومصادرها التقليدية والمتجددة

تمهيد الفصل الأول:

تعد الطاقة عصب الحياة الحديثة والمحرك الرئيسي للتقدم الصناعي والتكنولوجي بصفة خاصة، والتقدم الاقتصادي بصفة عامة فهي نقطة الارتكاز بالنسبة لحياة البشرية اليوم، وهذا بالنظر الى دورها المهم في الحياة، فقد اعتمدت الحضارة الحديثة على الطاقة بمواردها المختلفة لتحويل الموارد الاقتصادية من شكلها الأولي الى شكلها النهائي القادر على اشباع الحاجات المتعددة والمتنوعة، كما انها تعد عاملاً مهماً في تحقيق الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية للإنسان؛ وممّا لا شك فيه انها اصبحت اليوم سمة من سمات العصر الذي تعيش فيه، ممّا دفع البعض الى ان يطلق على عصرنا الحالي «**عصر الطاقة**» بل اصبح ما يستهلكه الفرد من طاقة مقياسًا لتقدم الامم والشعوب، كلما ازدادت ثروتنا من الطاقة قوى ساعدنا واصبح بإمكاننا مواجهة التحديات، والسير في مقدمة الركب.

عندما عرف الانسان النار، عرف اول طريقة لاستغلال الطاقة واستخدامها في مختلف اغراضه الحياتية مثل طهي الطعام وتدفئة الكهوف وانارة الظلام، وهكذا كان الحجر هو اول مصدر خارجي للطاقة، ثم تلاه الخشب وغيره من ادوات اشعال النار، والحصول على الطاقة الحرارية.

وعرفها كذلك من خلال تحكّمه بالماء والريح، وقد خطا خطوات في مجال تسخير الطاقة، فاخترع الالة البخاريّة مهيئا بذلك وسيلة لاستغلال الطاقة ترتبّ عليها تحقيق عدد كبير من المنجزات في مجال الصناعة ثم اكتشف الفحم والغاز والكهرباء والنفط الذي يعد من المصادر الرئيسية للطاقة في هذا الوقت، الا انها قابلة للنضوب على الرغم من وجود احتياطي كبير وبالتالي لابد من البحث عن مصادر بديلة وجديدة للطاقة.

ولفهم الطاقة بصورة واضحة يجب معرفة انواعها، ومصادرها، واستغلالها؛ هذا ما سنتطرق اليها بالتفصيل من خلال هذا الفصل الذي قسم الى ثلاث مباحث.

المبحث الأول : مصادر الطاقة، اهميتها واقتصادياتها.

المبحث الثاني: مصادر الطاقات التقليدية

المبحث الثالث: مصادر الطاقات المتجددة

المبحث الأول: مصادر الطاقة، أهميتها واقتصادياتها

تعتبر الطاقة المصدر الحيوي لمختلف النشاطات البشرية (صناعية، زراعية ومنزلية) سواء كمورد اقتصادي او مصدر للدخل الوطني كما هو الحال في الدول العربية، غير ان الاستهلاك المفرط لها خاصة من طرف الدول المتقدمة؛ ادى الى تهديد ثروة الطاقة كمورد طبيعي غير متجدد بالنفاذ من جهة وافراز كميات هائلة من غازات الدفيئة تفوق القدرة الاستيعابية للبيئة، وتهدد بأثار بيئية خطيرة لا تقتصر فقط على البعد المحلي وانما تتعداه الى البعد الدولي من جهة اخرى، وامام الانذارات البيئية والاقتصادية اصبحت الحاجة للبحث عن بدائل للطاقة التقليدية امر ملح تفرضه التغيرات التي تشهدها البيئة الاقتصادية والطبيعية، لذا سنحاول من خلال هذا المبحث التعرف على اهمية الطاقة ومصادرها.

المطلب الأول: الموارد الطبيعية والاقتصادية

تعد النظرية الاقتصادية احد الاطر القوية لفهم سلوك المستهلك والمنتج لاستخدام الموارد بأنواعها بطريقة منطقية، كما يمكن عن طريقها معرفة مستويات الاستخدام الامثل لها، بما يعكس امثليه اقتصادية واجتماعية بعيدة المدى. وتحقق الرفاهية الاجتماعية والاقتصادية للأجيال الحالية والمستقبلية. فالاقتصاد هو احد العلوم التي تهتم بدراسة كيفية توظيف المجتمع لموارده الاقتصادية المحدودة نسبيا لإنتاج واشباع حاجات الانسان المتعددة.

الفرع الأول: مفهوم الموارد الطبيعية الاقتصادية: تعددت مفاهيمها حسب راي المختصين والباحثين.

فيعرفها راندل (1987م) الموارد الطبيعية بانها الاشياء المفيدة ذات القيمة في الحالة التي نجدها عليها، وهي بذلك مادة خام لم يتم تعديلها، فقد تكون مدخلا في عملية انتاجية لمنتج ذي قيمة، او قد تستهلك بشكل مباشر.[1]

ويعرفها محمد حامد عبد الله (1991م) بانها كل ما يستخدمه الانسان لتحقيق منفعة او لإشباع رغبة معينة بطريقة مباشرة او غير مباشرة وانها ترتبط دائما بقيمة معينة وثمن محدد.[2]

كما يعرفها مندور ونعمة الله (1995م) بانها ما يقوم الانسان به، بادراك وتقييم منفعته من البيئة. واعداده للدخول في دائرة الاستغلال الاقتصادي بغرض اشباع حاجة معينة او تلبية مطلب معين.[3]

ومن خلال هذه التعاريف نستنتج ان الموارد الطبيعية الاقتصادية هي الموارد الكامنة في الطبيعة ولم تنتج من قبل الانسان، تتسم بالندرة وتستخدم في عملية توفير السلع والخدمات المختلفة لإشباع الحاجات في المجتمع، وتشمل (العمل، راس المال، الارض والموارد الطبيعية)، حيث يعد اي مورد طبيعي لم يستثمر اقتصاديًا قوة كامنة الى حين استثماره.[4]

---

[1] محمد بن محمد ال الشيخ، اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئية، الطبعة الاولى، مكتبة العبيكان، الرياض، 1428هـ،2007. ص، 20

[2] محمد بن محمد ال الشيخ ،(نفس المرجع)، ص،19

[3] محمد بن محمد ال الشيخ ،(نفس المرجع)، ص، 20

[4] رضا عبد الجبار الشمري، الاهمية الاستراتيجية للنفط العربي، الطبعة الاولى 2014، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، الاردن،ص؛48

الفرع الثاني: تصنيفات الموارد الطبيعية: يمكن تقسيمها على اساس ثلاث تصنيفات: [1]

اولا: تصنيف الموارد حسب اصلها: الموارد الطبيعية، الموارد البشرية، راس المال...

- **الموارد الطبيعية:** رصيدها ثابت ومنفعة الانسان منها متجددة بقدر ما يتم اكتشافه وقدرته على استغلالها، تشمل الارض وما عليها وما فوقها وما في باطنها؛
- **الموارد المصنعة (راس المال):** هي موارد ينتجها الانسان باستخدام الموارد الطبيعية لتسهم مع موارد اخرى في انتاج السلع والخدمات وتسمى بالسلع الوسطية تشمل مطارات الموانئ، الجامعات، الطرق،... وغيرها وتسمى بالبنية التحتية؛
- **الموارد البشرية:** تشمل العمل اليدوي والذهني والفني والاداري، ويتم تطويرها بالتدريب والتعليم وتحسين مستوى الغذاء والرعاية الصحية والاجتماعية؛

ثانيا: تصنيف الموارد حسب مدى انتشارها: تتواجد الموارد في اماكن عديدة من العالم الا ان الكميات المعروضة منها تتفاوت في درجة ندرتها من اقليم الى اخر وبالتالي تختلف اسعارها.

- **موارد موجودة في كل مكان:** كالهواء واشعة الشمس وهي لا تدخل ضمن الموارد الاقتصادية الا ان تلوث المياه والهواء جعل المياه النقية والهواء النقي من السلع النادرة ولها ثمن؛
- **موارد موجودة في اماكن كثيرة:** كالتربة والحيوانات فهي ذات سعر وتكلفة تخضع في سوقها للمنافسة التامة؛
- **موارد موجودة في اماكن قليلة:** كالمعادن، وهي اكثر ندرة وسعرها يتحدد بالطلب عليها وتخضع لسوق احتكار القلة؛

ثالثا: تصنيف الموارد حسب عمرها الزمني: [2]

- **الموارد الطبيعية المتجددة:** هي الموارد التي لا يفنى رصيدها بمجرد استخدامها ولكن هذا الرصيد يمكن الانتفاع به لمرات متعددة طالما لم يتعرض لسوء الاستخدام ممّا يؤدي الى تدهور انتاجيته وتشمل الموارد الطبيعية المتجددة: الارض الزراعية (الموارد الزراعية) ومصادر المياه والغابات والمراعي ومصايد الاسماك.
- **الموارد الطبيعية غير المتجددة:** تعتبر من الاصول الطبيعية المخزونة في باطن الارض تكونت عبر فترات زمنية طويلة نتيجة لتفاعلات كيميائية مثل المعادن وموارد الطاقة مثل البترول والغاز الطبيعي والفحم...

وبمجرد استخراج هذه الموارد من باطن الارض ونقلها الى اماكن استخدامها، تصبح مواد اولية تستخدم في انتاج سلع اخرى، ولذلك فان نقص هذه الموارد الهامة جدًا يضع قيدًا شديدًا على عمليات التنمية في داخل الدولة، فكافة الانشطة الانتاجية تعتمد اساسًا على مصادر الطاقة والمواد الخام الاساسية من معادن وغيرها.

---

[1] ايمان عطية ناصف، اقتصاديات الموارد والبيئة، كلية التجارة-جامعة الاسكندرية- دار الجامعة الجديدة، 38شارع سوتير-الازاريطة-الاسكندرية 2007.ص 15،16،17

[2] ابراهيم محمد مصطفى، مبادئ اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة، كلية التجارة، جامعة الاسكندرية (ناشر)، 2001،ص، 13

الفرع الثالث: اهمية دراسة الموارد الطبيعية الاقتصادية [1]

1- الندرة النسبية للموارد الاقتصادية: تواجه المشكلة الاقتصادية كافة المجتمعات ولكن بدرجات متفاوتة، التي ترجع بصفة اساسية الى ندرة الموارد الاقتصادية مع تزايد حاجات افراد المجتمع وتجدد هذه الحاجات بصورة مستمرة، ولذلك فالمشكلة الاقتصادية تزداد تعقيدًا بمرور الوقت خاصة في الدول النامية حيث معدل النمو في الموارد يقل عن معدل النمو السكاني ممّا يؤدي الى تدهور انتاجية كثير من الموارد الطبيعية نتيجة لزيادة درجة كثافة استخدامها ممّا يهدد القدرة الانتاجية لهذه الموارد، لذا لبد من التخصيص الامثل للموارد.

2- ضرورة الحفاظ على الموارد المتاحة: وضع خطط محكمة لطريقة استخدام واستغلال الامثل للموارد للأجيال الحاضرة والقادمة، ووضع برامج وسياسات اقتصادية لتقرير وسائل الاستخدام الامثل لهذه الموارد.

3- التنمية الاقتصادية: لابد ان تكون للدولة رؤية مستقبلية عن كيفية تنمية هذه الموارد للتخفيف من حدة المشكلة الاقتصادية وتقريب الفجوة بين احتياجات الافراد وامكانيات الانتاج.

4- تقدير قوة التكتلات الاقتصادية العالمية: ان معرفة مقدار ما تمتلكه دول التكامل الاقتصادي من موارد اقتصادية يساعد على تقدير القوة الاقتصادية لدول التكتل وتحديد درجة قوتها التفاوضية عالميًا.

5- الصورة العامة لخريطة العالم الاقتصادية: تمكن دراسة الموارد الاقتصادية من معرفة حجم التجارة في العالم حيث توضح مدى حاجة الدول المختلفة للسلع المختلفة ومن ثم تتحدد مناطق التصدير والاستيراد وطرق التجارة المختلفة.

الفرع الرابع: المقاييس المادية والاقتصادية للندرة: تتمثل في المقاييس الاقتصادية والمادية: [2]

اولا: المقاييس الاقتصادية للندرة:

✓ **التكلفة:** ان تكلفة استخراج الموارد تعتبر قيدًا على عمليات استخراجه وبالتالي هي مؤشر على ندرة الموارد، فمقياس التكلفة لا يعطي مؤشر لقرب نفاذ المورد في مواجهة التطورات التكنولوجيا التي تؤدي الى انخفاض التكاليف بصورة مستمرة رغم تعرض المورد للنفاذ.

✓ **السعر:** يعتبر مقياسًا ملائم لندرة الموارد الغير متجددة وذلك حسب حالة السوق والمنافسة.[3]

✓ **الريع:** يمثل بالنسبة للمنتج الفرق بين السعر بيع الوحدة من المنتج وتكلفة الاستخراج الحدّية، فاذا كان سعر بيع الوحدة من المورد ثابتة او متزايدة في حين تتناقص تكلفة الاستخراج، فان الريع سوف يتزايد ولذلك فان هناك ارتباط بين سلوك الريع وسلوك الاسعار وتكاليف الانتاج.

حيث يتأثر السعر بتكلفة الانتاج ويتأثر الريع بكل من السعر والتكلفة .

---

[1] ايمان عطية ناصف ،(نفس المرجع)، ص 19؛20

[2] ايمان عطية ناصف ،(نفس المرجع)، ص 27؛31

[3] Hussen Ahmed, Principles of Environmental Economics, Published by Routledge, second edition,New York, 2004, p; 8

ثانيًا: المقاييس المادية للندرة:

✓ **الاحتياطي المؤكد:** يشير الى الكميات المتوفرة من المورد في باطن الارض والتي يمكن استخراجها بطريقة مربحة عند الاسعار الحالية. ويعتبر هذا المقياس الاكثر استخدامًا.

✓ **المورد:** يشير الى الكميات المتوفرة من المورد في باطن الارض والكميات المحتمل اكتشافها من المورد مستقبلا سواء كانت عمليات استخراجه مربحة او غير مربحة في ظروف التكنولوجية السائدة.

✓ **قاعدة المورد:** هذا المقياس يوسع كميات المورد ليشمل كل الكميات الموجودة في باطن الارض والكميات المحتمل اكتشافها والتي يمكن استخراجها باي تكلفة انتاجية وتحت اي ظروف تكنولوجيا متاحة او محتمل وجودها.

الفرع الخامس: عرض الموارد غير المتجددة والطلب عليها

اولا: العوامل المؤثرة في عرض المورد الطبيعي غير المتجدد: توجد علاقة طردية بين الكمية المعروضة من اي سلعة وسعرها، فحتى يتم تشجيع المنتج على عرض كميات اكبر لا بد من اغراءه برفع الاسعار، وينطبق نفس هذا المبدأ وبصورة اوضح على منحنى العرض الخاص بالمورد الطبيعي غير المتجدد الذي يكون موجب الميل الشكل(1-1-1)، لابد ان نفرق بين العرض المادي والعرض الاقتصادي، ومنحنى العرض الخاص والاجتماعي.[1]

➢ **العرض المادي والعرض الاقتصادي:**

العرض المادي: يشير الى الكميات المخزونة في باطن الارض من المورد غير المتجدد ولذلك يكون العرض المادي مقدار ثابت لا يتأثر بمستوى السعر.

العرض الاقتصادي: فيشير الى الكميات التي يمكن استخراجها من المورد الطبيعي بتكلفة مقبولة تتناسب مع مستويات الاسعار للمورد في السوق، ولأنه لا يتم استخراج المورد الطبيعي دفعة واحدة بل على مدار فترات زمنية طويلة يتم فيها استخراج المورد الاكثر جودة والقريب من سطح الارض اولا ثم الانتقال الى استخراج الموارد الاقل جودة والبعيدة عن سطح الارض، ولذلك تتزايد تكلفة الاستخراج تدريجيًا مع زيادة عمليات الاستخراج الى ان يتم استنفاذ المورد فعليًا او اقتصاديا، والاستنفاذ الفعلي يعني نضوب المورد كليًا، اما الاستنفاذ الاقتصادي فلا يعني نضوبه ولكن يعني ارتفاع تكاليف استخراج هذا المورد ومن ثم ارتفاع سعره بشكل يفوق سعر اقرب بديل له ممّا يؤدي لتوقف عملية استخراج على الرغم من وجود هذا المورد في باطن الارض بسبب ارتفاع تكاليف الاستخراج.

➢ **منحنى العرض الخاص ومنحنى العرض الاجتماعي** :يأخذ المنتج في اعتباره التكلفة الحدية الخاصة التي يتحملها لاستخراج كمية معينة من المورد، الا انه من وجهة نظر المجتمع هنالك تكلفة اضافية يتحملها المجتمع نتيجة لعمليات الاستخراج التي تعني بالضرورة استنزاف المورد ونقص الكمية المتاحة منه للأجيال القادمة.

وتتلخص العوامل المؤثرة في عرض المورد الطبيعي غير المتجدد في:

---

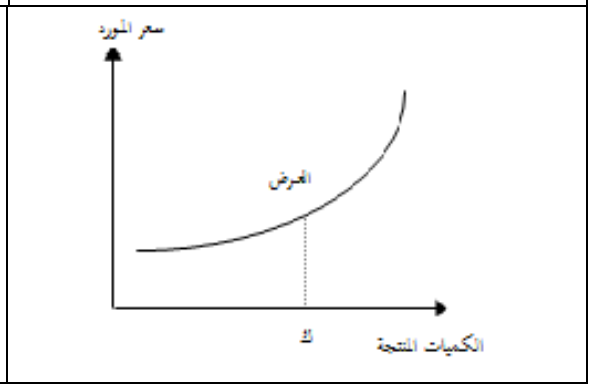
[1] ايمان عطية ناصف(مرجع سابق)، ص، 42 ؛48

- التغيرات التكنولوجية في مجال استخراج المورد والكشف عن مواقع تواجده؛
- التغير في التكاليف العمليات الاستخراجية؛
- السياسات الحكومية الخاصة بمكافحة التلوث؛

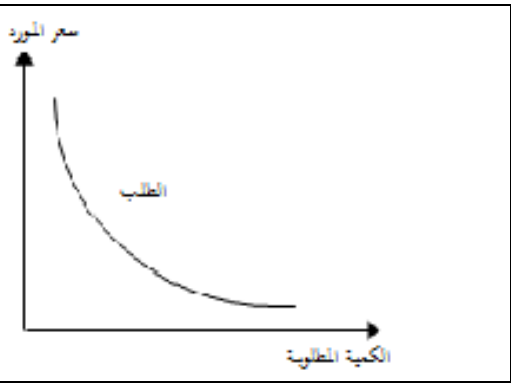
ثانيًا: العوامل المحددة للطلب على الموارد الطبيعية الغير متجددة: يشير الطلب بصفة عامة الى الكميات التي يرغب مستخدمي المورد في اقتناءها عند مستويات سعرية معينة، ويعتبر الطلب على الموارد طلب مشتق من الطلب على السلع والخدمات التي يدخل في انتاجها، فأي مورد او عنصر انتاجي لا يطلب لذاته بل من اجل استخدامه في انتاج سلع اخرى، وتتلخص العوامل المحددة للطلب على الموارد غير المتجددة كما يلي: [1]

✓ **سعر المورد** :يتخذ منحنى الطلب على المورد غير المتجدد في اغلب الاحيان شكلا ينحدر من اعلى لأسفل متجهًا نحو اليمين، موضحًا بذلك ان الكمية المطلوبة من هذا المورد تتزايد بانخفاض السعر وتنخفض بارتفاع السعر وهو مؤشر مهم يساهم في رفع او خفض وتيرة استخراج الموارد واستنزافها،[2] نوضح ذلك من خلال الشكل التالي (1-1-2).

الشكل(1-1-1): منحنى عرض الموارد الطبيعية الغير متجددة



الشكل (1-1-2): منحنى الطلب على الموارد الطبيعية الغير متجددة



المصدر: ايمان عطية ناصف(مرجع سابق)، ص، 42؛41

✓ **التقدم التقني في مجال انتاج السلع المختلفة** :يؤدي التقدم التقني الى ظهور سلع الجديدة او تطوير لأشكال السلع المتوفرة، ممّا يصاحبه زيادة في الطلب عليها ومنه زيادة في الطلب على الموارد التي تدخل في عمليات الانتاج، لأنه عادة ما يصاحب التقدم التقني في اساليب الانتاج نقص في الكميات المستخدمة من الموارد ومنه انخفاض بعض الطلب عليها.

✓ **ظهور بدائل تحل المورد الطبيعي**: تؤدي التطورات التكنولوجية المستمرة الى ظهور بدائل جديدة للموارد الطبيعية تحل محلها في عمليات الانتاج ومن ثم ينخفض الطلب عليها، فظهور الطاقة الشمسية والنووية واستخدامها في توليد الطاقة بطرق اقتصادية، واكتشاف المطاط الصناعي بدلا عن المطاط الطبيعي من شانه خفض معدلات الطلب على الموارد.

✓ **زيادة معدلات النمو في النشاط الاقتصادي ومعدلات النمو السكاني** :عادة ما يصاحب التوسع في مستوى النشاط الاقتصادي ارتفاع في المستوى المعيشي وارتفاع في متوسط نصيب الفرد من الدخل القومي، ومن ثم زيادة الطلب على السلع

---

[1] ابراهيم محمد مصطفى (مرجع سابق)، ص، 55؛54

[2] Hussen Ahmed,(op: cit), P, 45.

والخدمات المختلفة التي من شانها رفع الضغط على الطلب، كما ان زيادة معدلات النمو السكاني تؤدي الى زيادة الطلب على السلع والخدمات المختلفة والمشتقة من الطلب على الموارد.

المطلب الثاني: مفهوم الطاقة ودورها في تحقيق الاهداف الانمائية للألفية

لتوفير احتياجاته للطاقة حاول الانسان ان يستفيد من الموارد الطبيعية من حوله ويحولها الى طاقة فاختلفت مصادر الطاقة المستخدمة من مكان الى اخر باختلاف الموارد المتوفرة والامكانيات التقنية المتاحة، فكل شيء في الكون هو الطاقة.[1]

الفرع الأول: مفهوم الطاقة ومنتجاتها:

اولا: مفهوم الطاقة ENERGIE: هي كلمة مشتقة من الكلمة اليونانية القديمة Energos او Energia المركبة من مقطعين"En" وتعني (" في" او "داخل")، و" Ergos"وتعني" نشاط"، وبهذا فان الكلمة تعني في داخله نشاط، او ان الشيء يحتوي على جهد او شغل،[2] فهي قدرة المادة على اعطاء قوى قادرة على انجاز عمل معين او بالأحرى هي عبارة عن كمية فيزيائية تظهر على شكل حركة ميكانيكية او كطاقة ربط في انوية الذرة بين البروتون والنيترون؛(مفهوم فيزيائي) فهي كيان مجرد لا يعرف الا من خلال تحولاته.[3] حيث ان الطاقة لا تستحدث ولا تفنى وانما تتحول الى شكل اخر سواء كليًا او جزئيًا.[4]

هي كذلك التي تحرك الآلات التي نستعملها في الحياة اليومية، ولكي تقوم بعمل شاق في مكاننا من اجل الحصول على الراحة اللازم : التدفئة، الانارة، التبريد....[5]

وهي اي عمل او جهد معين ناتج عن قدرة (القوة الكامنة) شيء او انسان.[6] فآيا كان العمل فكريًا او عضليًا يتطلب لإنجازه كمية ملائمة من الطاقة. لذلك فان قدرة الانسان على اداء عمل معين تحدد طاقته، والطاقة الكلية لأي جسم تعتمد على موضعه، حالة حركته، حالته الداخلية وتركيبته الكيميائية وكتلته.[7]

فالطاقة اذا هي قابلية انجاز تأثير ملموس (شغل) ما بشكل حرارة او حركة نستطيع تخزينها او استخدامها بتقنيات مختلفة،[8] ولا نستطيع ملاحظتها او قياسها مباشرة انما ندرس تأثيرها على المواد."lucien marlot 1979 ,p ; 55"،[9] توجد على عدة انواع منها طاقة الرياح، وطاقة جريان الماء،... ويمكن ان تكون الطاقة مخزونة في مادة، كالطاقة الاحفورية (النفط، الفحم، الغاز).[10]

---

[1] Bernard Wiesznfeld, "L'énergie en 2050 :Nouveaux défis et faux espoirs", Editeur EDP Sciences, 2005 ,France, p ; 15.

[2] عبد الرؤوف رهبان، الاهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة (دراسة في جغرافية الطاقة)، مجلة جامعة دمشق-المجلد 27-العدد 1+2 ،2011، ص، 367

[3] اسلام احمد "الطاقة و مصادر مختلفة "مركز الاهرام للترجمة و النشر ،القاهرة، 1995 ص؛ 11

[4] حسن طه، ترشيد استهلاك الطاقة ،دار النهضة العربية بيروت، 1980، ص؛29

[5] Chems-Eddine Chitour : L'energie ,Les Enjeux De L'an 2000, OPU , Alger , 1994 ,P32.

[6] فرهاد محمد علي الادهن، الموارد الاقتصادية وموارد الطاقة والبترول مكتبة الانجلو المصرية 1999، ص،29

[7] حسن احمد شحاته ،"التلوث البيئي ومخاطر الطاقة" مكتبة الدار العربية للكتاب ،مصر،2002، ص؛ 25

[8] محمد علي الانباري، عبد الصاحب ناجي البغدادي، المهندسة لادن طه محمد، تقييم معدلات استهلاك الطاقة في محافظة بابل (2004- 2006) وسياسات الاستدامة البيئية المطلوبة"، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والادارية، العدد20، ص،2.

[9] هشام حريز، دور انتاج الطاقة المتجددة في اتخاذ هيكلة سوق الطاقة، مكتبة الوفاء القانونية، الطبعة الاولى2014،الاسكندرية-مصر،ص؛ 71

[10] هاني عمارة، الطاقة ومصادر القوة، الطبعة الاولى، دار غيداء للنشر والتوزيع 2011 عمان ، ص؛ 36

ويمكن حساب الطاقة الناتجة من تحويل الكتلة الى طاقة وذلك حسب علاقة "Albert Einstein" النسبية كالتالي:

$E=M*C^2$ [1] الطاقة = الكتلة × مربع السرعة اي(سرعة الضوء في الفراغ= 3×10^8متر في الثانية)

ثانيا: منتجات الطاقة: [2] تُستخرج منتجات الطاقة او يتم الحصول عليها مباشرةً اما من المصادر الطبيعية وتسمى (اولية) مثل النفط الخام والفحم الصلب والغاز او يتم انتاج الطاقة من المنتجات الأولية، ويطلق عليها منتجات الطاقة(غير الأولية)، ولكن التي يتم اشتقاقها من المنتجات الأولية " المنتجات الثانوية" وتنتج الطاقة من تحويل الطاقة الأولية او الثانوية.

وتُعد الطاقة الحرارية الأولية هي الحرارة التي يتم الحصول عليها من المصادر الطبيعية (الالواح الشمسية) وتمثل بذلك ظهور طاقة لمنتجات الطاقة، وتُشتق الحرارة الثانوية من استخدام منتجات الطاقة التي تم الحصول عليها فعليًا او انتاجها.

يمكن تصنيف الطاقة الى اصناف حسب مصدرها واستخدامها،[3] من خلال الشكل التالي (1-1-3).

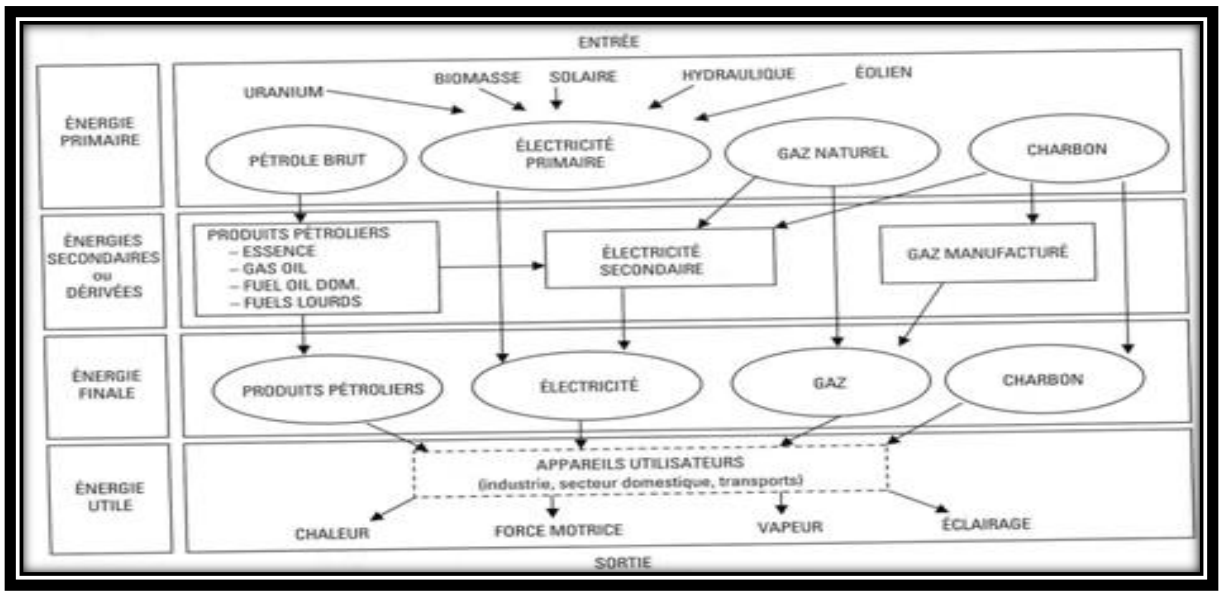
طاقة اولية: Energie Primaire هي المصدر الرئيسي للطاقة سواء كانت مستخرجة من تحت الارض الغير قابلة للتجديد(البترول، الغاز والفحم)، او متواجدة في الكون عموما القابلة للتجدد كـ(الطاقة الشمسية، الريحية والحرارية، وغيرها).[4]

طاقة ثانوية: Energie Secondaire وهي ناتجة عن تحول الطاقة الأولية بهدف استعمالها مثل المنتجات البترولية.

طاقة نهائية: Energie Final الطاقة الثانوية بعد الضياع الطاقوي الناتج عن عمليات النقل والتوزيع.

طاقة النفعية: Energie Utile الطاقة الجاهزة للاستعمال من طرف المستهلك مثل الطاقة الميكانيكية، شدة الضوء.[5]

الشكل (1-1-3): مخطط النظام الطاقوي



Source : jean-pierre Hansen; Jacques percebois, Energie, l'énergie et politique, 1er édition, 3eme tirage, 2011, de boeck ,Belgique, page; 9

---

[1] Bernard Wiesznfeld,(op, cit), p; 1.

[2] www.iea.org/stats/docs/statistics_manual_arabic.pdf p;18.

[3] jean-pierre Hansen; Jacques percebois , Energie, l'énergie et politique, 1er édition,3e tirage, 2011, de boeck ,Belgique, page; 3

[4] y. mainguy , L'économie de l'énergie, préface de j.ullmo ,dunod paris 1967 ,p ;10,11

[5] bermard wiesenfeld,promesses et réalites des energies renouvelables, inter section,France, 2013 ;p 13

الفرع الثاني: اهمية الطاقة: تعتبر الطاقة المفتاح الرئيسي لنمو حضارة الانسان على مر العصور وهي الوسيلة المعتمدة من طرفه دائما في الرقي بمستوى رفاهيته، فبعدما كان يعتمد على قوته العضلية في القيام بجميع اعماله اليومية، ثم استعان ببعض الحيوانات بعدما تمكن من استئناس بعض منها، لينتقل الى الاعتماد على الحطب والفحم في الطهي والتدفئة بعدما اكتشف النار، الا ان سعيه الدائم للرفع من مستوى معيشته ادى الى زيادة حاجته الى مصادر متنوعة للطاقة خاصة بعد الثورة الصناعية، حيث اضحت اي الطاقة الوسيلة الرئيسية المعتمد عليها في جميع الانشطة الاقتصادية والخدماتية ومن ثمة في رفع مستوى الرفاهة العام للمجتمع ككل.

يمكن قياس مستوى التقدم لمجتمع معين من خلال قدرته على التحكم في الطاقة واستغلال مصادرها بالطريقة المثلى التي تعطي افضل النتائج، اضف الى ذلك ان درجة استخدامها تعتمد بالأساس على مدى توفر مصادرها، والمهارة التقنية لاستغلال تلك المصادر، وهي ما يعمل المجتمع الدولي اليوم على تطويرها، وذلك حتى يتمكن من تحقيق الاستغلال الامثل لتلك المصادر من اجل مواكبة تزايد الطلب العالمي على الطاقة، حيث ان نمو وتطور الصناعة والتكنولوجيا والتخصص المحلي والدولي ونمو التجارة الدولية والعولمة بات مرتبطا بتوفر الطاقة وبأسعار مقبولة.[1]

بالإضافة الى هذا الدور الاقتصادي الحيوي للطاقة اهمية ووظيفة مالية خاصة بالنسبة للدول البترولية، حيث تعتبر عوائد الصادرات البترولية مصدر اساسي لتمويل خزينة الدولة بالنقد الاجنبي، على سبيل المثال الجزائر والتي تعتمد فيها الخزينة العمومية على الايرادات البترولية بنسبة تفوق(60%)، بالإضافة الى تمويل الخزينة فان مصادر الطاقة التقليدية وخاصة البترول يساهم بنسبة كبيرة في عملية التراكم الرأسمالي من خلال اعادة استثمار الفوائض البترولية الوطنية والدولية.

كانت اماكن تواجد مصادر الطاقة المختلفة محل صراع ودافع احتلال في العقود السابقة واصبحت اليوم دافع تكامل وتنسيق الجهود من اجل تعزيز الدول لمكانتها في السوق الدولية، خاصة في ظل الازمات التي عرفها العالم وتأثيراتها وانعكاساتها السلبية على اقتصاديات الدول.

فنظرا للدور المهم والحيوي الذي تلعبه الطاقة في الاقتصاديات كافة سواء اكانت متقدمة او نامية فقد حضي بأهمية خاصة بعد الارتفاع الذي شهدته اسعار الطاقة في السبعينيات، واستغلاله كسلاح من طرف الدول العربية خلال نفس الحقبة، عندها ادرك العالم حقيقة امتلاك مصادر وتقنيات الطاقة من عدمه.

الفرع الثالث: دور الطاقة في تحقيق الاهداف الانمائية للألفية: [2] اعتمد المجتمع الدولي الاهداف الانمائية للألفية في مؤتمر قمة الالفية الامم المتحدة في 25سبتمبر 2015، فلا يمكن تحقيق اي منها دون توفير خدمات الطاقة الموثوقة وبأسعار مناسبة، وفيما يلي عرض للأهداف الانمائية ومدى اسهام الطاقة في تحقيقه.

---

[1] طوني صغيبني، الازمة الاخيرة، الدار العربية للعلوم ناشرون، الطبعة الاولى، 2011 بيروت؛ ص؛ 26

[2] Mats Karlsson,chair,UN-Energy,The energy challenge for achieving the millennium development goals,united nations,New Yourk 2015,p,07;08

اولا: القضاء على الفقر والجوع: ان الحصول على طاقة موثوقة وسهلة المنال وبأسعار ملائمة ضروري للتخفيف من حدة الفقر وتحقيق النمو الاقتصادي، وتساعد امدادات الطاقة من كهرباء وغاز وغيرها، بشكل اساسي في تحسين الحصول على المياه والانشطة الزراعية، الصناعية والعناية الصحية والتعليم وتوليد فرص العمل، وتوافر وسائل النقل الحديثة، ولاسيما لنقل المحاصيل الزراعية الى الاسواق، وتشجيع الانشطة التجارية والصناعات الزراعية....

ثانيا: تعميم التعليم الابتدائي: ان توفر الكهرباء في المدارس والمنازل يساعد على الوصول الى البرامج التعليمية الاذاعية والتلفزيونية ووسائل الاتصالات لمحو الامية، وتحصيل العلم والثقافة، كما ان توفر الطاقة وخاصة الكهرباء في الريف يحفز المعلمين على الذهاب للعمل هناك، حيث ان وجود الكهرباء يساعد على توفير الانارة وتشغيل وسائل التعليم.

ثالثا: تعزيز المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة: ان وصول امدادات الطاقة كالكهرباء والوقود الحديث الى المناطق الفقيرة والنائية يساعد المرأة على القيام بالأعمال المنزلية دون ارهاق، فتتمكن من ممارسة الانشطة الثقافية والاقتصادية والاجتماعية والسياسية...مما يساهم في رفع مستواها الثقافي وبالتالي تمكينها.

رابعا: تخفيض معدل وفيات الاطفال: ان توفر المشتقات البترولية والكهرباء يساعد على تامين المياه النظيفة والصالحة للشرب، ويتيح حفظ الاغذية والادوية في اجهزة التبريد، ويزيل الاسباب التي تؤدي الى وفيات الاطفال، كما ان توفر الكهرباء في المستوصفات والعيادات الصحية يمكنها من تقديم خدماتها على اتم وجه وفي اي وقت.

خامسا: تحسين الصحة النفاسية: ان تامين الكهرباء والانارة في المستوصفات واثناء الولادة و توفير الوقود اللازم للطهي والغسيل واستعمال الاجهزة الكهربائية المنزلية، كلها تؤدي الى خدمة صحية نفاسية، ملائمة تساهم في تخفيض الوفاة عند الولادة وتحسين الصحة النفاسية.

سادسا: مكافحة فيروس المناعة البشرية (الايدز والملاريا وغيرها من الامراض): ان توفير الكهرباء يجعل المراكز الصحية قادرة على تقديم الخدمات المطلوبة يشكل فعّال، وتسهيل تواجد الاطباء والممرضات فيها وتوفير التبريد والتجميد والتعقيم، والخدمات الصحية الطارئة، كما يتيح استخدام وسائل الاتصالات للحصول على المعلومات وزيادة المعرفة حول سبل مكافحة الامراض القاتلة، ويولد فرص انتاجية للأسرة وفرص عمل لزيادة الدخل، يساعد على رفع مستوى المعيشة.

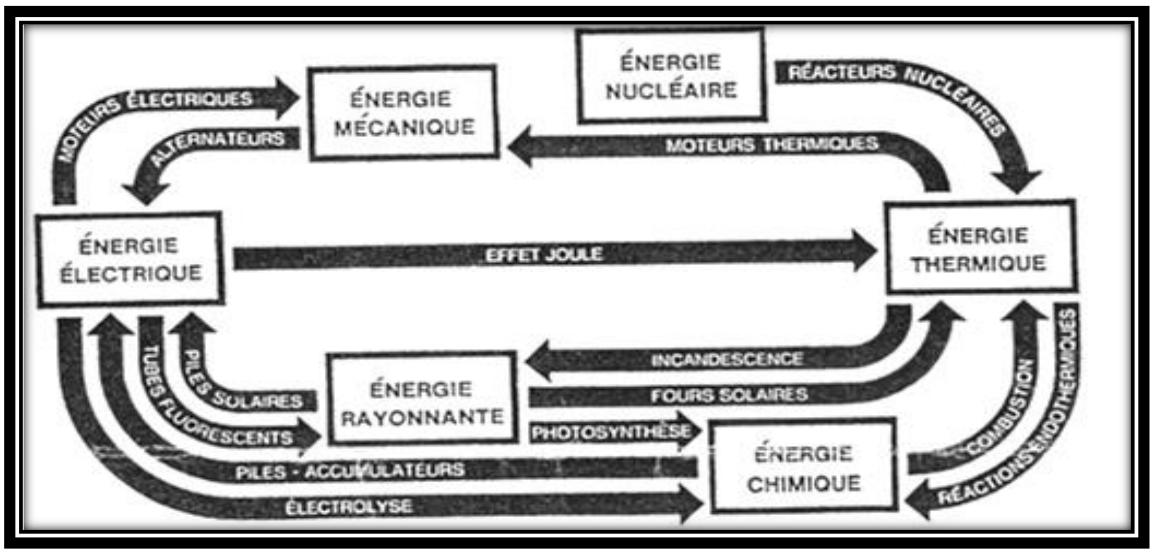
سابعا: كفالة الاستدامة البيئية: يمكن تخفيض الاثار الضارة لاستهلاك الطاقة على البيئة بإدخال تقنيات حديثة مستدامة لإنتاج الطاقة واستهلاكها بكفاءة عالية واستبدال الطاقة الاحفورية بوقود انظف واستخدام تقنيات المتجددة.

ثامنا: اقامة شراكة عالمية: من خلال اقامة نظام تجاري ومالي يتسم بالانفتاح والتقيد بالقواعد وعدم التميز والتعاون بين القطاعين العام والخاص، والاستفادة من فوائد التقنية الجديدة وخدمات الطاقة الاقتصادية والموثوقة الملائمة بيئيا.

المطلب الثالث: اشكال الطاقة مصادرها

الفرع الأول: اشكال الطاقة وتحولاتها: هناك صور عديدة للطاقة يتمثل اهمها في الحرارة والضوء والصوت، وهناك ايضا الطاقة الميكانيكية التي تولدها الآلات، والطاقة الكيميائية التي تنتج من حدوث تفاعلات كيميائية،[1] وهناك الطاقة الكهربائية، والطاقة الكهرومائية، والحركية، والاشعاعية، والديناميكية، والذرية.[2] كما يمكن تحويل الطاقة من صورة الى اخرى. والشكل(1-1-4) يبين دورة تحولات الطاقة اما الشكل (1-1-5) يوضح خطوات تحويل الطاقة من المصدر الى الخدمة.

الشكل (1-1-4): أشكال الطاقة والتحولات



Source: Bernadette Mérenne-Schoumaker,"Géographie de l'énergie", Edition Nathan, 1997. P ; 06.

الطاقة الكيميائية L'énergie Chimique: وهي الطاقة التي تربط بين ذرات الجزيئي الواحد بعضها ببعض في المركبات الكيميائية، وتتم عملية تحويل هذه الطاقة الى طاقة حرارية عن طريق احداث تفاعل بين المركب الكيميائي والاكسجين لتتم عملية الحرق وينتج عن ذلك الحرارة. وهذا النوع من الطاقة متوفر في الطبيعة(النفط والفحم والغاز والخشب).

الطاقة الميكانيكية L'énergie Mécanique: وهي الطاقة الناتجة عن حركة الاجسام من مكان لأخر حيث انها قادرة نتيجة لهذه الحركة على بذل شغل والذي يؤدي الى تحويل طاقة الوضع الى طاقة حركة، والامثلة الطبيعية لهذا النوع من الطاقة هي حركة الرياح وظاهرة المد والجزر، ويمكن ان تنشا الطاقة الميكانيكية بتحويل نوع اخر من الطاقة الى اخر.

الطاقة الحرارية L'énergie Thermique: تعتبر من الصور الاساسية للطاقة التي يمكن ان تتحول كل صور الطاقة اليها، فعند تشغيل الآلات المختلفة باستخدام الوقود، تكون الخطوة الأولى حرق الوقود والحصول على طاقة حرارية تتحول بعد ذلك الى طاقة ميكانيكية او الى نوع من انواع الطاقة.

---

[1] عبد المطلب النقرش، رئيس قسم الاحصاء والمعلومات/مديرية التخطيط"الطاقة مفاهيمها، انواعها،مصادرها" pdf،وزارة الطاقة والثروة المعدنية،المملكة الاردنية الهاشمية،2005،ص، 06.

[2] Anne – Marie Dupuy,les energies renouvelables et leur utilisateur, editeur ; canopé – CRDP du limousin ,français, 2010, p,11-12

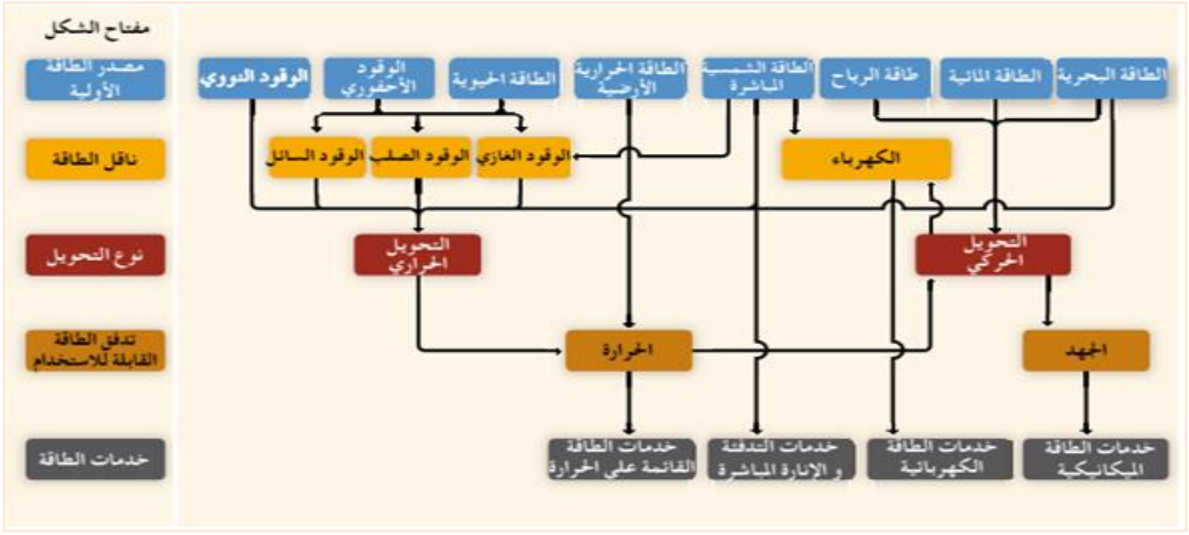
الطاقة الشمسية L'énergie Solaire: وهي مصدر للطاقة لا ينضب، ولكنها تصل الينا بشكل مبعثر وتحتاج الى تقنية حديثة (خلايا شمسية) لتجميعها والاستفادة منها وهي مصدر نظيف.

الطاقة النووية L'énergie Nucléaire: وهي الطاقة التي تربط بين مكونات النواة (البروتونات او النيترونات) وهي تنتج نتيجة تكسر تلك الرابطة وتؤدي الى انتاج طاقة حرارية كبيرة جدًا.[1]

الطاقة الكهربائية L'énergie Electrique: حيث لا يوجد مصدر طبيعي للكهرباء، والسبب في ذلك ان جميع المواد تكون متعادلة كهربائيا، والطاقة الكهربائية لا تنشا الا بتحويل نوع من الطاقة الى كهربائية مثل تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية كما هو الحال في المولد الكهربائي، او تحويل الطاقة الكيميائية الى كهربائية كما هو الحال في البطاريات.

فان الانسان يحتاج الى خدمات الطاقة وليس الى الطاقة، ويتم ذلك بطريقة فعّالة تتطلب استهلاكا اقل للطاقة الأولية مع تكنولوجيات منخفضة الكربون التي تقلل من انبعاثات ثاني اكسيد الكربون. وتعاني عمليات التحويل الحراري لإنتاج الطاقة الكهربائية (بما في ذلك الكتلة الاحيائية والطاقة الحرارية الارضية) من خسائر تتراوح تقريبا بين 40%الى90% وخسائر تبلغ نحو 80% تحدث عند تزويد الطاقة الميكانيكية اللازمة للنقل القائم على محركات الاحتراق الداخلي. وترفع خسائر التحويل هذه حصة الطاقة الأولية من الطاقة الاحفورية اللازمة لإنتاج الكهرباء والطاقة الميكانيكية من الحرارة؛ ولا تعاني تحويلات الطاقة الشمسية المباشرة من طاقة اشباه الموصلات الضوئية الشمسية والطاقة المائية، والطاقة البحرية التي تنتج الكهرباء من خسائر دورة الطاقة الحرارية بالرغم من انها تواجه قصورا في تحويل استخراج الطاقة من تدفقات الطاقة الطبيعية التي يمكن ايضا ان تكون كبيرة نسبيا وغير قابلة للخفض.

الشكل (1-1-5): خطوات تحويل الطاقة من المصدر الى الخدمة



المصدر: التقرير الخاص بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ ipcc"مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من اثار تغير المناخ" ملخص لصانعي السياسات وملخص فني، ص؛38.

[1] محمد رافت اسماعيل رمضان&علي جمعان الشكيل "الطاقات المتجددة"، دار الشروق، لبنان،1988،ص، 22

الفرع الثاني: مصادر الطاقة يمكن تقسيم مصادر الطاقة الى عدة اقسام طبقا لمعايير معينة نذكر منها: [1]

اولا :مصادر الطاقة حسب مصدرها تنقسم مصادر الطاقة حسب هذا المعيار الى قسمين:

✓ **مصادر الطاقة الطبيعية** :هي تلك المصادر ذات الاصل الطبيعي، بمعنى انها توجد في الطبيعة ومن صنعها وليس للإنسان اي دخل في ذلك وتشمل هذه المصادر :الشمس، الرياح والطاقة الاحفورية بأنواعه.

✓ **مصادر الطاقة الصناعية** :وهي تلك المصادر التي تنشا عن نشاط الانسان وذكائه في الاستفادة من بعض الظواهر الطبيعية عن طريق تقنيات معينة مثال الخزانات المستعملة في توليد الطاقة الكهربائية.

ثانيا: حسب معيار درجة استخدامها يمكن تقسيم مصادر الطاقة من ناحية درجة استخدامها الى مجموعتين:

✓ **مصادر طاقة اساسية:** وهي التي يعتمد عليها بصفة اساسية مثل :البترول، الغاز الطبيعي، الفحم والطاقة النووية وتساهم هذه المصادر بنسبة كبيرة في استهلاك العالم من الطاقة.

✓ **مصادر طاقة بديلة:** وهي مصادر الطاقة الحديثة مثل :الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة الامواج والمد والجزر، وهي مصادر قليلة تساهم بنسبة كبيرة في تلبية احتياجات العالم من الطاقة.

ثالثا: من ناحية معيار قدرتها على التجدد

✓ **مصادر الطاقة التقليدية (غير متجددة):** هي المصادر المعرضة للنضوب عبر الزمن نتيجة الاستغلال اللاعقلاني.

✓ **مصادر الطاقة المتجددة:** هي المصادر الطبيعية دائمة غير ناضبة ومتجددة باستمرار، وهي نظيفة.

المطلب الرابع: علاقة الطاقة بالموارد الطبيعية

الفرع الأول: دور الاقتصاد في ادارة الموارد والبيئة:[2] تعتبر اقتصاديات الموارد احد فروع علم الاقتصاد التي تختص بتطبيقات الاسس والنظريات الاقتصادية على الموارد الطبيعية، وهي بذلك تدخل كأحد مجالات علم الاقتصاد التطبيقي.

حيث دخل العالم القرن الواحد والعشرين وهو يواجه تحديات جديدة ومختلفة لحماية وادارة موارد الارض المحدودة وبيئتها بطريقة مثلى لا تؤثر سلبًا على متطلبات النمو الاقتصادي بعيدة المدى، خصوصًا مع ظهور اهمية الموارد القابلة للنضوب في التقدم الاقتصادي لكل دول العالم، حيث شكلت ولا تزال تشكل مصدر الطاقة الذي اعتمدت عليه الثورة الصناعية في اوروبا ومن ثم التنمية الاقتصادية في كل دول العالم خلال القرن العشرين.

حيث كان لمصادر الطاقة الاحفورية الدور الرئيسي كمحرك للنمو الاقتصادي في مختلف القطاعات في العالم، وقد ظهر هذا الدور على شكل علاقة طردية بين معدلات استهلاك مصادر الطاقة وبين معدل النمو لأي دولة، وهذه العلاقة تحتم اهمية دراسة اليات ونظريات استخدام وادارة هذه الموارد لضمان استمرار النمو والتنمية الاقتصادية على المدى البعيد.

---

[1] بوعشير مريم، "دور واهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستديمة"، مذكرة ماجيستر كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير ،جامعة منتوري قسنطينة،2010 /2011، ص، 69.

[2] محمد بن محمد ال الشيخ ،(نفس المرجع)، ص؛ 15،16

ومن جهة اخرى، كلما زادت معدلات استخدام الطاقة سواء في النقل او التصنيع او غيرهما، زادت معدلات التلوث البيئي، وهو ما يوضح علاقة عكسية بين مستوى نظافة البيئة (جودة النظام البيئي) ومعدلات استخدام الطاقة، فمن ناحية ترغب الدول في الوصول الى معدلات نمو اقتصادية عالية وفي الوقت نفسه لا ترغب في معدلات تلوث بيئة عالية، يعني ان التغيير في مخزون الموارد القابلة للنضوب او انخفاض مستوى جودة الموارد البيئية في اجمالها غير قابل الاسترجاع، فمتى ما تم اي تغيير في احدهما فلا يمكن اعادة هذا التغير الى الوضع السابق بسهولة، كما انه اذا كان بالإمكان استرجاع بعض ما فقد منه فانه عادة ما يحتاج الى مدة طويلة؛ كما انه يكون مصحوبًا بتكاليف باهضه على المجتمع.

ووفقًا للنظرية الاقتصادية ان هناك حجما امثل لاستخدام اي مورد وفقًا لسياسة معينة عن مدى التأثير المقبول لاستخدامه حاليًا على الاجيال القادمة، او يمكن القول ان هناك معدل استخدام امثل لتحقيق معدل محدد من النمو الاقتصادي، فهذان المتغيران هما من اهم الجوانب الاقتصادية التي تحاول النظرية الاقتصادية تفسيرهما، من خلال تحديد سياسات مثلى التي يجب اتباعها لتصحيح مسار استهلاك مورد ما او لتعديل تلوث او اهلاك احد مكونات النظام البيئي.

الفرع الثاني: أهمية دراسة اقتصاديات الموارد:[1] تنبع من عدة اعتبارات اقتصادية واجتماعية وتخطيطية من اهمها:

- ضرورة المحافظة على موارد المجتمع المتاحة واستغلالها استغلالا امثل؛
- ان المحافظة على مستقبل الرفاهية لأي مجتمع تعتمد على كفاءة استغلاله لموارده المتاحة وتوزيع استخدامها زمنيًا ومكانيًا وقطاعيًا، وهذا غير ممكن دون معرفة الاسس العلمية والتطبيقية الممكنة لذلك؛
- ظهور ازمات عالمية (كأزمات الطاقة والغذاء، التلوث البيئي والتصحر، الاحتباس الحراري....) وكلها تعد امتدادًا لعدم استغلال الموارد المتاحة بشكل امثل؛
- التزايد المطرد في عدد السكان خاصة في الدول النامية بما فيها الدول العربية، والحاجة لتوسع الانسان على حساب الموارد الطبيعية، مع محدودية الموارد الطبيعية، اذ ان بعض هذه الموارد انخفضت مستويات الاحتياطي منها بشكل كبير، ممّا يحتم دراسة الموارد وترشيد استخدامها للمحافظة على رفاهية الاجيال القادمة؛
- ان استهلاك او استغلال الموارد الطبيعية والبيئية غالبًا ما يؤدي الى مخرجات مصاحبة تسمى اثارًا خارجية، هذه الاثار تسمى خارجيات او متعديات لأنها لا تكون غالبًا مقصودة، ولكنها تنتج مصاحبة لاستخدام الموارد، وهي غالبًا ما تكون ذات اثار سلبية تؤثر على الرفاه الاقتصادي للمجتمع ككل، اذا لم يتم تصحيح اثارها بالسياسات الاقتصادية الصحيحة؛
- الخسائر الهائلة المتوقعة من تغير المناخ الكوني المتوقع حدوثه كنتيجة لزيادة استخدام الوقود المحترق.

الفرع الثالث: علاقة الطاقة بعلم ادارة موارد الطاقة: علم اقتصاد الطاقة هو علم ادارة موارد الطاقة: مصادرها، انتاجها، توزيعها، استهلاكها وندرتها ومدى تلويثها للبيئة في المجتمع الانساني.

---

[1] محمد بن محمد ال الشيخ ،(نفس المرجع)، ص، 17

اولا: علاقة الطاقة بالاقتصاد الكلي والجزئي

مستوى الاقتصاد الكلي: ذلك بمقارنة معدل نمو الناتج المحلي الاجمالي بمعدل نمو كمية الطاقة المستخدمة في بلد ما، وصولًا الى دراسة تطور مؤشر نصيب الفرد من الطاقة ومقارنة هذين المؤشرين مع المؤشرات المثيلة لها في الدول الاخرى.

المستوى الاقليمي: تجري مقارنة معدلات احتياج انتاج الوحدة من الناتج المحلي من الطاقة بالجهود المبذولة لوقف هدر موارد الطاقة بعد ان تبين للإنسان قابلية المصادر لنضوب هذه الموارد، رغم مد فترة الاستخدام بالاحتياطات الجديدة، وهو يعني ايضًا الحرص على منع التلوث بعد ان تبين للإنسان ان التلوث هو استخدام مصدر الطاقة بشكل سيء.

مستوى الاقتصاد الجزئي: تتجه الآراء العالمية الحديثة الى معاملة قطاع انتاج الطاقة الكهربائية والمشتقات النفطية بصورة مستقلة عن بقية القطاعات الانتاجية ومضاعفة الاهتمام بسياسات تسعير مواردها وتأثر استخدامها على كل قطاع.

ثانيًا: علاقة الطاقة بالتنمية الاقتصادية توجد علاقة تبادلية بين الطاقة والتنمية الاقتصادية بمفهومها الواسع والتي تشمل التغير الهيكلي الاقتصادي والاجتماعي، فان استهلاك الطاقة هو احد مؤشرات مستوى التنمية الاقتصادية.

الفرع الرابع: التوازن بين الطاقة المتوافرة والطاقة المستهلكة:[1] كل كائن حي هو كائن مستهلك للطاقة، اي انه يحصل على الطاقة اما من ضوء الشمس مباشرة (كالنباتات)، واما من الغذاء، والطاقة هي بالتالي عنصر يتم تداوله في الانظمة البيئية عن طريق دورات وشبكات الغذاء، فهي تنتقل من النباتات الخضراء التي تأكلها الحيوانات العاشبة التي تأكلها بدورها الحيوانات اللاحمة، ويصف الباحث ريتشارد هاينبرغ هذه الدورة بـ "ان الطبيعة كلها تشارك باستمرار في تدوير واعادة تدوير المادة والطاقة".(ريتشارد هاينبرغ، سراب النفط،ص،28) وهذا ما يجعل من الطاقة الموجودة في النظام البيئي اهم العوامل في تحديد "سعة الاستيعاب البيئية" اي الحدّ الاعلى لعدد الافراد من اي نوع الذي يمكن للبيئة ان تعيلهم على نحو مستدام.

فحسب ريتشارد هاينبرغ ان المجتمعات الاحيائية تحافظ على التوازن في بيئتها من خلال "حلافات ردّات الفعل الموازنة" ويعطي المثل التالي: اذا تزايدت عدد الفئران الحقل، سرعان ما ستزداد اعداد الثعالب والصقور لتستغل فائض الطاقة الغذائية، ثم سيقلل التزايد في اعداد الثعالب والصقور من اعداد الفئران الحقل والذي سيؤدي نقصه اخيرًا الى تناقص اعداد الثعالب والصقور ايضًا".(ريتشارد هاينبرغ، سراب النفط، ص،30) حيث ستعود المنظومة الايكولوجية المعنية الى توازنها الطبيعي.

هذا المثال يضيئ على اهمية التوازن بين الطاقة المتوافرة والطاقة المستهلكة في الانظمة الحية، وهو مبدا موجود في الطبيعة بشكل ثابت ولا يشكل البشر استثناءات عن هذه القاعدة البيولوجية الا انهم يتميزون عن باقي الكائنات الحية بقدرتهم على الحصول على اعانات طاقوية اضافية. ولمئات الاف السنين، كان استمرار المجتمعات البشرية يرتكز على جمع النباتات وصيد الحيوانات البرية لكن مع الوقت استطاع البشر ان يسيطروا على النظم البيئية حولهم وبالتالي الحصول على المخزونات متزايدة من الطاقة جعلتهم اليوم الفصيلة المسيطرة على الكوكب.

[1] طوني صغيني (مرجع سابق)،ص؛ 23-24

المطلب الخامس: محددات الطلب على الطاقة من اهم محددات الطلب العالمي على الطاقة ما يلي: [1]،[2]

الفرع الأول: النمو الاقتصادي تعرف العلاقة بين الدخل واستهلاك الطاقة بانها علاقة طردية وذلك في ظل عدم التغيير في الهيكل الاقتصادي، وكثافة استهلاك الطاقة، ودرجة الاشباع في استهلاك القطاعات الاقتصادية المختلفة، والاسعار وسياسات ترشيد الطاقة. وبالتالي فان ارتفاع الناتج المحلي الاجمالي[3] يؤدي الى ارتفاع استهلاك الطاقة، كارتفاع نصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي الذي يساهم في دفع بقوة مستويات استهلاك الطاقة نحو الارتفاع على المستوى الاسري وفي القطاعات الانتاجية المختلفة (الصناعة، الزراعة، الخدمية.....).[4] حيث يمكن التعبير عن العلاقة بين الناتج والطاقة من خلال معاملات الطاقة (معامل الطاقة، معامل كثافة الطاقة، معامل كفاءة الطاقة). [5]

- ✓ معامل الطاقة= معدل النمو السنوي لاستخدام الطاقة في العالم \ معدل النمو السنوي للناتج العالمي
- ✓ معامل كثافة الطاقة= الطاقة المستخدمة في العالم في سنة ما \ قيمة الناتج العالمي لتلك السنة
- ✓ معامل كفاءة الطاقة= قيمة الناتج العالمي في سنة ما \ الطاقة المستخدمة في العالم في تلك السنة

ونبين من خلال الجدول التالي (1-1-1) انعكاسات نمو الاقتصاد العالمي على معدلات نمو الطلب على الطاقة. فقد شهد عام 2017 تعافي، حيث ارتفعت معدلات النمو من (3.2%) خلال عام 2016 الى(3.6%) خلال عام 2017،بسبب النمو الذي شهدته اقتصاديات الدول الصناعية ، ما اثر على مستوى الطلب على النفط الذي ارتفع بنسبة (1.7%) عام 2017 مقارنة بسنة 2016، حيث وصل اجمالي الطلب العالمي على النفط لعام 2017 الى (97 مليون برميل/ يوم).

الجدول(1-1-1): نمو الاقتصاد العالمي ونمو الطلب على النفط خلال الفترة (2013-2017).

السنوات	2013	2014	2015	2016	2017
الناتج المحلي الاجمالي(%)	3.5	3.6	3.4	3.2	3.6
الطلب على النفط (%)	1.6	1.1	2.5	1.8	1.7
اجمالي الطلب على النفط(مليون برميل/يوم)	90.4	91.4	93.7	95.4	97.0

المصدر: تقرير الامين العام السنوي للاوابك 44، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول 2017 ،الكويت، ص؛48،44

الفرع الثاني: النمو السكاني: تعرف العلاقة بين الزيادة السكانية واستهلاك الطاقة علاقة طردية وتؤدي الزيادة في عدد السكان الى ارتفاع استهلاك الطاقة بمصادر المختلفة في كافة القطاعات، حيث يرتفع استهلاك الوقود بأنواعه في قطاع النقل، ويرتفع استهلاك

---

[1] توقعات استهلاك الطاقة الاولية في الدول العربية حتى عام 2035 ، مؤتمر الطاقة العربي العاشر،"الطاقة والتعاون العربي"، ابوظبي، دولة الامارات العربية المتحدة، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (اوابك)؛21-23 ديسمبر 2014،ص؛45؛49

[2] بوعشير مريم، (مرجع سابق)، ص؛ 73،74،75

[3] اجمالي الناتج المحلي (produit intérieur brut) عبارة عن القيمة السوقية لكل السلع النهائية والخدمات المعترف بها بشكل محلي والتي يتم انتاجها في دولة ما خلال فترة زمنية محددة. غالبًا ما يتم اعتبار اجمالي الناتج المحلى للفرد مؤشرًا لمستوى المعيشة في الدولة.

[4] رضا عبد الجبار الشمري، الاهمية الاستراتيجية للنفط العربي، الطبعة الاولى 2014، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، الاردن، ص؛255

[5] محمد ماضي، كمال الديب، اقتصاديات الطاقات الناضبة والمتجددة، النشر الجامعي الجديد، 2017 ،ص؛60،64،67

القطاع الصناعي نتيجة زيادة الطلب على السلع التي يتطلب انتاجها استخدام مصادر مختلفة من الطاقة. ويرتفع استهلاك القطاع السكني والتجاري نتيجة ارتفاع معدلات التدفئة والتبريد والانارة ولا سيما مع التوسع العمراني، فقد تضاعف عدد السكان ست مرّات حتى بلغ ست مليارات ونصف، فيما تضاعف الناتج القومي ستّون مرّة" طوني ص،30"

كما يشير تقرير الامم المتحدة حول السكان في العالم الصادر سنة 2002 الى ان تعداد سكان العالم ينمو بمعدل(1%) سنويا في المتوسط الى حدود سنة 2030، حيث سينتقل عدد السكان من(6.2 مليار نسمة) الى حوالي(8.1 مليار نسمة) بحلول سنة 2030[1] . ونبين من خلال الجدول التالي (1-1-2):

الجدول(1-1-2): توقعات النمو السكاني في العالم في افاق 2030 (متوسط النمو السنوي)

الوحدة (%)

	2002-1970	2010-2002	2020-2010	2030-2020	2030-2002
دول OCDE	0.8	0.6	0.4	0.3	0.4
الدول الاشتراكية سابقا	0.5	0.2-	0.2-	0.4-	0.3-
الدول النامية	2.0	1.4	1.2	0.9	1.2
اجمالي العالم	1.6	1.2	1.0	0.8	1.0

Source : **International Energy Agency**, **World Energy Outlook 2004**, **p 44**

الفرع الثالث: الاسعار المحلية للطاقة: تعرف العلاقة بين الاسعار الطاقة واستهلاكها علاقة عكسية،[2] فارتفاع اسعار الطاقة يؤدي الى ارتفاع تكلفة استخدامها وبالتالي انخفاض الطلب عليها، وتتباين اتجاهات الاسعار المحلية للطاقة من دولة لأخرى، ومن مصدر لأخرى وفقا للبيانات الاقتصادية، وهيكل الاقتصاد المحلي السائد، اضافة الى مدى توافر مصادر الطاقة. ممّا يجعل من الصعوبة التوصل الى تقييم عام موّحد لبيانات تسعير الطاقة.

الفرع الرابع: التوقعات المستقبلية المتعلقة بمدى وفرة وكفاءة استخدام الطاقة: يتأثر الطلب المستقبلي على الطاقة بالتقدم في كفاءة استخدامها وكذا التقدم في وسائل الانتاج، فكلما تطورت التقنية زادت كفاءة ومن ثم انخفض الطلب عليها.

الفرع الخامس: هيكل النشاط الاقتصادي ودرجة الكفاءة في استخدام الطاقة: يقصد بها درجة الاهمية النسبية التي يمثلها كل قطاع انتاجي في اجمالي الناتج المحلي بها، وتعكس نسبة كثافة الطاقة لدولة ما الهيكل الاقتصادي لها وتعرف على انها كمية الطاقة المطلوبة لإنتاج كل وحدة من الناتج المحلي الاجمالي، وتعكس ايضا مدى الكفاءة في استخدام الطاقة داخل الهيكل الاقتصادي.[3]

---

[1] Chems eddine Chitour,Géàpolitique Du Pétrole Et Stratégie Des Etats, p ; 16

[2] رضا عبد الجبار الشمري،(نفس المرجع)، ص؛255

[3] ابراهيم محمد مصطفى، (مرجع سابق) ص919

المبحث الثاني: مصادر الطاقة التقليدية

تساهم مصادر الطاقات التقليدية بما يقارب (80%) من الطاقة المستهلكة،[1] وسميت كذلك لعدم تجددها خلال زمن قصير، ففي عصور ما قبل التاريخ استخدمت الاشجار والنباتات المختلفة كمصدر لتوليد الطاقة، ثم تحولت هذه النباتات تدريجيًا الى وقود كالفحم والنفط والغاز الطبيعي، والمواد الكيماوية، كانت مخزنة في بقايا الكائنات العضوية على شكل طاقة كيميائية كامنة مخزنة في باطن الارض تكوّنت قبل ملايين السنين،[2] في غياب الاوكسجين، ويرجع اصلها للطاقة الشمسية[3]

وهذه المصادر يكون رصيدها في الطبيعة ثابت ويتناقص عبر الزمن مع زيادة عمليات الاستخدام والاستخراج ممّا يجعلها معرضة للنفاذ اذ لم يتم اكتشاف كميات جديدة منها تعوض وتساعد على المحافظة على الرصيد.[4]

ومنذ حوالي خمسين عام اكتشف الانسان مصدرًا جديدًا للطاقة لا يزال في مرحلة التطوير وهي "الطاقة النووية"، وسنحاول من خلال هذا المبحث ان نبين مفهوم الطاقات التقليدية واهم مصادرها.

المطلب الأول: الفحم الحجري Charbon

الفرع الأول: مفهوم الفحم وتاريخ نشأته: يعرّف كل من"G.SARLOS, P.A .HALDI, P.VERSTRAETE الفحم بانّه هو شكل من اشكال الطاقة الشمسية المخزنة مند زمن؛ [5]

« Comme le rappellent **G. sarlos, p.A .haldi et p. verstraete** dans leur traité de génie civil sur les systémes énergétiques « le charbon est une forme d'énergie solaire stockée depuis les temps géologiques ».

ترجع بدايات استخدامه الى الصينيين الذين استخرجوه من منجم "فو-شون" بشمال الصين، الا انهم كانوا يعتقدون ان الفحم ليس سوى حجارة تم حرقها، واول استعمال صناعي فعليًا له كان عام 1930 بالولايات المتحدة الامريكية،[6] ويعد من اهم المصادر الطبيعية للطاقة خلال القرن الماضي ومازال يستعمل حتى يومنا هذا، وكان العالم يعتمد عليه كمصدر وحيد للطاقة الا ان تم اكتشاف البترول،[7] فقد سجل الاستهلاك العالمي للفحم انخفضًا بمقدار(1.7-%) عام 2016، وهو ما يقل كثيرًا عن متوسط نسبة النمو خلال السنوات 10الماضية المقدرة بـ (2.1%).[8]

---

(1) Anne – Marie Dupuy,(op,cit), p,15

(2) Chitour Chams Eddine, (2003), Pour une strategie énergétique de l'Algérie à l'horizon 2030, Office des publication universitaire , Algérie, p ;41.

(3) Jacque Bernard, génie énergétique, énergie solaire, calculs et optimisation, ellipses, paris2004,p ;9

(4) ايمان عطية ناصف، (مرجع سابق)، ص،14

(5) jean-pierre Hansen; Jacques percebois, (op; cit),p,490

(6) Chems eddine Chitour,(op,cit),p;357

(7) هاني عمارة، (مرجع سابق) ، ص؛ 48

(8) BP Statistical Review of World Energy, June 2018 , 66th edition, p; 39

واهم ما يميزه عن باقي مصادر الطاقة التقليدية انه متوفر بكميات كبيرة في اجزاء كثيرة من الكرة الارضية وبأسعار رخيصة نسبيا، الا ان استخدامه كوقود مباشر يستلزم اموال باهضه التكلفة لمحطات التوليد، كما يتسبب في زيادة الانبعاثات الحرارية بنسبة كبيرة تصل (20%) التي ينتج عنها الاحتباس الحراري.

يستعمل في انتاج فحم الكوك coke وهو مادة خام اساسية في صناعة الحديد والفولاذ، وتنتج مواد اخرى عن عملية انتاج فحم الكوك يمكن استعمالها في صناعة الادوية والاصباغ والاسمدة.[1]

الفرع الثاني: خصائص انواع الفحم:[2] يوصف بانه مادة صلدة ذات لون اسود، يتكون من كربون، وهيدروجين، واكسجين، ونيتروجين بالإضافة الى الكبريت، وقد تتعدد الانظمة الدولية لتصنيف انواع الفحم حيث يوجد في الطبيعة عدة انواع من الفحم[3] تختلف على اساس خاصية احتوائها على عنصر الكربون، وقدرتها الطاقوية. قد ثبتت فوائد انظمة التصنيف الدولية المتنوعة في تصنيف كل موارد الدول من الفحم وفي مقارنة انواع الفحم المستوردة ذات نفس العمر الجيولوجي ومقدار التفحم او التغيّر المواد العضوية الداخلة في تشكيله؛ ويتعرض لمراحل متتابعة ومستمرة في تطوره من فحم الليغنيت (الفحم البني) الى الفحم تحت البيتوميني والفحم البيتوميني الى فحم الانثراسيت؛ هذا التطور ناتج عن الزيادة في درجة الحرارة والضغط يقلل من محتوى الماء ويزيد من محتوى الكربون. وتعرف بـ(الفحم الاسود)، نوضحها من خلال الجدول التالي:(1-2-1)

تتميز انواع الفحم **منخفضة الرتبة** مثل (الليغنيت وتحت البيتوميني) بنعومتها وقابلية موادها للتفتت ولها مظهر الطين الغامق وتتميز بمستويات الرطوبة العالية ومحتواها الكربوني المنخفض وبالتالي محتوى الطاقة المنخفض؛ بينما تكون انواع الفحم ذات **الرتبة العالية** اكثر صلابة وقوةً وغالبًا يكون مظهرها ذو بريق لامع، ويصاحب ارتفاع الرتبة ارتفاع في محتوى الكربون والطاقة وانخفاض في محتوى الرطوبة في الفحم. وتحاول منظمة المعايير الدولية (الايزو) تطوير نظام تصنيف الايزو الذي مع بساطته يعتمد بشكل اساسي على المعايير الاساسية الكافية لتوفير اساس مفيد لتصنيف موارد الفحم في العالم.[4]

الجدول (1-2-1): خصائص انواع الفحم

نوع الفحم	اهم الدول	القيمة الحرارية (كيلو كالوري/ كغ)	كثافة النوعية	نسبة الكربون %	الجودة والاستعمال
الانثراسيت Anthracite	فيتنام	6800-7000	1.6	90-95	-القيمة الحرارية قوية ممتازة؛ -مناسبة لأغراض التدفئة المنزلية؛

[1] هاني عمارة، (نفس المرجع) ، ص؛ 53

[2] jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op,cit),p, 492

[3] Bernard Wiesenfeld ,(op, cit), p;46.

[4] دليل احصاءات الطاقة، منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكالة الطاقة الدولية 2005، مكتب الاحصاء الاوروبي eurostat2920 –لكسمبورغ، ص، 172

البيتوميني Bitumineux	استراليا جنوب افريقيا الصين اندونيسيا روسيا	6000-6700	1.4	80-90	-القيمة الحرارية جيدة جدا؛ -يستخدم لتوليد الطاقة والاستخدامات الصناعية (الحرارة والبخار)؛
تحت البيتموني Subbitumieux-n	اندونيسيا	5000- 6000		75-80	-القيمة الحرارية جيدة؛ -يستخدم لإنتاج الكهرباء وانتاج البخار والحرارة في هذه الصناعة؛
الليغنيت Lignite	اندونيسيا	4000-5000	2.2	83	-القيمة الحرارية ضعيفة؛ -يستخدم لإنتاج الكهرباء؛

Source : wood mackenzie, gdf suez upstream coal integration study, final report 04 /12/09 (l'energie et politique)

ويمكن تقسيم انواع الفحم كذلك من حيث استخدامها: [1]

- ✓الفحم المستخدم في انتاج الكوك Coking Coal
- ✓الفحم المستخدم في انتاج الغازات الصناعية Gas Coal
- ✓الفحم المستخدم في ادارة الماكينات Locomotive Coal
- ✓الفحم المستخدم في الاغراض المنزلية Domestic Coal

الفرع الثالث: احتياطي الفحم عالميا إنتاجه واستهلاكه: يقدر الاحتياطي الفحم الموجود داخل باطن الارض بمئات البلايين من الاطنان، حيث قدر احتياطاته عام2017 بـ(1035012مليون طن) بنسبة (46.5%) وهي كافية حاليا لتلبية 134 عاما من الانتاج العالمي، الا ان استخدامه يؤدي الى عدة مشاكل تؤثر على البيئة والانسان كونه مصدر رئيسي لتلوث الهواء، حيث ان احتراقه يؤدي الى تجمع غاز ثاني اكسيد الكربون في الجوّ ممّا يؤدي الى رفع درجة حرارة الجو وهي تعتبر من المشاكل الرئيسية التي تواجه سكان العالم وهذا ما يعرف بمشكلة الاحتباس الحراري.[2] ونوضح ذلك من خلال الشكل ادناه ((1-2-1).

تمتلك منطقة اسيا والمحيط الهادئ اكثر الاحتياطيات المؤكدة (41% من الاجمالي)، موزعة بشكل رئيسي بين استراليا والصين والهند. تظل الولايات المتحدة اكبر حامل للاحتياطي بنسبة (24.2% من الاجمالي)، ثم الاتحاد الروسي(15.5)، تليها أأستراليا (14.0)، الصين بنسبة(13.4%) الهند بـ(9.4%)، والباقي يتركز في دول اخرى[3]. ومن خلال الشكل ادناه (1-2-2) نوضح توزيع نسب احتياط الفحم العالمي. اما من خلال الشكل (1-2-3) نوضح احتياطات مختلف انواع الفحم.

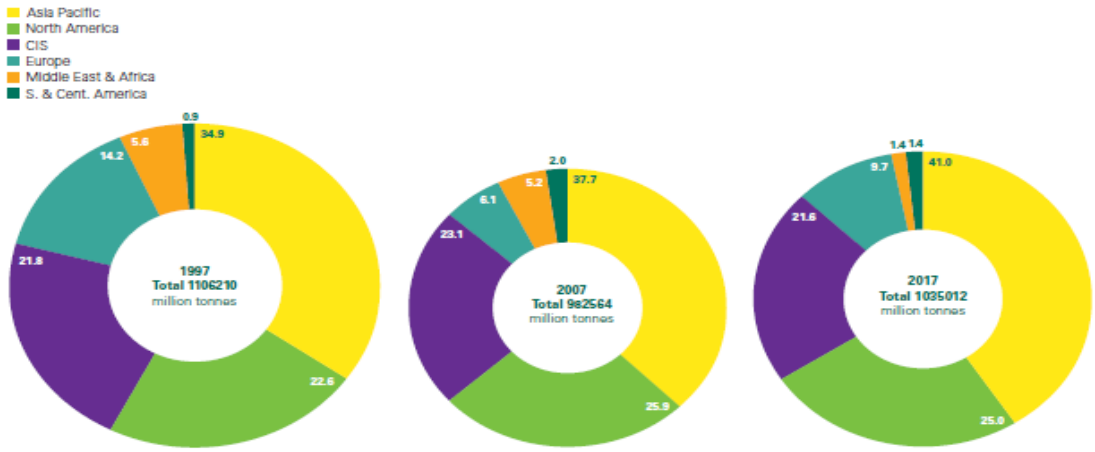
---

[1] محمد خميس الزوكة، جغرافية الطاقة، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية-مصر، 2001، ص؛26

[2] عبد المطلب النقرش، (مرجع سابق)،ص؛10.

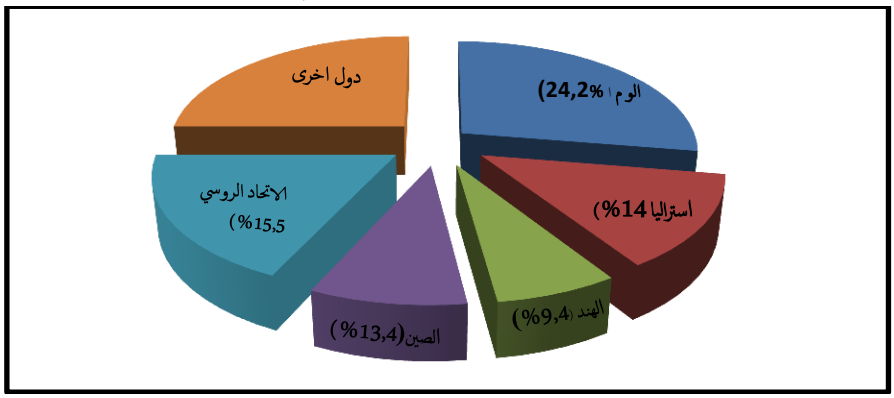
[3] BP2018 ,(op,cit),p;36

الشكل(1–2–1): توزيع الاحتياطات العالمية المؤكدة للفحم عام 1997و2007، 2017



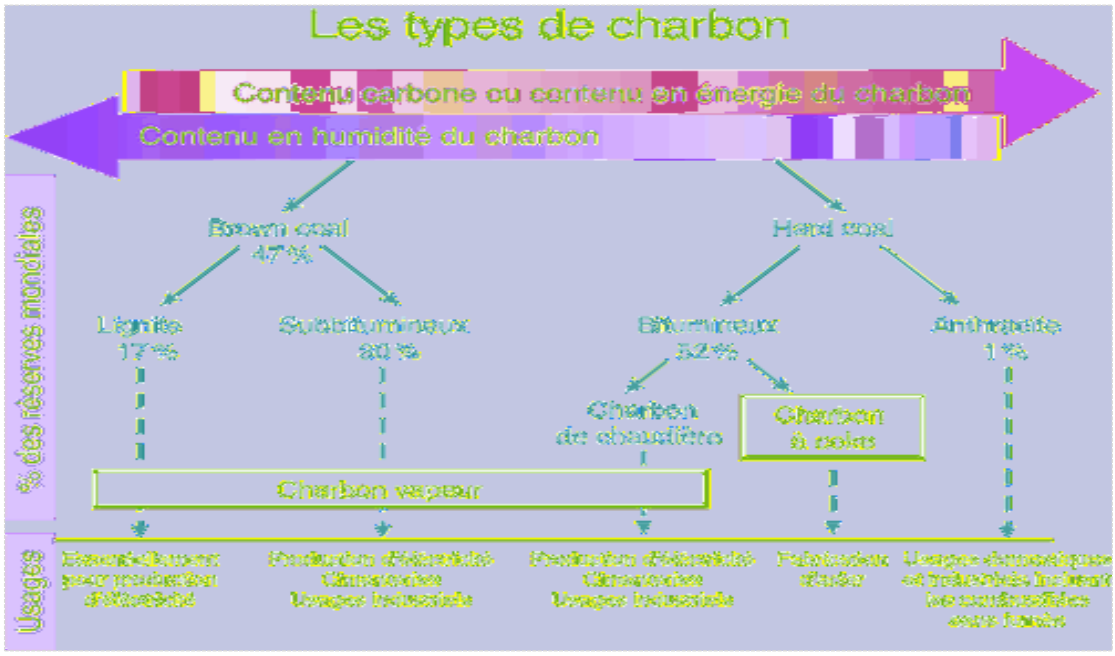
Source: bp-statistical-review-of-world-energy-2018, 67th edition,p;37

الشكل (1–2–2) : توزيع نسب احتياطات الفحم في العالم لعام 2017



Source: bp-statistical-review-of-world-energy-2018, 67th edition,p;36

الشكل (1–2–3): انواع مختلفة من الفحم (الاحتياطيات المؤكدة %)



Source : institut francais du petrole(IFP), world coal institute ,panorama ifp 2010.

الجدول(1-2-2): كميات انتاج والاستهلاك العالمي للفحم خلال 2016-2017

مليون طن مكافئ نفط/اليوم

السنوات / الدول	الانتاج			الاستهلاك		
	2016	2017	نسبة التغيير %(17-16)	2016	2017	نسبة التغيير %(17-16)
امريكا الشمالية	396.2	407.9	5.9%	371.9	363.8	-1.9%
امريكا الجنوبية والوسطى	67.8	66.8	1.3%-	34.9	32.7	-5.9%
أوروبا واوراسيا	420.4	426.4	7.9%	451.3	453	1.5%
الشرق الاوسط	0.8	0.8	-	9.1	8.5	-5.9%
افريقيا	149.6	154.5	3.6%	94.9	93.1	1.7%-
اسيا والمحيط الهادئ	2639.6	2702.3	2.7%	2744.0	2780.0	1.6%

Source: BP 2018, (op,cit), p;38, 39.

اما فيما يخص الانتاج العالمي للفحم فقد ارتفع بنسبة (3.2%) عام 2017، اي بمقدار (105 مليون طن من النفط المكافئ)؛ ارتفع الانتاج بمقدار (56 مليون طن) اي (3.6%) في الصين و (23 مليون متر مكعب) اي (6.9%) في الولايات المتحدة. ومن المثير للاهتمام ان الزيادة في انتاج الولايات المتحدة جاءت على الرغم من الانخفاض الاضافي في الاستهلاك المحلي ، مع قيام منتجي الفحم الامريكيين بزيادة الصادرات الى اسيا.

بينما نما استهلاكه بمقدار(25 مليون طن)، اي (1%)، وهو اول نمو منذ عام 2013؛ ويرجع هذا النمو الى الهند التي سجلت اسرع نمو بمقدار (18 مليون طن متري) اي بنسبة (4.8 %)، حيث ازداد الطلب داخل وخارج قطاع الطاقة. كما ارتفع استهلاك الفحم في الصين ايضًا بشكل طفيف (4 مليون متر مكعب) اي بنسبة (0.5%)، بعد ثلاثة انخفاضات سنوية متتالية خلال 2014-2016. هذا على الرغم من التحول الكبير من الفحم الى الغاز في القطاع الصناعي والسكني، حيث ان الزيادة في الطلب على الطاقة في الصين امتصت الفحم الاضافي كوقود موازنة مع ارتفاع استهلاك الصين.

المطلب الثاني: البترول Oil

الفرع الأول:مفهوم البترول: النفط كلمة مشتقة من الفارسية (نافتا) والتي تعني قابليته للسريان.[1]وهناك من يرجع ان اصل الكلمة اغريقي، اما كلمة البترول فهي كلمة لاتينية "petroleum" تتكون من مقطعين (بيترا- petr) وتعني الصخر و(اليوم- oleum) وتعني الزيت وبذلك فان الكلمة تعني زيت الصخر.[2]كما ان له اسم دارج هو "الذهب الاسود.

[1] نبيل جعفر عبد الرضا، اقتصاد النفط، دار احياء التراث العربي للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الاولى،2011 بيروت، لبنان، ص،11

[2]محمد احمد الدوري،محاضرات في الاقتصاد البترولي،ديوان المطبوعات الجامعية،جامعة عنابة،1983، ص؛ 8

وهو عبارة عن سائل ذهني له رائحة خاصة تميزه وتختلف الوانه بين الاسود والاخضر، والبني؛ كما تختلف لزوجته تبعا لكثافته النوعية، وهو سريع الاشتعال.[1] يحتوي على خليط من المركبات العضوية الدقيقة[*] والمواد الهيدروكربونية (الكربون والهيدروجين)، والتي تبلغ نسبتها في بعض انواع النفط نحو(% 50) من تركيبه الكلي وقد تصل الى (98 %).[2]

يتواجد في الطبيعة رغم كونه مادة متجانسة في عناصره المكوّنة له الا انه لا يكون على نوع واحد في العالم، اذ يختلف كل نوع عن اخر باختلاف خصائصه.[3] وكذلك من حيث نسبة شوائب العالقة فيه، ومن حيث درجة كثافته النوعية.[4]

الفرع الثاني: تاريخ نشأته: قبل اقامة اول بئر نفط في منتصف القرن 19، لعب زيت الحيتان المستخرج من تذويب شحوم الحيتان دور مصدر ثانوي للطاقة لكن استعماله بقي محصور في الاضاءة والتشحيم والطلاء، وكان صيد الحيتان بدا على نطاق تجاري منذ القرن 17 وتحوّل في القرنين التاليين الى صناعة ضخمة توسعت لدرجة انها سببّت انقراض شبه تام للحيتان من المحيطات بحلول عام 1870. لم تكد ازمة زيت الحيتان تبلغ ذروتها في النصف التالي من القرن 19 حتى كانت المادة الأولى المشتقة من النفط جاهزة لتكون البديل «الكيروسين" وصول الكيروسين لم يعني فقط نهاية "حقبة زيت الحيتان" بل كان في الواقع الاشارة الأولى لبداية عصر "النفط".[5]

اذ تقول بعض النظريات الحديثة ان عمر النفط يتجاوز 3ملايين سنة،[6] فقد عرفه العراقيين القدم وفي منطقة باكو في الاتحاد السوفياتي، والهنود الحمر في قارة امريكا الشمالية، وكانت معرفتهم له مرتبطة ببعض الظواهر التي شاهدوها من خلال الانكسارات والشقوق في الارض وانسياب تلك المادة وخروجها مع الغاز الطبيعي، ويؤكد لنا تاريخ الحضارة البشرية استعمال النفط الخام قديما للأغراض الطبية ويمنع تسرب الماء وفي بعض الاحيان للتشحيم والانارة كما استخدم كالإسفلت في المباني ورصف الطرقات، كما استخدمه قدماء المصريين في تحنيط جثث الموتى، وجدير بالذكر ان في مصر بمنطقة خليج السويس الغنية بحقول البترول هناك جبل النزازات توجد بقع زيتية مترسبة على السطح بين الحبيبات الصخرية.[7]

---

[1] مشدن وهيبة ،اثر تغيرات اسعار البترول على الاقتصاد العربي خلال الفترة 1973-2003، معهد العلوم الاقتصادية، فرع النقود والمالية، جامعة الجزائر، 2004-2005 ،ص؛20

[*] المواد العضوية هي كائنات بحرية صغيرة جدا بحجم راس الدبوس تتلخص وظيفتها في تحويل ضوء الشمس الي طاقة مختزنة، والتي بمجرد موتها تهبط الى قاع البحر، لتدفن تحت الصخور الرسوبية والصخور الاخرى، وبتاثير ضغط هذه الصخور علي المواد العضوية فانها تحتفظ بالطاقة المختزنة بها. وعادة ما يوجد البترول والغاز فوق طبقات من الترسبات الصخرية تَكَوَّنت عندما كانت المنطقة مغمورة بالمياه، ودفنت بقايا النباتات والحيوانات التي كانت تعيش في البحار تحت الترسبات، لتتحول بفعل الضغط والحرارة لملايين السنين الى زيت بترول وغاز طبيعي تجمع في شكل جيوب(ابار).

[2] عبدالمطلب النقرش ،(مرجع سابق)، ص؛10

[3] محمد احمد الدوري،(نفس المرجع)، ص؛14

[4] محمد بن محمد ال الشيخ ،(مرجع سابق)، ص؛ 70

[5] طوني صغيبني، (نفس المرجع)؛ ص؛ 26

[6] نبيل جعفر عبد الرضا،(نفس المرجع)،ص،13

[7] سليم زيدان، البترول والغاز الطبيعيمن الجيولوجيا الى الاستكشاف والانتاج، دار الفكر العربي، شركة مساهمة مصرية للطباعة والنشر والتوزيع – الطبعة الاولى2013- القاهرة –مصر، ص،34

وتم حفر اول بئر بشوش في جنوب ايران عام 500 قبل الميلاد تقريبا، كما يعتقد الصينين كانوا يستخرجون النفط والغاز بواسطة انابيب الخيزران وحفارات من معدن البرونز منذ القرن الثالث قبل الميلاد؛ ان اول بئر حفره المهندس الروسي سيمونوف عام 1848 في شمال شرق باكو تنتج حوال (90%) من اجمالي انتاج النفط العالمي حين ذاك، غير ان تاريخ النفط الحديث يبدا بوقوع السيد صموئيل كير على منبع للنفط في اثناء قيامه بحفر الابار لاستخراج الملح بنسلفانيا ،ولم يكن يقدر اهميته فوضعه في القناني وقام ببيعه كعلاج للكوليرا والنزلة الصدرية والسل وامراض الكبد،[1] فلفت هذا العلاج الكولونيل الامريكي ادوين لدريك Edwin Laurentine Drake وقد نجح في حفر اول بئر لاستخراج النفط بمدينة تيتوسفيل في ولاية بنسلفانيا في الولايات المتحدة الامريكية عام 1859، وقد بلغ عمق ذلك البئر (69.5 قدم)، وكان معدل انتاجه اليومي حوالي(20 برميلا). وقد اعتبر ذلك التاريخ بدا عهد صناعة وانتاج النفط في العالم بصورة علمية وتجارية.[2]

فلم يمضي على حفر بئر دريك سوى 9سنوات حتى تم اكتشاف البترول في مصر 1868، وذلك اثناء العمل في منجم لاستخراج الكبريت في منطقة جمسة Gemsa بالبحر الاحمر. وتوالت الاكتشافات بعد ذلك.[3]

وفي عام 1885 تم اكتشاف العديد من حقول البترول استنادًا الى النظرية "ان الزيت يتجمع في اعالي الطبقات الصخرية المثنية والمعروفة الان بنظرية "الطيات المحدبة او القبابThe Anticlinal Theoru".[4]

ونتيجة للاستكشافات الجديدة في مناطق عديدة كالولايات المتحدة الامريكية وروسيا ورومانيا وصل انتاج البترول في عام 1861 الى حوالي(2.1 مليون برميل)، ليرتفع في عام 1880 الى حوالي (30 مليون برميل)؛ ودخلت كثير من الدول في مجال انتاج النفط في عام 1900، خاصة اقطار بيرو وجزر الهند الشرقية الهولندية. نلخص ذلك في الجدول التالي(1-2-3).

الجدول(1-2-3): تاريخ اكتشاف النفط في اهم المناطق عبر العالم

1830	تدفق النفط اثناء استخراج الملح في الولايات المتحدة الامريكية؛
1856	اكتشاف مكمن النفط في روسيا؛
1858	اكتشاف مكمن النفط في رومانيا؛
1859	حفر اول بئر لاستخراج النفط من جوف الارض ،وقد عثر دريك على الزيت الخام على عمق 69.5 قدم بمعدل انتاج يتراوح بين 20-35 برميل في اليوم؛[5]
1868	اول اكتشاف تجاري في مدينة تنسفيل بولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الامريكية؛
1901	منحت ايران لرجل الانجليزي "وليم لارس" عقد امتياز لمدة 60سنة، مكنه من استخراج النفط في 26 ماي 1908 من منطقة مسجد سليمان بالقرب من عبدان على عمق 1200قدم،

[1] نبيل جعفر عبد الرضا،(مرجع سابق)،ص،14

[2] jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit),p, 169

[3] سليم زيدان ،(مرجع سابق)؛ ص،35

[4] سليم زيدان ،(نفس المرجع)؛ ص،36

[5] jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit),p, 169

1910	انتاج النفط في كل من رومانيا، كندا، ايطاليا،المانيا، اليابان، الهند، البيرو، المكسيك، الارجنتين، اندونسيا؛
1911	انتاج النفط في جزر البورينو البريطانية ؛
1914	انتاج النفط في فنزويلا
1927	اكملت الشركة العراقية للنفط اول حقول النفط في كركوك؛
1932	اكتشاف النفط في البحرين؛
1936	اكتشاف النفط الكويت؛
1938	اكتشاف النفط في العربية السعودية؛
1956	اكتشاف النفط في الجزائر ، ويعتبر اول اكتشاف تجاري؛
1967	اكتشاف النفط في النرويج في منطقة بحر الشمال؛

المصدر: محمد احمد الدوري ، (مرجع سابق)، ص؛9،10

الفرع الثالث: درجة الكثافة النوعية: عبارة عن معيار او مؤشر لمعرفة نوعية وجودة البترول، فدرجة الكثافة النوعية تتراوح بين(1°و60°)[1]، تتراوح هذه الكثافة عادة في انواع البترول بين (°0.80 و0.98°)؛فكلما كانت درجة الكثافة النوعية عالية كان البترول اخف (ازدادت فيه نسبة المقطرات الخفيفة ذات الاستعمالات المهمة اقتصاديًا)، وذات جودة عالية وهذا يؤدي لزيادة سعره، مثل بترول شمال افريقيا وبترول حقل الحلوة في المملكة العربية السعودية الذي تتراوح درجته (من40° الى 50°) على مقياس API وهكذا الى ان نصل الى البترول الخام الثقيل الذي تصل درجته الى(22°) على مقياس API (درجة الكثافة منخفضة)، كان البترول من نوعية منخفضة او غير جيدة (ثقيل) ممّا يجعل سعره منخفضا.

ويتم التعبير عن درجة كثافة البترول عالميًا باستخدام مقياس معهد البترول الامريكي (API) Americn Petroleum Institute حيث: [2] درجة (API)= 141.5/(درجة الكثافة النوعية عند حرارة 60° ف)-131.5

فالبترول الذي تبلغ كثافته النوعية (0.855) يعادل درجة (API34) هو بترول السعودية المعروف ببترول القياس، الذي تستخدمه منظمة الاوبك كأساس لتحديد اسعار البترول وتقوم كل دولة بتحديد سعر بترولها على اساس الزيادة او النقص في درجة الكثافة بالمقارنة ببترول الاساس.

☜ تصنف درجات الكثافة النوعية للبترول الى ثلاث اقسام هي: [3]

- ✓ **الدرجات العالية:** تدل البترول الخفيف ينتج عنه منتجات خفيفة عالية النسبة تكون من (35°)APIفما فوق.
- ✓ **الدرجات المنخفضة:** تدل البترول الثقيل والذي ينتج منه منتجات ثقيلة عالية النسبة تكون من(28°) API فما فوق.
- ✓ **الدرجات الوسطى:** تدل على البترول المتوسط ذي النوعية المتوسطة للمنتجات النفطية مثل وقود الديزل وزيت التشحيم. وتتراوح الدرجات النوعية ما بين (28°)و حتى(35°) API.

---

[1] مخلفي امينة، محاضرات حول مدخل الى الاقتصاد البترولي،2013 -2014العلوم الاقتصادية، جامعة ورقلة ص؛14

[2] مخلفي امينة (نفس مرجع)، ص؛ 71

[3] mohamed benhaddadi et guy olivier, dilemmes energetiques,ed presses de l'univ de québec , canada 2008,p ;27

الفرع الرابع: منتجات البترول وخصائصها:

اولا: منتجات البترول: البترول كمادة خام لا يمكن استعماله واستهلاكه الا بعد تصفيته او تكرره بتحويله الى منتجات سلعية بترولية مختلفة، اذ يتضمن ويستخلص منه العديد من المنتجات البترولية المختلفة في طبيعتها او شكلها او قيمتها او استعمالها فمنها الخفيفة للتدليل على خفة وزنها وسرعة تطايرها، او المتوسطة او الثقيلة.[1]

وهذه المنتجات البترولية هي كالاتي: [2]

- ✓ **المنتجات الخفيفة:** الغاز الطبيعي(NATURAL GAZ)،بنزين السيارات(MOTOR GASOLINE)،بنزين الطائرات (OWIATION GASOLINE)،...
- ✓ **المنتجات المتوسطة:** زيت الغار(GAZ OIL)،زيت الديزل(DIESEL OIL)وزيت التشحيم (LULRICANTS)
- ✓ **المنتجات الثقيلة:** زيت الوقود (FUEL OIL)- الاسفلت (HITUMEN) –الشمع (WAX)

ثانيًا: خصائص البترول ومنتجاته: للبترول مميزات هامة ترفعه فوق مصاف مصادر الطاقة البديلة، نظرا لما يلي: [3]

- ☜ تركيبه الكيمياوي فريد، حيث ان الهيدروجين المدمج مع الكربون يعطيه خواص لا توجد في غيره من المواد، وهذا الدمج تقدمه الطبيعة مجانًا، وقد حاول الانسان تقليد الطبيعة في هذا المجال، لكن التكاليف باهضه جدًا؛
- ☜ تتراوح نسبة الكربون فيه ما بين 83%الى 87%، ما يجعله غنيا بالطاقة بمعدل يقارب ضعف طاقة الفحم؛[4]
- ☜ يؤدي ارتفاع نسبة الكبريت في الزيت الخام الى تقليل جودته، وتخفيض سعره لان احتراقه مع البنزين يؤدي الى التلوث؛
- ☜ البترول مادة استراتيجية تتأثر بالعوامل الاقتصادية والسياسية ممّا يضفي عليها طبيعة دولي واهمية خاصة؛
- ☜ يعتبر البترول مصدرًا ناضبًا يتناقص بكثافة استعمالها؛
- ☜ هو المصدر الرئيسي للطاقة، و يعتمد عليه التطور التكنولوجي المعاصر والفن الانتاجي السائد؛
- ☜ تعتبر صناعة البترول من الصناعات العملاقة التي تتضمن مخاطر عالية، وتحتاج الى رؤوس اموال ضخمة؛

الفرع الخامس: استنزاف الاحتياطي من البترول العالمي: يعد هوبرت كينج اول من اكتشف قواعد استنزاف الموارد الناضبة ومن بينها البترول، حيث ان نظريته تشير الى ان كل مورد محدود ومتناه يتبع القواعد التالية: [5]

- ☜ يبدا الانتاج من الصفر؛
- ☜ يرتفع الانتاج الى ان يصل الى ذروة لا يمكن تجاوزها ونكون بذلك وصلنا الى نصف الرصيد؛
- ☜ بعد وصول الذروة يبدا الانتاج في الانخفاض الى ان يستنزف المورد؛

---

[1] Jean Hladik, H .Adam, J.Bernard, D.Bonnell,… et les autres "les énergies renouvelables aujourd'hui et demain ", édition, ellipses,7 juin2011, p ;24.

[2] مشدن وهيبة، (مرجع سابق)، ص؛21

[3] مشدن وهيبة (نفس المرجع)، ص؛23

[4] mohamed benhaddadi et guy olivier,(op,cit),p;33

[5] نجاة الشيش، الطاقة والبيئة، التنمية المستدامة،افاق ومستجدات المعهد العربي للتخطيط،2001 ، ص؛17

في دراسة له هوبرت كينج سنة 1956 توقع ان الانتاج الامريكي للبترول سيعرف ذروته سنة 1970 وبعدها ينحفض الانتاج، الا ان نتيجة دراسته لم تلقى اقبلا كبيرًا الا ان اثبتت الاحداث نظريته حيث بالفعل عرف الانتاج الامريكي للبترول ذروته سنة 1971، وبعدها سجل انخفاضا في الانتاج. وهو مستمر في الانخفاض الى ان يصل الى النضوب النهائي بحدود عام 2050. كما نلاحظه في الجدول التالي (1-2-4)،[1] ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل (1-2-4):

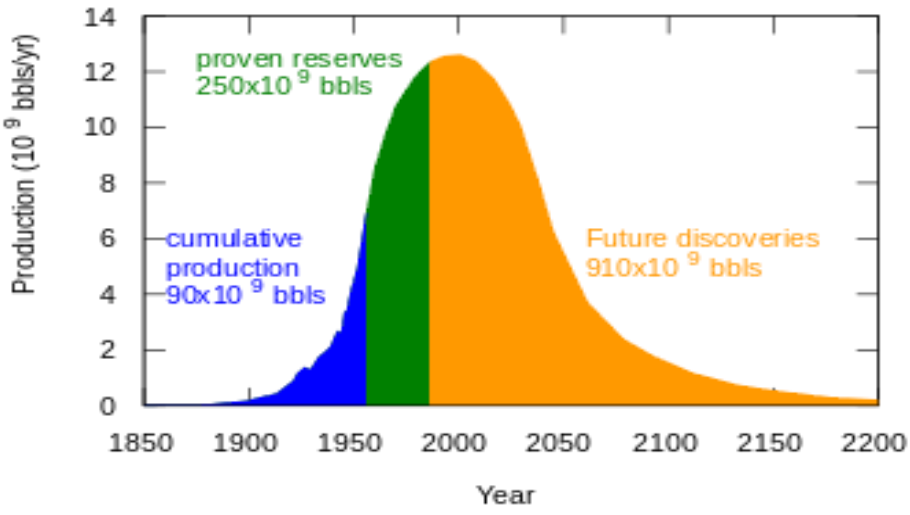
الجدول(1-2-4): يوضح الذروة النفطية والانتاج اليومي من البترول

مليون برميل يوميًا

	2005	2010	2015	2020	2050	مجموع الاحتياط مليار برميل	سنة ذروة النفطية "pic pétrolier"
الولايات المتحدة	3.6	2.8	2.2	1.7	0.4	200	1971
اوروبا	5.2	3.6	2.5	1.7	0.2	75	2000
روسيا	9.2	8.4	6.8	5.5	1.5	220	1987
الشرق الاوسط	20	20	20	20	11	680	1974
باقي العالم	29	26	22	18	7	675	2005
المجموع	67	60.8	53.5	46.9	21.1	1850	2005

Source: Bulletin n° 63 de l'ASPO, Mars 2006, Association for the Study of Peak Oil & Gas (ASPO) ,www.peakoil.net,p,2

الشكل(1-2-4) : منحنى تقدير انتاج البترول في العالم لهوبرت King Hubbert



Source: M.king hubbert, Nuclear energy and the fossil fuels, American petroleum institute, texas, 1956,p;22

تمثل المساحة الواقعة تحت المنحنى الانتاج التراكمي، وتعبر ذروة هوبرت عن نقطة اعلى انتاج والبلوغ لنصف الرصيد غير متجدد، ويسمى مجموع الانتاج عبر الزمن بـ"اقصى انتاج" او الانتاج النهائي وعليه فان انتاج البترول من مجموعة ابار متجاورة او من

[1] هشام حريز، (مرجع سابق)،ص،99

دولة ما او من العالم كله يتبع شكل ثابت مع الزمن، يزداد الانتاج في البداية حتى يصل الى قيمة عظمى ثم يبدا بعدها في التناقص،[1] وتلك القيمة العظمى يطلق عليها "**ذروة البترول**"، وهذا لا يعني ان البترول سينفذ فجأة؛ ولكن امدادات البترول سوف تتراجع، وستبدأ بعدها الاسعار في الارتفاع التدريجي المستمر، وهذا سوف يؤدي الى دخول المجتمعات في سلسلة من التفاعلات التي ستؤثر على مسار البشرية.[2]

حافظ النفط على مكان الصدارة في مزيج الطاقة الاحفورية العالمي ولا يزال المصدر الرائد في العالم، وهو ما يمثل ثلث الاستهلاك العالمي للطاقة. وحقق حصة سوقية عالمية للسنة الثانية على التوالي، بعد 15 عامًا من الانخفاضات من 1999 الى 2014. حيث استحوذ على (34%) من استهلاك الطاقة العالمي لعام 2017[3].

فقد نما الطلب عليه بمقدار (1.7 مليون برميل في اليوم) حيث سجلت كل من اوروبا (0.3 مليون برميل/ اليوم) والولايات المتحدة (0.2 مليون برميل/ اليوم) زيادات ملحوظة ، مقارنةً بمتوسط الانخفاضات على السنوات العشر السابقة. كان النمو في الصين (0.5 مليون برميل/ اليوم) اقرب الى متوسطة لعشر سنوات. كانت الصين والولايات المتحدة هما اكبر المساهمين في النمو. نبين ذلك من خلال الجدول (1-2-5).

ارتفع الانتاج العالمي من النفط بمقدار (0.6 مليون برميل في اليوم) في عام 2017 ، وهو اقل من المتوسط للسنة الثانية على التوالي، حيث هبط الانتاج في الشرق الاوسط (250 الف برميل/ اليوم) وامريكا الجنوبية والوسطى (-240 الف برميل/ اليوم) ولكن هذا النمو تجاوزه النمو من امريكا الشمالية (820 الف برميل يوميا) وافريقيا (390 الف برميل يوميا).

وبعد نموه بمعدل (1.3مليون برميل في اليوم) في عام 2016، انخفض انتاج اعضاء الاوبك بـ (0.3 مليون برميل في اليوم) في العام الماضي مع بدء تنفيذ التخفيضات في الانتاج. وعلى النقيض من الانخفاض في عام 2016 ، نمت الدول النفطية بمقدار(1.5 مليون برميل في اليوم). نبين ذلك من خلال الجدول التالي (1-2-5).

اما فيما يخص الاحتياطيات النفطية العالمية المؤكدة في عام 2017 فقدرت بـ (0.5 مليار برميل) اي تراجعت بنسبة (-0.03%) الى (1696.6مليار برميل)، وهو ما يكفي لتغطية 50.2 عامًا من الانتاج العالمي عند مستويات 2017؛ حيث فاق الاحتياطي العالي في فنزويلا (بارتفاع 1.4 مليار برميل) من الانخفاضات في كندا (-1.6 مليار برميل) والانخفاضات الاصغر في عدد من الدول الاخرى خارج اوبك. تمتلك دول الاوبك حاليا (71.8%) من الاحتياطي العالمي المؤكدة.[4]نوضح ذلك من خلال الجدول التالي (1-2-5).

---

[1]البترول.. ذروة الانتاج وتداعيات الانحدار، تاليف :الدكتور حاتم الرفاعي، دار النشر: نهضة مصر للطباعة والنشر.2008
http://www.alukah.net/culture/0/22024/#ixzz3rD5ndCQX

[2]طوني صغيني (مرجع سابق)، ص؛ 44

[3]BP 2018, (op,cit), p; 9.

[4]BP 2018, (op,cit), p; 12

الجدول (1-2-5): انتاج واستهلاك واحتياطي النفط حسب المناطق في عام 2017

الف برميل/يوم

المنطقة	الانتاج	نسبة الانتاج %	الاستهلاك	نسبة الاستهلاك %	الاحتياطي **الف مليون برميل**	نسبة الاحتياطي%
الشرق الاوسط	31597	34.1%	9290	9.5%	813.5	47.7%
امريكا الشمالية	20112	21.7%	24219	24.7%	227.5	13.3%
امريكا الوسطى والجنوبية	7182	7.8%	6794	6.9%	327.9	19.2%
اسيا والمحيط الهادي	7879	8.5%	34574	35.2%	48.4	2.8%
افريقيا	8072	8.7%	4047	4.1%	128.0	7.5%
اوروبا و اوراسيا	17807	19.2%	19262	19.7%	161.5	9.5%

Source :BP,2018(op ;cit), p ;12,14,15

يتركز الانتاج العالمي من النفط في عدد قليل من البلدان، حيث يمثل انتاج دول الشرق الاوسط وامريكا الشمالية وحدة ازيد من(40%) من الانتاج العالمي، وهذا التركز مرشح للارتفاع اكثر في المستقبل؛ وذلك لان الاحتياطات الرئيسية تتركز هي الاخرى في عدد قليل من البلدان حيث تملك 5 بلدان شرق الاوسط فقط السعودية، الكويت، الامارات، ايران، العراق ما مقداره (65%) من حجم الاحتياطي العالمي[1]. وعليه بمقارنة معدلات الانتاج الحالية الى الاحتياطي في جميع مناطق العالم، ومراعات التوقعات التي تشير الى تراجع انتاج البترول في بعض المناطق له ونضوبه تماما فان الاستنتاج هو ان الانتاج يتجه اكثر نحو التركز في بلدان الشرق الاوسط؛ وذلك في حالة اكتشاف مكامن جديدة للبترول، وكذلك تطوير طرق حفر الابار حيث حققت الدول العربية(87)اكتشافا، منها(50) اكتشافا للنفط، و(37) للغاز الطبيعي في 2016.[2]

بلغ متوسط سعر برميل برنت (54 دولارًا للبرميل) في عام 2017، ارتفاعً من 44 دولارًا للبرميل مقارنة بعام 2016 وهي اول زيادة سنوية منذ عام 2012. ونوضح من خلال الجدول التالي (1-2-6) اهم التغيرات في اسعار البترول.

الجدول(1-2-6): اهم التغيرات في اسعار البترول منذ تأسيس منظمة الاوابك وتداعياتها على المنتجين والمستهلكين.

[1] بلقاسم سرايري، مذكرة ماجيستير، دور ومكانة قطاع المحروقات الجزائري في ضوء الواقع الاقتصادي الدولي الجديد وفي افق الانضمام الى المنظمة العالمية للتجارة، علوم اقتصادية فرع اقتصاد دولي، جامعة الحاج لخضر باتنة، 2007-2008، ص؛14،15

[2] منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (اوابك) ،التقرير السنوي 2017،ص؛124.

السنوات	الاحداث	الاسباب	النتائج
1960	ارتفاع الاسعار الى (2.92دولار امريكي) بعدما كانت في حدود(2 دولار امريكي).	انشاء منظمة البلدان المصدرة للبترول اوابك، للحفاظ على استقرار الاسواق بتوفيره والحفاظ على استقرار الاسعار في حدود تخدم المنتجين والمستهلكين.	ظهور البترول كمورد مالي رئيسي للبلدان المنتجة لهذا المورد الطاقوي.
1973	تراجع الاسعار الى(4.75 دولار امريكي) بعدما كانت في حدود (3 دولارات).	اعلنت اوابك حضرًا نفطيًا على الدول الداعمة لإسرائيل في حربها ضد العرب في حرب السادس من اكتوبر 1973. تأميم الشركات البترولية الدولية العاملة في كل من الجزائر، العراق، الكويت.	نهاية مرحلة النفط الرخيص وبداية مرحلة الذهب الاسود تراكم مداخل البترول بالدول المنتجة التي عرفت نهضة اقتصادية.
1980	ارتفاع الاسعار لأول مرة فوق عتبة الثلاثين دولار (37.42دولار امريكي).	-الثورة الايرانية 1979؛ -الحرب العراقية الايرانية 1980؛	استمرار تكديس مداخيل البترول بالدول المنتجة ومواصلة النهضة الاقتصادية بهذه الدول.
1986	انخفاض الاسعار الى (14.44دولار امريكي).	-رفع المخزون النفطي الامريكي؛ -زيادة الانتاج السعودي؛	-تراجع مداخيل الدول المنتجة والتي يعتمد اقتصادها بصفة كلية على مداخيل البترول؛ -لجوء العديد من هذه الدول الى المديونية الخارجية، ركود اقتصادي بالكثير من الدول المنتجة.
1998	تراجع الاسعار الى (11.91 دولار امريكي).	الازمة المالية الاسيوية التي سببت ركودًا اقتصاديًا ادى الى تراجع الطلب العالمي على البترول.	تأكد عدم استقرار اسواق البترول ركود اقتصادي بالدول المنتجة المعتمدة على الريع النفطي.
2006	ارتفاع الاسعار الى ما فوق الخمسين دولار لأول مرة (58.30 دولار أمريكي)	-زيادة الطلب العالمي على النفط. -انخفاض اسعار الدولار الامريكي. -ازمة الرهن العقاري الامريكي، والتوجه نحو الاستثمار من البترول.	ارتفاع نسبة التضخم بسبب زيادة السيولة الناتجة عن زيادة الايرادات النفطية.
2008	ارتفاع الاسعار الى(145 دولار امريكي) لأول مرة.	مخاوف بشان انقطاع الامدادات بسبب تأزم الاوضاع بالشرق الاوسط.	عدم استقرار كلي في الاسواق اثر على اقتصاديات الدول المنتجة والمصدرة.
2014 - 2016	بداية انخفاض الاسعار واستقرارها في حدود الاربعين دولار.	-ضعف الطلب العالمي. -طفرة الغاز الصخري الامريكي.	-تراجع مداخيل البلدان النفطية وبداية نهاية الحلول المؤقتة لتجاوز الازمة. -اجتماع الدول المنتجة على اهمية رفع الاسعار من خلال تسقيف الانتاج

المصدر: اهم التغيرات في اسعار البترول منذ تأسيس منظمة الاوابك ،المنتدى العالمي الـ 15 للطاقة، الجزائر، 26-28سبتمبر 2016 https://www.youtube.com/watch?v=UVc3epJCYZE

المطلب الثالث: الغاز الطبيعي GAZ

الفرع الأول : مفهوم الغاز الطبيعي ونشاته: كلمة "GAZ" هو تحريف لكلمة الفلمنكية "Ghoast"، بدأت الصناعة الغازية عام1800 في الولايات المتحدة واوروبا في وقت واحد. كان الغاز المنتج الناتج من تقطير الفحم ويستغل للإضاءة العامة؛ وتم الحصول عليه في الولايات المتحدة من(500 كلغ) من فحم الكوك.(mainguy 1067)[1]

يعتبر ثاني اهم انواع الطاقة الاحفورية بعد النفط، يحتوي على وحدات حرارية اعلى بكثير من الفحم حيث يعتبر من انظف المصادر الاحفورية، يوجد في باطن الارض مصاحبًا للنفط في بعض الحقول كما يوجد غير مصاحب للنفط في حقول اخرى[2]، ويوجد نوع اخر من الغاز الذي تكوّن بتأثير العوامل التي ادت الى تكوّن الفحم، وبالتالي فان تقدير المخزون من الغاز امر اكثر صعوبة من تقديره في حالة الفحم والنفط؛[3] وهو مشّكل من غازات اهمها غاز الميثان بنسبة(95%) والايثان بنسبة(18.5%) والبروبان بـ(11.6%) والبيوتان بنسبة(4.4%)[4]، وتعتبر المعالجات اللازمة لإعداده كوقود نظيف اقل بكثير مما يحتاجه الفحم او النفط، وكل ما يحتاجه هو ازالة الشوائب مثل الهيدروجين واكسيد الكربون ويدخل كوقود في الصناعات ذات الاستخدام الكثيف للطاقة مثل صناعة الاسمنت، الحديد وانتاج الكهرباء...[5]؛ ويتم نقله من خلال تمريره في انابيب تمتد من داخل البئر الى مناطق التخزين ثم توزيعه على المستهلكين ما يستدعي وجود شبكة انابيب ضخمة تتولى توزيعه على مناطق الاستهلاك. اما الغاز المستخدم في تشغيل محطات الوقود او المصانع فيتم ضخه في انابيب ضخمة وذلك لمواجهة الطلب الكبير عليه، كما يدخل كبديل للمازوت في تشغيل افران المخابز وفي تدفئة المنازل وتسخين المياه.

الفرع الثاني: أنواع الغاز الطبيعي: يصنف الغاز الطبيعي الى نوعين: الغاز الحيوي والغاز الحراري؛ يتولد الغاز الحيوي عند الاعماق الضحلة بالقرب من السطح عندما تكون درجة الحرارة غير كافية لتوليد البترول السائد، وحيث تنشط البكتيريا عند الاعماق الضحلة وتتواجد بكميات هائلة تساعد على تحويل المادة العضوية الى غاز والذي يعرف بغاز المستنقعات ويتكون اساسًا من الميثان، وبالطبع فان هذا الغاز عادة ما لا يجد فرصة مواتية لاصطياده فيتبدد بسرعة، غير ان ثمة عددا قليلا من الحالات التي عثر فيها على هذا الغاز، وحقل يورنحوي في سيبيريا خير مثال على ذلك والذي يعتقد انه غني بالغاز الحيوي والذي تم احتجازه اسفل الطبقة الجليدية الدائمة ويحتوي هذا الحقل على مخزون من الغاز الطبيعي يقدر بنحو 275 تريليون قدم مكعب، وبصورة عامة فان وجود الغاز الحيوي يتضاءل مع زيادة العمق حيث يتراجع فعل البكتيريا بزيادة درجة الحرارة.

---

[1] y. mainguy ,(op ;cit), p ;255

[2] محمد رافت اسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل(مرجع سابق)، ص؛23

[3] سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة البديلة، عالم المعرفة(سلسلة كتب ثقافية) ، اصدارات المجلس الوطني للثقافة والادب ،الكويت، 1981، ص18.

[4] كتوش عاشور،" الغاز الطبيعي في الجزائر واثره على الاقتصاد الوطني"، اطروحة لنيل شهادة دكتوراه دولة في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر،2003 -2004.

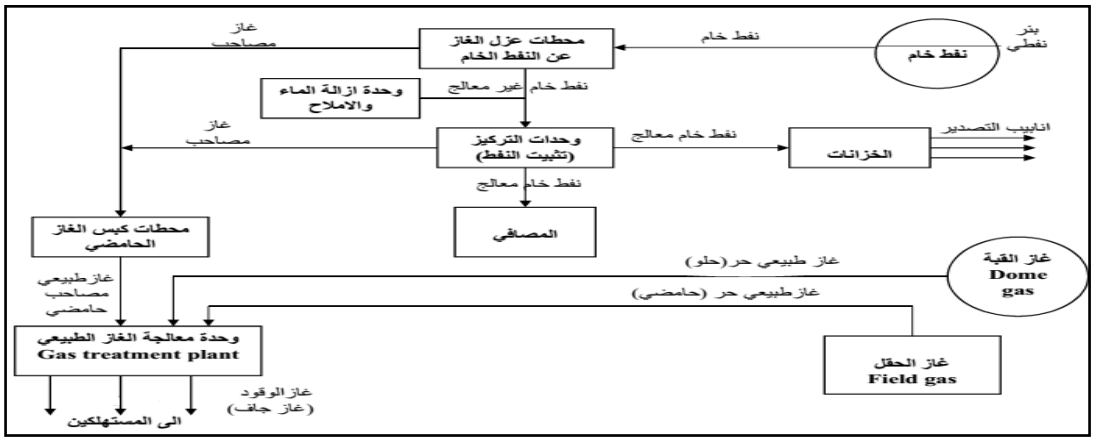
[5] عبد المطلب النقرش(مرجع سابق)، ص؛12،11

اما الصنف الاخر من الغاز الطبيعي والذي يعرف بالغاز الحراري فانه يتولد عند درجات حرارة عالية وعندما يكون الصخر المصدري قد ترسب عند اعماق كبيرة تصل عندها درجة الحرارة الى اكثر من 150° وعندئذ تكون الفرصة سانحة للغاز على حساب البترول السائل، ويبقى الغاز الناشئ على هيئة غاز جاف او غاز رطب حسبما تتهيأ ظروف النشأة.[1]

كما يتواجد الغاز الطبيعي [2]في الابار مصاحبا للبترول فيسمى "الغاز المصاحب" ويكون موجودا مع النفط الخام اما مذابا او طافيا على سطحه، وعادة ما يكون سائلا، ولا يتطلب عمليات خاصة لاستخراجه لأنه يأتي مصاحبًا لإنتاج النفط الخام وعادة ما تكون نسبة كبيرة منه من المحتويات ثقيلة.

وقد يوجد الغاز الطبيعي في ابار بمفرده فيسمى "الغاز الحر "وهو الغاز الذي يستخرج من حقول مستقلة منفردة ثم يصدر الى الاسواق المحلية والعالمية. تكون تقنية معالجة هذا الغاز اكثر بساطة لان منتجاته من النوع الخفيف التي يمكن الاستفادة منها في الصناعات البتروكيمياوية نظرا لارتفاع نسبة الميثان وانخفاض نسبة الشوائب خاصة كبريتيد الهيدروجين، تتمثل معظم احتياطيات الغاز الطبيعي في الدول العربية في الغاز الحر الذي يمثل نحو ثلثي الاحتياطيات العربية اما الثلث الباقي فهو عبارة عن غاز مصاحب لإنتاج النفط. نوضح من خلال الشكل (1-2-5) طرق انتاج الغاز الطبيعي وانواعه.

الشكل (1-2-5): طرق انتاج الغاز وانواعه



المصدر: خالد جابر حمد يوسف، مقال الغاز الطبيعي.

http://www.arab-oil- naturalgas.com /articles/oil/articleO_23.htm

الفرع الثالث: تجارة الغاز الطبيعي: توسعت تجارة الغاز بمقدار (63 مليار متر مكعب) بنسبة(6.2%)، وهو اقوى نمو له منذ عام 2010 ، وساعدت على نمو صادراته بنسبة(10%)، نتيجة ارتفاع صادراته في استراليا والولايات المتحدة (بزيادة 17 و 13 مليار متر مكعب على التوالي) ، وصادرات خطوط الانابيب الروسية (15 مليار متر مكعب) في عام 2017 ، وتعد الصين ثاني اكبر مستورد للغاز الطبيعي المسال في العالم بعد اليابان.[3]

---

[1] سليم زيدان، (مرجع سابق)، ص؛ 180

[2] نبيل جعفر عبد الرضا، (مرجع سابق)،ص؛171

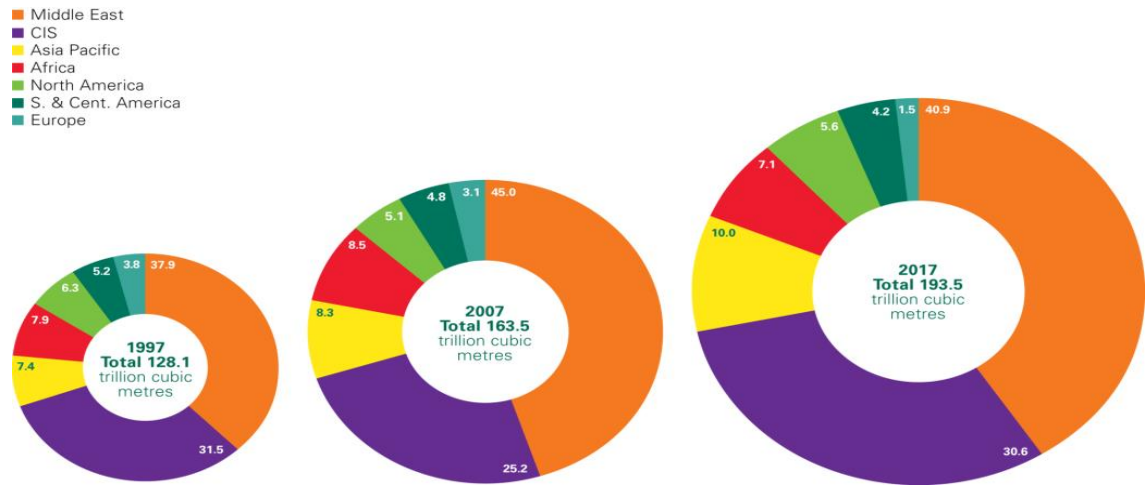
[3]BP 2018,(op.cit),p ;34

وتنحصر تجارة الغاز الطبيعي في ثلاث اسواق رئيسية وهي امريكا الشمالية وهي اكبر سوق يستهلك (700 مليار متر مكعب) سنويًا وهي مكتفية ذاتيا تقريبا، وثاني اكبر سوق هي اوروبا وتستهلك نحو(450مليار متر مكعب) سنويًا، وهي تعتمد على امكانياتها الذاتية، وعلى روسيا والجزائر بشكل كبير، اما السوق الثالث فهي جنوب شرق اسيا وتستهلك (250 مليار متر مكعب) وهي سوق واعدة ومتطورة وتعتمد على تجارة الغاز من المنطقة العربية، وعلى امكانياتها الذاتية وخاصة من اندونيسيا وماليزيا.[1]

ويعود افضل استثمار للغاز الطبيعي في مجال الصناعة والاستخدامات المنزلية وتوليد الطاقة الكهربائية وتحلية المياه وحقنه في ابار النفط لغرض رفع طاقتها الانتاجية، كما ان الغاز المحقون يمثل ثروة اقتصادية وخزين يمكن استثماره في المستقبل، ولهذا فان تجارته تصب في اطار بناء العلاقات الدولية اكثر من الحصول على الربح (تامر غضبان واخرون، ص14).[2]

الفرع الرابع: احتياطي الغاز الطبيعي انتاجه واستهلاكه: نظرا لكفاءة اقتصاديات استخدامه في محطات توليد الطاقة والعوامل المرتبطة بالمحافظة على البيئة من التلوث فانه يعتبر اسرع وقود احفوري من حيث مصدر نمو الاستهلاك على المستوى العالمي، فقد ارتفع استهلاك الغاز بمقدار (96 مليار متر مكعب) اي بنسبة (3%)، في عام 2017 وقد شهد استهلاكه بالاتحاد الاوروبي ارتفاعا بمقدار(30 مليار متر مكعب)، اي بنسبة (7.1%) وهذا اسرع نمو منذ عام 2010. كما شهدت روسيا اكبر انخفاض في استهلاك بمقدار (-12 مليار متر مكعب)،[3] وكان العامل الاكبر الوحيد الذي قاد الاستهلاك العالمي للغاز في العام الماضي هو الزيادة في الطلب الصيني على الغاز (31 مليار متر مكعب) حيث ارتفع الاستهلاك بنسبة تزيد عن (15%)، وهو ما يمثل حوالي ثلث الزيادة العالمية في استهلاك الغاز. نما استهلاك الشرق الاوسط (28 مليار متر مكعب) واوروبا (26 مليار متر مكعب). انخفض الاستهلاك في الولايات المتحدة بنسبة (1.2%)، اي بـ (11 مليار متر مكعب).

الشكل(1-2-6): توزيع الاحتياطات العالمية المؤكدة للغاز الطبيعي عام 1997و2007، 2017



Source: BP 2018 (Op,Cit), P;27

---

(1) رضا عبد الجبار الشمري، (مرجع سابق)،ص؛436

(2) رضا عبد الجبار الشمري، (نفس المرجع)،ص؛ 434

(3) BP 2018,(op.cit),p ;26

اما فيما يخص انتاجه العالمي فقد ارتفع بمقدار (131 مليار م^3)، اي بمعدل (4%) عام 2017، اي ما يقرب من ضعف معدل النمو في 10 سنوات البالغ(2.2%) ،كان النمو الروسي الاكبر بمقدار (46 مليار م^3) ما يعادل (8.2 %) تلتها ايران عند(21 مليار م^3) ما يعادل(10.5%)، واستراليا عند (17 مليار م^3) ما يعادل(18%) والصين (11مليار م^3) بمعدل(8.5 %).

وارتفع احتياطي الغاز العالمي المؤكد في عام 2017 ارتفاعًا طفيفًا بمقدار(0.4 تريليون م^3) اي بمعدل(0.2%) الى (193.5 مليار م^3). هذا يكفي لتلبية 52.6 سنة من الانتاج العالمي في مستويات 2017،كانت اسرائيل اكبر مساهم في النمو (0.3 طن متري)،تحتل دول الشرق الاوسط اكبر الاحتياطيات المؤكدة (79.1 تريليون م^3) بنسبة(40.9%)من الاجمالي العالمي.[1] كما هو مبين في الشكل(1-2-6) التالي:

ونبين ذلك من خلال الجدول (1-2-7) التالي حصص احتياط الغاز الطبيعي واستهلاكه، وانتاجه في العالم خلال2012-2016، اما الجدول (1-2-8) يوضح منتجي الغاز الطبيعي عالميا.

الجدول(1-2-7): حصص استهلاك الغاز الطبيعي في العالم خلال 2012-2016 .

مليار متر مكعب

	2013	2014	2015	2016	2017	نسبة النمو
الاستهلاك	3371.5	3398.7	3474.2	3574.2	3670.4	%3
الانتاج	3376.2	3446.9	3519.4	3549.8	3680.4	% 4
الاحتياط	191.9	193.2	191.5	193.1	193.5	% 0.2

Source: BP 2018 (op,cit), p;26,28,29

الجدول(1-2-8) : منتجي الغاز الطبيعي في العالم (احصائيات 2008)

الدول%		المؤسسات%	
روسيا	21	غاز بروم Gazprom	18
الولايات المتحدة	19	اكسون موبيل Exxon mobil	3
كندا	6	شال Shell	3
ايران	4	Bp	3
النرويج	3	شيفرون Chevron	2
هولندا	2.7	بيتروشينا Petrochina	2
الجزائر	2.6	كونكوفليبس Concophillips	2
قطر	2.5	توتال Total	2
اندونسيا	2.4	المؤسسات الخاصة	21
الصين	2.4	المؤسسات العمومية	44
دول اخرى	34.4		
المجموع	100%	المجموع	100%

Source :jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit),p, 247

[1] BP 2018 (op,cit),p;29

يمثل العشرة الاوائل المنتجين (ثلثي الانتاج العالمي)، والعشرة الاوائل المصدرة (80%) من التجارة الدولية والعشرة الاوائل الاستيراد (75%) من التجارة. عدد اللاعبين في السوق العالمية هو اقل بكثير من يبقى مع النفط والغاز والطاقة المحجوزة للمستوردين الصناعية.

ان الاهمية الاقتصادية للغاز كبيرة خصوصا في مجال الصناعة وتوليد الطاقة الكهربائية والاستخدام المنزلي والاستخدامات الاخرى، وان اعادة تشغيل المنشآت الصناعية المعتمدة على الغاز كمادة اولية او كوقود، فضلا عن اقامة محطات توليد الكهرباء الغازية ومصانع البتروكيمياويات وغيرها، ستعطي قيمة مضافة للاقتصاد الوطني؛ كما يتميز الغاز بانخفاض كلفة استخدامه عند مقارنته بأسعار الوقود الاخرى خصوصا الوقود السائل، فضلا عن تميزه بكونه وقودا نظيفا اقل ضررا على البيئة لأنه ذو انبعاثات كربونية اقل مقارنة بأنواع الطاقة الاحفورية الاخرى (الفحم والنفط).

المطلب الرابع: مصادر النفط الغير تقليدي والطاقة النووية

الفرع الأول: موارد النفط غير التقليدي: يشكل النفط الثقيل والبيتومين قاعدة موارد كبيرة جدا توفر استثمارا جيدا، وتصل تقويمات موارد النفط الثقيل والبيتومين عالميًا الى حوالي(6 تريليونات برميل)، منها (2 تريليون برميل) قد تكون قابلة للاستخراج بشكل نهائي. وقد انخفضت كلفة الانتاج والعمليات بشكل كبير في العشرين سنة الماضية، ما جعل جزءًا من موارد رمال النفط الكندية اقتصاديًا بأسعار نفط اقل من(20 دولار امريكي للبرميل).

اولا: النفط الثقيل: تتركز بشكل كبير في كندا وفنزويلا اللتين يوجد فيهما على التوالي(2.5 تريليون) و(1.5 تريليون برميل). واذا ما تم تأكيد الاحتياطي بمعدل استخراج (20)%، فان هاتين الدولتين وحدهما سيكون لديهما احتياطي اكبر من الاحتياطي التقليدي في الشرق الاوسط. تحتل كندا المركز الثاني بعد السعودية من حيث امتلاكها لأكبر احتياط نفطي.[1]

ثانيا: البيتومين: يستخرج القطران او البيتومين من الصخر باستخدام الحرارة، الماء او المذيبات لمعالجة هذا المستخلص. ويحتاج البيتومين المستخرج للتحسين او المزج بهيدروكربونات اخف قبل نقله بالأنابيب الى مصافي التكرير، ويشمل التحسين اضافة نسبة الهيدروجين الى الكربون، اما عن طريق تكرير بإزاحة الكربون او بواسطة التقطير الهيدروجيني، وتنتج من ذلك ما يعرف بالنفط الخام الصناعي الذي يمكن نقله الى مصافي التكرير.[2]

ثالثا: طفل النفط (الطفل الزيت oil shale): هو نوع من الصخور الرسوبية الغنية بالمادة العضوية المعروفة بالكيروجين kerogen، ويمكن تسخين الكيروجين الموجود في الرسوبيّات حتى درجة حرارة تبلغ حولي(500°) لإنتاج نفط سائل،[3] ويعتبر من الصخور المصدرية القديمة ولكنها لم تترسب وتدفن عند اعماق ودرجات حرارة كافية لتحويل المادة العضوية الى الزيت،

---

[1] مظهر بايرلي (مترجم)، ادخار الموارد: تقانات النفط والغاز من اجل اسواق الطاقة المستقبلية، وكالة الطاقة الدولية، الطبعة الاولى 2011، بيروت، ص؛ 115

[2] مظهر بايرلي،(نفس المرجع) ،ص؛ 116

[3] مظهر بايرلي،(نفس المرجع) ،ص؛ 125

وعليه فإنها تعتبر صخورا غير ناضجة وتصاحبها صخور غير عضوية مثل الصلصال والكلسيت والملح. يتواجد في كل من استراليا، الولايات المتحدة، الاردن،...يصل المخزون منه الى اكثر من(600 بليون برميل)، ان يتم تعدينه بالطرق السطحية او بالتسخين الاصطناعي لفصل الزيت منه، وبسبب تكلفة الانتاج العالية فان هذا لا يجعل من تنميته وانتاج الزيت الخام منه امر جذابا، كما يمكن استخدامه مباشرة كوقود مشابه للفحم منخفض النوعية.[1]

رابعًا: رمال النفطية او رمال القطران او النفط شديد الكثافة: تحتوي هذه الرمال على زيت ثقيل للغاية وغير مختلط بحباتها، ونظرا للزوجة العالية لهذا الزيت فانه يصعب انتاجه بالطرق المعتادة،[2] لذا يعرّف بالنفط غير المعتاد للتفريق بينه وبين النفط الخام الذي يستخرج من الابار، كما توجد رواسب ضخمة من هذه الرمال القطرانية في كندا وفنزويلا وتريندداد، ويعتقد انها نشأت في الاصل من زيت ذي جودة جيدة ثم تدهورت حالته فيما بعد بسبب تعرضه للجو وتأثره بالأحداث الجيولوجية، وقد عثر على مخزونات هائلة من هذه الرمال رمال اثباسكا في البرتا بكندا [3] تقدر بنحو(800 بليون برميل) من الزيت، كما ان بعضها موجود على اسطح اللاتوافق، ويجرى تعدين هذه الرمال القطرانية بصورة اقتصادية في بعض المناطق.[4]

الفرع الثاني: الطاقة النووية: هي احد اشكال الطاقة، وتختص باستخراج الطاقة الموجودة في نواة احد العناصر، توفر في بعض البلدان جزءًا كبيرا من توليد الطاقة الكهربائية، حيث تساهم بحوالي(7%)من الطاقة الأولية المستهلكة، و(17%) من الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم، و(23%) في دول منظمة التعاون الاقتصادي.[5]

اولا: تاريخ الطاقة النووية: [6] لقد تم تطوير الطاقة النووية اساسا في خمسينات من القرن الماضي من اجل التطبيقات السلمية للكميات الكبيرة جدا من الطاقة المحررة نتيجة الانشطار النووي .

1896	اكتشاف النشاط الاشعاعي الطبيعي من قبل الفرنسيين هنري بيكريل (املاح اليورانيوم)؛
1897	اكتشاف الالكترون بواسطة طومسون الانجليزي؛
1898	اكتشاف عنصري(le polonium et le radium) المشعة الجديدة من طرف الفرنسيين pierre et marie curie
1900	اكتشاف الاشعاعين αوβ من طرف الانجليزي rutherford ernest
1905	يحدد القانون البرت انشطين 'التكافؤ بين المادة والطاقة' $E=mc^2$ ، (قدم مبداين المحافظة: على المادة و الطاقة)[7]
1911	اكتشاف نواة الذرة (RUTHERFORD).
1932	اكتشاف NEUTRON من طرف الانجليزي (CHADWIK).

[1] سليم زيدان،(مرجع سابق)، ص؛197

[2] محمد ماضي، كمال ديب، اقتصاديات الطاقات الناضبة والمتجددة، النشر الجامعي الجديد،2016 ،ص109

[3] دينس هيز، ترجمة حاتم نصر فريد، عالم ما بعد البترول، مكتبة غريب، القاهرة 1981 ، ص؛ 44

[4] سليم زيدان،(مرجع سابق)، ص؛ 198

[5] y.Mainguy ,(op,cit),p ;430

[6] jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit),p, 447 ;448

[7] y.Mainguy ,(op,cit) ,p ; 407

1934	اكتشاف النشاط الاشعاعي الاصطناعي (Irene et frédéric joliot-curie)
1938	اكتشاف مبدا الانشطار النووي من طرف الالماني (Otto Hahn Et Fritz Strassman)
1939	ان هناك عدد من النيترونات الناتجة من عملية الانشطار الحاصلة لليورانيوم 235 يمكن استعمالها مرارا لتوليد سلسلة من المفاعلات النووية ذات طاقة هائلة؛
1941	اطلاق برنامج MANHATTAN في الولايات المتحدة (بحث عن سلسلة من المفاعلات النووية المتفجرة).
1942	2 ديسمبر اول مفاعل نووي بناه (ENRICO FERMI)؛
1944	اقيم اول مفاعل نووي وقوده اليورانيوم الطبيعي بهانفورد بأمريكا لإنتاج مواد الاسلحة النووية ؛[1]
1945	16 يوليو ESSAI A ALMOGORDO اول قنبلة ذرية بالمكسيك (الولايات المتحدة الامريكية)؛
1945	6و9 اوت تدمير هيروشيما بقنبلة اليورانيوم المخصب ثم ناكازاكي في انفجار قنبلة البلوتونيوم.
1946	السيطرة على اول مفاعل نووي في الاتحاد السوفياتي.
1947	اول تفاعل نووي كندي و اول تفاعل نووي بريطاني
1948	اول مفاعل نووي فرنسي (ZOE)؛
1949	29اوت اول انفجار نووي السوفياتي.
1951	اول انتاج تجريبي للطاقة النووية محطة (EBR-1) قرب اراكوفي ولاية ايداهو بالولايات المتحدة.[2]
1952	31اكتوبر اول انفجار اول قنبلة هيدروجنية امريكية في جزيرة Eniwetok في المحيط الهادئ (مبدا الاندماج)
1953	فبراير؛ انطلاق (USS Nautilus (SSN-571 ، اول غواصة نووية وصلت الى القطب الشمالي، صنعتها شركة جنرال داينمكس لصالح البحرية الامريكية؛
1953	12اوت؛ انفجار اول قنبلة هيدروجينية في الاتحاد السوفياتي.
1954	28فبراير؛ انفجار قنبلة هيدروجينية في بيكيني 'الولايات المتحدة' بقدرة عالية ؛
1955	التنمية الصناعية للطاقة النووية في الولايات المتحدة (برنامج "الذرة من اجل السلام")
1955	اول محطة نووية لتوليد الكهرباء بالتشغيل في روسيا بقدرة عظمى بلغت 5 ميغاواط كهربائية فقط. [3]
1958	افريل؛ انتاج بواسطة la pile G1 de Marcoule اول KWH النووية الفرنسية.
1958	اول محطة نووية على الصعيد التجاري كانت محطة كالدرهول calder hall التي تم افتتاحها في المملكة المتحدة؛ وهي مؤلفة من اربعة مفاعلات (قدرة توليد كهربائية عظمى لكل منها تساوي 50 ميغاواط كهربائية).[4]
1960	13فبراير؛ اول تفجير نووي فرنسي في رقان (الجزائر).
1962	في بلجيكا، تحديث اول مفاعل الماء المضغوط الغربي خارج الولايات المتحدة ("بلجيكا 3 مفاعل« BR3 ")، استنادًا الى مفاعل Shippingport الذي بناه Westinghouse في الولايات المتحدة.

[1] هاني عمارة، (مرجع سابق)، ص؛ 234

[2] هانز هولغر روغنر، عدنان شهاب الدين، مقال "خيار الطاقة النووية"، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة والتنمية "البيئة العربية .6 الطاقة المستدامة (التوقعات، التحديات، الخيارات) تحرير ابراهيم عبد الجليل، محمد العشري، نجيب صعب، بيروت ،لبنان 2013، ص؛74

[3] jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit),p, 183

[4] jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op,cit),p, 183

1963	5اوت؛ (معاهدة الحظر الجزئي للتجارب النووية)، وقعت موسكو مع الولايات المتحدة، وبريطانيا، والاتحاد السوفياتي، بحظر التجارب النووية في الجو وفي الفضاء وتحت الماء (يسمح للإجراء التجارب فقط تحت الارض).
1963	تحديث اول مفاعل نووي فرنسي مرتبط بالشبكة بـ CHINON
1964	16 اكتوبر، اول قنبلة ذرية الصينية (اليورانيوم المخصب)؛
1967	14 فبراير؛ توقيع معاهدة نزع السلاح النووي في امريكا اللاتينية (معاهدة tlatelolco).
1968	1يوليو توقيع معاهدة عدم انتشار الاسلحة النووية (TNP) من قبل الولايات المتحدة، وبريطانيا والاتحاد السوفييتي
1974	18ماي؛ اول انفجار نووي بالهند (قنبلة البلوتونيوم).
1979	28مارس؛ حادث خطير في المفاعل رقم 2 (المحطة الامريكية Three Mile Island).
1986	25ابريل؛ كارثة تشرنوبل بالاتحاد السوفياتي؛11مارس، كارثة فوكوشيما بشرق اليابان؛

ثانيًا: مفهوم الطاقة النووية هي تلك الطاقة المستمدة من الانشطار النووي حيث تنشطر المواد الثقيلة عند قذفها بالنيوترونات ما يولد هذا الامر سلسلة من التفاعلات تنتج عنها طاقة هائلة، اذ تقذف ذرة اليورانيوم بنيوترون فتنقسم الى عنصرين اصغر (باريوم Barium وكريبتون Krypton) بالإضافة الى ثلاث نيوترونات سريعة جدا تصطدم بذرات ثلاث من اليورانيوم 235، وهكذا دواليك،[1] تتعدد انواع المحطات النووية التي تنتج الطاقة الكهربائية من عملية الانشطار النووي ابرزها المفاعلات العاملة بالماء العادي ومفاعلات الماء الثقيل وكذا مفاعلات التبريد الغازي ولكل منها اثار ايجابية و سلبية. [2]

وهي تلك الطاقة المستمدة من الاندماج النووي Nuclear Fusion حينما تنصهر نظائر مواد خفيفة تحت درجة حرارة وضغط مرتفعين جدا حتى يلتحما ليشكلا نواة ثقيلة؛ وهذا يشبه ما يحدث للشمس حيث تندمج نواتي هدروجين لتكوين نواة هليوم، وينتج عن عملية الانصهار النووي طاقة هائلة تعادل اضعاف المرات الطاقة الناتجة عن عملية الانشطار النووي، ولكن هذا النوع من الطاقة مازال قيد الدراسة والتطوير ولا يتوقع تجسيده تجاريا الا بعد عدة سنوات، ولو يتم تجسيد هذا المشروع ستصبح الطاقة الكهرونووية طاقة متجددة ونظيفة لاعتمادها على مصدر الهدروجين المتجدد. [3]

يتكون الوقود الاندماجي من نظائر الهيدروجين وهي الديوتيريوم H^2_1sوالتريتيوم H^3_1s وينتج عن اندماجهما نواة الهليوم $He_2{}^4a$.[4]

ولكن العلماء يعتقدون ان نجاح مشروع توليد الطاقة من الاندماج النووي على ارض الواقع سوف يحتاج الى عشرات السنين، فتلك الدرجة المرتفعة المطلوبة للتفاعل لا يمكن الوصول اليها على سطح الارض الا في المختبرات العلمية في الوقت الحالي، ولم تتحقق اليوم الا لفترات زمنية في غاية الصغر، حيث تكمن الصعوبة في الحفاظ على درجة حرارة عالية وضغط مرتفع على مدى زمني كبير. ولكن بعض التصريحات تشير الى زيادة الآمال بتحقيق ذلك الطموح خلال مدة 15 عام على الاكثر، من خلال المفاعل التجريبي

---

[1] هاني عمارة (مرجع سابق)، ص؛ 223

[2] ممدوح فتحي، الطاقة النووية و انتاج الطاقة، مجلة اسيوط للدراسات البيئية، العدد22 جانفي 2002، ص،63.

[3] هاني عمارة (نفس المرجع)، ص؛228

[4] y.mainguy,(op,cit),p ;430

ITER الواقع في جنوبي فرنسا، والذي تتشارك فيه الولايات المتحدة واوروبا واليابان والصين وروسيا، فضلا عن بعض الدول الاخرى، بإدماج الهيدروجين ثم الانتقال الى الديتريوم Deuterium والتريتيوم Tritium، مشروع DEMO الذي يهدف الى تزويد الشبكات بالطاقة الكهربائية نحو عام 2040.

يتميز الاندماج النووي عن الانشطار النووي كمصدر للطاقة، بان الطاقة الناتجة من المفاعل الاندماجي اكبر من طاقة المفاعل الانشطاري فالكيلوجرام من اليورانيوم ينتج طاقة تعادل (22.9مليون كيلوواط ساعة) بينما الكيلوجرام من الديوتيريوم ينتج (177.5 مليون كيلوواط ساعة) اي انها اكبر بحوالي ثمان مرات. [1]

ولا يعني الاندماج النووي ان هذه الصناعة خالية من التلوث الاشعاعي تماما، ولكن يمكننا القول ان المواد المشعة الناجمة عن هذه المفاعلات سوف يكون لها عمرا اشعاعيا قصيرا جدا قد لا يتجاوز مئة عام، بدلا من ملايين السنين في حالات النفايات الشديدة الاشعاع للمفاعلات التقليدية. ولكن انتاج التريتيوم نفسه ينجم عنه نفايات مشعة طويلة الامد.

فالطاقة النووية المتوفرة الان هي الطاقة الحرارية التي يتم الحصول عليها بواسطة المفاعلات من خلال عملية الانشطار النووي. وتستخدم الحرارة المنبثقة عن هذه الوسائل النووية في توليد الكهرباء عبر توربينات تعمل بواسطة بخار الماء، ولكن عملية الانشطار النووي فيها مخاطر بيئية تنجم عن صناعة المواد المشعة وتشغيل المفاعلات النووية والتعامل مع النفايات النووية.[2]

وقد شهد توليد الطاقة النووية في العالم زيادة بنسبة (1.1%) في عام 2017، اي (5 ملايين طن من النفط المكافئ). حيث شهدت ارتفاع بمعدل(0.7%) منذ 10 سنوات ، ساهمت الصين بنمو قدر بـ (8 مليون طن من النفط المكافئ) وتعتبر هذه اكبر زيادة يشهدها تاريخ الدولة الصينية منذ عام2004، مثل النمو الذي شهدته فرنسا في عام 1980. وسجلت كل من اليابان وبلجيكا نموًا متسارعًا قدر بـ (3 مليون طن نفط مكافئ)، في حين شهدت فرنسا انخفاضًا بمقدار (-3 مليون طن نفط مكافئ). [3]

الفرع الثالث: اليورانيوم:

اولا: مفهوم اليوارانيوم ونظائره: هو المادة الخام الاساسية للمشروعات النووية المدنية والعسكرية، ويستخلص من طبقات قريبة من سطح الارض او عن طريق التعدين من باطن الارض، وهو العنصر الاثقل الموجود طبيعيًا، له ستة عشر نظيرًا مشعًا مختلفًا مع ان الاكثر شيوعًا منها هو $U235$و $U238$، واليورانيوم234 "$U234$" وجد في اثار قليلة ناتجة من اضمحلال اليورانيوم 238، ان النظير المشع الاكثر وفرة هو اليورانيوم 238 والذي يعادل اكثر من(99%) من اليورانيوم الموجود في قشرة الارض، يلعب دورًا في الحفاظ على دفئ الارض، ومثل اي مادة مشعة فان اليورانيوم 238 يضمحل. ولكن ببطيء شديد، ان نصف عمره هو حوالي نفس عمر الارض البالغ(4.5 بليون) سنة.[4]

---

[1] هاني عمارة(مرجع سابق)، ص؛234

[2] طارق مراد ، موسوعة محيط المعرفة والعلوم "الفيزياء" دار الراتب الجامعية، بيروت- لبنان، ص؛ 53.

[3] BP 2018,(op.cit),p;41

[4] سمير سعدون مصطفى، بلال عبد الله ناصر، محمود الخضر سلمان، "الطاقة البديلة مصادرها واستخداماتها" الطبعة الاولى 2011، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع،عمان الاردن، ص؛ 112

يستخدم لإنتاج الطاقة النووية " اليورانيوم" الذي يعتبر من اثقل المواد واكثرها كثافة حيث يحتوي على 92 بروتون ويختلف عدد النيوترونات من بديل لأخر حيث نجد "اليورانيوم 238" و"اليورانيوم 235"،" اليورانيوم 234" وغيرها وهذه الارقام تشير الى عدد النيوترونات حيث لكل نوع من اليورانيوم استخدامات خاصة به، وتحتوي على ذرات ذات كتلات مختلفة تسمى النظائر. ونجد: [1]

- (اليورانيوم U^{238}):(99.3 %) ذات لون ازرق غامق، قابل للانشطار، ولكن عند طاقة حركة اكبر للنيوترونات.[2]
- (اليورانيوم U^{235}): (0.7 %) ذات لون ازرق فاتح، وهو الوحيد من نظائر اليورانيوم الذي يوجد في الطبيعة وقابل للانشطار بالنيوترونات عند طاقة حركة منخفضة. [3]
- النظائر الاخرى : (0.01%)

يبين الجدول(1-2-9) الاتي مخزون العالم من اليورانيوم وفق تقديرات عام 2009، حيث يتضح ان الكميات الاوفر هي تلك المتواجدة في استراليا وكازاخستان وروسيا وكندا، ثم تتدرج الى الولايات المتحدة الامريكية فجنوب افريقيا ثم ناميبيا ،فالبرازيل، فالنيجر...

الجدول(1-2-9): مخزون العالم من اليورانيوم وفق تقديرات عام 2016

البلد	النسبة المئوية في العالم
استراليا	29.1%
كازخستان	13 %
روسيا	8.9%
كندا	8.9%
جنوب افريقيا	5.6%
النيجر	5.1%
ناميبيا	4.7%
البرازيل	4.8%
الصين	4.8%
دول اخرى	17%
المجموع العالمي	100%

Source: The Nuclear Energy Agency And The International Atomic Energy Agency, Oecd 2016,Uranium 2016: Resources, Production And Demand.

[1] هاني عمارة(مرجع سابق)،ص؛235

[2] ايوب ابو دية،"الطاقة النووية، ما بعد فوكوشيما"،المملكة الاردنية الهاشمية، عمان ، 2011،ص، 6؛7.

[3] هاني عمارة، (مرجع سابق)،ص؛234

ثانيا: تخصيب اليورانيوم Enrichment of Uranium : هو عملية فصل اليورانيوم 238 واليورانيوم 235، وتتم بتخلل مادة هكسافلوريد اليورانيوم الغازية وراء حاجز من مادة مسامية فتزيد نسبة اليورانيوم235 في اليورانيوم من(0.7%) الى نحو(3.5%)، وذلك لان نفاذية اليورانيوم -235 في الحاجز المسامي تكون اعلى من نفاذية النظير يورانيوم-238 الاثقل منه، وبتكرار عملية النفاذية خلال حواجز متتالية مرات كثيرة، ويصبح بذلك صالحا للاستخدام في المفاعلات النووية.

ويمكن تخصيب اليورانيوم بعدة طرق : [1]

☜ **طريقة الانتشار الغازي**: يتم ذلك بتحويل اليورانيوم الطبيعي الى غاز هكسافلوريد اليورانيوم Hexafluoride Uranium ثم يضخ خلال حاجز مسامي يسمح لذرات يورانيوم235 بالمرور خلاله بسرعة اكبر من سرعة نفاذية بقية ذرات اليورانيوم، وبتكرار هذه العملية في عدة دورات يرتفع تركيز اليورانيوم235 الى نحو(90%) فيصلح لصنع الاسلحة النووية[2] (وهذا ما اتبعته الولايات المتحدة الامريكية خلال الحرب العالمية الثانية لصنع قنبلة هيروشيما).

☜ **طريقة الطرد المركزي**: يحول اليورانيوم الى غاز هكسافلوريد اليورانيوم بالتسخين ثم يدخل في الة طرد مركزي تدور بسرعة كبيرة(50-70 الف دورة في الدقيقة)،[3] وبتأثير قوة الطرد تتجه ذرات يورانيوم238 الى حافة اسطوانة الطرد المركزي، بينما تبقى ذرات اليورانيوم235 الاخف في وسط الاسطوانة وتتحرك للأعلى، ويتركز اليورانيوم235 في وسط الاسطوانة فيسحب ويفصل. هذا ما تتبعه ايران في تخصيب اليورانيوم بالإضافة الى الصين وفرنسا وبريطانيا والاتحاد السوفياتي.

☜ **طريقة التدفق النفاث**: جنوب افريقيا

☜ **طريقة الفصل للنظير بالكهرومغناطيسية** : بالعراق قبل حرب الخليج عام 2009.

☜ **طريقة التخصيب بالليزر**: تحويل المعدن الة بخار وبتسليط الليزر عليه فتتير ذرات اليورانيوم 235 والتي تتجمع وتتركز بالتأثير الالكتروستاتيكي، وهذه التجربة تمت في كوريا الجنوبية عام 2000.

الفرع الرابع : استخدامات الطاقة النووية: اهمها الطاقة الكهربائية، حيث تعد اكثر مصادر الطاقة استخدامًا في عصرنا الحالي، فهي التي تدير الآلات في المصانع، وهي التي تستخدم في الاضاءة وادارة جميع الاجهزة المنزلية، وغيرها بالطاقة اللازمة لتشغيلها، ومن ثم كان البحث عن مصادر بديلة للوقود الاحفوري لتوليد الكهرباء من مصدر جديد وهو المفاعلات النووية التي تصنّف تكنولوجيًا على انها من الجيل الثالث.[4]

---

[1] هاني عمارة، (مرجع سابق)، ص؛ 235؛235

[2] "http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%AE%D8%B5%D9%A8" تخصيب اليورانيوم" تاريخ الاطلاع 15/ 2015/03 على الساعة 20:09

[3] "http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%AE%D8%B5%D9%A8" تخصيب اليورانيوم" تاريخ الاطلاع 15/ 2015/03 على الساعة 20:09

[4] طوني صغيني (مرجع سابق)،ص؛ 110

بلغ عدد المفاعلات العاملة في العالم لتوليد الكهرباء في نهاية عام 2007 (439 مفاعل)[1] بينما في 2016 ، بلغ (448 مفاعل) طاقتها الاجمالية (391جيغاواط)،ساهمت في توليد اكثر من (2476تيراواط/ساعة)من الكهرباء بلغ عدد المفاعلات قيد الانشاء في العالم (59 مفاعلا)،وخلال 2014 تم اغلاق (7 مفاعلات) بكل من كندا والولايات المتحدة. [2]

المطلب الخامس: المشاكل الناجمة عن استخدام مصادر الطاقات التقليدية واستمرارية توافرها.

الفرع الأول: المشاكل الناجمة عن استخدام مصادر الطاقات التقليدية :عادة اثناء استخراج مصادر الطاقة قد يصاحبها كثير من العمليات الملوثة للبيئة، وذلك نظرا لطبيعة هذه المصادر الغازية والسائلة والصلبة كما ينتج عن استهلاكها كمصادر للوقود انبعاث كميات هائلة من الملوثات البيئية والتي تجد طريقها للبيئة مسببة اضرارا علي المدى القريب والبعيد للإنسان والحيوان والنبات، ومع ذلك هناك نوعان من المشاكل الرئيسية المرتبطة بهذا النوع من الطاقة الاحفورية: [3].

اولا: محدودية توفر الطاقة الاحفورية: هو مصدر الطاقة الغير قابلة للتجديد، وهناك حاجة الى مصادر بديلة للطاقة. كما تراجع الامدادات، قد تبلغ تكلفة شراء الطاقة الاحفورية زيادة التسبب في مشاكل اقتصادية كذلك.

ثانيا: تغير المناخ تمثل في:

ا – ارتفاع حرارة مناخ الكرة الارضية: معظم المشاكل الناتجة عن الاستخدام المتزايد لمصادر الطاقة التقليدية هي مشاكل بيئية واهمها ارتفاع درجة حرارة المحيط الذي نعيش فيه، ويعتقد معظم العلماء ان درجة الحرارة ترتفع بمعدل($0.3°$) في كل عقد وذلك نتيجة لزيادة تركيز بعض الغازات(CO_2) في الجو، الذي يتحرر نتيجة حرق الوقود التقليدي.

ب – الامطار الحِمضيّة: من المخاطر الجانبية لحرق الوقود هو تساقط الامطار الحمضية، فبعض الغازات التي تتحرر عند احتراق الوقود وبالأخص ثاني اكسيد الكبريت النيتروجين، تتحد مع الماء في الجو مكونة حامض الكبريتيك والنتريك. ونتيجة لهذا فان اي مطر يتساقط على منطقة ما ستكون حامضا ويسبب ذلك تلفا للنباتات وتعطيلا لنمو الغابات وتفتيت بعض اجزاء الابنية وصدا للمعادن؛ ومعظم غاز ثاني اكسيد الكبريت ينبعث من المحطات الكهربائية التي تستخدم الفحم.

ج – تلوث البحار بواسطة النفط: ان محطات توليد الطاقة الكهربائية، ومصافي النفط، والمصانع الكبيرة يمكنها ان تكون اكثر الملوثات المنظورة، وذلك بسبب روائحها المميزة.

وليست كل الملوثات الضارة بالبيئة سببها حرق الوقود، ولكن هنالك مسببات اخرى مثل نقل الوقود عبر البحار. ان معظم الطاقة المصدرة من الدول المنتجة تنقل بواسطة البحار والمحيطات الى البلدان المستهلكة. وقد تطور اسلوب النقل واصبحت الناقلات ذات سعة كبيرة جدا. وبغض النظر عن الحوادث فان هذه الناقلات تساهم بدرجة كبيرة في تلوث البحار اذ انه عند عودتها الى مكان التصدير، بعد تفريغ شحنتها، تملا بالماء لغرض الموازنة، وعند تفريغ الماء تخرج معه كمية من النفط المتبقي وبالرغم من ان اساليب النقل

---

[1] "طاقة المستقبل للعالم العربي –مقارنة الطاقة الشمسية بالطاقة الذرية"، المركز الدولي لانظمة المياه والطاقة، ابوظبي، دولة الامارات العربية المتحدة،2010، ،ص؛12.

[2] نشرية شهرية صادرة عن منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (اوابك) (مرجع سابق). ص؛154.

[3] www.lshc.co.uk/downloads/ nonrenewable.pdf london hydrogen artnership 2016/02/25à.12:23

في الوقت الحاضر اصبحت اكثر امانا وضمانا فانه عند حصول حادثة ما سيكون التأثير كبيرا. ففي الفترة ما بين 1970 و1985 وقعت (186 حادثة تسرب) في كل منها اكثر من (1300طن) من النفط. وفي عام 1989 تسرب من احدى الناقلات (39000 طن) من النفط وغطى مساحة (1600م^2) في ولاية الاسكا الامريكية،اضافة الى حادثة التسرب النفطي في خليج المكسيك2010 (*).

ثالثا: الاشعاع والمخلفات النووية: من المتوقع ان تكون الطاقة النووية احد المصادر الرئيسية في انتاج الطاقة الكهربائية ولكن هذا لم يتم بسبب المعارضة الواسعة التي تواجه نصب هذه المحطات في مختلف انحاء العالم. خاصة بعد حادثة تشرنوبل(*)في الاتحاد السوفيتي السابق عام1986 وكارثة فوكوشيما(**) بشرق اليابان في 2011 اصبح نصب مثل هذه المحطات محدودا؛[1] وبسبب التخوف من تكرار حادثة اليابان وحصول تسرب اشعاعي خطير قررت المانيا الغاء تدريجي للطاقة النووية وانهاء العمل بها بحلول 2022، وهو ما سيضع تحديات كبرى امام اكبر اقتصاد اوروبي، لاسيما للبحث عن بديل للطاقة النووية التي توفر(20%) من امدادات الطاقة الالمانية.[2]

ومن المشاكل المتعلقة بمحطات الطاقة النووية ان المواد المستخدمة في الانشطار النووي ذات اشعاع عالٍ جدا، وقسم منها يبقى مشعا اشعاعا نوويا لعشرات الالاف من السنين. كما ان طرق التخلص من النفايات النووية غير مضمونة، وبالإضافة الى ذلك فان تفكيك المحطات التي انتهت اعمارها يسبب تسرب اشعاع نووي ايضا، وان اخذ اقصى درجات الحيطة والحذر في عدم تسرب الاشعاع ادى الى استخدام اجهزة معقدة وعالية الكلفة، ولهذا السبب فان كلفة انشاء هذه المحطات اعلى من كلفة محطات توليد الطاقة بواسطة الطاقة الاحفورية وان كلفة انتاج الطاقة هذه المحطات اعلى من المحطات الاعتيادية.

الفرع الثاني: استمرارية توفر مصادر الطاقة التقليدية[3] ان وضع الطاقة في الوقت الحاضر يختلف عما كان عليه في العقدين الماضيين. فانخفاض الاسعار، وتوفر كميات كبيرة من الطاقة الاحفورية في الاسواق ادّيا الى الاسراف في استهلاك الطاقة، وعدم الالتزام بترشيده، وعدم البحث عن مصادر جديدة.

(*)هو كارثة بيئية نجمت عن تسرب نفطي هائل حصل بعد انفجار غرق "منصة بحرية لاستخراج النفط" تابعة لشركة بريتش بيتروليوم البريطانية في خليج المكسيك في 22 ابريل2010، ويعتبر اكبر تسرب نفطي في تاريخ الولايات المتحدة الامريكية. والذي لا يزال مستمرا حتى الان، حيث قدر مقدار التسرب مابين 35 الى ستين الف برميل يوميا تخرج من البئر الواقعة على عمق 1500 متر تحت سطح البحر.

(*)تعد اكبر كارثة نووية شهدها العالم في يوم السبت 26 ابريل من عام 1986 حيث كان ما يقرب من 200 موظف يعملون في مفاعل الطاقة النووي، بينما كان يتم اجراء عملية محاكاة وتجربة في الوحدة الرابعة التي وقع فيها الانفجار.

(**)كارثة فوكوشيما جراء الزلزال الكبير الذي ضرب بشرق اليابان في 11 مارس2011 وتسبب في تسونامي مدمر، ولم تستطع اليابان رغم كل تقدمها التقني احتواء التسربات المشعة من محطات فوكوشيما فتسرب مع الوقت(11.500طن)من المياه الملوثة بمادة البلوتانيوم لمياه المحيط الهادئ

(1) كارثة فوكوشيما النووية ومستقبل الطاقة المتجددة في العالم http://www.taqat.org/energy/696

(2)علاء الدين بونجار، كيف ستتخلى المانيا عن الطاقة النووية؟ البرنامج النووي،2011/05/31. تاريخ الاطلاع 2015/11/12 على الساعة 11:34 http://www.france24.com/ar/20110531-germany-end-civil-nuclear-energy-reactors-offline-2022

(3)حقيبة الطاقات المتجددة(مرجع سابق)، الطاقة مفاهيمها انواعها مصادرها،ص؛ 14-20.

ان كمية الطاقة الموجودة في باطن الارض محدودة، ومن غير الممكن بقاؤها لفترة طويلة جدا. ولكن تقدير فترة بقائها ليس سهلا ايضا. فاحتياطي العالم من النفط ارتفع من (540 بليون برميل) عام 1969 الى اكثر من (1000بليون برميل) في الوقت الحاضر؛ وهذا الارتفاع في الاحتياطي لا يعني انه غير محدود. فلقد تم مسح مكامن الارض بصورة مفصلة من قِبل شركات النفط واكتشفت الحقول السهلة والحقول ذات تكلفة الانتاج القليلة. وهنالك حقول صعبة تحتاج الى حفر عميق او ذات طبيعة استخراج صعبة جدا وتحتاج الى مواد وجهود كبيرة، وقسم منها يحتاج الى طاقة واحيانا تكون الطاقة اللازمة للاستخراج مساوية او اكثر من الطاقة المستخرجة وفي هذه الحالات سيكون استخراج الطاقة بدون فائدة.

من الارقام المفيدة والمهمة جدا في هذا المجال نسبة الاحتياطي الى المنتج. فاذا تم تقسيم الاحتياطي المضمون في نهاية كل عام على الانتاج في تلك العام فان الناتج سيمثل طول عمر الاحتياطي.[1] وهذا الرقم سيدلّ على توفر الطاقة في منطقة معينة من العالم. فمثلا لقد كان هذا الرقم في عام 1992 هو10اعوام لنفط غربي اوروبا، و25عاما لأمريكا الشمالية بينما كان اكثر من100عام لمنطقة الشرق الاوسط وتمتلك اكثر(60%) من احتياطي العالم من النفط، بينما تمتلك المملكة السعودية وحدها اكثر(25%)من الاحتياطي.

كما يتوقع الخبراء ان يسجل اجمالي الطلب العالمي على النفط معدل نمو سنوي بمتوسط (0.9%) في الاجل الطويل حتى عام 2030، وان يبلغ اقصى حد لانتهاء هذه الثروة في عام 2050؛ اي في حدود 50 عاما.

ويختلف الامر بالنسبة الى الغاز فان الاحتياطي الاكبر يقع في دول الاتحاد السوفيتي السابق اذ تحتوي هذه المنطقة على اكثر من(40%) من احتياطي العالم ، وتحتوي دول الاوبك على حوالي (40%) ايضا من الغاز. اما الباقي فانه يتوزع على انحاء مختلفة من العالم . وان نسبة الاحتياطي الى المنتج في الوقت الراهن بالنسبة الى الغاز الطبيعي هي حوالي 53 عامًا.

اما بالنسبة الى الفحم الحجري فان الاحتياطي العالمي كبير وموزع على مناطق واسعة ومختلفة، ويبلغ مقدار الاحتياطي الى المنتج بالنسبة الى الفحم اكثر من 113 عام ، ولكن كما نعلم فان للفحم مساوئ كثيرة، حتى وان قورنت بالنفط والغاز. واهم هذه المساوئ هو انبعاث ثاني اكسيد الكربون واكسيد الكبريت واكسيد النيتروجين. وبالرغم من امكانية تحويل الفحم الى سائل لغرض تقليل مشاكله البيئية فان سعر كلفة التحويل سيمثل عقبة لكونه عاليا.

ومن المتوقع في عام2020 سيتوقف انتاج نصف الطاقة النووية المنتجة حاليا نتيجة لبلوغ المحطات نهاية عمرها الافتراضي حوالي 78عامًا. وما يتم بناؤه حاليا لن يعطى فى2030 اكثر من(20%) من القدرة النووية الحالية.

اذا كان هدفنا هو تقليل كمية الطاقة التقليدي الذي يتم حرقه لغرض اطالة عمره ولتقليل المخاطر البيئية التي يسببها، وللتغلب على مشاكل الطاقة التقليدية، فانه يتوجب علينا البحث عن مصادر جديدة غير ناضبة وصديقة للبيئة، والتي لن تساهم في تغير المناخ، وتطوير كفاءتها.

---

[1] نبيل جعفر عبد الرضا،(مرجع سابق)،ص؛90

المبحث الثالث: مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة

من اجل تامين الطلب العالمي المتزايد على الطاقة يحتاج العالم الى كل موارده والتي تكون اقتصادية ومسؤولة بيئيا، بعد ان بدانا نستشعر كارثية التلوث الذي نتسبب فيه لكوكب الارض من ناحية، واستعدادًا لما بعد مرحلة النفط من ناحية اخرى،[1] وبالنظر الى احتمال نضوب المصادر الطاقات التقليدية فانه يتطلب المضي في تطوير طرق مصادر جديدة تتميز بالتجدد والاستمرارية مع عدم تلويثها للبيئة، وتسخيرها بأسلوب اقتصادي، من اجل خلق قطاع للطاقة قادر على تلبية احتياجات الجيل الحالي والمستقبلي.

المطلب الأول: مفهوم الطاقات المتجددة واهميتها

الفرع الأول: تاريخ تطور استغلال مصادر الطاقات المتجددة: منذ قدم الزمان حاول الانسان استغلال الطبيعة لتلبية حاجاته اليومية من الطاقة. وفق تعاقب الاحداث التي طبعت مسيرة الطاقات المتجددة.[2]

- 200 سنة قبل الميلاد: تسخير الأوروبيين لطاقة المياه في المطاحن؛
- القرن العاشر الميلادي: الطواحين الهوائية في بلاد فارس لطحن الحبوب وضخ المياه؛
- 1590 هولندا تبني اول طاحونة هوائية متعددة الاستعمالات كطحن الحبوب والتوابل؛
- 1860 تطوير اول نظام للطاقة الشمسية في فرنسا لإنتاج البخار لتشغيل الآلات؛
- 1876 اول تجربة لتوليد الكهرباء مباشرة من ضوء الشمس في خلية السليسيوم الشمسية؛
- 1880 اول طاحونة هوائية لتوليد الكهرباء في كليفلاند، اوهايو؛
- 1892 اول نظام للتدفئة في العالم معتمد على الطاقة الحرارية بالولايات المتحدة؛
- 1921 بناء اول محطة للطاقة الجيوحرارية في العالم في ولاية كاليفورنيا؛
- 1927 بيع اول عنفة للطاقة الريحية لتوليد الكهرباء للمزارع البعيدة؛
- 1935 تشييد بسد هوفر اكبر محطة في العالم لتوليد الطاقة لتوليد الطاقة الكهرومائية؛
- 1953 اول خلية سيليكون شمسية ذات عائد بنسبة 6%من مختبرات بيل الهاتفية؛[3]
- 1980 اول مزرعة للطاقة الريحية في العالم في نيو هامبشير؛

الفرع الثاني: اهمية المصادر المتجددة: لم تعد مصادر الطاقة المتجددّة حكرًا على الدول المتقدمّة صاحبة التقدم التكنولوجي والعلمي، بل اصبح بمقدور الدول النامية اللحاق بهذا الركب واستخدام الطاقة المتجددة.

---

[1] عماد اعشيش، طلال بالخيري، الحسين اطركي، خالد مربو، سعيد بوزكراوي، استخدام الطاقات المتجددة في التاريخ البشري، الطاقات المتجددة ورهان المستقبل (الطاقة الشمسية والطاقة الريحية نموذجا)،ص؛17،18،19

[2] الطاقات المتجددة ورهان المستقبل (الطاقة الشمسية والطاقة الريحية نموذجا)، اعداد: عماد اعشيش، طلال بالخيري، الحسين اطركي، خالد مربو، سعيد بوزكراوي، استخدام الطاقات المتجددة في التاريخ البشري:ص،17،18،19

[3] Jacque Bernard, op,cit,p ;193

- تساهم في تلبية نسبة عالية من المتطلبات الطاقوية، فاحتياطات الطاقات المتجددة التي يمكن الوصول اليها عالميا كبيرة بما يكفي لتوفير نحو ستة امثال الطاقة التي يستهلكها العالم.[1]
- تعدد اشكال الطاقة المولدة من المصادر المتجددة وهو يتوافق وتعدد احتياجات المجتمع للطاقة، فتتيح امكانية انتاج الطاقة المطلوبة مباشرة فالخلايا الشمسية تسمح بإنتاج الطاقة الكهربائية مباشرة، والمجمعات الشمسية تسمح بإنتاج طاقة حرارية مباشرة، اما الطواحين الهوائية فتنتج طاقة حركية تسمح عملية استغلال الطاقات بتوفير مردودات اقتصادية. [2]
- تسمح بزيادة اعتماد الدول على مصادرها المحلية ومنه تخفيض الضغط على الاسواق العالمية للطاقات التقليدية،[3]بالإضافة الى انه يسمح بخلق فرص عمل جديدة ومن ثمة زيادة الدخل.
- ضرورة من ضروريات التنمية المعاصرة، وباتت شرطًا اساسيًا من شروط تحقيق التنمية المستدامة،[4] اذ سنجبر في يوم ما على استخدامها لأنها ستكون المصدر الوحيد للطاقة، فهي تساهم في تزويد المناطق النائية بمصدر بديل عن الطاقة التقليدية المكلفة في تلك المناطق، وكذلك لها دور في الامن الاقتصادي في التحكم في تكنولوجيا المستقبل، وفتح اسوق جديدة واعدة، كم تعتبر الحل الوحيد في فك النزاعات والاطماع القائمة على الطاقة التقليدية في هذا العصر.

الفرع الثالث: مفهوم مصادر الطاقات المتجددة: L'energie Renouvelable: هي الطاقات التي نحصل عليها من خلال تيارات التي يتركز وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري؛[5] بمعنى انها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية(طاقة مستدامة) التي تتجدد او التي لا يمكن ان تنفذ،[6] كما تعرف بانها الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب وهي متوفرة في كل مكان على سطح الارض ويمكن تحويلها بسهولة الى طاقة،[7] وهي بذلك على عكس الطاقات الغير متجددة الموجودة غالبا في مخزون جامد في الارض لا يمكن الاستفادة منها الا بعد تدخل الانسان لإخراجها،[8] فهي طاقات نظيفة فنجد مثلا الطاقة الشمسية وطاقة الرياح و الماء، والحرارة الجوفية يضاف الى ذلك طاقة الكتل الحيوية،[9] ولا تنشا عن الطاقة المتجددة في العادة مخلفات كثاني اكسيد الكربون او

---

[1] هل تصلح الطاقة المتجددة ما افسدته الطاقة التقليدية www.annabaa.org/nbanews/61/195.htm تاريخ الاطلاع2016/05/12 على الساعة: 11:54

[2] سعود يوسف عياش (مرجع سابق)، ص325

[3] ذبيحي عقيلة،"الطاقة في ظل التنمية المستدامة، دراسة حالة الطاقة المستدامة في الجزائر"مذكرة ماجيستر في العلوم الاقتصادية، فرع التحليل والاستشراف الاقتصادي،كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير ،جامعة منتوري، قسنطينة، سنة 2008-2009، ،ص؛126 .

[4] علي عبد الله العرادي، ملف الطاقة المستدامة (المتجددة)، دراسات وقوانين، قسم البحوث والدراسات –ادارة شؤون اللجان والبحوث–مجلس الشورى، 30 يناير 2012. http://www.shura.bh/InformationCenter/Researches/DocLib2/%D9%85%D9%84pdf

[5] منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكالة الطاقة، الترجمة العربية لدليل احصائيات الطاقة، مارس 2009، ص، 200؛221

[6] سهيل كيوان، مدير مركز الطاقة،جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية، اربد–الاردن– (مركز البيئة للمدن العربية)http://www.env-news.com/?p=5442، 9 يوليو 2013

[7] منظمة الدول العربية المصدرة للبترول OAPEC التقرير السنوي،الثالث و التلاثون ،العدد 33 ،2007ص، 112

[8] الطاقة الشمسية ، ص؛ 9 – files.books.elebda3.net/elebda3.net-3355.pdf

[9] وكاع محمد هندسة الطاقات المتجددة https://www.philadelphia.edu.jo/philadreview/issue6/no6/17.pdf

غازات ضارة، او تعمل على زيادة الاحتباس الحراري كما يحدث عند احتراق الطاقة الاحفورية او المخلفات الذرية الضارة الناتجة عن المفاعلات القوى النووية.[1]

كما تم التطرق الى اعطاء مفهوم الطاقات المتجددة من قبل مختلف الهيئات الدولية والحكومية الناشطة في مجال محافظة على البيئة والطاقة المتجددة كما يلي:

تعريف وكالة الطاقة العالمية:IEA تتشكل من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح، والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة اعلى من وتيرة استهلاكها.[2]

تعريف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ:IPCC: هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي او بيولوجي والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة او اكبر من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية والطاقة الشمسية وحركة المياه، طاقة المد والجزر في المحيطات وطاقة الرياح، وتوجد العديد من الاليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر الى طاقات اولية كالحرارة والطاقة الكهربائية والى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير الطاقة من وقود وكهرباء.[3]

تعريف برنامج الامم المتحدة لحماية البيئة:UNEP: عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية اسرع من وتيرة استهلاكها، وتظهر في الاشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، اشعة الشمس،الرياح،الكهرومائية، وطاقة باطن الارض.[4]

معظم مصادر الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وطاقة الكتلة الحيوية، وطاقة الامواج، وطاقة حرارة المحيطات منبعها ومصدرها الاساسي هو الاشعاع الشمسي؛ اذ تأتي في المقام الأول بالنسبة للمخزون الطاقوي المتوافر على سطح كوكبنا الارضي.[5]وتعتبر المصادر المائية وطاقة المد والجزر وطاقة الرياح مصادر طبيعية للطاقة الميكانيكية.[6]

ساهمت الطاقة المتجددة بزيادة قدرت بنسبة (17%) باستثناء الطاقة المائية في عام 2017، اي اقل من متوسط السنوات العشر، ولكن اكبر زيادة وصلت الى(53 مليون طن نفط مكافئ)، شكلت الموارد المتجددة ما يقارب من (50 %) من النمو في توليد الطاقة العالمية في عام 2017 ، وساهمت بنسبة(27 %) من نمو الطاقة الأولية في العالم، توفر ما يقارب (8%) من الكهرباء

---

(1) Acket claud, vaillant Jacques,les énergies renouvelables etat des lieux et prespectives, edition technip,paris 2011, p ;135

(2) موقع وكالة الطاقة الدولية www .iea.org

(3)Ottmar Edenhofer, Ramón Pichs-Madruga, Youba Sokona, And Others, Renewable Energy Sources And Climate Change Mitigation Special Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change(Ipcc),Canbridge University Press,Usa Firste Published 2012.

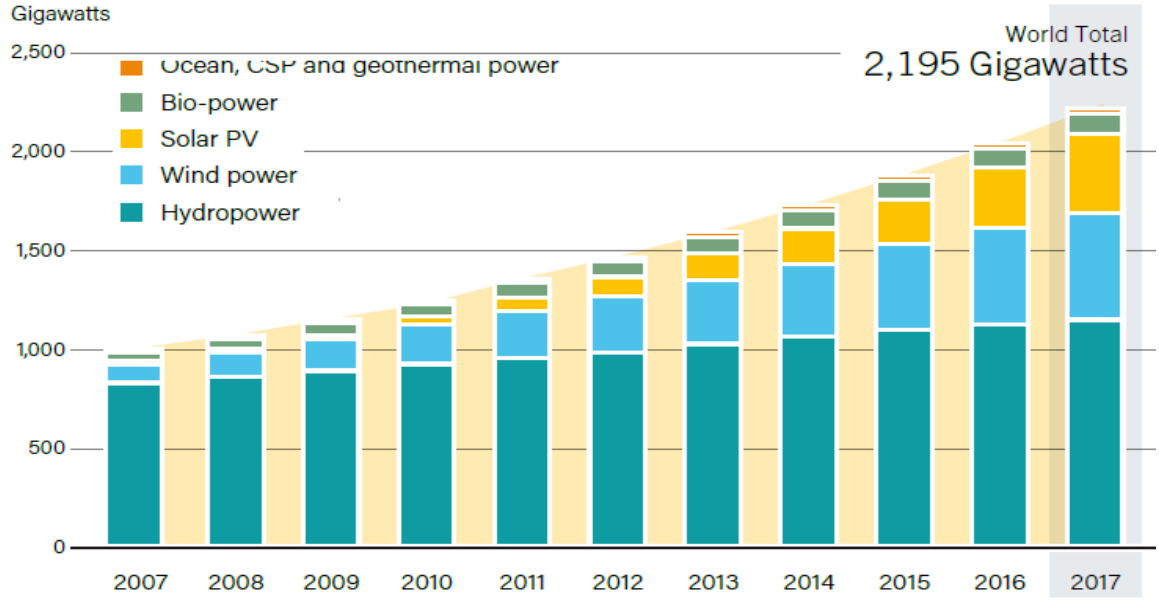
(4) موقع الامم المتحدة لحماية البيئة www.uncp.org

(5) الورشة الدولية الاولى حول الهيدروجين: المتجه الطاقوي ذي المصدر المتجدد "اعلان الجزائر حول الهيدروجين ذي المصدر المتجدد" الجزائر– مدينة العلوم، في 23 جوان، 2005، مركز تطوير الطاقات المتجددة، ص؛1.

(6)عمر شريف ،"اقتصاديات الطاقة المتجددة والاثار الاقتصادية لمجالات استخدامها"، المؤتمر العلمي الدولي،" التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة"، 7–8 افريل 2008، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس–سطيف– ص؛3.

في عام 2017، اي ما يقارب من الضعف في خمس سنوات من (4.6%) في عام 2012. فان بعض مصادر الطاقة المتجددة في كل بلد على حدة تساهم الان بنصيب كبير من الطاقة. وتشمل البلدان التي تساهم فيها مصادر الطاقة المتجددة بأكثر من (20%) من الطاقة المولدة: المانيا، اسبانيا، المملكة المتحدة، ايطاليا، البرتغال، الدنمارك، فنلندا، ايرلندا ونيوزيلندا. ونبين من خلال الشكل التالي (1-3-1).

الشكل(1-3-1): القدرة التراكمية للطاقات المتجددة عالميا خلال الفترة 2007-2017



Source :Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renouvelables2018, Ren21,P ; 41

ووفرت طاقة الرياح اكثر من نصف نمو الطاقة المتجددة، في حين ساهمت الطاقة الشمسية بنحو الثلث اي بنسبة (18%) من المجموع.

وقد نما توليد طاقة الرياح بأكثر من (17%) في عام 2017 لتصل الى(1120 تيراواط ساعة)، اي بمعدل (4.4%) من اجمالي توليد الكهرباء في العالم، ويعود هذا النمو للنمو التي شهدته روسيا حيث ساهمت بأكبر قدرة من توليد طاقة الرياح، حيث تعد رابع اكبر مولد للطاقة في العالم. وقد كانت الصين اكبر منتج لطاقة الرياح في العام الماضي، حيث نمت بنسبة(21%) وساهمت بنسبة(30%) من النمو العالمي في طاقة الرياح.

ويعتمد عليها في الدول الأوروبية بنسبة كبيرة في توليد الكهرباء فقد شهد انتاج هذه الطاقة بالدنمارك اكثر من (48%) من توليد الطاقة في عام 2017، كما توفر اكثر من (15%) في ايرلندا وليتوانيا والمانيا والبرتغال واسبانيا. اما الولايات المتحدة والصين ساهمت بحصص قليلة من اجمالي توليد الطاقة مقارنة بالدول الاخرى في عام 2017 حيث وصلت نسبة انتاجها على التوالي (6%)، (4%) من الطاقة المولدة.

اما الطاقة الشمسية فشهدت نموا متزايدا بما يقارب من اربع مرات على مدى السنوات الخمس الماضية، حيث بدأت في احداث تأثير ملحوظ من حيث مصادر نمو توليد الطاقة، مما ساهمت بنحو (20%) من نمو الطاقة العالمية في عام 2017.

تم تسجيل اكبر الزيادات في عام 2017 في الصين (53 جيغاواط) والولايات المتحدة (11 جيغاواط)، حيث تمثلان معا ثلثي النمو في الطاقة الشمسية العالمية. ساهمت اليابان بثالث اكبر اضافة بنسبة(7 جيغاواط). وقد بلغت القدرة التراكمية المركبة بالصين (130 جيغاواط) ، من ثلث الاجمالي العالمي. الولايات المتحدة (51 جيغاواط) واليابان (49 جيغاواط) في المركزين الثاني والثالث، المانيا (42 جيغاواط) في المركز الرابع.

كما استحوذت التركيبات الجديدة التي تجاوز مجموعها ما يزيد عن (97 جيغاواط) في عام 2017 على قدرة توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية العالمية الى ما يقرب من (400 جيغاواط) بحلول نهاية العام، بزيادة قدرها (32%) مقارنة بنهاية عام 2016. وقد تضاعفت السعة الانتاجية تقريبًا في السنوات الخمس الماضية.

اما فيما يخص الطاقة الكهرومائية فساهمت بنسبة(0.9%) عام 2017 اي بقدرة (5 مليون متر مكعب) من الطاقة عالميًا. مقارنةً بمتوسط العشر سنوات الذي بلغ (2.9%)وشهدت الولايات المتحدة اكبر زيادة قدرت بـ (7 مليون متر مكعب)،كان نمو الصين هو الأضعف منذ عام 2011 ، في حين انخفض الانتاج الاوروبي بنسبة (10.5%) اي بقدرة (-16 مليون متر مكعب).

وفيما يخص الطاقة الحرارية الارضية هي الاخرى شهدت نموا بنسبة(4.3%) ما يعادل (600 ميغاواط) في عام 2017، لتصل الى (14.3 جيغاواط). وتعود اكبر الاضافات من تركيا بقدرة (243 ميغاواط) واندونيسيا (220 ميغاواط). تتمتع الولايات المتحدة بأكبر قدر من الطاقة الحرارية الارضية بقدرة(3.7 جيغاواط) اي بنسبة (26%) من الاجمالي العالمي، تليها الفلبين (1.9 جيغاواط)، واندونيسيا (1.9 جيغاواط) ونيوزيلندا (1 جيغاواط).

تعمل الطاقة الحرارية الارضية على عامل حمولة اعلى بكثير من طاقة الرياح او الطاقة الشمسية (مصدر طاقتها مستمر وليس متقطع)، وبالتالي فان الطاقة الحرارية الارضية تنتج كمية اكبر بكثير من الكهرباء لكل ميغاواط من السعة. غير ان الظروف الجيولوجية المطلوبة للطاقة الحرارية الارضية تركزت في عدد معتبر من البلدان.

اما الوقود الحيوي ارتفع انتاجه عالميا بنسبة (3.5%) في عام 2017 ، اقل بكثير من متوسط 10 سنوات بمعدل (11.4 %)، ولكن الاسرع لمدة ثلاث سنوات، ساهمت الولايات المتحدة بأكبر زيادة قدرت بـ (950 الف طن من مكافئ النفط). وزاد انتاج الايثانول العالمي بنسبة(3.3 %) مساهماً بأكثر من(60%) الى اجمالي نمو الوقود الحيوي، وارتفع انتاج الديزل الحيوي بنسبة (4%)، بسبب النمو في الارجنتين والبرازيل واسبانيا حيث ارتفع انتاج اندونيسيا بأكثر من نصف الزيادة (1149 كيلوطن). [1]

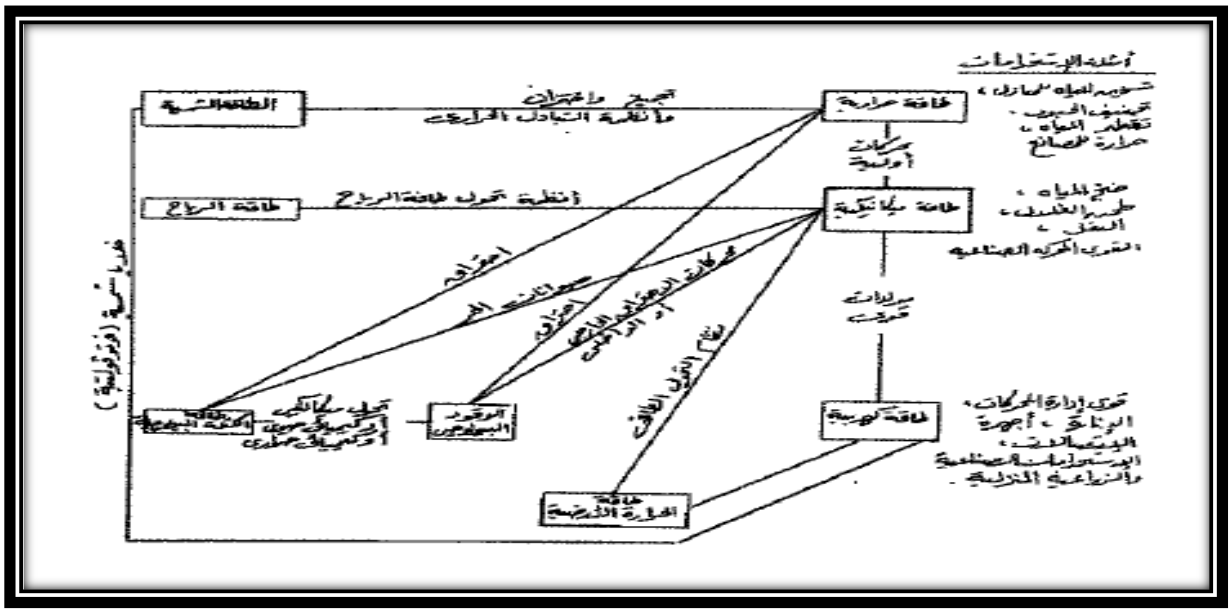
الفرع الرابع: استخدام الطاقات المتجددة وطرق تخزنها

اولا: استخدام الطاقة المتجددة :عرف استخدام الطاقة المتجددة توسعا ملحوظا خاصة مع تزايد الاهتمام بها، فبعد ان كانت تقتصر على الطهي والتدفئة اصبحت اليوم مصدرا لإنتاج الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية والحركية واالشكل الموالي(1-3-2)

[1] BP2018 ,(op,cit),p;44

يوضح بعض تطبيقات واستخدامات الطاقات المتجددة ونجد ضمن ذلك الاعتماد عليها لإنتاج الطاقة الكهربائية ذات الاهمية الكبرى في الحياة الاقتصادية والاجتماعية للشعوب في العصر الحالي.

الشكل (1 –3–2): اهم مصادر الطاقات المتجددة واستخداماتها



المصدر :محمد رافت اسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل(مرجع سابق) ،ص؛19

ثانيًا: خزن الطاقة المتجددة:[1] يمكن خزن الطاقة المتجددة لفترات قصيرة او طويلة حسب المتطلبات، ويرافق ذلك اليتان رئيسيتان هما الشحن والتفريغ، وعلى هذا الاساس يعتمد تصميم نظام الخزن على عدة متغيرات وعوامل اهمها، اوقات توفر، الطاقة ونوع وسط الخزن المستخدم، ومقدار الخسائر من الطاقة اثناء عملية الخزن، وكلفة منظومات.

الانظمة الرئيسية لخزن الطاقة، والتي يمكن استخدامها في منظومات الطاقة المتجددة، هي الخزن الحراري، الخزن الميكانيكي، الخزن الكهربائي، والخزن الكيميائي، والخزن المغناطيسي فالطاقة الحرارية يمكن خزنها بواسطة الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة، والطاقة الكهربائية تخزن عادةً في بطاريات، والطاقة الميكانيكية تخزن كطاقة حركية او كامنة في خزانات الهواء المضغوط او خزانات المياه العالية والطاقة الكيميائية تخزن عادة من خلال التفاعلات الكيميائية العكسية او خزن الوقود الناتج عن التفاعلات الكيموضوئية، والخزن المغناطيسي يتم باستخدام ملفات مغناطيسية فائقة التوصيل مصنوعة من مواد ذات مقاومة صغيرة جدا عند درجات حرارة منخفضة.

المطلب الثاني: طاقة الرياح L’énergie éolienne

الفرع الأول: تطور طاقة الرياح:[2] تعود تسمية الرياح الى المصطلح اليوناني (Αιολος / Aiolos) ويقصد به اله الرياح في اليونان القديمة.[3] وتعتبر شكل من اشكال الطاقة الشمسية (حيث حوالي (2%) ضوء الشمس الساقط على سطح الكرة الارضية

---

[1]"الفصل الثاني عشر خزن الطاقة المتجددة"renewable-energy-training.ziphttp://www.taqat.org/energy/953

[2]Brendan foxet coll, énergie éolienne et intégrationau reseau, l'usine nouvelle, dunod2009 paris.p,55 ;56

[3]http://ademe.typepad.fr/files/guide_ademe_energie_eolienne.pdf؛ l’énergie éolienne

يتحول الى طاقة حركة للرياح عن طريق التغيرات الجوية)[1]، فضوء الشمس يسقط بكميات غير متساوية على مناطق الارض المختلفة مما يجعل بعض اجزاء الجو اشد حرارة من الاجزاء الاخرى، وبما ان الهواء الدافئ اخف من الهواء البارد فانه يصعد الى طبقات الجو العليا ويحل محله الهواء البارد ممّا يسبب الرياح.[2]

فطاقة الرياح هي القدرة التي تمتلكها الرياح والتي تمكنها من تحريك الاشياء اي الطاقة الحركية (الميكانيكية) من خلال شفرات عنفة الرياح التي تستخلص هذه الطاقة الحركية ليتم تحويلها الى طاقة ميكانيكية او كهربائية حسب الاستعمال النهائي لها.

وقد استخدمت منذ الالاف السنين في طحن الحبوب والري وبعض التطبيقات الميكانيكية الاخرى[3]، فقد استخدمها الفراعنة في تسيير المراكب في نهر النيل، كما استخدمها الصينيون في ضخ المياه، وانتشرت في الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1850، اما المسلمون فقد استخدموها في طحن الحبوب، ومنه فان توليد الكهرباء من الرياح انما هو تطبيق جديد لفكرة قديمة.

الفرع الثاني: تكنولوجيا طاقة الرياح: [4] طوال القرن العشرين جرب المهندسون مختلف تصاميم الاجزاء الدوارة احدها دعي بطاحونة "داريوس" الهوائية، تبدو مثل خفاقة البيض عملاقة، باتصال رقيقة متصلة بقمة وقاعدة محور الدوران العمودي، ان طاحونة داريوس الهوائية لها افضلية العمل باي اتجاه تهب فيه الرياح، بالإضافة الى ان المولدات يمكن ان تنصب في الاسفل بدلا من القمة.

تم في الآونة الاخيرة تصنيع توربينات الهواء بشكل واسع و بأنواع مختلفة من التوربينات العمودية والافقية المحور.[5]

اولا: عنفات رياح ذات محاور افقية: يتوفر هذا النوع من محاور افقية مع الارض وتكاد تكون موازية لتيارات الهواء، كما يعتبر هذا النوع الاكثر تسويقا. ذلك لتوفرها على عدة امتيازات كطريقة لف سهلة وقطع ضئيل لسرعة الرياح، كما انها تتوفر على عامل قدرة مرتفع نسبيا. لكن تبقى اشكالية الصنع حيث ان المولد وعلبة السرعة يتم وضعهما في اعلى العنفة، الذي يجعل من التصنيع معقدا ومرتفع التكلفة.

ثانيا: عنفات رياح ذات محاور عمودية: هي عنفات ذات محاور عمودية مع الارض وشبه متعامدة مع اتجاه الرياح، كما يمكنها استقبال الرياح من جميع الاتجاهات. بالإضافة لذلك فان نظام المولد وعلبة السرعة في هذه العنفات يمكن وضعهما فوق سطح الارض، الذي يسهل صناعة العنفة وينقص من تكلفتها؛ فان هذا النوع من العنفات يتوفر على انواع مختلفة من الدوارات كدوار داريوس، Darrieusدوار سفونيوسSavonius ودوار مسغروف Musgrove.

---

[1] جيرمي ريفكن، ترجمة ماجد كنج ، 2009 اقتصاد الهيدروجين بعد نهاية النفط،الطبعة الاولى 2009، دار الفارابي، مؤسسة محمد بن راشد ال مكتوم، بيروت–لبنان، ص، 316

[2] سمير سعدون مصطفى، (مرجع سابق) ص؛ 230

[3] Bernadette Mérenne-Schoumaker,(op, cit), p ;73.

[4] سمير سعدون مصطفى، (نفس المرجع)، ص؛ 230

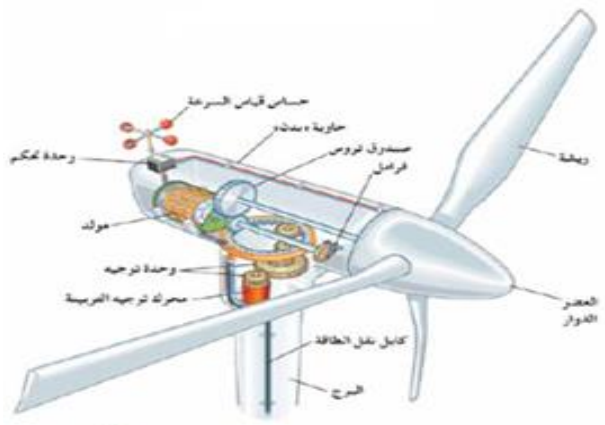
[5] الطاقة الريحية، ايمان صالحي ، مجلة المغرب العلمي – العدد الخامس يناير – مارس 2014،ص،20،21

من جهة اخرى فان عدد الشفرات في العنفة يعتبر كذلك معيارًا لتصنيف عنفات المحاور الافقية، حيث ان هناك عنفات ذات شفرة واحدة او شفرتين او ثلاث شفرات الى ان تصل الى (28شفرة). لكن اغلب العنفات افقية المحور حسب اتجاه الرياح، فهناك محور عكس الرياح ومحور في اتجاه الرياح.

تنتج التوربينة الواحدة فئة (1.5 ميغاواط) ما بين (2.5 مليون الى5ملايين واط) من الكهرباء سنويًا اعتمادًا على الموقع، وبذلك فهي توفر طاقة كهربائية تكفي ما بين(1.000 الى 2.000 منزل)، ويزداد انتاج توربينات الرياح من خلال الجزء المرتد من الريش الدوارة ومن خلال قوة الريش الثلاث مع سرعات الرياح، وبذلك فان زيادة سرعة الرياح بنسبة(10%) تؤدي الى زيادة في الانتاج بمعدل الثلث ويعد معدل سرعة الرياح في الموقع عامل حاسم بالنسبة لإنتاج الطاقة الذي يمكن استخلاصه من توربينات تتعرض الابراج الشاهقة لرياح اشد من حيث السرعة وتلتقط ريشها ما يفوق هذه الطاقة بكثير[1]

المكونات الرئيسية لتوربين الرياح او عنفة الرياح: تتكون توربينات الرياح الموصلة بالشبكة من 3 شفرات محملة على عمود او برج عالي، ومولد كهربائي يعمل على تحويل الطاقة الحركية للرياح الى طاقة كهربائية. فعندما تمر الرياح على الشفرات تجعل المروحة تدور، وهذا الدوران يدير المولد الكهربائي، وبذلك تتحول طاقة الرياح الى طاقة كهربائية.[2] نوضح من خلال الشكل(1-3-2) مكونات عنفة الرياح.

مكونات عنفة الرياح: [3]



المصدر: مجلة المغرب العلمي، (مرجع سابق)، ص22.

- الصرة: المكان الذي تثبت فيه الريش.
- مولد كهرباء: يقوم بتحويل طاقة الحركة الى طاقة كهربائية
- محرك كهربائي: يقوم بتوجيه العنفة في اتجاه الريح.
- فرملة : تخفض من سرعة الرياح الشديدة، وتوقف المروحة عند حدوث عواصف.
- الحجرة المعلقة : فيها المحول الكهربائي واجهزة اخرى من ضمنها ناقل حركة.
- اجهزة قياس سرعة الريح واتجاهه: توجد في مؤخرة الحجرة، وترسل قراءتها الى المركز الرئيسي.
- شفرات المروحة مصممة للاستفادة اكبر استفادة من سرعة الريح.
- القاعدة: وهي الجزء السفلي من العنفة الريحية الذي يصمم بشكل اساسي من اجل نقل الحمل الراسي (الوزن الساكن) الى الارض، الامر الذي يسمح عمومًا بتوزيع الحمل.

---

[1] الوكالة الالمانية للطاقة، الطاقة المتجددة، تقنيات الطاقة المتجددة قصة نجاح المانيا www.renewables-made-in-germany.com

[2] jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit),p, 528

[3] هاني عمارة، الطاقة وعصر القوة(مرجع سابق)، ص؛ 92

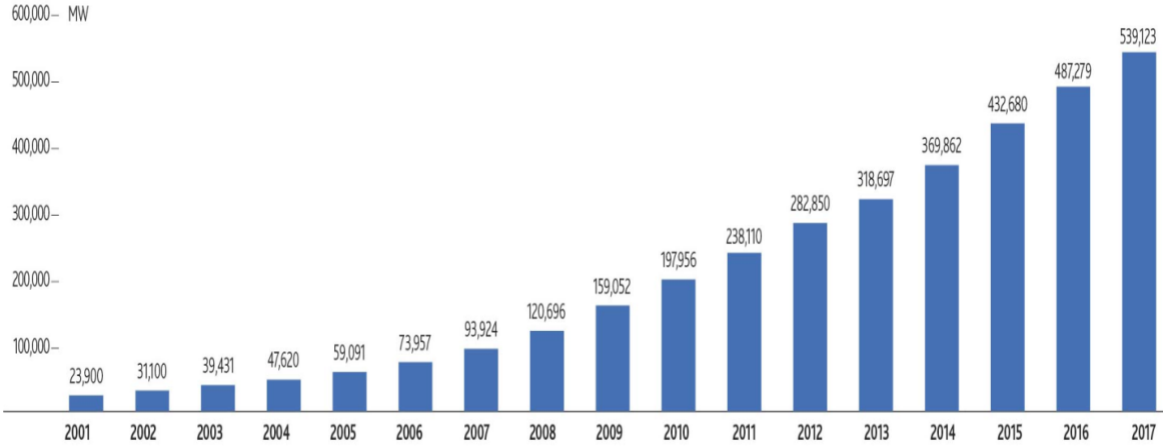
- الكترونيات تحكم : تغير من وضع الشفرات محوريا، وتدير الحجرة المعلقة عن طريق المحرك الكهربائي، حتى تتخذ الحجرة المعلقة الاتجاه الامثل للاستفادة من الريح.

تنتشر حقول كبيرة لإنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة عنفات الريح حول العالم في بلاد مثل الدنمارك، الولايات المتحدة الامريكية، المانيا، اسبانيا، الصين، الهند. كما تزمع تلك الدول ودول اخرى بإنشاء حقول بحرية، ويتم تطوير وسائل لتخزين الطاقة كالبطاريات والهواء المضغوط وذلك نظرًا لعدم دوام طاقة الرياح حيث يتوقف عمل على مستوى معين من سرعة الرياح.

بلغ اجمالي الطاقة المركبة من طاقة الرياح في العالم حوالي (539 جيغاواط) في نهاية عام 2017 مقارنة بعام 2016 اين وصلت (487جيغاواط)، اي بزيادة قدرها (52 جيغاواط) في العام.

بحيث تثبت الصين وحدها ما يقارب (188.392ميغاواط) في2017 وهو ما يمثل (35%) من اجمالي تركيب طاقة الرياح، (89.077 ميغاواط) في الولايات المتحدة ما يقابل (17%)، ويتوقع تثبيت(1.5مليون ميغاواط) بغضون 2020،[1] كما هو موضح في شكل(1-3-3) ونوضح من خلال الشكل(1-3-4) ترتيب افضل 10 دول من حيث قدرات تركيب طاقة الرياح .

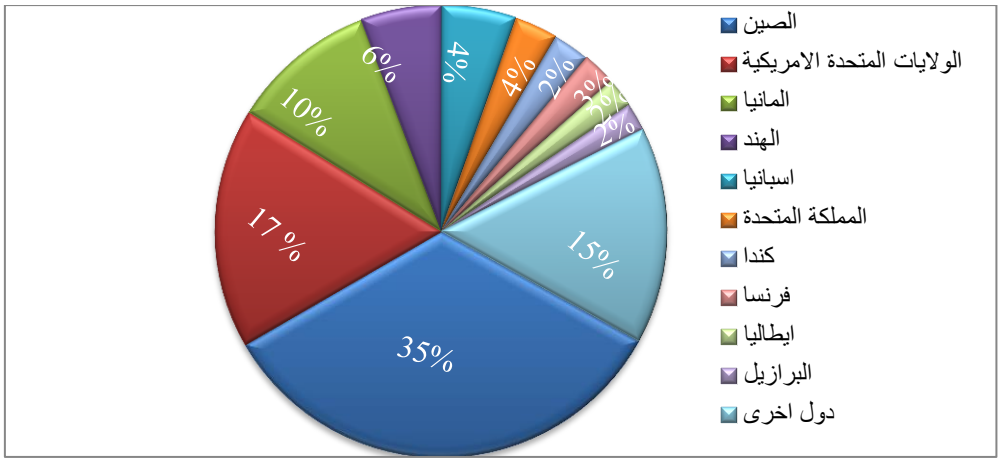
الشكل (1-3-3): قدرة طاقة الرياح التراكمية في العالم ، خلال 2001-2017



المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على المعطيات global wind énergie Council جيغاواط2018-EC

[1]Rapport Mondial 2018 sur l'Energie Eolienne ; www.wwec2018.net,p18

الشكل (1-3-4): ترتيب افضل 10 دول من حيث قدرات تركيب طاقة الرياح لعام 2017



المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على المعطيات global wind énergie Council جيغاواط2018-EC

الفرع الثالث: خصائص وعيوب طاقة الرياح:

اولا: خصائص طاقة الرياح: من بين الخصائص التي تتمتع بها طاقة الرياح نذكر:

- طاقة الرياح طاقة محلية متجددة لا ينتج عن استغلالها اي غازات ملوثة.
- ذو تنافسية عالية غير انها لا تحتاج الى اي وقود غير الهواء ومن المتوقع انخفاض تكلفتها في اطار البحث والتطوير.[1]
- توفر طاقة الرياح على امكانات كبيرة في توليد الكهرباء حيث قدرت منظمة المقاييس العالمية حجم الطاقة الكهربائية الممكن توليدها بواسطة الرياح على نطاق عالمي بحوالي(20 مليون ميغاواط)، وهي امكانات ضخمة في حالة تحقق استغلالها.

ثانيًا: عيوب طاقة الرياح: من اهم ما يعاب على هذا المصدر الطاقوي:[2]،[3]

- مصدر غير ثابت فالطاقة الناتجة عن الرياح متغيرة حسب الزمن في اليوم الواحد (عواصف ورياح عادية) وخلال فصول العام الواحدة، كما انها متغيرة حسب المكان ايضا.
- الاثار الايكولوجية المحلية الناجمة عن انشاء محطات طاقة الرياح.
- الحاجة الى مساحات كبيرة قد لا تكون متوفرة دائما، كما انها تشوه المناظر بعض المناطق بالإضافة الى الضجيج الذي يرافق عملها إلا ان التطور التقني قد ازال الكثير من الضجيج الى حد انه لا يمكن سماع ازيزها الا عند الاقتراب منها.
- الافتقار الى الخطط والمعلومات والاحصاءات والهياكل التنظيمية والخدماتية للتصنيع والتوزيع والصيانة، والتردد في دمج كهرباء الطاقة الريحية بالشبكات العامة.

---

[1] خلود حسام حسنين حسن، اقتصاديات الطاقة الجديدة والمتجددة وامكانية استثمارها في مصر، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الاقتصاد، كلية التجارة، جامعة عين الشمس،مصر، 2004، ص، 366

[2] wind-energy-training.zip, p;80,81,82 http://www.taqat.org/energy/953

[3] يوبا سوكونا و ويمون بيش، ماد خوقان، عثمان ادنهوفر، واخرون، التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخIPCC، معهد Potsdam لبحوث تاثير المناخ، المانيا 2011،ص؛ 99؛100

الفرع الرابع: بعض تطبيقات الطاقة الريحية:يعد انتاج الكهرباء وضخ الماء من التطبيقات الرئيسية، وبالنسبة لتطبيقات انتاج الكهرباء فيمكن تصنيفها كالاتي: [1]

اولا:الريح الديزل: تبقى مولدات الديزل هي النظام التقليدي في المناطق النائية والقروية، وذلك راجع لان مولدات الديزل ليست مرتفعة التكلفة، ولكن تبقى الصيانة مكلفة حيث بعد (2000 الى 20000 ساعة) عمل تحتاج للصيانة.

ثانيًا: الانظمة الموزعة: هي اجهزة لعنفات الرياح تستعمل في اماكن كالمزارع، الصناعات الصغيرة وفي المدارس، كما تستعمل في الانارة العمومية...، تصل قدرتها الى(600 كيلواط).

ثالثًا: ضخ المياه: يعتبر من اقدم استعمالات الطاقة الريحية، ومن اشهرها طواحين الهواء الهولندية اما النظام الحديث لعنفة ضخ المياه فهو عبارة عن نظام يجمع بين عنفة ومضخة الماء وينتشر هذا النوع في العديد من المزارع عبر العالم.

رابعا: استعمالات منزلية: تعتمد على عنفات رياح صغيرة لا تتعدى طاقتها المولدة (100 كيلوواط)، وتستعمل عموما في المنازل النائية من اجل الاضاءة، الاجهزة الالكترونية القليلة الاستهلاك، وهذا النوع منتشر في الولايات المتحدة والصين.

خامسًا: نظام ديزل/الرياح: تم تطويره في اماكن متفرقة منها الدانمارك، هولندا، كندا وغيرها، من اجل تخفيض تكلفة الكهرباء في المناطق النائية والتي تتواجد بها تيارات هواء قوية. من جهة اخرى فان هذا النظام يمزج بين الطاقة المولدة من مولدات الديزل وعنفات الرياح التي تساعد المولدات او تحل مكانها في انتاج الطاقة عند توفر الظروف المناخية الملائمة.

المطلب الثالث: الطاقة الحرارية الجوفية L'énergie géothermie

الفرع الأول: مفهوم الطاقة الحرارية الجوفية: هي عبارة عن طاقة حرارية كامنة في باطن الارض تقدر. (200°-1000°) وتعتبر مصدرًا هامًا من مصادر الطاقة المتجددة، تتولد عند احتكاك الصخور الساخنة بالمياه الموجود قربها او بالمياه التي يوصلها الانسان بطريقة ما، فينتج عن عملية الاحتكاك ابخرة تستخدم لتوليد الكهرباء وتبرز كذلك نفسها من خلال الانفجارات البركانية والينابيع الحارة وبعض الظواهر الجيولوجية. [2] وتقوم على مبدا حفر ابار عميقة لا طلاق الحرارة العالية التي يمكن استغلالها لتدوير توربينات تعمل على البخار، وهي متواجدة في جميع دول العالم، الا انها ليست بنفس العمق ولا تتعدى نسبة مساهمتها في توليد الكهرباء (0.3%). وقد تم تركيب حوالي (14.3جيغاواط) عام 2017. ونوضح من خلال الشكل(1-3-5) التالي افضل 10 دول رائدة في استغلال الطاقة الجوفية الحرارية لعام 2017.

ولقد تم اثبات ان درجة حرارة القشرة الارضية تزيد بزيادة العمق بحيث تصل درجة حرارة نواة الكرة الارضية حوالي(2500° الى 3000°) وينتج سريان هذه الحرارة الجوفية في اراضي القارات عن النشاط الاشعاعي للقشرة الارضية، وتعتبر هذه الطاقة مصدر لا ينفذ ومخزن في الماء الساخن او الصخور، فتحت اقدامنا تغلي الارض حيث يقدر ان اكثر من (99 %) من كتلة الكرة الارضية عبارة عن صخور تتجاوز (1000°) و ترتفع درجة الحرارة بزيادة تعمقنا في جوف الارض بمعدل(2.7°) لكل (100 متر) في

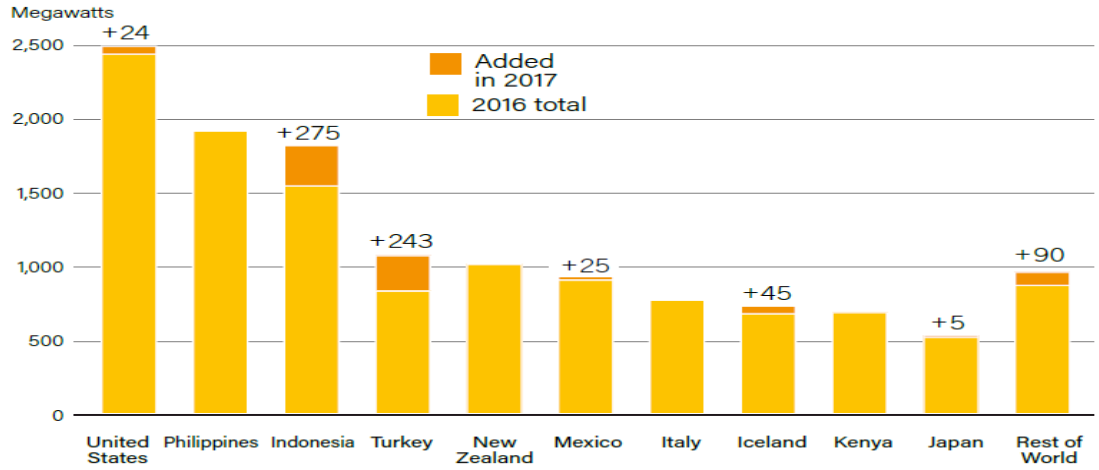
---

[1] مجلة المغرب العلمي(مرجع سابق)،ص،23

[2] سمير سعدون مصطفى واخرون ،(مرجع سابق)، ص؛ 53

العمق، وتنخفض الى اقل من مئة عند الطبقة الخارجية،[1] وتستعمل هذه الطاقة لتوليد الكهرباء كما يمكن استعمالها في مجالات اخرى كالتدفئة المركزية والاستخدامات الزراعية والاغراض الطبية وتجفيف المحاصيل.[2]

الشكل: (1-3-5): افضل 10 دول رائدة في استغلال الطاقة الجوفية الحرارية لعام 2017



Source :Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renouvelables 2018, Ren21,P ;51

الفرع الثاني: انواع الطاقة الحرارية الجوفية: هي عبارة عن مصدر متجدد وتسمح بإنتاج وتلبية نوعين هامين من الاحتياجات الطاقوية هما الكهرباء والطاقة الحرارية وتختلف درجات حرارة القشرة الارضية حسب العمق فتصل الى:[3]

- طاقة حرارة جوفية عالية تتراوح درجة الحرارة ما بين (150 درجة مئوية، 350 درجة مئوية)
- طاقة حرارة جوفية متوسطة تتراوح درجة الحرارة ما بين (100 ° C-150 درجة مئوية)
- طاقة حرارة جوفية منخفضة تتراوح درجة الحرارة ما بين (30 درجة مئوية 100 درجة مئوية)
- طاقة حرارة جوفية منخفضة جدا تتراوح درجة الحرارة ما بين (1 درجة مئوية -30 درجة مئوية)

الفرع الثالث: مصادر الطاقة الحرارية الارضية: يمكن تقسيم حقول انتاج الحرارة الارضية الى ثلاثة انواع حسب استغلالها صناعيًا:[4]

اولا: حقول المياه الساخنة: تحتوي هذه الحقول على مياه درجة حرارتها تتراوح ما بين(50° الى100°)، والتي يمكن ان تستغل للاستخدام المنزلي او العمليات الصناعية التي تحتاج الى حرارة ومن اشهر الحقول المستغلة اقتصاديا تلك الموجودة في المجر، فرنسا، الاتحاد السوفياتي وايطاليا.

---

[1] هاني عمارة، (مرجع سابق) ، ص؛ 75

[2] ايفانزل روبرت ترجمة فيصل حردان، شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل الى الطاقة المستدامة، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الاولى، بيروت، لبنان، 2011 ،ص؛175-176

[3] jean christian lhomme, préface d'alain liébard, (les énergies renouvelables)2001, systemes solaires 2em edition 2004 ,p24

[4] محمد رافت اسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل،(مرجع سابق)، ص؛114- 115.

ثانيًا: حقول البخار الرطب: تحتوي هذه الحقول على مياه تحت ضغط عال وعند درجات حرارة اعلى بكثير من درجة الغليان، و توجد كميات ضئيلة من البخار عند الاجزاء ذات الضغط المنخفض، وتعتبر هذه الحقول اكثر المصادر الحرارية جدوى في الاستغلال الصناعي كما تستخدم في توليد الكهرباء وكافة الاستخدامات؛ من امثلة حقول البخار الرطب تلك الموجودة في نيوزيلندة والمكسيك، السلفادور، الفلبين والولايات المتحدة الامريكية وتستغل كلها في توليد الكهرباء.

ثالثًا: حقول البخار المحمص: تشبه هذه الحقول من الناحية الجيولوجية حقول البخار الرطب بحيث يتواجد الماء الحار والبخار لكن البخار هو الغالب، وتنتج هذه الحقول بخارا جافا (اي بدون ماء في الحالة السائلة) ويكون البخار محمصًا(درجة حرارة البخار اعلى من درجة حرارة التبخر، قد تصل درجة التحميص الى 55°مئوية) ومختلطا مع بعض الكميات القليلة من الغازات وخصوصا ثاني اكسيد الكربون، وكبريتيد الهيدروجين ويستخدم هذا البخار في توليد الكهرباء؛ من امثلة هذه الحقول تلك الموجودة في ايطاليا (جبل اميانا)، والولايات المتحدة الامريكية (كاليفورنيا)، واليابان(ماتسوكاوا).

الفرع الرابع: الاعتبارات البيئية لطاقة الحرارة الجوفية: يواجه عدة مشاكل تتمثل في خطورة التعامل مع الحرارة المتسربة بعنف الى سطح الارض، وتأكل المعدات والآلات المستخدمة في الحفر، للوصول الى مكان الحرارة، لاسيما اذا كانت الحرارة المتولدة في صورة ماء او بخار رطب، وايضا قلة نسبة الطاقة المستفاد منها، حيث ان نظام البئر الحراري الجوفي، يمكن ان يستخرج (10%) من الحرارة الموجودة في المستودع الجوفي الى سطح الارض، ثم تقوم المحطات الحرارية بالاستفادة من (10%) من هذه الكمية، مما يعني ان نسبة الاستخدام تصل الى (1%) فقط من الحرارة الجوفية في موقع معين.[1]

كما ان معظم المشاكل البيئية المتعلقة بهذا النوع من الطاقة هي تلك المتعلقة بتحضير الموقع مثل مشاكل الضجيج خلال الحفر، ورمي المخلفات السائلة للحفر والتي تحتاج منطقة ترسيب واسعة. والضجيج عامل مهم في المواقع ذات المحتوى الحراري العالي وذلك عند خروج البخار خلال عمليات الحفر والتجربة.

ومن التأثيرات الطويلة الامد هو ترسب السوائل الناتجة عن الحفر والغازات الملوثة غير المتكثفة مثل ثاني اكسيد الكربون (CO_2) مع كميات قليلة من كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، والميثان (CH_4)، والهيدروجين (H_2)، وثاني اكسيد الكبريت(SO_2)، والنيتروجين (N_2). كما يوجد في الماء المتكثف السلكيات، والمعادن الثقيلة، وكلوريدات الصوديوم، والبوتاسيوم وفي بعض الاحيان الكربونات، وهذه تعتمد على علاقة التفاعل بين الماء والصخور في الخزانات العميقة.

المطلب الرابع: طاقة الكتلة الحيوية L'énergie Biomasse

الفرع الأول: مفهوم طاقة الحيوية: هي الموارد المتاحة بكميات كبيرة على الارض، تختلف امكانياتها بنسب متباينة من منطقة عن اخرى، [2]فهي الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية او الحيوانية منها،[3] وتعد احد اهم مصادر الطاقة المتجددة

---

[1] مخلفي امينة،(مرجع سابق)، ص؛228.

[2] jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit), p,550

[3] مقال توفير الوقود الحيوي المستدام ومزاياه وعقبات استخدامه، فاطمة مبارك، تاريخ الاطلاع 2016/12/12 على الساعة: 23:56
http://www.envirocitiesmag.com/articles/renewable-energy-the-power-of-the-future/sustainable-harvested-bio-fuels-availability-advantages-and-obstacles-for-promotion.php

على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية، اذ تمثل ما يزيد عن (10%) من اجمالي مصادر الطاقة الرئيسة في العالم وثلاثة ارباع مصادر الطاقة المتجددة في العالم،[1] فقد نمت نسبة توليدها بـ(8%) اي بمقدار (464تيراواط في الساعة) موزعة كالتالي: الايثانول بـ(74%) والديزل الحيوي بـ(22%) اما المواد الاخرى بـ (4%). وتعد كل من الولايات المتحدة والبرازيل، المانيا، الارجنتين واندونيسيا من الدول الرائدة في استغلالها.

تشمل طاقة الحيوية كل المواد ذات الاصل النباتي مثل الاشجار والمنتجات الزراعية الغنية بالنشاء او الغنية بالسكريات، وكذا المخلفات ذات الاصل الحيواني بالإضافة الى المخلفات الصلبة الصناعية والبشرية، والتي يمكن اطلاق طاقتها الكامنة عن طريق الحرق المباشر والتخمر...الخ، وتعتبر الكتلة الحية مصدرا هامًا في كثير من الدول العربية كتونس والسودان والجزائر والعراق إضافة الى انها الطاقة الاساسية التي تستعمل في انتاج الطاقة في كثير من الدول النامية.[2]

وتتشكل من (85%) حطب، (13%) مخلفات حيوانية، (2%) مخلفات زراعية، ويستغل الجزء الاكبر منها للاستهلاك المنزلي في الارياف كالطهي والتدفئة والتسخين انتاج الكهرباء.[3]

الفرع الثاني: طرق تحويل الكتلة الحيوية: يتم اتباع عدة طرق لتحويل الكتلة الحية الى وقود صالح للاستعمال سواء في شكل صلب او سائل او غازي ونذكر منها: الاستخلاص، التخمر والتمييع والتغوير وغيرها، من بين نواتج هذه الطرق الايثانول الذي يعتبر من اهم اشكال الكحول المستخرج من تخمر الحبوب، حيث يتم استخلاصه من قصب السكر وهو:

الجيل الأول يعرف بالوقود الاحيائي ومن بين الدول الرائدة في هذا المجال البرازيل حيث يتم استعماله كوقود للسيارات بنسبة تزيد عن (60%).

اما **الجيل الثاني** من الوقود الاحيائي فيتم العمل على تطوير استخلاصه من الطحالب، وذلك من اجل تفادي استعمال المحاصيل الزراعية المستخدمة في طعام الانسان، ومن ثم تفادي انعكاس زيادة الطلب على الاسعار، وحسب دراسة قامت بها مجموعة من الباحثين الامريكيين من قسم البحث الزراعي بوزارة الزراعة الامريكية عام2007 وجدوا ان كمية الوقود المستخرجة من الطحالب تزيد (100مرة) عن تلك المستخرجة من محاصيل الوقود الاحيائي العادية كقصب السكر، كما انها لا تحتاج سوى لمساحة صغيرة لزراعتها، مما يزيد من اهميتها امكانية زيادة حجم الوقود المستخرج عن طريق الهندسة الوراثية.

ان اهم عائق يواجه انتاج الجيل الثاني من الوقود الاحيائي هو ارتفاع تكاليف الانتاج حيث صرح "رالف سيمز" كبير المحللين لدى الوكالة الدولية للطاقة الدولية في بروكسل ان "عنق الزجاجة " في هذه العملية هو التكنولوجيا الغالية المطلوبة لإنتاج وقود الطحالب فارتفاع تكاليف زراعة تركيزات عالية منها اضافة الى ارتفاع تكاليف استخلاصه يجعل من الطحالب اكثر تكلفة من مصادر الوقود الاحيائي الاخرى.[4]

---

[1] موسى الفياض، عبير ابو رمان، الوقود الحيوي الافاق والمخاطر والفرص، 2009 المركز الوطني للبحث والارشاد الزراعي، المملكة الاردنية الهاشمية www.iraqi-datepalms.net تاريخ الاطلاع: 2016/11/08 على الساعة: 15:45

[2] bermard wiesenfeld,(op,cit);p 117

[3] ذبيحي عقيلة ، (مرجع سابق)، ص؛ 146.

[4] بوعشير مريم، (مرجع سابق)، ص؛163.

الفرع الثالث: استخدامات الكتلة الحيوية وتقنيات تحويليها: من الممكن تحويلها الى وقود صلب او سائل او غازي.[1]

اولا: الوقود الصلب: تستخدم بشكل اساسي كوقود صلب (فحم الخشب) والذي يتم اشعاله بغرض التدفئة واضاءة المنازل وانشطة اخرى تتعلق بالإنتاج؛ اذ نجد بان الاستخدام التقليدي كان قائما اساسًا على الحرق المباشر للكتلة الحيوية، ولا تزال تستخدم هذه العملية في عدة مناطق من العالم، هذا ويتنامى الاهتمام باستحداث اشكال حديثة من الطاقة الحيوية لإنتاج الحرارة، وتوليد الكهرباء. ما يمثل(20-25%)من مجموع الاستهلاك الطاقوي سواء في البلدان النامية والصناعية.

ثانيًا: الوقود الحيوي: يمكن الحصول على مجموعة متنوعة من الوقود الحيوي:

❖ الكحول الحيوي (الايثانول والميثانول)،ينتج من السكر او السيليلوز التي تشتق من الذرة وقصب السكر، والفضلات، حيث تجري عليها سلسلة من العمليات الحيوية والتحلل المائي والتخمر بواسطة انزيمات الاحياء المجهرية التي تحول جزيئات السكر الى ايثانول وتعتمد كمية الايثانول الناتج على عدة عوامل منها نوعية المادة الأولية ونسبة السكريات التي تحتويها.

❖ الديزل الحيوي يتنج من المحاصيل الزيتية الحيوية جميع هذه انواع تحتوي على الكربون والتي عند حرق توليد اساسا ثاني اكسيد الكربون وبخار الماء، ويمكن استخدامها لتوليد وقود الهيدروجين غير الكربوني، كما يُستخدم في تشغيل المحركات والمركبات وتوليد الكهرباء داخل خلايا الوقود.

ان تحويل مخلفات النبات الى وقود ليس بالأمر اليسير، اذ ان مادة السليلوز مشكلة من سلسلة محكمة مما يجعل استخراج الجلوكوز اللازم لإنتاج الايثانول صعبًا ومكلفًا، حيث يعمل الباحثون على تطوير التكنولوجيات الحيوية لإنتاج الوقود الحيوي من مواد سليلوزية؛ اذ تتعرض الكتلة الحيوية لعدة معالجات حرارية كيميائية وكذا بيولوجية، حيث ان استخدام الانزيمات المحفزة في عملية التحلل الحيوي يحقق فوائد عديدة.

الشكل (1-3-6): دورة حياة الوقود

المصدر: فاطمة مبارك، توفير الوقود الحيوي المستدام ومزياه وعقبات استخدامه، مجلة بيئة المدن الالكترونية، العدد 12 سبتمبر 2015، بلدية دبي،ص؛33

[1] سمير سعدون مصطفى واخرون (مرجع سابق)، ص؛ 10،11

تعتبر كل من البرازيل والولايات المتحدة الامريكية من الدول الرائدة في انتاج الوقود الحيوي، فقد اصبح الوقود البرازيلي منافسا للمنتجات البترولية بفضل سياسة عمرها (30 سنة) في هذا المجال، كما لقي هذا الاتجاه دعما قويا في الولايات المتحدة الامريكية، نظرا للكثير من العوامل المشجعة كانخفاض اسعار السكر في السوق العالمية وارتفاع مردودية الهكتار من قصب السكر او الشمندر والتي تبلغ (6000 ل) من الايثانول للهكتار.[1]

ثالثا: وقود الغاز الحيوي: وينتج عن التحلل الحيوي لمادة عضوية عند انعدام الاوكسجين وينتج عن طريق الهضم اللاهوائي او التخمر لمواد قابلة للتحلل الحيوي، ويتالف هنا الغاز الحيوي في المقام الأول من الميثان و ثاني اكسيد الكربون.

تجمع عمليات التحويل الكيموحراري بين التحويل الحراري والكيميائي، وتشتمل هذه الطريقة على تقنيات الاحتراق، التغوير والانحلال الحراري، يعتمد هذا الاختيار على نوع وكمية الكتلة الحيوية المتاحة، ونوع الطاقة النهائية المطلوبة والعوامل الاقتصادية والبيئية وغيرها.

الفرع الرابع: مزايا وعيوب الطاقة الحيوية: [2]

اولا: مزايا الطاقة الحيوية : يمكن تخزينها، وهو ما يعطي قدرًا من المرونة في توفيرها، حيث يمكن توفيرها في اي وقت للوفاء بمختلف الاحتياجات، وينطبق ذلك على الخامات الاساسية كالأخشاب، وعلى المنتجات الوسيطة او النهائية كالغاز الحيوي والايثانول الحيوي.

- يساعد استخدامها على التخفيف من مشكلات التخلص من النفايات اثناء توفير الطاقة التي تُعد الدول في امس الحاجة اليها.
- يمكن لمعظم نظم الطاقة الحيوية ان تسهم في التخفيف من اثار تغيير المناخ اذا حلت محل الاستخدام التقليدي للوقود الاحفوري. كما تساهم في خفض انبعاثات غازات الدفيئة مقارنه بالبدائل الاحفورية[3]
- تنتفع المناطق الزراعية انتفاعًا مزدوجًا من استخدامها، اذ يتم تامين واستحداث وظائف في مجالي الزراعة والعمل بالغابات، وفي عملية تحويلها بأكملها. كما تفتح زراعة المحاصيل المنتجة للطاقة مجالا جديدًا للأعمال التجارية امام المزارعين.

ثانيًا: عيوب الكتلة الحيوية:[4] من بين ما يؤخذ على هذا المصدر ما يلي:

- زيادة استغلال الكتلة الحية في انتاج الطاقة يؤدي الى اختلال التوازن البيئي.
- اساليب استخدام الكتلة الحية المطبقة حاليا لا تسمح لا بالتجدد ولا بالاستدامة لان كميات الحطب المتاحة في تناقص مستمر بسبب قيام السكان بتحويل الغابات الى اراضي زراعية.
- فقدان التربة لخصوبتها بسبب استعمال فضلات الحيوانات كوقود بدل استعماله كسماد للتربة.

---

(1) Jean Luc Léonard, Demain, l'hydrogène, ATHENA, N°213,jombes, Septembre 2005,p21

(2) الوكالة الالمانية للطاقة، الطاقة المتجددة، تقنيات الطاقة المتجددة قصة نجاح المانيا ،(مرجع سابق).

(3) التقرير الخاص للهيئة الجكومية الدولية المعنية بتغيير المناخIPCC، (مرجع سابق)،ص؛ 50

(4) التقرير الخاص للهيئة الجكومية الدولية المعنيةبتغيير المناخIPCC، (نفس المرجع)،ص؛ 50،52،51

●ان الميزة في استخدام الغاز الحيوي عن غيره من المصادر البديلة التي تم ذكرها لإنتاج الطاقة هي كون مشاريع هذا الغاز تعمل على معالجة اثنين من المشاكل الحرجة التي يوجهها العالم وهي الحد من التلوث البيئي وانتاج الطاقة المطلوبة.

المطلب الخامس: طاقة الهيدروجين L'énergie hydraulique

الطاقة المنبعثة من الهيدروجين ستكون وقود المستقبل(جون بوردن ساندرسون هالدان، عام 1923) [1]، يتميز الهيدروجين بانه اكثر العناصر وفرة في الوجود لكنه غير موجود كعنصر مستقل في الطبيعة، ويجب بالتالي استخراجه من العناصر الاخرى مثل المياه او النفط والغاز او الفحم.[2]

كان العالم البريطاني هنري كفنديش اول من اكتشف الهيدروجين في مداخلة في الجمعية الملكية في لندن عام 1776، نقل تجربته في انتاج الماء من تالف الاوكسجين والهيدروجين بواسطة شرارة كهربائية، دعا احدهما بـ"الهواء مثبت لحياة" والثاني بـ" الهواء المشتعل". ثم اعاد العالم الكيميائي الفرنسي لاقوازييه التجربة بنجاح في عام 1785 وسمي الأول بـ" الاوكسجين" والثاني بـ" الهيدروجين"؛ ثم كتب عنه جول فيرن عام 1874 حيث تنبا بقدوم عهد للهيدروجين: {اعتقد ان الماء سيصبح يوما وقودا والهيدروجين والاكسجين المكونان له ستعمل منفردة او متحدة و ستكون مصدر للحرارة والضوء لا ينضب و بكثافة لا يملكها الفحم.....الماء هو فحم المستقبل}[3]

الفرع الأول:اقتصاد الهيدروجين: عرّف مصطلح اقتصاد الهيدروجين لأول مرة على لسان John Bockris خلال خطاب القاه سنة 1970 في المركز التقني لجنرال موتورز (بدا المهندسون في جنرال موتورز سنة 1970 بالكشف عن ان الهيدروجين سيصبح وقود كأنواع الناقلات،[4] وفي شهر ماي اي ثلاثين سنة بعد ذلك. وبعد جهود كثيرة فتحت الطريق تبينت امكانية الحياة لاستعمال طاقة الهيدروجين)، كما ان امكانيات الهيدروجين كبيرة و هناك رائحة ثورة (بيتر هوفمن) .

كما صرح فيل واتس phil watts رئيس شركة شلRoyal Dutch/ Shell في خطاب له القاه بمنتدى برنامج الامم المتحدة للتنمية عن مستقبل الطاقة " انه في القرن الواحد والعشرين سيترك الغاز والنفط مكانهما لنظام طاقوي ثوري مبنى على الهيدروجين وان شل رصدت حوالي مليار دولار للانتقال نحو اقتصاد الموارد المتجددة".[5]

اذا فالهيدروجين هو العنصر الاكثر انتشارًا في الكون، اذ يمثل (75%) من كتلة الكون و(90%) من الجزيئات التي تكونه، وهو غير متوافر بشكل حر في الطبيعة لذلك لا بد من انتاجه من التحليل الكهربائي للماء او احد الطرق المعروفة الاخرى. وعدم

---

[1] جيرمي ريفكن، (مرجع سابق)، ص، 302

[2] سمير سعدون مصطفى واخرون (مرجع سابق)، ص؛133

[3] جيرمي ريفكن،(نفس المرجع)،ص؛ 296

[4] بيتر هوفمن مصادر الطاقة المستقبلية الهيدروجين و خلايا الوقود و التوقعات لكوكب انظف، ترجمة د.ماجد كنج مؤسسة محمد بن راشد ال مكتوم ،دار الفارابي ،لبنان ،الطبعة 2009، ص، 72

[5] جيرمي ريفكن،(نفس المرجع)، ص؛ 296

توافره في الطبيعة يجعل منه حاملا للطاقة.[1]وليس مصدرا اوليًا للطاقة، ان الفائدة من اقتصاد الهيدروجين تعتمد على القضايا المتعلقة بمصادر الطاقة مثل استخدام الطاقة الاحفورية والتغير المناخي وتوليد الطاقة المتجددة المستدامة.

الفرع الثاني: تواجد الهيدروجين: يحوز غاز الهيدروجين على كل المقومات التي تجعله وقودا ناجحا فهو الاخف والانظف، اضافة الى امكانية تحويله الى اشكال اخرى من الطاقة بكفاءة تامة، والهيدروجين غاز ليس له طعم او رائحة وغير سام ويتكون من جزيء ثنائي الذرة H_2، وهو من اكثر العناصر تواجدًا في الكون فكثيرا من الكواكب والنجوم تتكون منه فقط او تحتوي نسبة عالية منه، فهو يشكل مثلا(75%) من مكونات الشمس وطاقتها تنتج نتيجة لاندماج انوية الهيدروجين مكونة عنصر الهيليوم، ويمتلك الهيدروجين اصغر ذرة واخفها وهو قابل للاشتعال والاسالة بالضغط والتبريد، ويدخل في تركيب العديد من المواد الكيميائية والتي من اهمها الماء والمركبات العضوية التي تكون الاجسام الحية من نباتات وحيوانات بالرغم من تواجده الكبير في الكواكب والنجوم الا انه على سطح الارض لا يتواجد كعنصر مستقل، فهو يوجد في الغاز الطبيعي بنسب صغيرة ويتواجد بوفرة كبيرة متحدا مع الاكسجين على شكل مياه في البحار والمحيطات والانهار، لهذا فان هذه الاخيرة تعد المصدر الرئيسي لوقود المستقبل كما يتواجد متحدا مع الكربون على شكل مركبات عضوية ضرورية في انتاج الغذاء، ومنه نقول ان الهيدروجين يلعب دور مهم في انتاج الغذاء والماء والطاقة والتي هي من اساسيات الحياة اليوم ومستقبلا[2]

الفرع الثالث: طرق انتاج الهيدروجين: هناك طرق عدة يمكن من خلالها انتاج الهيدروجين:

اولا: التحليل الكهربائي للماء: [3] تعتبر ابسط الطرق المعروفة للحصول على الهيدروجين من الماء واكثرها انتشارا وتعتمد على امرار تيار كهربائي في الماء ليتحلل الى مكوناته الرئيسية الهيدروجين والاكسجين، ونحتاج في ذلك الى جهاز يسمى بخلية التحليل الكهربائي والى طاقة، وتصل كفاءة هذه الطريقة الى (80%) الا انها تنخفض لتصل الى حوالي(30%)، اذا اخدنا بعين الاعتبار كفاءة تحويل الطاقة الأولية الى كهرباء ومن ثم الى هيدروجين، اهم عائق يوجهها هو التكلفة.

ثانيا: التحليل الحراري للماء:[4] يلزم لتحلل الماء الى عنصريه بالتسخين المباشر تسخينه الى حوالي (2500°) او اكثر الا ان الوصول الى هذه الدرجة ليس سهلا، كما يصعب ايجاد اوعية او مواد تتحمل هذه الدرجة المرتفعة من الحرارة، لذلك يحاول العلماء تجنب هذه الصعوبات عن طريق اجراء التحلل الكهربائي على عدة مراحل على ان يستعمل حافز كيمائي او اكثر كأكسيد الحديد وثاني اكسيد الكبريت او بروميد الكالسيوم والزئبق، وذلك من اجل اجراء التفاعل في درجات حرارة اقل بحيث اعلى درجة نحتاجها في حالة وجود الحافز هي (730°).

---

[1] جيرمي ريفكن،(نفس المرجع)، ص،297؛300

[2] محمد رافت اسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل،(مرجع سابق،) ص ؛131.

[3] امال رحمان، سلمى عائشة كيحلي،"اقتصاديات الهيدروجين وامكانيات التطبيق لتحقيق التنمية المستدامة"، الملتقى الدولي الثاني حول الاداء المتميز للمنظمات والحكومات ،كلية العلوم الاقتصادية والتجارية،علوم التسيير، جامعة ورقلة-الجزائر-،22-23 نوفمبر 2011 ، ص؛ 1018.

[4] (نفس المرجع)،ص؛ 1018-1019.

ثالثا: تحضير الهيدروجين بتأثير الاشعة الشمسية المباشرة: [1] تستمد النباتات الخضراء الطاقة اللازمة لعملية التركيب الضوئي من الاشعة الشمسية اما الهيدروجين اللازم لعملية الارجاع فتحصل عليه النباتات من تحلل الماء الى عنصريه الاكسجين والهيدروجين، وهذه العملية لا تتم الا في وجود وسيط هو الكلوروفيل.

تم التوصل من خلال اجراء تجارب في وجود اشعة الشمس ومادة الكلوروفيل ، في ايجاد مركبات كيمائية تحل محل الهيدروجين الطبيعي، بحيث انه بإمكان بعض الاملاح المنحلة في الماء القيام بهذا الدور حيث تتأين الاملاح عند اذابتها في الماء الى ايونات موجبة وسالبة، وتحت تأثير الاشعة الشمسية تأخذ هذه الايونات او تعطي الكترون او اكثر من والى جزيء الماء مؤديا الى تحلله.

رابعًا: انتاج الهيدروجين بواسطة حرارة المفاعل النووي: ان الهيدروجين المنتج من الماء بواسطة حرارة المفاعل النووي يمكن ان يحرر البشرية من التعاطي بالطاقة الاحفورية.[2]

الفرع الرابع : خزن الهيدروجين: [3] يخزن الهيدروجين عادة كسائل مع انه يمكن ان يخزن كغاز او صلب ايضًا، ولان الهيدروجين منخفض في الكثافة فان خزنه يعتبر تحدي، من خلال طرق خزن الهيدروجين يمكن ان تظهر الملاحظات التالية:

- ضغطه في اسطوانات من مختلف الاحجام؛
- استعمال الغاز المضغوط في خزانات العجلات؛
- خزن الهيدروجين السائل بدرجات حرارة واطئة جدًا؛

الفرع الخامس: خصائص وعيوب الهيدروجين:

اولا : خصائص الهيدروجين: يتميز بمجموعة من الخصائص تجعله وقودًا مثاليا للمستقبل ونذكر منها :

الهيدروجين عنصر قابل للاحتراق ذو محتوى حراري عال ولا ينتج عن احتراقه اي غازات ملوثة للبيئة وحرقه لا يؤدي الى انعدامه بل الى اتحاده مع الاكسجين مشكلا الماء ومن ثم يمكن استخدامه مرة اخرى فمثلا حرق (1كغ) من البنزين يمكن ان يعطي (47200 كيلو جول) بينما يعطي (1كغ) من الهيدروجين (142000 كيلو جول) من الطاقة اي ثلاثة اضعاف ما تعطيه المصادر الاخرى.

- هو حامل الطاقة الاكثر تغيرًا. يمكن تحويله مباشرة الى بخار يحول الى حرارة، الى كهرباء.[4]
- سهولة نقله وتخزينه فيمكن نقله بشكل سائل او غاز سواء في صهاريج او عبر شبكات الانابيب وهو ما يجعله وقودًا مقبولا للاستهلاك كما يمكن خزنه لفترات طويلة دون ان يؤثر ذلك في خصائصه.
- يمكن استخدامه في البيوت السكنية بدلا من الغاز الطبيعي وبصورة خاصة لأغراض الطبخ والتدفئة، ويمكن استعماله كوقود لوسائل النقل دون اجراء تغييرات في اجهزة المحركات المعمول بها.

ثانيًا: عيوب الهيدروجين:[5] بالرغم من المزايا العديدة التي يتمتع بها الا انه لا يخلو من العيوب والتي نذكر منها :

---

[1] محمد رافت اسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل،(مرجع سابق،) ص؛137- 138.

[2] بيتر هوفمن (مرجع سابق)، ص، 72

[3] سمير سعدون مصطفى و اخرون(مرجع سابق)، ص؛101

[4] امال رحمان، سلمى عائشة كيحلي ،(نفس المصدر)،ص؛ 1017.

[5] بوعشير مريم،(مرجع سابق)،ص؛ 173.

- الاعتماد الكبير على الغاز الطبيعي في انتاج الهيدروجين، هذا لا يحل مشكلة نضوب الطاقات الاحفورية وكذا انبعاث الغازات العادمة.
- انخفاض الطاقة في وحدة الحجم من الهيدروجين ما يعني الحاجة الى خزانات كبيرة للاحتفاظ به الى وقت الحاجة.
- ارتفاع تكاليف انتاج الهيدروجين فمن اجل انتاج (1م^3) منه في معظم الاجهزة المنتشرة حاليا نحتاج من (4.5 الى4.8 كيلوواط/سا)، ومن اجل خفض التكاليف تتركز الابحاث على تحسين المردود لهذه الخلايا. ابتكر علماء في مركز الطاقات المتجددة في الولايات المتحدة الامريكية جهازا يقوم بفصل الهيدروجين من الماء وتحويله الى طاقة كهربائية في نفس الوقت باستخدام اكثر من(12.5%) من الشعاع الشمسي، ولكن يبقى اهم عائق يوجههم هو عائق التكلفة. [1]

المطلب السادس: الطاقة المائية L'hydroélectricité

تعد الشمس الطاقة الميكانيكية في المياه المتدفقة حيث ان (20%) من الطاقة الشمسية[2] التي تصل الارض تسقط على سطح البحار والانهار والمحيطات فيتبخر الماء منها ويتصاعد بخار الماء مع الهواء الى طبقات الجو العليا، فيبرد ويكون السحب التي تسيير مع الهواء الى مناطق بعيدة، واذا ما قابلت سفوح الجبال، فإنها تبرد وتتحول ثانيا، ومنها يندفع الى اسفل بسرعة كبيرة، فيكون المجاري المائية والانهار جزء اخر من الامطار يتجمع فوق الجبال في بحيرات كبيرة حتى اذا ما امتلأت فاض منها الماء هابط الى اسفل مكونا المساقط المائية.[3] فحسب راي "ريتشارد ستاثرسن شرودرس Richard Stathers, Schroders "انه سوف يتغير التعامل مع المياه كمادة خام، وهو ما سيفتح اسواقا وافاقا جديدة .[4]

الفرع الأول: مفهوم الطاقة المائية: هي القدرة التي تمتلكها الكميات الكبيرة من المياه سواء في المسطحات المائية والأنهار الجارية والشلالات حيث تكون القدرة الحركية للمياه في اعلى قيمة لها،[5] تساهم بمقدار (1.114 جيغاواط) عام2017، موزعة كالتالي: الصين بـ(28%)، البرازيل (9%)، الولايات المتحدة بـ(7%) كندا (7%) ، الاتحاد الروسي (4.3%)، الهند (4.0%).

وتعتبر من انظف الطاقات والاكثر كفاءة لإنتاج الكهرباء. تشكل الطاقة المولدة منها (18%) من الاستهلاك العالمي للكهرباء، ويتوقع الصندوق العالمي من اجل الطبيعة انه يمكن زيادة (370الف ميغاواط) جديد الى قاعدة انتاج الطاقة المائية من سدود جديدة بحلول عام 2050.[6] تصل كفاءتها الى (85%)،اما في المحطات الحرارية لا يتعدى(40%) ومن الخلايا الشمسية (15%)[7]

---

[1] طوني صغيبني (مرجع سابق)، ص؛136

[2] جيرمي ريفكن ،(مرجع سابق)،ص ؛319

[3] داليا محمد يونس، تقييم سياسات تصدير وتصنيع الغاز الطبيعي محليا ومقارنته بنظيراته عالما" دراسة تحليلية واستشرافية"،الدار الجامعية، الاسكندرية، 2011ص، ص255

[4] بيته ساندر، بيتر فاث، انكا لينر وترجمة حسام الشيمي، التنمية المستدامة لمصادر الطاقة المتجددة، الطبعة الاولى دار النشر مجموعة النيل العربية، القاهرة – مصر- 2014 ،ص؛101

[5] l'énergie d'aujourd'hui et de demain,septembre 2018, p.83 .www.cnrs.fr.

[6] طوني صغيبني،(مرجع سابق)، ص، 130،129

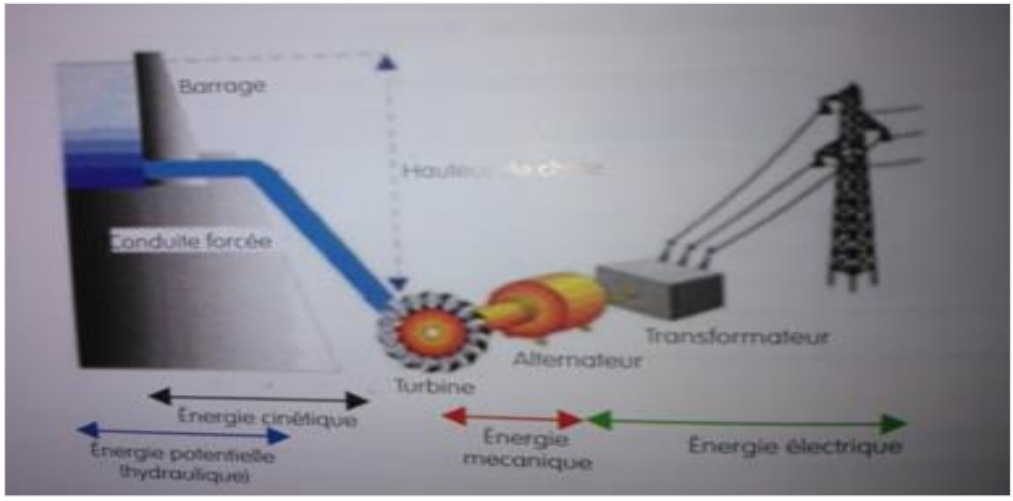
[7] داليا محمد يونس، (نفس المرجع) ص، 256

الفرع الثاني: استخدامات الطاقة المائية: يستخدم الانسان طاقة المياه منذ وقت طويل، استخدمها الاغريق منذ 300 عام في ادرة العجلات، ومنذ ذلك الحين يستفيد الانسان من الطاقة الكهرومائية لتوليد طاقة من خلال استخدام العجلات المائية (التوربينات المائية) مستغل طاقة للماء الجاري او شلالات المياه لإدارة بعض العمليات الميكانيكية(الشكل 1-3-7) كاستخدام طواحين المياه في عمليات الطحن والتقليب والتصفيح وغيرها، من عمليات الانتاج الاخرى كصناعة النسيج والتعدين وذلك منذ ما يزيد عن 2000 عام في بلاد كالصين والبلاد الاوروبية ومن بعدهم الولايات المتحدة.[1]

تم استعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية، ومن اجل هذه الغاية تقام محطات توليد الطاقة على مساقط الانهار، وتبنى السدود الاصطناعية لتوفير كميات كبيرة من الماء تضمن تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة. [2]

يعد سد الممرات الثلاثة على نهر اليانغتستي اكبر محطات توليد الطاقة الكهرومائية على مستوى العالم بقوة (22.500ميغاواط)، وقد اكتسبت الصين من خلال هذا المشروع الهندسي الهائل المعرفة اللازمة التي مكنتها من اقامة محطات اخرى لتوليد الطاقة الكهرومائية ومضاعفة قدرتها بل وتصديرها للخارج؛ رغم ذلك فتبقى مشكلة مواجهة الاثار المدمرة للبيئة والمجتمع بسبب الخزانات الضخمة وتبعات استخدامها.

الشكل(1-3-7): تحولات الطاقة المائية



Source : Les Energies Renouvelables Et Leur Utilisateur,(Op, Cit) ,P ;126

الفرع الثالث: مصادر الطاقة المائية: يمكن تصنيفها الى:[3]

اولا: المصادر البحرية: وهي مصادر الطاقة ذات الاصل البحري اي المرتبطة بالمسطحات البحرية والمحيطية، وتمثلها حركتي الامواج والمد والجزر، وتعد من اوسع المصادر المائية للطاقة انتشارا بحكم ارتباطها بالمسطحات البحرية والمحيطية، تلعب دورًا اساسيًا في

---

[1] مقال انواع الطاقات المتجددة –هل تعد حلا لتلبية الطلب العالمي على الطاقة- الطاقة الكهرومائية،تاريخ الاطلاع 2016/10/04 على الساعة 13:30 http://www.envirocitiesmag.com/articles/renewable-energy-the-power-of-the-future/ renewable-energies.php

[2] مخلفي امينة(مرجع سابق) ،ص، 226

[3] طوني صغيني (مرجع سابق)،ص؛ 168، 169.

التوازن الكيميائي للغلاف الجوي، اذ تغطي حوالي (71 %) من حجم الكرة الارضية.[1] وقد اثبتت بعض الدراسات ان انبعاثات غازات الدفيئة من انظمة الطاقة البحرية منخفضة مقارنة بانبعاثات تكنولوجيا الطاقة الاحفورية.[2]

❖ **طاقة حركة الامواج:** تعد من الظواهر الطبيعية التي تحدث في مجاري المياه كالبحار والمحيطات، وهي عبارة عن اضطراب في المياه بسبب سرعة الرياح، يؤدي الى ارتفاع وانخفاض جزيئات الماء في حركة موجبة ومنتظمة تنتشر حتى تصطدم بصخور الساحل، واكتساب الامواج لهذه الطاقة يكون بفعل القصور الذاتي والذي يعني الاستمرار في الحركة في خط مستقيم، الا ان هذه الطاقة تتبدد عند ارتطام الامواج بالساحل وتعتبر من مصادر الطاقة النظيفة الخالية من الاثار الضارة، ومن الدول المستغلة لها، اليابان حيث نجحوا في استخدامها في تشغيل معدات الارشاد الملاحي بالإضافة الى النرويج والدنمارك وبلجيكا والهند و المملكة المتحدة.

❖ **طاقة حركة المد والجزر:** للحصول على طاقة المد يتم بناء سد فيه انفاق توضع فيها توربينات بحيث تعمل هذه الاخيرة على توليد الكهرباء اثناء عملية المد والجزر، وقد نجحت فرنسا في بناء محطة من هذا النوع بطاقة انتاجية تقدر بـ (240 الف كيلوواط) وبكفاءة قدرت بـ (25%) عام1966،[3] وفي محطة قرب شاطئ بريتاني عند مدخل نهر رانس قدرتها(240 ميغاواط) بالولايات المتحدة، وهناك خطة لاستغلال طاقة المد والجزر في توفير (1%) من احتياجاتها في الطاقة.[4]

ثانيا: مصادر الطاقة المرتبطة بالمجاري النهرية: تمتلك المياه الساقطة سواء في الشلالات الطبيعية التي تعترض مجاري الانهار او في المساقط الاصطناعية عن طريق بناء السدود على الانهار قوة هائلة يتم استغلالها في تشغيل توربينات توليد الكهرباء وتتباين المجاري النهرية في العالم في مدى امكانية استغلالها في توليد الطاقة، وذلك بالنظر الى توقفها على عدة متغيرات منها ما يتعلق بخصائص المياه التي تجري في المجرى وخاصة فيما يتعلق بمدى توافرها الدائم طول العام، وهي خاصية تتوفر في الانهار المدارية وغيرها من الاقاليم ذات الامطار الدائمة طوال العام، لذلك تمتلك هذه الانهار بروافدها المختلفة مصادر كامنة كبيرة لتوليد الكهرباء في حالة توفر عوامل اخرى مساعدة تتعلق ببعض الخصائص الطبيعية والبشرية والاقتصادية، من بين الانهار المستغلة في توليد الطاقة الكهربائية نذكر: نهر الامازون في امريكا الجنوبية والكونغو في افريقيا اضافة الى نهر الراين وانهار غربي القارة الاوروبية.

الفرع الرابع: عيوب الطاقة المائية:[5]، [6] من بين ما يعاب على هذا المصدر هو قلة الاماكن الملائمة لإنتاج الطاقة فمثلا تصلح الاماكن ذات الفارق الكبير بين مستوى سطح الماء في كل من المد والجزر وهي اماكن قليلة، كذلك المساقط المائية لا تتوفر الا في اماكن محددة، كما ان عمر السدود صغير نظرا لامتلائها بالأوحال، بالإضافة الى ذلك نجد:

- تدمير الحياة البرية نتيجة لبناء السدود واجبار السكان على الرحيل، هجرة الاسماك،...
- ان انشاء خزان للطاقة المائية بالضخ يقضي الى تغيير بيئي كبير بتحويل نظام بيئي لنهر واسع الجريان الى بحيرة اصطناعية.

---

[1] Bernadette Le Baut-Ferrarese, Isabelle Michallet «Droit des énergies renouvelables», editions moniteur,paris 2008,p, 111 ;p,116.

[2] التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخIPCC، (مرجع سابق)،ص، 84

[3] هاني عمارة، (مرجع سابق) ، ص؛ 64

[4] امال رحمان، سلمى عائشة كيحلي ،(نفس المصدر)، ص؛ 257

[5] ذبيحي عقيلة،(مرجع سابق)، ص؛158، 159

[6] التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخIPCC، (مرجع سابق)، ص، 83؛84

خلاصة الفصل الأول:

تمثل الطاقة شريان الحياة للاقتصاد العالمي فكانت ولا تزال وستبقى الطاقة ذات اهمية قصوى للحياة في جوانبها المختلفة، فكل الكائنات الحية بحاجة الى الطاقة .

ونظرا لان الطاقة المستمدة من المصادر التقليدية غير دائمة وملوثة للبيئة، استوجب على العالم ايجاد حلول عملية لهذه المشاكل، تسمح بخفض استهلاك الطاقات الاحفورية وهذا لا يتطلب فقط تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وانما ايضا تطوير مصادر جديدة تعرف بمصادر الطاقة المتجددة والتي لها اهمية بالغة في حماية البيئة، باعتبارها طاقة نظيفة غير ملوثة، كما يتم التوسع في استخدامها، وبالتالي التقليص من استخدام المصادر الناضبة. في كلمة القاها **جيراون فاندر فير** خلال المؤتمر 142 للأوبك سنة 2006 ، حيث قال :" **اننا نحتاج الى الكثير من الطاقة ولكن بأثار ببيئة اقل**".

فتعتبر الطاقات المتجددة احد اهم البدائل المتاحة لتحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة، اذ تشكل امداداتها عاملا اساسيًا في دفع عجلة الانتاج وتحقيق الاستقرار والنمو في حال نضوب الطاقة الاحفورية؛ ممّا يوفر فرص العمل الدائمة ويساهم في تحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر عبر العالم.

ان استغلال الطاقة المتجددة يستلزم الاستعانة بوسيلة لتخزين الطاقة اثناء توافرها ثم استعادتها وقت الحاجة اليها.

ومن اهم هذه المصادر "**الطاقة الشمسية**" التي تعتبر في الاصل هي الطاقة الرئيسية في تكوّن مصادر الطاقة.

الفصل الثانـي
أسواق
الطاقة الشمسيـة

الفصل الثـاني

أسواق الطاقة الشمسية

تمهيد الفصل الثـاني:

تعتبر الشمس المصدر النظيف الوحيد للطاقة المتوافر لنا."جير هارد ارتل Gerhard Ertil"،[1] وتمثل أهم مصادر الطاقة، بل وتعتبر المصدر الرئيسي لكثير من مصادر الطاقة الموجودة في الطبيعة حتى أن البعض يطلق عليها شعار "الشمس أم الطاقات"،[2] إذ لولاها ما وجدت الحياة بشكلها الحالي على سطح كوكبنا وقد أدرك الإنسان منذ القدم أهمية الشمس في حياته وسعى في أن يدرس حركتها وأن يعمل باستمرار على كشف المزيد من الحقائق المحيطة بها، [3] فتُسَخِّنُ سطح الأرض، والأرض بدورها تُسَخِّنُ الطبقة الجوية التي توجد فوقها فتنشأ الرياح، كما تَتَبخَّرُ مياه البحار والأنهار بفعل حرارة الشمس فتتكون السحب فتتشكل على الأمطار، ولقد حظيت الشمس باهتمام واسع مما حظيت به المصادر الطاقة البديلة الأخرى وذلك بسبب توفرها في أرجاء العالم المختلفة وبسبب ضخامة كميات الطاقة التي ترسلها للأرض وبسبب تعدد أشكال تطبيقاتها بإختلاف التكنولوجيا المطبقة مثل التسخين الشمسي للمياه والطاقة الشمسية الضوئية. التي سنتطرق اليها من خلال المباحث التالية:

المبحث الأول: مفهوم الطاقة الشمسية

المبحث الثاني: تكنولوجيا الطاقة الشمسية

المبحث الثالث: سوق الطاقة الشمسية

---

[1] بيته ساندر، بيتر فاث، انكا لينر (مرجع سابق)، ص؛52

[2] Jacque Bernard, op,cit,p ;9

[3] سعود يوسف عياش ،(مرجع سابق)،ص؛ 149.

المبحث الأول: مفهوم الطاقة الشمسية

إن الطاقة الشمسية طاقة نظيفة و متجددة،فقد أصبحت من أقوى المصادر من حيث الاستثمار ،و انخفاض تكاليف إنتاجها بالإضافة لتطبيقاتها الواسعة سواء الحرارية أو الكهربائية جعل من أسواقها محط أنظار العديد من المستثمرين والحكومات والمنظمات التي تعنى بأمور البيئة مما أكسب القائمين عليها الاهتمام بمواصلة تقدمها المتسارع في عالم الطاقة، والرفع من موثوقيتها كمصدر يمكن الاعتماد عليه في المساهمة في تغطية الطلب المتزايد على الطاقة.

المطلب الأول: نبذة عن طبيعة الإشعاع الشمسي:

الفرع الأول: الإشعاع الشمسي: فالشمس هي نجم المجموعة الشمسية وهي عبارة عن كرة غازية يبلغ قطرها(1.39×10^{9}م) وكتلتها حوالي (19.891×10^{26}كيلوغرام)، ودرجة حرارة سطحها حوالي(5778 درجة كلفين) ومكوناتها الأساسية هي غاز الهيدروجين حوالي(73.46%) وغاز الهليوم حوالي (24.85%) ، بالإضافة إلى كميات ضئيلة من بعض العناصر الأخرى كالحديد (0.16%) والاكسجين (0.77%) والكربون (0.29%) وباقي المواد (0.36%).[1]،[2]

تبعد الشمس عن الأرض بحوالي(1.496×10^{11}م)، ونظراً لأن الإشعاع الحراري ينتقل في الفراغ بسرعة الضوء (300.000 كيلومتر\ثانية)، فإن الطاقة الشمسية تصل إلى كوكبنا بعد(8 دقائق و20 ثانية) من مغادرتها سطح الشمس. ويشكل قرص الشمس زاوية مخروطية مقدارها(32°) عند رصدها من على سطح الأرض.

وإذا أخذنا كتلة الشمس بعين الاعتبار فإنه ممكن القول إن هناك ما يكفي من الهيدروجين لاستمرار التفاعل الاندماجي لحوالي خمسة آلاف مليون عام.[3]

تتولد الطاقة الشمسية نتيجة التحول المستمر لكل أربع ذرات من الهيدروجين إلى ذرة واحدة من الهليوم في تفاعل اندماجي نووي، ولما كانت كتلة ذرة الهليوم الناتجة من التفاعل أقل من مجموع كتل ذرات الهيدروجين الداخلة فيه فإن فرق الكتلة هذا يتحول إلى ضوء وحرارة تنتقل على هيئة أشعة،[4]ولا يصل منها إلاّ مقدار ضئيل يتناسب مع مساحة الأرض ومع المسافة بين الأرض والشمس، وترسل الشمس أشعتها على شكل تيار من الجسيمات تدعى" الفوتونات" وتنطلق الأشعة الشمسية على شكل حزم موجية متوازية مختلفة الأطوال ومن هذه الأشعة المرئي وغير المرئي فالإشعاع المرئي له أطوال موجية بين(0.35 و0.75 ميكروميتر) ، والأشعة تحت الحمراء (غير مرئية) من (0.75 إلى 100ميكروميتر)، والأشعة الراديوية (غير مرئية) أكثر من(100 ميكروميتر)، أما الأشعة التي يقلّ طولها الموجي عن طول أمواج الضوء المرئي (ذات طاقة أكبر) فتسمى بالأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية، وأشعة غاما، والأشعة الكونية.

---

(1) jean christian lhomme, - les énergies renouvelables –préface d'alain liébard, 2001, systemes solaires 2eme edition 2004 ,p ;37

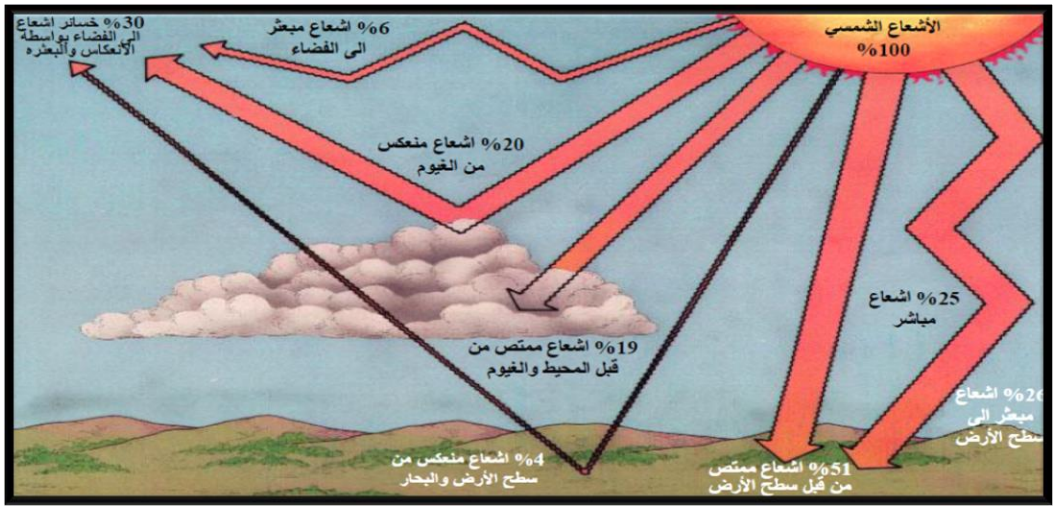
(2) طارق مراد ، موسوعة محيط المعرفة والعلوم "الفيزياء" دار الراتب الجامعية، بيروت– لبنان،ص؛ 6،9.

(3)موسوعة محيط المعرفة والعلوم" الشمس"،(نفس المصدر)،ص؛15

(4) jean haldik, (op,cit), p; 73,74

وعلى الرغم من أن الإشعاع الشمسي الساقط على الغلاف الجوي يتكون من مدى عريض من الحزم الموجية إلاّ أن ما يقارب (98%)منه يتكون من ثلاثة أنواع من الأشعة هي : الأشعة البنفسجية (8%) ، والأشعة المرئية (47%) والأشعة تحت الحمراء (43%) لذا فإن أعلى شدة للإشعاع الشمسي تقع في مدى الضوء المرئي، وتبلغ قيمة معدل الإشعاع الشمسي الساقط على المحيط الخارجي للأرض(1367 واط لكل متر مربع) وهو ما يُعرف" بالثابت الشمسي"، ويتعرض أثناء مساره خلال الغلاف الجوي إلى سطح الأرض إلى حالات من الانتشار والامتصاص من قِبل مكونات الغلاف الغازي المحيط بالكرة الأرضية اذ تعمل هذه المكونات، ومنها الغازات المختلفة وذرات الغبار والماء العالقة بالهواء، على امتصاص وانكسار جزء من الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض ويبين الشكل(2-1-1) النسب المئوية لتوزيع الإشعاع الشمسي. [1]

الشكل(2-1-1): النسب المئوية لتوزيع الاشعاع الشمسي



Source: renewable-energy-training. op, cit 24 ؛ "الفصل الثاني: الطاقة الشمسية الحرارية" ص

ينعكس ما يقارب (6%) من الإشعاعات الشمسية عائدة إلى الفضاء بينما تُمتص السحب والمحيطات والكتل الأرضية (20%)، وينتشر معظم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الأرض عبر المدى المرئي وبالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية، تمتص مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي الإشعاعات الشمسية، ويؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة حرارتها.

يرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات مسبباً دوران الهواء الجوي أو انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي، وعندما يرتفع الهواء إلى قمم المرتفعات، حيث تنخفض درجة الحرارة، يتكثف بخار في صورة سحب تمطر على سطح الأرض، ومن ثم تتم دورة الماء في الكون.

الفرع الثاني: التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي : يؤثر الغلاف الجوي في طاقة الإشعاع الشمسي بالنسبة للكرة الأرضية، فهو يعمل على تقليل هذه الطاقة، وأن جملة ما تكسبه الأرض من هذه الطاقة في السنة لابد أن يتعادل مع جملة ما يرتد منها إلى

[1] renewable-energy-training(op.cit), p; 23."الفصل الثاني: الطاقة الشمسية الحرارية"

الفضاء، وأن هذا التعادل هو الذى يجعل للأرض ميزانية حرارية ثابتة من سنة لأخرى، ولكن ليس معنى هذا التوازن أن تكون كل أجزاء سطح الأرض أو في كل أيام السنة متعادلة في مكسبها أو خسارتها للإشعاع الشمسي، لأن توزيع هذا الإشعاع يختلف من مكان لآخر، ومن فصل إلى آخر نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمها ما يلى:

1- اختلاف الألبيدو الأرضي من مكان إلى آخر ومن وقت لآخر.
2- اختلاف البعد بين الأرض والشمس على حسب الفصول خاصة في الصيف عنه في الشتاء.
3- اختلافا لطول الليل والنهار في العروض المختلفة وفى الفصول المختلفة.
4- اختلاف الزاوية التي تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض.

ويختلف الألبيدو الأرضي من مكان إلى آخر ومن فصل إلى آخر على حسب كمية السحب ودرجة صفاء الجو وما يغطى الأرض من غطاء نباتي أو ثلوج أو جليد .. ، أما عن العامل الثاني فانه يلاحظ أن الأرض تكون أبعد عن الشمس في أول يوليو بنحو(4.8 مليون كيلومتر) عنها في أول ديسمبر، بينما يرتبط العاملين الثالث والرابع، بالموقع بالنسبة لدوائر العرض ارتباطا مباشراً، ففي فصل الصيف يتزايد طول النهار على حساب طول الليل كلما اتجهنا نحو القطب حتى يصل طوله في يوم الانقلاب الصيفي (21 جوان) إلى (24 ساعة) عند الدائرة القطبية وستة أشهر عند القطب، وتتبدل الصورة في فصل الشتاء.

ومما تقدم نرى أن معدل الإشعاع الشمسي السنوي يبلغ أقصاه عند خط الاستواء، ويبدأ في التناقص في الاتجاه نحو القطبين، ويقدر أن مقدار الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض عند خط الاستواء يبلغ أربعة أمثاله عند القطبين، تتلقى المنطقة المدارية أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض طوال العام، ولا تظهر بين أجزاءه فروق كبيرة مع اختلاف الفصول، بينما يصل الإشعاع الشمسي إلى ذروته في فصل الصيف في العروض الممتدة فيما بين المدارين والدائرتين القطبيتين، ويبلغ هذا الإشعاع أدنى حد له في الشتاء في نفس العروض، أما من الدائرتين القطبيتين وحتى نقطتي القطب فإنه يوجد فائض في الأشعة في فصل الصيف الذي يطول فيه النهار وينقص هذا جدًا في فصل الشتاء .

حيث أنه في شهر جوان يكون القطب الشمالي للأرض مواجهًا للشمس، وبهذا تنطلق الأشعة الشمسية إلى الجزء الشمالي من الكرة الأرضية بصورة عمودية أما في شهر ديسمبر فإن القطب الشمالي ينحرف بعيداً عن الشمس، وتسقط الأشعة الشمسية بصورة منحرفة وغير مباشرة باعثة أقل كثافة من الطاقة هي "مقدار (الكيلوواط/سا) من الطاقة الساقطة على(م^2) من سطح الأرض في زمن معين"، تعتبر طبقة الفوتوسفير مصدر الإشعاع الرئيسي من الشمس وتبلغ درجة حرارتها حوالي (6 آلاف درجة كالفن)، وإذا أخذنا بعين الاعتبار أن استهلاك العالم من الطاقة يبلغ حوالي (10^{10} كيلوواط) تبين أن كمية الطاقة الشمسية التي تتلقاها الأرض تعادل حوالي (20 ألف مرة) قدر استهلاك العالم من الطاقة،[1]

الفرع الثالث: العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسي على سطح الأرض: يتأثر بعدة عوامل من أهمها:

1- طبيعة الغلاف الغازي والمواد العالقة به، ويتوقف ذلك على عاملين هما:

[1] سعود يوسف عياش،(مرجع سابق)،ص؛157

أ- سمك طبقة الهواء التي تخترقها الأشعة الشمسية.

ب- مقدار ما يحتويه الغلاف الجوي من المواد العالقة وخاصة بخار الماء، الذى له القدرة على امتصاص قدراً أكبر من الأشعة تحت الحمراء عند نفاذ الإشعاع الشمسي خلال الغلاف الجوي في اتجاه الأرض، وقدرته على عكس جزء مما امتصه من شعاع الشمس في شكل إشعاع ذاتي نحو الأرض، ممّا يساعد على رفع درجات حرارة الهواء، أي أن لبخار الماء في الهواء القدرة على تنظيم نفاذ كل من الإشعاعين الشمسي والأرضي، وبالتالي يحفظ لسطح الأرض حرارته.

2- تركيز أشعة الشمس أو الزاوية التي تصل بها أشعة الشمس إلى الأرض. يصل شعاعًا إلى سطح الأرض في زاوية مائلة تكون قوته أقل من إشعاع يصل عمودياً على سطح الأرض، وذلك لأن الإشعاع المائل يخترق مسافة أطول في الغلاف الجوي فيفقد جزءاً أكبر من قوته، بينما الإشعاع العمودي الذى يخترق مسافة أقصر يفقد جزءاً أقل، هذا فضلاً عن أن الاشعاع المائل يتوزع على مسافة أكبر من سطح الأرض فيقل تركيزه في حين أن الاشعاع العمودي يتركز في مساحة أصغر فتزداد قوته.

3 – طول المدة التي تسطع فيها الشمس فوق الأفق، ويتغير ذلك تبعاً للفصول وتبعاً للموقع بالنسبة لدوائر العرض، من هذا نستنتج أن كمية الحرارة التي تكتسبها الأرض أثناء النهار الطويل أكثر مما لو كان النهار قصير، هذا فضلاً عن أن خطوط العرض الواحدة عادة تكتسب كمية واحدة من الحرارة، وباختلاف خطوط العرض تختلف درجات الحرارة، هذا إذا ما تساوت الظروف الأخرى التي تؤثر في حرارة خط العرض.

الفرع الرابع: الثابت الشمسي والطيف الشمسي:

أولاً: الثابت الشمسي: يعرف الثابت الشمسي بأنه كمية الطاقة الساقطة في وحدة الزمن على وحدة مساحة متعامدة مع الشعاع الشمسي وواقعة على سطح الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية.

يكتسب الثابت الشمسي أهمية خاصة في تطبيقات الطاقة الشمسية ذلك أنه لا يمكن في الواقع الحصول على كمية طاقة من الشمس أعلى من قيمة الثابت الشمسي وبالنسبة لكمية الطاقة التي تصل إلى الأرض فإنها أقل من قيمة الثابت الشمسي بسبب انعكاس قسم من الإشعاع أو امتصاصه أثناء عبوره الغلاف الجوي.[1]

ثانياً: الطيف الشمسي: يمثل الثابت الشمسي كل كمية الطاقة في الطيف الشمسي وبالنظر إلى الإشعاع الشمسي نجد أنه يتكون من مجموعة موجات كهرومغناطيسية تتراوح أطوالها ما بين (0.11 ميكرون إلى 4 ميكرونات)، والواقع أن الإشعاع الشمسي يحتوي على موجات أطول غير أن كمية الطاقة فيها قليلة ولا تتجاوز(1%) من مجمل طاقة الطيف الشمسي.

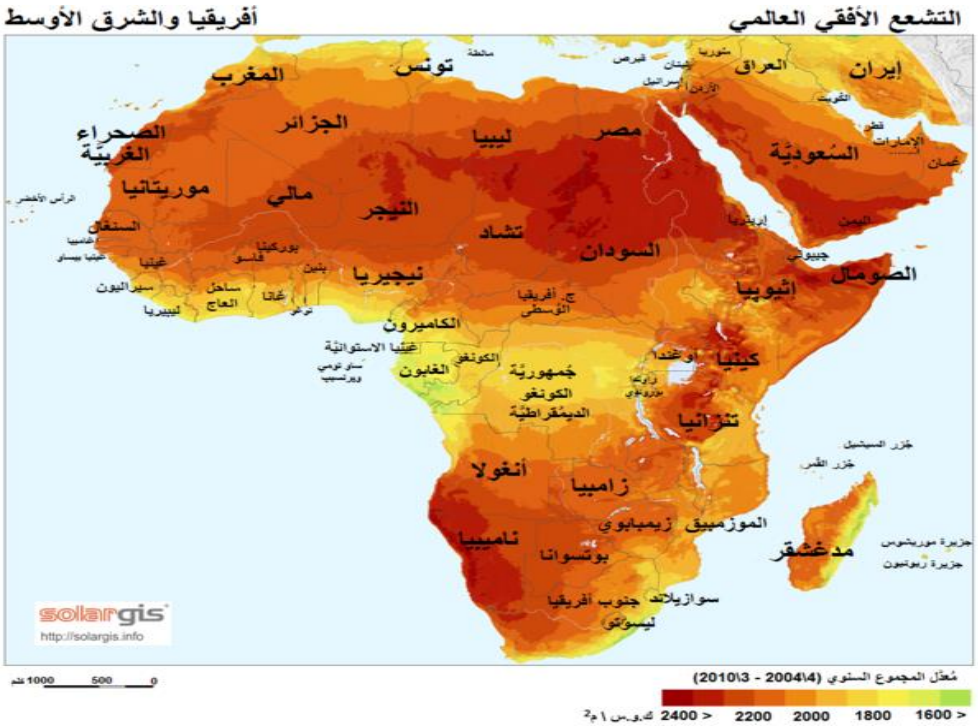
ينقسم الطيف الشمسي إلى ثلاثة مجالات، مجال الأشعة فوق البنفسجية ومجال الأشعة المرئية ومجال الأشعة تحت الحمراء، وتغطي الأشعة البنفسجية ذلك الجزء من الطيف الشمسي الذي يحتوي على الأشعة ذات الموجات القصيرة حتى طول(0.4

[1] سعود يوسف عياش، (نفس المرجع)،ص؛ 157؛158.

ميكرون) ، وأما الأشعة المرئية فتغطي أطوال الموجات في المجال (0.4 – 0.75 ميكرون)، وأما بالنسبة للأشعة تحت الحمراء فهي تغطي ذلك الجزء من الطيف حيث تزيد طول الموجات عن(0.75 ميكرون)[1].

الفرع الخامس: العلاقة بين الشمس والأرض:[2] يستلم الوطن العربي أعلى قيم من الإشعاع الشمسي في العالم، إذ تسطع الشمس خلال العام قرابة (3300ساعة) في جميع أنحائه وبهذا تكون الدول العربية أكثر دول العالم تأهيلاً لاستغلال هذا المصدر الدائم النظيف الخصب.

الشكل(2–1–2): خريطة تبين الاشعاع الشمسي على سطح افريقيا والشرق الاوسط



Source : **https://solargis.info/imaps/**

كما نوضحه من خلال الشكل(2–1–2) فالشريط على اليمين يمثل بالألوان كمية الطاقة الشمسية التي يحصل عليها كل متر مربع من الأرض على مدار عام كامل، وبالطبع اذا استخدمنا تكنولوجيا تطبيقات الطاقة الشمسية نستطيع استغلال هذه الطاقة المهدرة لكي تلبي احتياجاتنا من الطاقة الكهربائية والحرارية او تحلية مياه البحر او تسخين المياه، اكتشف العلماء ان غاز ثنائي اكسيد الكربون المستخلص من الهواء يمكن تحويله مباشرة الى وقود الميثانول، والنتيجة تلوث بيئي اقل وخيارات وقود بديلة، الذي سيُصبح مصدر الطاقة الاحفورية مُساعداً للبيئة، بدلاً عن تلويثها، على أرض الواقع قريباً.

[1] سعود يوسف عياش، (نفس المرجع)،ص؛ 158؛159.

[2] renewable-energy-training.(op.cit), p;23-24.

إنها طاقة واعدة في المستقبل، كما ان الوطن العربي سيكون أهم مصدر لهذه الطاقة خاصة اذا ما تطورت التكنولوجيا واستطاعت ان ترفع نسبة الممكن استثماره من الطاقة الشمسية الى (25%) او (50%) او تكون هناك إمكانية لخزن الطاقة الشمسية في خلايا خاصة.[1]

المطلب الثاني: مفهوم الطاقة الشمسية

إن استخدام الشمس كمصدر للطاقة هو من بين المصادر البديلة للنفط التي تعقد عليها الآمال المستقبلية لكونها طاقة نظيفة لا تنضب، لذلك نجد دولاً عديدة تهتم بتطوير هذا المصدر وتضعه هدفاً تسعى لتحقيقه.[2]

الفرع الأول: تطور استغلال الطاقة الشمسية: [3] إن استغلال الطاقة الشمسية لم يكن وليد اليوم وإنما استخدمها الإنسان منذ القدم، فقد شكلت جزءًا من معتقدات البعض التي أسبغت عليها طابعًا دينيًا، ولم تكن هذه الأهمية الكبيرة التي أسبغت على الشمس عبثًا بل نتيجة لإحساس الإنسان وإدراكه بأن الشمس مسؤولة عن الكثير من الظواهر التي تؤثر في حياته ومعيشته، فالليل والنهار واختلاف فصول السنة وتغير أحوال الطقس كلها أمور مرتبطة بالشمس بشكل وثيق وتؤثر في ذات الوقت على الإنسان وحياته، ولذلك فقد حاول الإنسان منذ فجر الحضارة أن يرصد حركة الشمس وأن يحسب طول السنة الشمسية وأن يعرف الفصول المختلفة وتأثيرها على حياته.

ومن أولى الاشارات التي تدل على استعمال الإنسان للطاقة الشمسية تعود للرومان عند إشعالهم النيران لإضاءة سفوح الجبال في الليل حيث كانوا يضعون المرايا فوق قمم الجبال لتجميع أشعة الشمس وإشعال النيران، كما استعملوها في تبادل الإشارات الضوئية عبر المسافات البعيدة، كما استعمل العالم الإغريقي "أرخميدس" المرايا الساحقة للدفاع عن بلاده من الاجتياح الروماني حيث وضع مرايا بشكل خاص لتركيز الأشعة في بؤرتها ومن ثمة توجيهها نحو الهدف عام 212 قبل الميلاد.

في القرن السابع عشر تم تركيز تجارب استغلال الطاقة الشمسية في استخدام المرايا لتركيز أشعة الشمس واستعمال الحرارة الناتجة في صهر المعادن، ومن بين هذه التجارب جرت محاولات لصهر الألماس والسيراميك والحديد والنحاس وغيرها. وهنا نذكر أنه مازالت فكرة استعمال المرايا العاكسة والمركزة لأشعة الشمس قيد الاستعمال في وقتنا الحاضر وتعرف باسم الفرن الشمسي، ويوجد في منطقة أوديو في فرنسا مصنع لصهر المعادن يعتمد على ذات الفكرة ويستعمل المرايا العاكسة.

القرن الثامن عشر توسع استغلال الأفران الشمسية بمختلف التصاميم منها لعدة مجالات (الطبخ، صهر المعادن،...)

القرن التاسع عشر شهد حصول تطورات جديدة في تكنولوجيا استخدام الطاقة الشمسية، فقد تم صنع فرن شمسي مفرغ من الهواء وتكمن أهمية هذا التطوير الجديد في أن أشعة الشمس تنتقل في الفراغ وأما انتقال الحرارة بالحمل والتوصيل فإنه يحتاج إلى

---

[1] رضا عبد الجبار الشمري،(مرجع سابق)، ص؛449

[2] مايكل اكهارت رئيس المجلس الأميركي للطاقة المتجددة المجموعة التجارية للصناعة الطاقة المتجددة: التطلع إلى طاقة لا تنضب،19فبراير 2019، https://defense-arab.com/vb/threads/16365/ تاريخ الاطلاع 12فيفري 2016 على الساعة 13:33

[3] بوعشير مريم،(مرجع سابق)،ص؛157.

وسط مادي. وبذلك فإن هذا الفرن المفرغ يسمح لأشعة الشمس بالنفاذ إلى داخله بينما يمنع الحرارة من الانتقال إلى الخارج وذلك بسبب غياب الوسط المادي. وتستعمل تكنولوجيا الأنابيب المفرغة من الهواء في عصرنا الحاضر لصنع المجمعات الشمسية ذات الكفاءة العالية نظرًا لأن فقدانها للحرارة قليل جدًا.[1]

كما اخترع " أوفست موشو" آلة بخارية استطاع من خلالها رفع درجة حرارة الماء إلى درجة الغليان واستعمل البخار في إدارة الآلات الصغيرة لكن تكلفتها كانت عالية، وقد اعتمد "شومان" نفس المبدأ في وضع جهاز لتوليد القوى الشمسية [2]

الربع الأخير من القرن التاسع عشر تم صنع آلات بخارية شمسية، ومن التطويرات التي أدخلها بناء مجمع شمسي يدور حول محور عمودي لمتابعة حركة الشمس، ومن الجدير بالذكر أن أسلوب متابعة حركة الشمس شائع الاستعمال في يومنا وبخاصة في المجمعات الشمسية المركزة والتي تستفيد من الإشعاع المباشر للشمس.

مع **بداية القرن العشرين** أخذ الاهتمام بإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية يزداد انتشاراً، وهذا باستخدام السوائل التي تتبخر على درجات حرارة منخفضة نسبيًا واستعمالها من ثم في توليد الكهرباء وقد صاحب هذا الاهتمام حصول تطور في طبيعة المجمعات الشمسية فبعد أن كانت المرايا العاكسة هي الأسلوب الأكثر شيوعًا لتجميع أشعة الشمس فتدخلت المجمعات المسطحة إلى حيز التطبيق، وتمتاز المجمعات المسطحة بأنها سهلة التصنيع وغير مكلفة ذلك أنها تتكون في الأساس من صفيحة معدنية تطلى باللون الأسود أو بطلاء كيماوي ذي خصائص ملائمة للاستخدامات الشمسية وتوضع الصفيحة داخل صندوق مغطى بطبقة أو أكثر من الزجاج، وقد استخدم الأمريكيان "ويلزي وشومان" المجمعات المسطحة في تجميع الطاقة الشمسية واستخدامها في تبخير السوائل المتطايرة لتشغيل محطات توليد الطاقة الكهربائية التي كانت بشكل عام صغيرة الحجم ولا تتعدى قوتها عشرات قليلة من الكيلوواط. وقد قام شومان بالتعاون مع شركة أمريكية في عام 1912 ببناء أكبر مضخة شمسية في العالم بمصر. وبلغت قوة الطاقة الكهربائية الناتجة من (37 الى 45 كيلوواط)، غير أن المحطة لم تعمل أكثر من عامين بسبب نشوب الحرب العالمية الأولى.

في **ثلاثينات القرن الحالي** زاد الاهتمام باستخدام الطاقة الشمسية لتلبية متطلبات البيوت والمساكن واحتياجاتها من المياه الساخنة وتدفئتها بالطاقة الشمسية، غير أن الحرب الثانية وضعت حدًا لهذه الآمال ليتبعها بعد ذلك دخول العالم عصر النفط والطاقة الرخيصة مما أدى إلى تراجع أبحاث الطاقة الشمسية.

استمر الاهتمام بموضوع الطاقة في **الخمسينات** محصورًا ضمن نطاق أكاديمي، ولكن برغم ذلك حصلت حادثتان كان لهما فيما بعد آثار واسعة في استخدام الطاقة الشمسية. ففي العام 1945 أعلنت شركة بيل للتلفونات عن إنتاجها للخلايا الشمسية التي تصنع من السيلكون وتقوم بتحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة كهربائية بشكل مباشر، وأما الحادث الآخر فقد كان إعلان الاتحاد السوفياتي في عام 1958 عن إطلاقه أول قمر اصطناعي، الأمر الذي آثار ضجة في أمريكا حول احتمال تفوق الاتحاد السوفياتي تكنولوجيا وما يستتبعه ذلك من آثار، وتكمن أهمية الخلايا الشمسية في أبحاث الفضاء في أنها مصدر الطاقة الأساسي المستخدم في

---

[1] سمير سعدون مصطفى، (مرجع سابق)، ص؛136

[2] محمد رأفت اسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل ،(مرجع سابق)،ص؛32.

سفن الفضاء، هذا بالطبع إذا استثنينا تزويد المركبة الفضائية بمفاعل نووي، وقد أدى الحدث السوفياتي إلى زيادة الاهتمام بالخلايا الشمسية خاصة وأن مسائل التكلفة والجوانب الاقتصادية لم تكن ذات أهمية في هذا المجال، ومن جانب آخر فقد أدت رحلات الفضاء إلى إتاحة الفرصة أمام العلماء للقيام بدراسات واسعة وتفصيلية عن الإشعاع الشمسي مما زاد من كمية المعلومات الخاصة بالطاقة الشمسية.

وقد تركز معظم أبحاث الطاقة الشمسية بعد ذلك على توليد الطاقة الكهربائية بمختلف الطرق الممكنة، ويعود السبب في هذا إلى أن استعمال الكهرباء قد شاع بشكل واسع نظرًا لأن الطاقة الكهربائية تتميز بمرونتها الواسعة وبإمكان تحويلها بسهولة إلى أشكال أخرى من الطاقة كالطاقة الحرارية والميكانيكية، وهي في ذات الوقت طاقة "نظيفة" في محل الاستعمال بمعنى أن آثارها التلوينية تحصل في محطة التوليد حين توليد الكهرباء وليس حين استعمالها للإضاءة أو تسخين المياه في نقاط الاستعمال النهائي لهذه الطاقة.

ولكن عصر الطاقة الرخيصة لم يستمر طويلاً إذ سرعان ما حصلت تطورات جذرية على صعيد وضع الطاقة العالمي في **أوائل السبعينات** نتج عنها زيادة أسعار مصادر الطاقة بمختلف أشكالها من فحم وغاز ونفط، وقد ترافق مع هذا ازدياد الوعي بأن مصادر الطاقة الاحفورية محدودة الأجل ولا يمكن الاستمرار في استنزافها وتبذيرها، وأنه لا مناص من البحث عن مصادر اكثر ديمومة من النفط ومشتقاته. وقد ترتب على هذا أن احتلت الطاقة الشمسية مركز الصدارة باعتبارها المصدر المرشح لتلبية بعض احتياجات البشر من الطاقة على المدى القصير مع توفر إمكانات أن تتسع مساهمتها في المستقبل.

شهدت **فترة السبعينات** وحتى وقتنا الحاضر انتشار أبحاث الطاقة لشمسية وتطبيقاتها في معظم دول العالم ومن ضمنها الدول العربية، وقد توسعت أبحاث الطاقة الشمسية لتشمل العديد من المجالات ولتشهد أيضا تطورات مستمرة تهدف إلى زيادة كفاءة استخدام الأجهزة الشمسية، وقد نشأت العديد من الشركات التي أخذت تقوم بتصنيع مختلف الأجهزة الشمسية وتسويقها.

الفرع الثاني: مميزات الطاقة الشمسية: تتميز تقنية الطاقة الشمسية بأنها بسيطة نسبيا وغير معقدة مقارنة بتقنية مصادر الطاقة الأخرى، تتميز بالعديد من الخصائص الإيجابية التي تجعلها مفضلة على غيرها من مصادر الطاقة الأخرى ونذكر:[1]

✓ توفر مصدر الأمان البيئي: فالطاقة الشمسية طاقة نظيفة لا ينتج عن إنتاجها أو استهلاكها تلوث وهو ما يكسبها وضعًا خاصًا في هذا المجال، وخاصة في ظل تزايد حدة وخطورة المشاكل البيئية.

✓ تعتبر مصدرًا متجددًا غير قابل للنضوب وبلا مقابل مما يسهل إمكانية إنشاء المشاريع المستديمة التي تعتمد في تلبية احتياجاتها من الطاقة.

✓ توفر الطاقة الشمسية في جميع الأماكن وكذا عدم اعتماد تحويلها على أشكال الطاقة المختلفة بل على شدة الإشعاع الشمسي الوارد إلى الأرض، مما يجعلها قابلة للاستغلال في أي مكان.

✓ عدم خضوع الطاقة الشمسية لسيطرة النظم السياسية والدولية والمحلية التي قد تحد من التوسع في استغلال أي كمية منها.

---

[1] مخلفي امينة، موقع النفط من مصادر الطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة"، الملتقى الدولي حول الطاقة والتنمية المستدامة، جامعة ورقلة – الجزائر– العدد 9 -2011، ص؛5.

✓ توفر عنصر السيليكون اللازم لاستخدام الطاقة الشمسية بكميات كبيرة في الأرض.[1]

✓ كل صور الطاقة المتواجدة أصلها من الشمس، فالطاقات الاحفورية استمدت طاقتها المخزونة منها، كذلك تعد طاقة المد والجزر نوعًا من أنواع الطاقة الحركية المستمدة منها كذلك لأن منشأ المد والجزر هو جذب الشمس والقمر لمياه الأرض وكذلك الحال بالنسبة لطاقة الرياح وطاقة الشمس طاقة مستمرة لا ينقطع فيضها وهي طاقة هائلة بكل المقاييس، وبالنظر إلى حجم الأرض فإن سطحها لا يستقبل إلا جزء صغير من الطاقة الكلية الصادرة منها يصل إلى نحو جزء من (2000 مليون) من طاقة الشمس، ورغم ذلك فإن هذه الطاقة الوافدة إلى الأرض تزيد عن إجمالي الاحتياجات العالمية من الطاقة بنحو(5000 مرة) بحيث أن الطاقة التي، يمكن الحصول عليها من أشعة الشمس لمدة (105 دقائق) تكفي لتلبية احتياجات استهلاك العالم لمدة عام.[2]

✓ تتميز الخلايا الشمسية بأنها لا تشمل أجزاء أو قطعا متحركة ولا تستهلك وقودا وتعمل لمدة طويلة وتتطلب قليلا من الصيانة، ما يكسبها وضعا خاصا لا سيما في هذا القرن.

✓ وتساهم بقدر كبير في خلق صناعة واعدة هي صناعة الطاقة الشمسية ومنتجاتها المتنوعة، مثل السخانات الشمسية وأعمدة الإنارة الشمسية وغيرها، وما يترتب عليه من خلق فرص عمل جديدة، مما يدعم النمو الاقتصادي ويعزز مستوى معيشة الأفراد.

✓ قدرتها على توليد طاقة كهربائية من خلال تقنية كهروضوئية وطاقة حرارية من خلال تسخين المياه بالتحويل الحراري للطاقة الشمسية؛[3] فالشمس ليست مصدرا للحرارة فقط لكنها مصدر للكهرباء بواسطة الخلايا الشمسية التي أبتكرها" العالم الفيزيائي الفرنسي ادموند بيكويرل "عام 1839[*]والتي يطلق عليها الخلايا الشمسية (الخلايا الفولطاضوئية) وهي تحول أشعة الشمس الى كهرباء.[4]

---

[1] مخلفي امينة، (مرجع سابق) ،ص؛ 5.

[2]اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية،مركز الدراسات والبحوث غرفة الشرقية، ص؛4. http://www.chamer.org.sa/arabic/information center/studies/documents.

[3]Bernadette Le Baut-Ferrarese, Isabelle Michallet ,(op ;cit),p ;22

[*]إن اول من لاحظ الظاهرة" تحويل الضوء (الفوتون) Photons ، الى كهرباء (فولتية Voltage) "هو العالم الفيزيائي الفرنسي ادموند بيكويرل Becquerelعام 1839 ، حيث وجد أن بعض المواد تنتج كمية قليلة من الكهرباء عند تعرضها للضوء .وبعد ما يزيد عن (80 عام)، استطاع البرت اينشتاين في عام 1921 شرح طبيعة الضوء، والتأثير الضوئي الكهربائي Photoélectrique ، وعلى اساس هذه الشروحات تمكن المختصون لاحقاً من تطوير تكنولوجية الخلايا الشمسية، وحصل اينشتاين في حينه على جائزة نوبل في الفيزياء على بحثه هذا. إن اول خلية شمسية تم صنعها في مختبرات بيل في عام 1954 ، وتم جمع عدد منها لتكون (وحدة module) خلايا شمسية، وتصنيع ما سُمي بالبطارية الشمسية، ولكن لارتفاع الكلفة لم يتم استخدامها الاّ في حدود ضيقة جداً. وبدأت الطفرات في تطوير هذه التكنولوجيات في الستينيات من القرن الماضي، وذلك عندما تطورت صناعة غزو الفضاء سواء في الاتحاد السوفياتي السابق او في امريكا، ولأول مرة أُخذت هذه التكنولوجية بجدية، وبغض النظر عن التكاليف، وذلك لتزويد المركبات الفضائية بالكهرباء.

[4]Bernadette Le Baut-Ferrarese, Isabelle Michallet,(op ;cit) ,p ;22

✓ تتوفر الدول المطلة على ضفتي البحر الأبيض المتوسط، وعلى الخصوص الدول الواقعة على الضفة الجنوبية له: المغرب، الجزائر، تونس، ليبيا، مصر... على مخزون معتبر من الطاقة الشمسية، أكبر وبعدة أضعاف من الكمية المقدرة للاحتياجات الإنسانية.[1]

✓ تساهم في تأمين الطاقة، اذ أن لألواح الفولطاضوئية التي يتم تدشينها على أسطح المباني توفر الطاقة تسمح باستمرار عجلة الإنتاج في قطاع الأعمال وغيره من القطاعات شديدة التأثر بانقطاع التيار الكهربائي، كما تساهم في تأمين الطاقة في القطاع المنزلي، واخيرا تستطيع ان تدير ربحًا، وذلك من خلال بيع الطاقة من الأسقف الشمسية للشبكة العامة. [2]

✓ يساهم إستخدامها في تحسين وضع الميزان التجاري من خلال تخفيض الواردات الاحفورية، وتحرير كمية أكبر من الطاقة الاحفورية للتصدير وكذلك تصدير المنتجات الشمسية اذا تم التوسع في إنتاجها بما يساهم في تحسن وضع ميزان المدفوعات. [3]

✓ إن كمية الطاقة الشمسية التي تتلقاها الأرض كبيرة جدا مقارنة باحتياجات العالم من الطاقة غير أن علينا إدراك حقيقة أن هذه الطاقة تسقط على سطح الأرض الذي يتألف من بحار وجبال ووديان ومناطق طبوغرافية مختلفة فمثلا تغطي البحار حوالي(70%) من سطح الأرض وهي مناطق غير ملائمة لاستغلال الطاقة الشمسية سواء نتيجة لبعدها عن اليابسة أو للتكلفة الاقتصادية العالية،[4] كذلك فان هناك مساحات واسعة من الصحاري التي تتلقى كميات كبيرة من الإشعاع الشمسي غير أنها غير مأهولة بالسكان وبعيدة عن مراكز الاستهلاك، فكمية الطاقة الشمسية الواقعة على (0.40%) من مساحة شمال افريقيا تكفي لتلبية طلب اوروبا من الكهرباء(2%) من مساحتها تكفي لتلبية طلب العالمي من الكهرباء. [5].

الفرع الثالث: أنواع الطاقة الشمسية:[6] هناك ثلاث طرق أساسية للاستفادة منها.

الطريقة الأولى: تعرف بـ**الطاقة الشمسية السلبية** وهي تتمثل بالاستفادة من أشعة الشمس لزيادة الحرارة الطبيعية والضوء في مساحات المباني والعمل، المباني.

وتهدف هذه الطريقة إلى تخفيض استهلاك الطاقة قدر المستطاع والاستفادة منها لتدفئة المباني وإضاءتها وتقليل التفاوت في درجات الحرارة داخل المبنى عبر إعادة هندسته(كوضع نوافذ عاكسة لزيادة امتصاص الأشعة، بناء أروقة شفافة، تعزيز العوازل في الجدران، وتوجيه الجزء الطولي من المبنى تجاه أشعة الشمس،.....الخ).

---

[1] "إعلان الجزائر حول الهيدروجين ذي المصدر المتجدد" ، (مرجع سابق)،ص؛1.

[2] معتز عزت عبد الغني الشيمي، رسالة الاقتصاد الاخضر: نحو امكانيات استخدام الطاقة الشمسية لتحقيق التنمية المستدامة (بالتطبيق على مصر)،كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة،2015، ص؛92

[3] نفس المرجع ،ص ؛ 92

[4] سعود يوسف عياش،(مرجع سابق)،ص؛ 157

[5] www.energyblueprint.info.

[6] طوني صغيني،(مرجع سابق) ص، 120؛121

الطريقة الثانية: تتمثل بـ**الخلايا الفولطاضوئية** التي تقوم على استعمال لوحات شمسية مصنوعة من السيليكون لامتصاص الأشعة وتحويلها مباشرة إلى كهرباء، وتستعمل هذه التقنية عادة للمشاريع الصغيرة والفردية، ويمكن رؤيتها اليوم على سقوف المنازل وبعض المباني التجارية في الدول المتقدمة.

الطريقة الثالثة: للاستفادة من الطاقة الشمسية تتمثل بتوليد الكهرباء عبر استعمال تكنولوجيا **الطاقة الشمسية الحرارية،** وتقوم هذه الأخيرة باستخدام اللوحات الشمسية الكبيرة –المرايا– لتركيز أشعة الشمس الهابطة الى سطح الأرض من أجل تسخين سائل (ماء، زيت،..) يقوم بدوره عند التبخر بتشغيل توربينات التوليد.

بالإضافة الى طريقة إنتاج الوقود الشمسي: الذي يستخدم الطاقة الشمسية لإنتاج أنواع الطاقات (كيميائي مثل غاز الهيدروجين، والغازات والسوائل الاصطناعية مثل الميثانول والديزل،...) وذلك من خلال التحليل الكهربائي، أو التفاعلات الكيميائية الضوئية أو البيولوجية الضوئية، التفاعل الكيميائي ماص للحرارة).[1]

المطلب الثالث: التصميم الشمسي المستكن[2]

الفرع الاول: التصميم الشمسي المستكن: أن التصميم الشمسي المستكن يركز على كيفية انشاء البناية : طريقة اختيار موقعها، البيئية التي حولها، واتجاهها نحو الشمس للحصول على أحسن استفادة من كمية الأشعة الشمسية التي تتعرض لها. هذه الاختيارات يمكن أن تقلل من كلفة الطاقة الكهربائية للبناية، وفي أثناء ذلك تساعد أيضا على اضاءة البناية وتدفئتها وتبريدها.

يمكن أن يستعمل على العديد من أنواع البنايات يضمن ذلك البيوت و المباني التجارية و المواقع الصناعية و المدارس و أماكن التسوق .في نصف الكرة الأرضية الشمالية أنشأت بنايات على مبادئ التصميم الشمسي المستكن لها عادة جدران طويلة تمتد من الشرق الى الغرب حيث يسمح هذا التوجه بالاستفادة من حرارة الشمس شتاءً و تعرض قليل للشمس في الصيف و تتميز مثل هذه البنايات بوجود نوافذ كبيرة مواجهة للجنوب أيضا، و التي تكون في أغلب الأحيان معزولة.

تستعمل المواد الانشائية التي تمتص حرارة الشمس وتصدرها ببطيء في الأرضيات والجدران متضمنة الصخور والاحجار أو الخرسانة، وحتى أن بعضها يحتوي على الماء المالح.

اختيار مكان الاشجار و الشجيرات حول البناية التي تساعد على تبريد البناية في الصيف بتوفير الظل لها، وخلال الشتاء عندما تتساقط أوراقها فأنها تسمح لمزيد من اشعة الشمس للوصول الى البناية ومن ثم تدفئتها.

هناك خمسة أنواع أساسية من أنظمة التصميم الشمسية المستكنة:

---

[1] التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ، ص ؛63

[2] سمير سعدون ،(مرجع سابق)،ص، 144؛163

- الكسب المباشر: هو النوع الاسهل للتصميم الشمسي المستكن، وتوضع في هدا النظام عدد كبير من النوافذ في البناية موجهة للجنوب(في نصف الكرة الارضية الشمالي) ، ويكون زجاجها عادة مكوناً من طبقتين او حتى ثلاث طبقات بينها جيباً من الهواء و تكون مؤطر باطار واحد. أما المواد التي يمكنها أن تمتص وتخزن حرارة الشمس فبالإمكان وضعها في الارضيات و الجدران المواجهة للشمس بحيث تقوم بإصدار الحرارة ليلا عند الحاجة لتدفئة البناية.
- الخزن الحراري: مشابه جدا للكسب المباشر فهناك ايضا في هذا النظام الجدران الكبيرة المواجهة للجنوب وهذه الجدران موضوعة وراء النوافذ المزدوجة الزجاج بحيث يمكنها امتصاص اشعة الشمس. وفي بعض منظومات الخزن الحرارية هذه يكون الجدار محتويا وسطاً خزينا مثل الاحجار وربما الماء فتخزن الطاقة الشمسية الملتقطة خلال ساعات النهار، حيث يمكن اصدارها عند غياب الشمس.
- البيت الزجاجي الشمسي: تضم البيوت الزجاجية الشمسية كلا نوعي الكسب المباشر والخزن الحراري فالجدار في نظام الخزن الحراري بوضع بجانب البيت الزجاجي و المنزل الملحق به. هذا النطام يسخن البيت الزجاجي بصورة اساسية ويمكن تزويد المنزل نفسه بالحرارة ايضا.
- بركة السقف: يتضمن برك من الماء موضوعة على سطح (البناية)، وأثناء تعرضها الى الشمس تلتقط الاشعة من الشمس وتخزنها. ان الحرارة التي تنتج تكون مسيطرا عليها عن طريق الالواح العازلة المتحركة. اثناء الشتاء فان هذه الالواح تكون مفتوحة خلال ساعات النهار لالتقاط ضوء الشمس. واثناء ساعات الليل فان الألواح تغلق حتى لا يتم فقدان الحرارة .
- دائرة الحمل: وتعرف ايضا بدائرة الحمل الطبيعية، وفي هذا النظام يوضع المجمع تحت فضاء المعيشة للبناية . وان الهواء الساخن المستمد حرارته من الطاقة الشمسية يرتفع لتدفئة فضاء المعيشة هذا عند الحاجة الى ذلك.

في عام 2001 تم تطبيق مبادئ التصميم الشمسي المستكن على حوالي مليون منزل امريكي وعشرون الف بناية مستعملة فقط للأغراض التجارية. فالبنايات التي تستعمله هي اكثر فعالية تساهم في تقلص تكاليف التدفئة والتبريد والناتجة عن الزيادة في كلفة الطاقة الكهربائية.

الفرع الثاني: الاضاءة النهارية هي احدى اشكال التصميم الشمسي المستكن، وتتضمن استعمال ضوء الشمس لا نارة البناية من الداخل، و يمكنها ان تحل بدل الانارة الكهربائية بان تكون مكملة للإضاءة الكهربائية المستعملة. وكذلك يمكن للإضاءة النهارية ان تستعمل لتدفئة البناية.

يظهر تأثير الاضاءة النهارية بصورة اساسية من خلال نوافذ البناية او اي نوع اخر من الفتحات في البناية، مثل النوافذ الأسقفية والتي يمكن استعمالها ايضا، تكون النوافذ كبيرة في اغلب الاحيان ومواجهة للجنوب.

فالنوافذ المستعملة في الاضاءة النهارية تمتص ضوء الشمس وتقوم بإصداره ببطيء لإضاءة البناية، وان احد طرق تنظيم كمية ضوء الشمس والحرارة هي من خلال الظلال او ستائر النافذة والتي تكون عازلة. ويمكن ايضا استعمال الرفوف الخفيفة، والتي تكون موضوعة بحيث تعكس الاشعة الواصلة اليها عن طريق النوافذ لإضاءة الغرفة من الاعلى الى الاسفل و يمكن لهذه الرفوف ان تجلب الضوء الطبيعي بصورة اعمق الى الغرفة.

ان المركبات الكيمياوية في النوافذ المستعملة في الاضاءة النهارية يمكن ان تجعل كجزء من زجاج النوافذ، او توضع بين الالواح الزجاجية الثنائية او الثلاثية الطبقة للنوافذ. ترفع قدرة خزن النوافذ للطاقة الشمسية، كما يمكنها ايضا زيادة سعة العزل للنوافذ، بالإضافة الى ان طلاء وصقل النوافذ يمكنها من السيطرة على كمية الضوء والحرارة، كما يمكن للتأثير الحراري للإضاءة النهارية ان يزداد وذلك عن طريق طلاء النوافذ الذي يكون عاكسًا للضوء بعض طلاءات النوافذ يمكنها حمل التيار الكهربائي الذي من خلاله يمكن ان تتضح كمية الضوء او الحرارة الداخلة استنادًا الى الأحوال الجوية السائدة .ان احد انواع الطلاء يمكن ان يسمح لكمية الضوء المقاسة بالعبور من خلال النافذة بينما يبقى الحرارة خارجاً، ان استعمالها يساهم في تقليص تكاليف فواتير الكهرباء.

الفرع الثالث: المجمعات الشمسية الارتشاحية يعتبر تقنية شمسية مستكنة حديثة نسبياً، يصنع من معدن مثقب مظلم، وتستعمل في تدفئة البنايات وذلك بتدفئة الهواء. إضافة الى تبريدها في وقت الصيف.

فهو عبارة عن لوح معدني مظلم اللون وله خطوط من الثقوب، ويكون المعدن عادة من الفولاذ او الالمنيوم المضلع، وتشكل قطعة المعدن لتثبت وتنصب على الجدار الخارجي للبناية المواجه للجنوب. لا يرتبط بالكامل بداخل الجدار، وبدلا من ذلك تترك فجوة بين اللوح المعدني والجدار الداخلي للبناية . هناك مراوح تهوية في قمة الفضاء والحائط الداخلي تقوم بسحب الهواء خلال الثقوب الموجودة في اللوح المعدني. بعد ان يدخل الهواء الى الفضاء بين الجدران فانه يرتفع الى قمة اللوح.

يصبح الهواء دافئا عند مروره قرب اللوح المعدني الساخن ، ويستمر بالارتفاع الى البناية عن طريق انبوبها الهوائي، كما يساعد على تبريد البناية ايضا، فبدلاً من ان تجلب هذا الهواء الساخن الى البناية، فإنها تمرره عن طريق ممر جانبي يستعمل لإخراجه الى خارج البناية، عندها لا يصبح هذا الهواء الساخن بتماس مع الجدار الداخلي وهكذا يجعل البناية اكثر برودة.

الفرع الرابع: منظومات تسخين المياه الشمسية تستعمل منظومات تسخين المياه الشمسية طاقة الشمس لتسخين الماء حيث يمكن ان يستعمل الماء في المنازل و الاعمال التجارية و المسابح و الحمامات الساخنة والحمامات المعدنية وعلى نطاق اوسع، فان الماء يمكن ان يسخن لأغراض العمليات الصناعية.

بينما هناك العديد من الانواع المختلفة لمنظومات تسخين المياه الشمسية، فان هناك طريقة مشتركة لكيفية عملهم فان معظمهم بسيطي التصميم ورخيص التكلفة في التركيب حتى في البيوت القديمة و على العموم فان ضوء الشمس يمر من خلال المجمع فالأشعة التي يتم امتصاصها من قبل المجمع تتحول الى حرارة في وسط تحويل سائل او خلال الهواء، ويمكن ان تستعمل الاشعة ايضا لتسخين الماء مباشرة.

ان منظومات تسخين المياه الشمسية يمكن ان تكون منظومات فعالة لنقل الحرارة. تستعمل المضخات لنقل الحرارة من المجمع الى حوض الخزن، ويمكنها استعمال الخلايا الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل محرك المضخة الكهربائية .

هناك ستة انواع من منظومات تسخين المياه الشمسية:

➢ المنظومات المباشرة: تستعمل المنظومات المباشرة مضخة لتوزيع الماء، فيمر الماء من المنزل الى خزان حفظ الماء و يمر من خلال المجمعات الشمسية للتدفئة ، وبعد ان يترك الماء المجمعات الشمسية فانه يعود الى الخزان، ومن هناك يعاد ضخه الى البيت كماء ساخن.

➢ المنظومات الغير مباشرة: تستعمل المنظومات الغير مباشرة المبدل الحراري والذي يكون منفصل عن المجمع الشمسي، ويحتوي هذا المجمع على محلول مضاد للتجمد حيث يقوم المبدل الحراري بنقل الحرارة من محلول المجمع المضاد للتجمد الى الماء الموجود في خزان حفظ الماء، و يمكن ان يوضع المبدل الحراري اما داخل خزان الحفظ او خارجه.

➢ الممصات الحرارية: ان منظومات تسخين المياه الشمسية بالممصات الحرارية تكون عبارة عن خزان حفظ معزول وموضوع فوق المجمع الشمسي والذي عادة ما يكون من نوع المجمع مسطح الصفائح. فعندما تضرب اشعة الشمس المجمع فإنها تقوم بتدفئة الماء الموجود في الانابيب المارة خلال المجمع، وينتقل هذا الماء من خلال قمة خزان الحفظ المعزولة الى الخارج عبر انابيب الماء الساخن. اما في اسفل خزان الحفظ فيوجد الماء البارد الذي ينتقل الى الاسفل عبر انبوب حيث المجمع، هكذا

➢ منظومات التصريف السفلي والتصريف الخلفي: تستعمل منظومات التصريف السفلي عادة في المناطق ذات المناخ البارد، حيث يمر الماء في هذه المنظومات خلال المجمع لتسخينه، اذ تقوم هذه المنظومة بمنع الماء من التجمد داخل المجمع عن طريق استعمال صمامات كهربائية تقوم بإزالة الماء من المجمع عند درجات الحرارة الواطئة جدا، اما منظومة التصريف الخلفي فهي مشابهة جدا لمنظومة التصريف السفلي، فعندما تقف مضخة الادارة والتي هي جزء من منظومة التصريف الخلفي كنتيجة لدرجات الحرارة الواطئة ، فان المجمع يقوم بالتصريف آلياً.

➢ منظومة خزن المجمع التكاملي: تتكون من المجمع وخزان حفظ معزول كجزء من وحدة واحدة، حيث يتركب هذا الخزان من الداخل من الزجاج المصبوغ بالأسود للاحتفاظ بحرارة الشمس.

وتوضع هذه المنظومات عادة على اسطح المنازل او في الاماكن التي تواجه اشعة الشمس. يأتي الماء البارد الى هذه المنظومة من انابيب المياه في المنازل فيدخل الى الخزان عبر فتحة في داخله حيث يرفع الى اسفل الخزان ويرتفع الماء الساخن في الخزان حيث يذهب الى البناية خلال فتحة الاخراج. ويمكن وضعه اسناد تحت المنظومة كي يسخن عند سحب الماء الساخن من الخزان الرئيسي .

استعملت منظومات تسخين المياه الشمسية منذ عدة سنوات في المنازل والاعمال التجارية، والمدارس البنايات المكاتب، الاماكن الصناعية، وتستعمل في اغلب الاحيان في الحالات التي لا يمكن فيها استعمال الغاز الطبيعي او الكهرباء لتسخين المياه. يمكنها تزويد(70%) الى (90%) من الماء الساخن وفق احتياجات المنزلية.

المطلب الرابع: كفاءة تحويل الطاقة الشمسية وطرق تخزينها

الفرع الأول: كفاءة تحويل الطاقة الشمسية يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال آليتي التحويل الكهروضوئية، والتحويل الحراري للطاقة الشمسية،يقصد بالتحويل الكهروضوئي تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية)، وكما هو معلوم هناك بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئية تدعى أشباه الموصلات كالسليسيوم والجرمانيوم وغيرها. وقد تم اكتشاف هذه الظاهرة من قبل علماء الفيزياء في أواخر القرن التاسع

عشر الميلادي حيث وجدوا أن الضوء يستطيع تحرير الإلكترونات من بعض المعادن كما عرفوا أن الضوء الأزرق له قدرة أكبر من الضوء الأصفر على تحرير الالكترونات، وقد نال العالم أينشتاين جائزة عام 1921لجهوده في تفسير هذه الظاهرة.

أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات الشمسية والمواد الحرارية. فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فانه يمتصه وترتفع درجة حرارته.

وللاستفادة من الطاقة الشمسية على الوجه الأكمل لا بد من تحويلها الى طاقة حرارية او ميكانيكية او كهربائية بواسطة سلسلة من العمليات تتطلب كل منها استخدام جهاز تحويل مناسب.

فتعرف كفاءة الخلية الشمسية بنسبة للقدرة المستخرجة من الخلية الى القدرة التي تستقبلها الخلية من ضوء الشمس، وهذه الكفاءة تحددها القيمة النظرية لأقصى كمية طاقة يمكن ان تحول لقدرة كهربائية.

هذه الكفاءة القصوى هي حوالي (25%) ورغم ان هذه الكفاءة متدنية الا اننا عندما نقارنها بكفاءات تحويل طاقة اخرى نجدها اعتيادية، فمثلاً محركات السيارات لا تزيد كفاءة تحويل الطاقة فيها من حرارية الى ميكانيكية عن (25%). [1]

كفاءة الخلية الشمسية = القدرة الخارجية (حرارية او ميكانيكية او كهربائية)/ القدرة الداخلية (الطاقة الشمسية الساقطة على جهاز التحويل)

- هنالك عدة عوامل تؤثر على كفاءة الخلية ومنها:

● ان الضوء الذي ينعكس من سطح الخلية لا يخترق طبقة السيليكون السالب (N-Type) الى طبقة السيليكون الموجب (P-Type) ولذلك فان كفاءة الخلية تقل.

● من المعروف ان طبقة السيليكون السالب تكون خفيفة لتمكين الضوء من اختراقها وعندما تثبت هذه الطبقة مع طبقة السيليكون الموجب فإن المادة المعدنية التي تستعمل لتثبيت الجزأين تحجز بعض أشعة الضوء من المرور للجزء الثاني مما يقلل من كفاءة الخلية.

● هنالك تأثير الحرارة، فالخلية مصممة عادة لتعمل في مدى حراري من(-65 C°) الى(+125 C°)؛ وعندما تبدأ درجة حرارة الخلية في الارتفاع، ينخفض الجهد بمعدل 2mV لكل درجة مئوية(2mV/1C°)، ويعوض هذا الانخفاض بارتفاع التيار الذي يزيد بمعدل(0.5 ملي أمبير) لكل درجة مئوية(0.5mA/1C°)، ولكن القدرة تنخفض بمعدل(0.3 %) كلما ارتفعت الحرارة بمعدل درجة مئوية واحدة.

الفرع الثاني: طرق تخزين الطاقة الشمسية:[2] ترتبط الاستفادة من الطاقة الشمسة بوجود أشعة الشمس طيلة فترة الاستخدام، وهذا تطلب تقنية تخزن تلك الطاقة للاستفادة منها أثناء فترة احتجاب الإشعاع الشمسي، فالتخزين ضروري خاصة في المناطق النائية للاستهلاك الفردي يحتاجها في اضاءة الليلية وخاصة انها تحتاج الى استهلاك الكهرباء بصفة مستمرة24ساعة/

---

[1] رافت اسماعيل رمضان ،علي جمعان الشكيل،(مرجع سابق)، ص؛ 42

[2] http://www.arabsolarenergy.com/2015/10/solar-energy-storage.html?1444391524114=1

24ساعة[1]، لهذا تهتم الأبحاث بتقنية تطوير وسائل تخزن الطاقة الشمسية؛ لأن كفاءة المجمعات الشمسية تتأثر بتغير كمية الطاقة المجمعة خلال اليوم وعلى مدار السنة بسبب التغير في كمية الإشعاع الشمسي ويتم التحول الحراري للطاقة الشمسية بتحويل الإشعاع الشمسي الى الطاقة حرارية عن طريق ألواح المجمعات الشمسية بتعريض جسم داكن اللون ومعزول الى الإشعاع الشمسي فيمتص الإشعاع وترتفع درجة الحرارة، وهذه المجففات الشمسية التي يكثر إستخدامها في التجفيف الزراعي.

ففي الوقت الذي يحاول فيه خبراء والباحثون في مجال تطوير ألواح الطاقة الشمسية لتصبح عملية تصنيعها أقل تكلفة وتصبح الألواح أكثر فاعليه لتجميع أكبر قدر ممكن من أشعة الشمس الساقطة عليها. فمن الضروري أيضا ان تحدث طفرة في طرق تخزين هذه الطاقة لكي نستطيع ان نحصل على الطاقة في فترات غياب الشمس لأطول فترة ممكنة. وفيما يلي بعض الطرق الحديثة:

❖ **Hydrogène**: تعد طريقة جديدة لتخزين الطاقة الشمسية في شكل هيدروجين بدلاً من الكهرباء، حيث ان الفكرة تقوم على استخدام الماء وتفكيك الروابط بين عناصره للحصول على الهيدروجين ثم وضع الهيدروجين في خزانات خاصة وحرقه للحصول على الطاقة.(توم مايلر).

❖ **Salt**: طريقة لتخزين الطاقة الحرارية في خزانات حرارية تستخدم الأملاح المنصهرة والتي تستطيع أن تخزن كمية كبيرة من الطاقة الحرارية دون أن تغير من حالتها وهذه الطريقة أصبحت منتشرة وتم تنفيذها بالفعل في عدد من محطات الطاقة الشمسية الحرارية.

❖ **Flow Batteries**: بطاريات السريان المعدنية والتي هي قيد الاستخدام منذ عام 1980 والتي تستخدم ايونات الفناديوم لتخزين الطاقة الكهربية ثم إعادة إستخدامها (أي أنها قابلة للشحن)، هي أحد أهم أنواع بطاريات السريان كما أنه يوجد منها أنواع ذات قدرات عالية جدًا وشكلها العام هي خزانات يتم ملأها بأيونات الفناديوم ولزيادة قدرتها التخزينية عليك ببساطة زيادة كمية الفناديوم، ولكن لسوء الحظ فإن عنصر الفناديوم ليس رخيص الثمن.

❖ **Batterie Power Wall De Tesla**:[2] هي بطارية ليثيوم أيون قابلة لإعادة الشحن، ومُصممة لتخزين الطاقة على المستوى السكني، والاعتماد على الطاقة الشمسية في الحصول على الطاقة الكهربائية. وتعتمد على نظام حراري سائل وبرامج تتلقى الأوامر المرسلة من العاكس للطاقة الشمسية، حيث تتكامل البطاريات مع بعضها البعض ومع الشبكة المحلية لتسخير الطاقة الزائدة، وكذلك منح المستخدمين المرونة والحرية لاستخلاص الطاقة الاحتياطية الخاصة بهم. تتوفر على سِعات مُختلفة لتناسب معظم الاحتياجات فالبطارية ذات السعة (7 كيلوواط للساعة) هي الأمثل للاستخدام اليومي حيث أن سعرها(3 آلاف دولار)، بينما ذات السعة(10 كيلوواط للساعة) هي الأمثل بدورها لتوفير الدعم فهي قادرة على إمداد منزل ذي استخدام ضعيف للطاقة وسعرها(3500 دولار). والسعة الثالثة للشركات والمرافق وهي (100 كيلوواط للساعة).

---

[1]Anne labouret, michel villoz, energie solaire photovoltaïque 4em edition le moniteur , dunod, paris2009,p ; 10

[2]https://www.teslamotors.com/fr_FR/powerwall?redirect=no, TESLA,12-07-2016

❖ **بطاريات دورة الشحن العميق Deep Cycle Batteries**: تستخدم في أنظمة الطاقة الشمسية الغير متصلة وكذلك أنظمة طاقة الرياح وتطبيقات صناعية وبحرية متعددة، تستطيع هذه البطارية ان تقوم بعملية الشحن في وقت طويل وبتيار منخفض، وكذلك تستطيع تفريغ الشحنة في وقت طويل، كما أن كفاءة الشحن والتفريغ بها قد تصل الى(90%) او حتى(95%) وهذا رقم كبير جدا ويجعلها مميزة.

كما انها تستطيع ان تتحمل ان تفرغ شحنتها كاملة دون ان تتلف(1200 مرة)؛ تتميز بكبر حجم وسمك صفائح الرصاص التي بداخلها حتى يتحمل الحمل الواقع عليها أثناء الشحن الكامل، وهذا ما يرفع ثمنها نظرا لارتفاع سعر الرصاص.

❖ **بطاريات الرصاص المغمورة FLA Flooded Lead Acid**: [1] هي البطاريات التي تكون ألواح الرصاص بها مغمورة تماما بسوائل قابلة للتأين الكهربائي، واثناء عملها تقوم بإطلاق غاز الهيدروجين القابل للانفجار.

❖ **بطاريات الرصاص الغير مغمورة VRLA Valve Regulated Lead Acid**لا تحتاج الى صيانة كما أنها تطلق كمية مهملة من غاز الهيدروجين ما يجعلها أسهل في النقل وفي التركيب ولا يعتبر التعامل معها فيه شيء من الخطورة.

هذا النوع يوجد منه ثلاثة أنواع رئيسية وهي Wet ، AGM، Gel:

✓ **Wet**: يستطيع ان يقوم بعمل ما يقرب من(500)عملية تفريغ عميقة لما يقرب (80%) من شحنته وهو أصلا مصمم لأغراض ملاحية ولكن يمكن استخدامه في أنظمة الطاقة الشمسية وهو يعتبر حل مثالي واقتصادي اذا كنت تبحث عن التوفير.

✓ **AGM Absorbed Glass Mat**يعني السائل القابل للتأين الكهربائي تم امتصاصه في حصيرة اسفنجية.

✓ وبالنسبة لل **Gel** فهو من اسمه واضح ان السائل تم تحويله الى ما يشبه الجيلي اي انه اصبح أقل ميوعة وأكثر تماسكاً. وهو الأكثر كفاءة وعمره الافتراضي أكبر كما انه يستطيع ان يقوم بعمل دورة تفريغ عميقة قد يصل فيها الي تفريغ(95%) من الشحنة الموجودة بالبطارية.

❖ **أنواع بطاريات الطاقة الشمسية من حيث شكل شرائح الرصاص:**

✓ **شرائح مسطحة Flat Plates**: وهو يكون فيه ألواح الرصاص على شكل شرائح متراصة وعمرها الافتراضي يكون ما بين 10الى 12سنة.

✓ **ألواح اسطوانية الشكلTubular plate**:وتكون فيه الرصاص على شكل أسطوانات متداخلة وعمرها الافتراضي يكون ما بين 20 الى 25سنة.

ويمكن التمييز بين النوعين من البطاريات من خلال ان الألواح الاسطوانية أطول من الأخرى ذات الألواح المسطحة بشكل ملحوظ.

الفرع الثالث: العوائق التي تقف أمام توسّع الطاقة الشمسية: [2]

➢ المشكلة الرئيسية للطاقة الشمسية اليوم تتمثّل بكلفتها وبكونها تكنولوجيا عالية يقتصر امتلاكها على الدول المتقدّمة، وباستثناء مشاريع معدودة حول العالم لا تستطيع كلفة الطاقة الشمسية اليوم منافسة كلفة الطاقة المتأتية من مصادر الطاقات

---

[1] بطاريات الطاقة الشمسية، الطاقة الشمسية للعرب تاريخ الاطلاع 2017/02/02 على الساعة 09:25 http://www.arabsolarenergy.com/2014/12/solar-energy-battries.html

[2] طوني صغيني،(مرجع سابق)،ص،126؛127؛128

التقليدية. وتقتصر منشآت توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية على دول متقدّمة كأوروبا واليابان والولايات المتحدة فحسب تقديرات وكالة الطاقة الدولية للطاقة المتجددة تتوقع انخفاض في تكاليف الطاقة الشمسية من(43%) إلى (65%) في غضون عام 2025.[1]

➢ العائق الجغرافي حيث أن الأماكن الفضلى لبناء منشآت اللوحات الشمسية الحرارية هي محدودة جغرافيًا (بعكس الخلايا الفولطاضوئية التي يمكن وضعها في أي مكان تقريبًا)، والمناطق الفضلى للطاقة الشمسية الحرارية هي تلك التي تكون فيها زاوية هبوط أشعة الشمس عموديّة قدر المستطاع أي في المناطق الاستوائية، وبالتالي ان الدول المتواجدة على خط الاستواء هي أكثر الدول التي يمكنها الاستفادة من هذا المصدر. وتنخفض هذه القدرة كلما ابتعدنا عن الاستواء شمالاً أو جنوبًا. كما ان أفضل الأماكن لتوليد الطاقة الشمسية في العالم تقع في أماكن بعيدة نسبيًا عن مراكز الاستهلاك الصناعية ما يضع عوائق جدية متعلقة بالبنية التحتية للنقل والتوزيع وبالتالي الكلفة.

➢ مازالت كفاءة تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية متدنية نسبيا فهي لا تتعدى(30%) لذلك هناك ابحاث تقوم بالأساس على دراسة كيفية رفع هذه الكفاءة وهناك مؤشرات وتطورات تكنولوجية جيدة وعديدة في هذا المجال. منها ان كفاءة الخلايا الكهروضوئية وصلت حاليا الى ما يقارب(24%) علمًا بانها كانت في السبعينات لا تتعدى (6%).[2]

➢ تتزايد النفقات الاستثمارية أمام المستثمرين الراغبين في استرداد رأس المال في الأجل القصير بينما يتوقع من الاستثمار في الطاقة الشمسية منافع في الأجل الطويل، وتذبذب أسعار الطاقة الاحفورية، قيام بعض الدول بدعمها بشكل كبير وبما يقيد من قرارات الاستثمار في الطاقة الشمسية.[3]

➢ تختلف القوانين من دولة لأخرى وعلى المستوى المحلي داخل الدول أيضاً ويتعلق ذلك بالتراخيص والموافقات القانونية والمسائل السلوكية الخاصة بنقص الوعي بأهمية التكنولوجيا الجديدة.[4]

➢ يعتمد تخزين الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية، ونوع الاستخدام وفترة الاستخدام بالإضافة إلي التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين ويفضل عدم استعمال أجهزة للتخزين لتقليل التكلفة والاستفادة بدلاً من ذلك من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج إلى بحث علمي أكثر واكتشافات جديدة. ويعتبر تخزين الحرارة بواسطة الماء والصخور أفضل الطرق الموجودة في الوقت الحاضر؛ أما بالنسبة لتخزين الطاقة الكهربائية فما زالت الطريقة الشائعة هي استخدام البطاريات السائلة (بطاريات الحامض والرصاص) وتوجد حالياً أكثر من عشر طرق لتخزين الطاقة الشمسية كصهر المعادن والتحويل للمادة وطرق المزج الثنائي وغيرها.

---

[1] انخفاض إنتاج تكاليف الكهرباء بالطاقة الاحفورية مقارنة بالطاقة الشمسية قد تحد من استخدامها، 1 يوليو 2017على الساعة 5:51 https://www.alkhafji.news/2017/07/01/343967.html

[2] الطاقة المتجددة سر الاهتمام! و الى اين؟ الاستاذ الدكتور سهيل كيوان ، مدير مركز الطاقة، جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية، اربد–الاردن ، مركز البيئة للمدن العربية ،العدد الاول–يناير 2012 ،ص12–13–14 http://www.envirocitiesmag.com/articles/pdf/envirocities-article2.pdf

[3] اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية،(مرجع سابق)، ص؛16-17

[4] الطالبة بوعشير مريم ، (مرجع سابق)، ص. 171

➢ التأثير البيئي للطاقة الشمسية: يمكن أن يكون لها كلا التأثيرين الايجابي والسلبي على البيئة: [1]

أولاً: التأثير الايجابي: يمكن تحديد التأثيرات الإيجابية كتقنيات للطاقة الشمسية على البيئة بما يلي:

- معظم التقنيات الشمسية هي ودية بيئيا؛
- لا تلوث الجو بانبعاثات غازات البيت الزجاجي،
- لا تنتج الفضلات المشعة مثل مفاعلات الطاقة النووية؛
- لا تساهم في رفع درجة حرارة الكون أو المطر الحامضي؛
- معظم منظومات الطاقة الشمسية صامتة، أو هادئة عندما تشتغل مما يقلل من تلوث الضوضاء؛
- اعتماد التقنيات تولد الطاقة الكهربائية بنطاق هام فان العديد من البلدان يمكن أن تقلل من اعتمادها على الطاقة الكهربائية التي يتم توليدها بالطاقة الأحفورية، وهذا التغير يمكن أن ينقص من كمية التلوث البيئي في العالم؛

ثانياً: التأثير السلبي: أن تقنيات الطاقة الشمسية ليست مثالية فمن تأثيراتها السلبية ما يلي:

- بالنظر الى المشاريع الكبيرة واسعة النطاق فأنها تؤثر سلبًا على المناظر الطبيعية.
- التقنيات الشمسية يمكن أن تؤثر سلبًا على الحياة الحيوانية حولها.
- منظومات الأطباق الكبيرة ومنظومات المجرى، وأبراج الطاقة تأخذ مساحات من الأرض تعيش عليها الحيوانات وتؤثر على بيئتهم وعاداتهم.

[1] سمير سعدون، (مرجع سابق)،ص، 140؛142

المبحث الثاني: تكنولوجيا الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية الحرارية هي عملية حصاد واستغلال الطاقة الشمسية لإنتاج طاقة حرارية وتستخدم المركزات او المجمعات الشمسية الحرارية بالتقاط أشعة الشمس وتحويلها إلى حرارة.

للحصول على درجات حرارة منخفضة أو متوسطة يتم استخدام ظاهرة الاحتباس الحراري، بينما يتم استخدام تركيز الحرارة للحصول على درجات حرارة مرتفعة. تستغل هذه حرارة مباشرة في التدفئة والتجفيف، أو تحول بدورها إلى طاقة ميكانيكية أو كهربائية. ولذا سنتطرق من خلال هذا المبحث الى المطالب التالية:

المطلب الاول: الطاقة الشمسية الحرارية(THERMIQUE)

CSP : Concentrated Solaire Power « L'énergie Solaire Concentrée »

الفرع الأول: مفهوم الطاقة الشمسية الحرارية وأهم استخداماتها:

أولاً: مفهوم الطاقة الشمسية الحرارية: هي تحويل اشعة الشمس المتاحة في عدة مناطق بشكل مباشر وواسع ودائم الى طاقة حرارية[1] ويمكن استعمال هذا التحول بصفة مباشرة (لتدفئة بناية مثلاً) او بصفة غير مباشرة (كإنتاج بخار الماء لتدوير المولدات التوربينة وبالتالي الحصول على الطاقة الكهربائية) وباستعمال الحرارة التي تنقل عن طريق الأشعة بدلاً من الأشعة نفسها، فإن هذه الطرق لتحويل الطاقة تتميز عن أشكال الطاقة الشمسية الأخرى مثل الخلايا الكهروضوئية.

ويتم تركيز الطاقة الإشعاعية المباشرة للشمس بواسطة مجمع فوق محول للحرارة حيث تنتقل الى السائل، بتبخيره مباشرة او بنقل الحرارة الى مولد البخار.

ولجميع الأجهزة عدد مشترك من الأجزاء مجمع يركز الحرارة، سائلاً او غازا ناقل للحرارة ينقلها الى غاية نقطة الاستخراج، مبخرة، مكثفة، توربينه ومولد كهربائي.

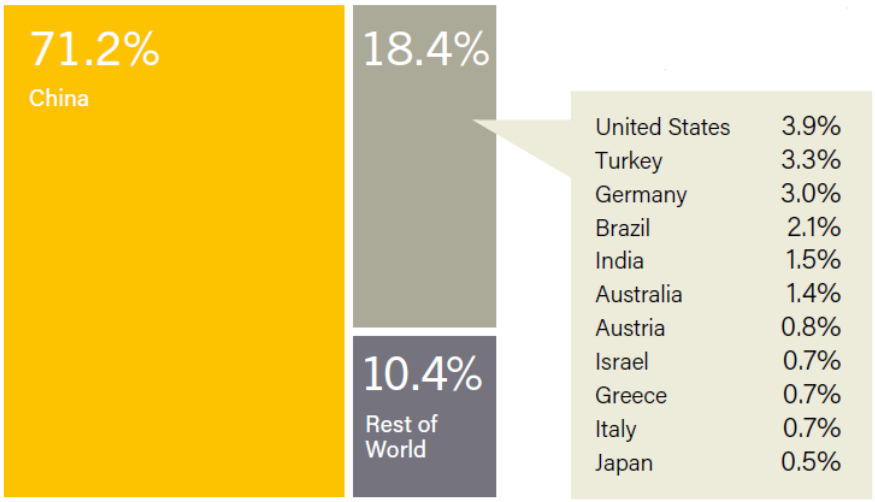
يمكن للطاقة الشمسية الحرارية، التي تعرف بتسمية "الطاقة الحرارية المركزة"، تلبية الطلب فيما يخص الكهرباء ليلاً ونهارًا كونها مجهزة بوسائل تخزين حرارية او مهجنة مع طاقات أخرى مثل الغاز،[2] والشكل (2-2-1) الموالي يمثل مخطط للإنتاج العالمي من الطاقة الحرارية الشمسية حيث تتصدر الصين العالم بنسبة(71%) تليها الولايات المتحدة بـ(3.9%)، بينما تأتي اليابان في المرتبة الثانية عشر بـ(0.5%).

---

(1) jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit),p ;555

(2) programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique ,mars 2011, p ;10. www.mem-algeria.org.

الشكل (2-2-1):الإنتاج العالمي للطاقة الحرارية الشمسية لعام 2017 في الدول 12 الأولى



Source :Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renouvelables 2018, Ren21,P ;105

ثانيًا: استخدامات الطاقة الشمسية الحرارية[1]

تعتمد الطاقة الشمسية على أشعة الشمس بصورةٍ مباشرة أو غير مباشرة؛ ويمكن استخدامها في عمليات التبريد والتدفئة، وتوليد الكهرباء، والإنارة، وتحلية المياه، وغيرها من الاستخدامات.[2]

1- تحضير الماء الساخن والتدفئة المنزلية بالطاقة الشمسية:

أ /**تحضير الماء الساخن بالطاقة الشمسية:** يتمتع استغلال الطاقة الشمسية في تحضير الماء الساخن بأهمية خاصة للأسباب التالية:

- تبلغ كمية الطاقة المستهلكة حوالي(40%-50%) من مجموع الطاقات المستهلكة على سطح الأرض.
- تستهلك هذه الطاقة على شكل حرارة بدرجات أخفض من (100م°)، يمكن الحصول على مثل هذه الدرجة من الحرارة بسهولة بالمجمعات الشمسية.
- تشكل الأجهزة المستعملة لتحضير الماء الساخن بالطاقة الشمسية جزء من أجهزة التدفئة المنزلية.
- تتألف جميع الأجهزة على اختلاف أنواعها وأشكالها من الأجزاء الرئيسية التالية: الشكل (2-2-2)

- المجمعات الشمسية.
- الخزان.
- دارة المجمعات الشمسية.

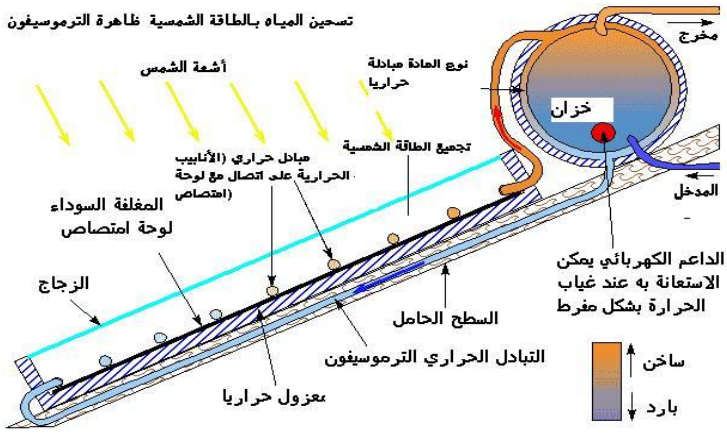
---

[1] عمر شريف، استخدامات الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة، اطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية كلية العلوم الاقتصادية والتجارية جامعة باتنة،2006-2007،ص؛ 4-8 .

[2] JACQUES PERCEBOIS "L'énergie solaire perspectives économiques « éditions du centre na tonal de la recherche scientifique 15 ,quai anatola – France- 75700 paris p ; 52.

يمكن تصنيف معظم أجهزة تحضير الماء الساخن بالطاقة الشمسية المنتشرة في وقتنا الحاضر ضمن فئتين تختلفان عن بعضهما بطرق تنظيم حركة السائل الحراري وبالتالي انتقال الحرارة من المجمعات الشمسية إلى الخزان، فبينما تعتمد الفئة الأولى على مبدأ التنظيم الذاتي لحركة السائل الحراري، تستعمل الفئة الثانية مضخات خصيصة لهذا العرض ولكل فئة إيجابياتها وسلبياتها؛ بالنسبة لعام2007 كان إجمالي سعة نظم تسخين الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية حوالي (154جيغاواط).[1]

الشكل(2-2-2): تسخين الماء بالطاقة الشمسية



Source :https://fabrica-tech.blogspot.com/2013/09/blog-post.html, : تاريخ الاطلاع 2015/10/12 على الساعة 14:37تسخين المياه بالطاقة الشمسية

ب /التدفئة المنزلية بالطاقة الشمسية: تبلغ كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة المنزلية (4 أو 5) أضعاف تلك الطاقة المستهلكة لتحضير الماء الساخن أو حوالي (40 %) من مجموع الطاقات المستهلكة على الأرض. لذلك فإن استغلال الطاقة الشمسية في هذا المجال أمر حيوي وجوهري لكل بلد ينوي تخفيف استهلاكه لمصادر الطاقة الأخرى وتعلقه بها.

إن التدفئة المنزلية بالطاقة الشمسية هي بلا شك أكثر تعقيدا من تحضير الماء الساخن بهذه الطاقة والسبب في ذلك هو أن حاجة الإنسان للتدفئة تشتد كلما نقصت كمية الطاقة الشمسية المتوفرة، وعلى الرغم من ذلك فإن الكمية القليلة المتوفرة من الطاقة الشمسية في فصل الشتاء تكفي إن لم يكن كليا، فلسد القسم الأعظم من الطاقة اللازمة للتدفئة فيما لو تم بناء أجهزة بمقاييس مناسبة وفعالية جيدة.[2]

وتوجد عدة طرق لاستغلال الطاقة الشمسية في التدفئة المنزلية تتمثل في التدفئة المباشرة، شبه المباشرة وغير المباشرة.

إن أول من استغل الطاقة الشمسية لغرض التدفئة المنزلية هو الفيلسوف اليوناني" سقراط "قبل 2400عام أما في الوقت الحاضر فقد أنشأ حقل جديد يعرف باسم الهندسة المعمارية الشمسية يتمثل اختصاصه في استغلال الطاقة الشمسية لغرض تدفئة المنازل أو إنارتها ؛ ويتم ذلك من خلال وضع تصاميم خاصة للنوافذ واستعمال العوازل الشفافة. ونظرا لهذا التطور التكنولوجي الهائل

---

[1] ملف حول "الطاقة المستدامة" المتجددة، علي عبد الله العرادي، قسم البحوث والدراسات-ادارة الشؤون واللجان والبحوث-مجلس الشورى، 30 يناير 2012 ، ص؛30.

[2]Jacques Percebois,(op.cit),p ;55.

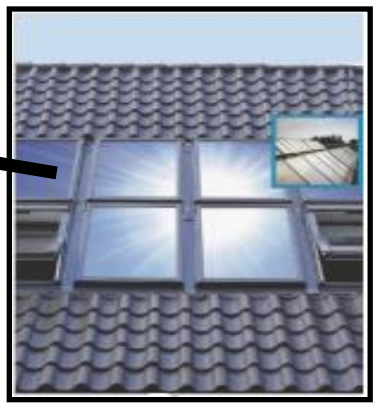
نجد أعداد كبيرة من هذه المنازل منتشرة في مختلف البلدان إذ تعد ألمانيا الدولة الرائدة في هذا المجال وذلك من خلال مشروع إنجاز(100000) مسكن شمسي، وشيء مشجع لهذا المجال هو ما أثبتته التجارب في المناطق غير الشمسية كأسكوتلندا مثلا: يمكنها تصميم المنازل الشمسية إذ أن الإشعاع الشمسي يستطيع أن يؤمن (80%) من التدفئة.

إن معظم انظمة تدفئة المياه في الابنية تتألف من قسمين رئيسيين: **الاول** هو الجامع الحراري الشمسي (Solar Collector)، و**الثاني** هو خزان السوائل الساخنة.

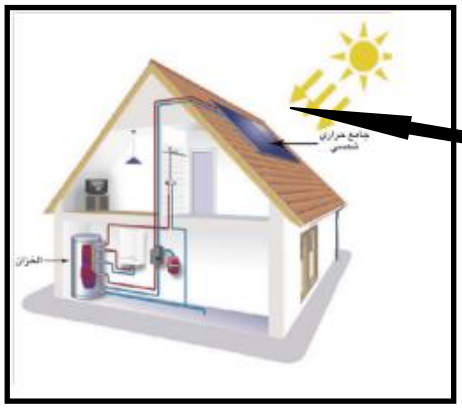
إن اكثر الجامعات الحرارية الشمسية شيوعاً هو "جامع الصفيحة المسطحة" والذي يثبت على اسطح المنازل والأبنية (الشكل 2-2-3)، وفي المناطق الاكثر تعرضاً الى اشعة الشمس ولأطول مدة. وهو عبارة عن صندوق مسطح مستطيل ذو سمك قليل جداً وله غطاء شفاف يسمح بدخول اشعة الشمس.

تنتشر في هذا الصندوق أنابيب دقيقة تحمل السوائل، والشائع في السوائل هو الماء، او سوائل أخرى مثل السوائل المضادة للتجمد وهذه الأنابيب الدقيقة تستقر ومتصلة على صفيحة مصبوغة باللون الاسود لامتصاص الحرارة، وتسمى بالصفيحة الممتصة؛ عندما تضرب أشعة الشمس الصفيحة و(الأنابيب)، ترفع درجة الحرارة فيها وتسخن سوائل الأنابيب، ومنها تنتقل السوائل الى الخزان الذي يحتفظ بالسائل الساخن، والذي يكون معزولاً حرارياً بصورة كفؤة، واعتيادياً فإن الانابيب الدقيقة تمر من خلال انبوب ملفوف، داخل الخزان المملوء بالسائل الساخن انظر (الشكل2-2-4) .

الشكل (2-2-4): المجمع الحراري الشمسي



الشكل (2-2-3): نموذج لمخطط للنظام داخل البيت



المصدر: فؤاد قاسم الامير(مرجع سابق)،ص؛ 202

من الممكن أن تكون هذه الانظمة اكثر كفاءة باستخدام مضخات لنقل السوائل بين المجمع الحراري الشمسي على السطوح، وبين الخزان (اعتيادياً داخل البناية)، وكذلك لتوزيع المياه الساخنة على بقية البيت لأغراض التدفئة، ومن الممكن عدم استخدام المضخات والاعتماد على خاصية السوائل للدوران اعتماداً على فرق الحرارة، ولكن سيكون بكفاءة أداء اقل.

ولهذا فان النظام الذي يستعمل المضخات يسمى النظام النشط، والذي لا يستخدم المضخات يسمى بالنظام السلبي. في حالة تدفئة احواض السباحة، يكون حوض السباحة هو الخزان، والذي يكون معزولاً عن بقية الارض لتقليل فقدان الحرارة. هناك تطويرات في الجامع الحراري الشمسي لزيادة الكفاءة وتقليل الكلفة، ومنها الجامعات الحرارية الشمسية المطاطية.[1]

2- التبريد بالطاقة الشمسية: تعتبر الطاقة الشمسية نوع من أنواع الطاقة يمكن استعمالها في عدة مجالات أحدها التبريد. يحتل التبريد مكانة هامة في حياة الإنسان اليومية، ليس فقط لتبريد جو المنزل وأمكنة العمل بل أيضا لحفظ الأطعمة والعديد من المنتوجات الزراعية والصناعية لذا يعتبر التبريد في المناطق الساخنة[2]من الضرورات الأولية في التخطيط الاقتصادي، ففي بلادنا تزيد درجة الحرارة إلى أكثر من نصف العام عن(18 م°) وهي الحرارة المثلى لحياة الإنسان ناهيك عن أشهر الصيف الساخنة حيث تبلغ درجة الحرارة (40 م°) في الظل هنا يصبح التبريد أمر جوهري.

إن التبريد بالطاقة الشمسية يمتاز بصفة فريدة وهي أنه كلما اشتدت أشعة الشمس كلما زادت قدرتها على التبريد ومن هنا تأتي أهمية تطبيق هذه الطريقة في بلادنا العربية.

توجد طريقتين رئيسيتين للتبريد بالطاقة الشمسية وهما:

- التبريد اعتمادا على التبخر البسيط.
- التبريد بالضغط.

ولكل طريقة إيجابياتها وسلبياتها.

أما عن الطريقة الأولى فتتمثل إيجابياتها في كونها تحتاج لسطوح مستوية كتلك المتوفرة في بلادنا العربية، كما أنها بسيطة البناء والتكاليف، أما عن صفاتها السلبية: فإنها تحتاج باستمرار للماء الذي يعتبر مادة ثمينة في بلادنا.

وبالنسبة للطريقة الثانية فتعتبر الطريقة الأكثر انتشارا نظرا لبساطة الأجهزة المشكلة لها، ضف إلى ذلك إمكانية استعمالها حتى في الأيام الغائمة، وتحتاج إلى كميات ضئيلة من الطاقة وبهذا تصبح تكاليف التبريد زهيدة جداً.

وبما أن التبريد يتبوأ مكانة هامة في حياة الإنسان اليومية عمل العلماء على تطوير أجهزة متقدمة جدا في هذا المجال مع مراعاة التكاليف إذ يعتبر الجهاز الذي قدمه" وليام فريشارد سون" بألمانيا عام 1978 دليلاً على الجهود التي يبذلها الباحثون والعلماء من أجل توفير الأجهزة والمعدات وفي نفس الوقت تخفيض تكاليفها .فاستخدام جهاز" وليام "مفيد جدا من الناحية الاقتصادية إذ لا يستهلك إلا جزء ضئيلا من الطاقة الكهربائية المنتجة للتبريد أما الجزء المتبقي من هذه الطاقة فيمكن استخدامه لأغراض.

ويعتبر مسألة أساسية في كل تخطيط اقتصادي لكن التبريد باستعمال الطاقة الكهربائية وهو الشكل المعتاد في بلادنا يعتبر من أغلى الطرق على الإطلاق إذ تتحول بنتيجة هذه العملية إلى طاقة باهضه الثمن(كهربائية) للحصول على طاقة قليلة الثمن (حرارية)،

---

[1] فؤاد قاسم الأمير، حل مشكلة الطاقة هو التحدي الاكبر للبشرية في القرن الحادي و العشرين"، مؤسسة الغد للدراسات والنشر- بغداد- العراق، أيلول 2005،ص؛ 202.

[2] Jacques Percebois ,(op ;cit),p ;65.

ويصح القول أن كل عملية تستخدم طاقة غالية للحصول على طاقة رخيصة هي عملية خاسرة اقتصاديا ويكفي للبرهان على هذه المقولة التذكير بأن مردود تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية لا يتجاوز وفي أحسن الأحوال أكثر من(50%) إن التبريد اعتمادا على الأشعة الشمسية لا يوفر الطاقة الكهربائية الغالية فحسب بل تجعل استغلال المجمعات الشمسية أعظمي فبينما نحتاج في الشتاء للتدفئة وللماء الساخن وبذلك نستفيد من الطاقة الشمسية استفادة أعظمية فإنه من المعلوم أن المجمعات الشمسية تنتج في أشهر الصيف طاقة حرارية فائضة يمكننا استعمالها للتبريد في كل المجالات الصناعية والمنزلية.

3- استخدام الطاقة الشمسية في إزالة ملوحة المياه: تشكل المحيطات والبحار بمساحتها الهائلة ومواقعها الكبيرة أكبر مستودعات المياه في الطبيعة، إذ أن (97%) من كميات المياه على الكرة الأرضية توجد فيها إلى أن مياهها هذه تحتوي على حوالي (3,5%) من وزنها أملاح مختلفة، مما يجعلها غير صالحة للاستعمال في كثير من المجالات كالشرب والزارعة، والصناعة وفي المقابل نقص الماء العذب في المعمورة الشيء الذي دفع الدول إلى التفكير بإنشاء محطات إزالة ملوحة مياه البحار بالطاقة الشمسية وبذلك أنشأت أول محطة لهذا الغرض في الشيلي عام 1872، أما في الوقت الحاضر يوجد عدد كبير من محطات إزالة ملوحة المياه بالطاقة الشمسية مباشرة في أماكن مختلفة في العالم تختلف عن بعضها بالدرجة الأولى، بطبيعة المواد الداخلة في تركيبها كما تختلف في كفاءتها من وقت لآخر أثناء العام في البلاد المشمسة.

وتتميز محطات إزالة الملوحة بالطاقة الشمسية مباشرة برخص تكاليف بناءها وتشغيلها، بساطتها، وقابلية تعطيلها ضئيلة جدا، و فوق كل هذا استغناؤها عن التكنولوجيا المعقدة.إلا أن هذه المحطات تحتاج لمساحات كبيرة نسبيا خاصة فيما لو أريد استغلال الماء المحصل عليه من هذه المحطات لري الأراضي الزراعية.

أما عن كميات الماء العذب التي تستطيع أن توفرها هي(250 ل/م^3) في اليوم وعلى مدار العام أي ما يقارب (10000ل/م^3) في العام وهذا المعدل يرتفع صيفاً ويقل شتاءًا، وتبلغ تكاليف المتر(16- 82دولار/م^3) وهذه المحطة تعيش لمدة (20 عام) وبالتالي تستطيع إيجاد – المربع الواحد ما بين تكلفة (10000ل) ماء على مدار العام هي (2 دولار) على أساس (20 دولار/م^3) وفي المقابل نجد أن تكلفة إنتاج (10000 ل) ماء عذب من محطات التحلية بالطاقة الاحفورية تبلغ(52 سنت) فقط وعليه نلاحظ الفرق الشاسع في التكاليف ويبدو واضحًا ضخامة تكاليف التحلية بالطاقة الشمسية.

لكن اليوم ومع زيادة أزمات النفط وارتفاع أسعار الطاقة الاحفورية أصبحت المحطات الشمسية أجدى من المحطات الحرارية الكبيرة.

4- استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة: تعتبر الطاقة احد المتطلبات الرئيسية للزراعة وتنمية المناطق الريفية، كما ان النباتات تستخدم ضوء الشمس وثاني اكسيد الكربون والماء لتحولها الى طاقة تنمو بها، ويمكن لمصادر الطاقة المتجددة تحل بعض مشاكل المناطق الريفية مثل تحويل المخلفات الزراعية الى غاز حيوي، الى جانب استخدام الطاقة الشمسية في ضخ المياه، وتجفيف المحاصيل وكذلك في طهي الأطعمة.[1]

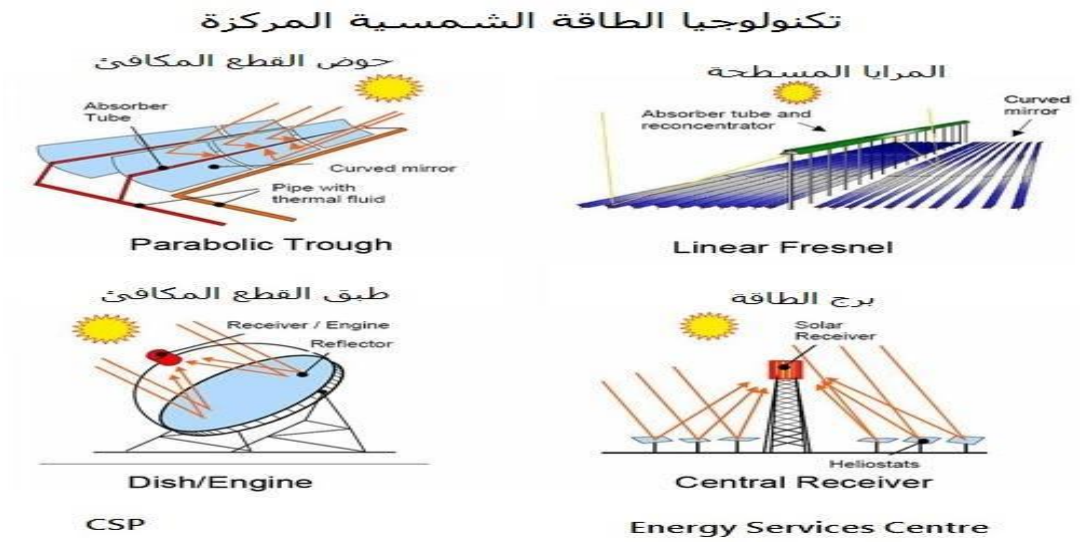
[1] محمد مصطفى محمد الخياط،(مرجع سابق)،ص؛46 .

5- اتجاهات استخدام الطاقة الشمسية المركزة: تقوم الطاقة الشمسية المركزة بتحويل أشعة الشمس الى كهرباء ويتطلب توليد الطاقة الشمسية المركزة سماء صافية وضوء قوي وتتوفر هذه الظروف الطبيعية في جنوب غرب أمريكا والمكسيك وشمال أفريقيا والشرق الأوسط ووسط اسيا وجنوب أفريقيا واستراليا وجنوب أوروبا وأجزاء من الصين والهند، ومن المتوقع أن تقوم هذه الطاقة بإمداد نحو(5%) من الكهرباء في العالم بحلول عام 2050.

الفرع الثاني: التطوير والابتكار في تكنولوجيات الطاقة الشمسية الحرارية:

أسهم التقدم العلمي والتقني في مجال تطوير التقنيات الخاصة باستغلال الطاقة الشمسية باكتشاف سبل ووسائل اضافية للاستفادة من هذا المصدر المتجدد ومن هذه الوسائل: لواقط التركيز الخطية ولواقط التركيز من خلال البؤرة،[1] وتشمل لواقط التركيز الخطية ومجمعات القطع المكافئ (قناة القطاع المكافئ الهندسي (القناة الباروبولية)((Parabolic-trough)، ومرايا فرنيل Fresnel للتجميع. أما بالنسبة لواقط التركيز من خلال البؤرة، فنجد أبراج الطاقة (power-tower) وقرص ستيرلينغ (الصحن/الطّبق)(Dish-engine)؛[2]،[3] نوضحها من خلال الشكل التالي(2-2-5) بالإضافة الى منظومة البرك الشمسية والأفران الشمسية،[4] حيث تقوم المرايا والأدوات العاكسة بجدب أكبر كمية ممكنة من ضوء الشمس الى هذه المنظومات، وتقوم بتسخين الماء أو أي مادة سائلة أخرى تكون موصلة الى مصدر الماء لإنتاج البخار، حيث يستعمل هذا البخار لإدارة التوربينات ومن ثم توليد الطاقة الكهربائية، وتستعمل منظومات الطاقة الشمسية التركيزية بصورة أساسية في التطبيقات الصناعية وإنتاج الطاقة الكهربائية للمستهلكين وبكميات كبيرة.

الشكل (2-2-5): تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة



---

[1] Mohamed amjahdi, jean lemale, adopter le solaire, thermique et photovoltaïque , dunod, pais,2011, P,31,40

[2] فؤاد قاسم الامير(مرجع سابق)، ص؛ 205؛206.

[3] bermard wiesenfeld,(op,cit) ;p 106

[4] سمير سعدون مصطفى، (مرجع سابق)، ص؛ 139-170؛ 191

أولاً: لواقط التركيز من خلال البؤرة : يتم من خلالها تركيز الإشعاع الشمسي حوالي(1000 مرة) في نقطة واحد تسمى بؤرة المستقبل الذي يكون غالبًا عبارة عن وحدة صغيرة. يمكن أن تصل درجة الحرارة إلى 500 – 1000 درجة مئوية. منها نوعين: **أبراج الطاقة الشمسية وأطباق ستيرلينغ**.[1]

❖ **برج الطاقة الشمسية (power- tower)**: وهو نظام يستخدم حقلاً كبيراً من المرايا لتركيز اشعة الشمس على مستودع يستقر فوق برج، والحرارة تسخن ملحاً منصهراً يجري في المستودع. وثم يمرر الملح المنصهر في انابيب لتبخير المياه، ان الملح المنصهر يحتفظ بكفاءة بالحرارة، ولهذا يمكن خزن الحرارة لأيام قبل استخدامه لا نتاج الكهرباء، وهذا يعني امكانية انتاج الكهرباء في الأيام الغائمة، او لساعات عديدة بعد مغيب الشمس.

تتكون أبراج الطاقة من العديد من المرايا تسمى "هليوستات" تعكس وتركز أشعة الشمس على جهاز استقبال مركزي يوجد على قمة البرج والذي يحتوي على سائل ناقل للحرارة. هذا السائل يتم نقله إلى دورة البخار التقليدية لتوليد الكهرباء. ويتميز برج الطاقة بعدة نقط إيجابية تجعله تقنية متميزة. فمقارنة بمجمع القطع المكافئ، يخفض برج الطاقة الخسائر الحرارية الناتجة عن تنقل السائل الناقل للحرارة عبر الأنابيب الطويلة. علاوة على ذلك، فإن مستوى تركيز الإشعاع يكون أعلى بـ (1000 مرة) من اللواقط الخطية، وبالتالي يتم زيادة كفاءة المحطة. ومن بين أول أبراج الطاقة في العالم، برج الطاقة الشمسية "سولار1" ذو قدرة (10 ميجاواط) في جنوب كاليفورنيا عام 1981، ولكن تقنية مجمعات القطع المكافئ التي احتضنتها محطة الطاقة SEGS المجاورة للمشروع والتي تم تفعيلها سنة 1984، كانت جد عملية وفعّالة. اعتبرت SEGS أكبر محطة للطاقة الشمسية الحرارية المركزة في العالم منذ اكتمال أجزائها التسعة، أي منذ 1990، فهي تنتج حوالي(354 ميجاواط). لكن منذ العام الماضي 2014 لم تعد تعتبر كذلك، حيث اكتمل مشروع Ivanpah، الذي يقع في مقاطعة سان بيرناردينو بكاليفورنيا أيضا والذي ينتج حوالي(377 ميغاواط)، وبالتالي فإن Ivanpah هي أكبر محطة للطاقة الشمسية الحرارية المركزة في العالم. ولا ننسى أنه في المستقبل القريب، وبعد اكتمال الأشغال في محطة نور المغربية وتفعيل جميع الوحدات، ستصبح رسمياً هي أكبر محطة للطاقة الشمسية الحرارية المركزة في العالم بقدرة تصل إلى(500 ميغاواط).

❖ **ثانياً: أطباق ستيرلينغ (الصحون/الاطباق) (Dish - engine)** : وهو نظام يستخدم مرايا على شكل صحن كبير (مشابه لصحن الأقمار الصناعية)،وإن صحن المرايا يجمع ويركّز حرارة الشمس في نقطته البؤرية لتشغيل محرك يسمى "محرك ستيرلينغ". هذا الأخير يعمل عند ارتفاع درجة حرارة وضغط الغاز الموجود في دارة مغلقة، فيحول الطاقة

---

[1] إيمان الصالحي / مراجعة : الحسين اطركي، مقال الطاقة الشمسية الحرارية المركزة، 2015/03/06
http://science.ma/%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9- D8%A7

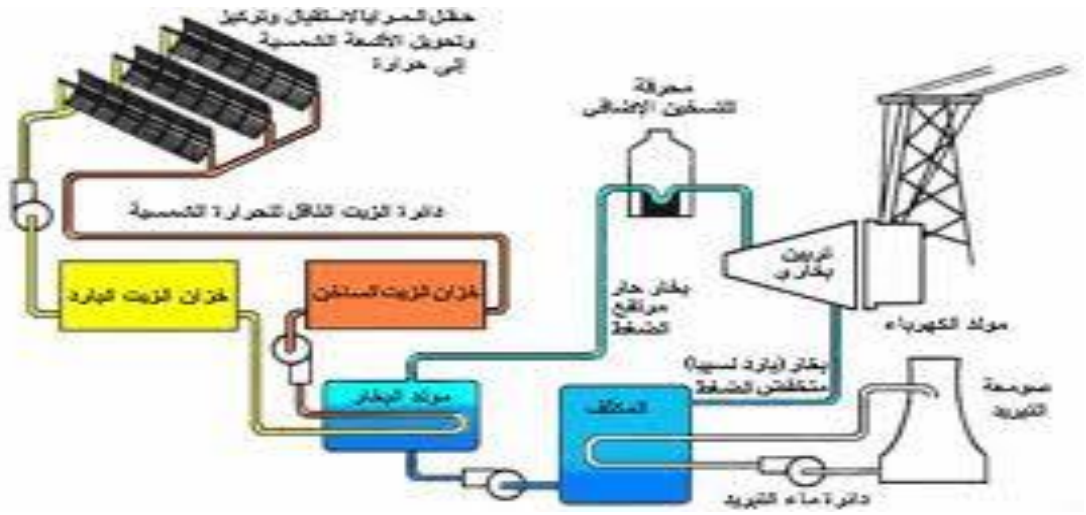
الحرارية الشمسية إلى طاقة ميكانيكية ثم إلى طاقة كهربائية. هذه التكنولوجية ليست مناسبة لإنتاج كميات كبيرة من الطاقة لغرض صناعي مثلا، بسبب تكلفتها العالية. لكنها تعتبر التقنية الحرارية الوحيدة التي يمكنها أن تكون مصدرا للطاقة في المواقع الصغيرة المعزولة.[1]

تعتبر هذه التقنية منتوج كفؤ للطاقة الكهربائية، فعندما تربط مع بعضها البعض فإنه يمكنها انتاج طاقة كهربائية لكل هكتار اكثر من اي نوع من تقنيات الطاقة الشمسية التي يمكن نصبها على هذا الهكتار من الأرض، ومن المؤمل ان تكون قادرة على تجهيز الطاقة الكهربائية للمناطق التي لا يوجد فيها شبكات كهربائية، وان تكون بديلة للشبكات الكهربائية. وان استعمال مثل هذه التقنيات يؤدي الى تقليل الاعتماد على الطاقة الأحفورية اللازم لإنتاج الطاقة الكهربائية.

ثانياً: لواقط التركيز الخطية (القناة الباروبولية) (Parabolic- trough): وهو نظام يركز الطاقة الشمسية خلال قناة من المرايا مستطيلة مقعرة (على شكل حرف**U**) إن المرايا توجه نحو الشمس، وتُركزَّ اشعتها على أنابيب تحتوي على سائل ناقل للحرارة؛ يُنتج هذا السائل الكهرباء عبر توربينات البخار أو الغاز، بالنسبة للواقط التركيز الخطية، يتركز الإشعاع الشمسي على أنبوب واحد أو أكثر مثبت على طول الخط البؤري للمرآة سواء كانت مرآة فرنيل للتجميع أو مجمع القطع المكافئ؛ يمكن التمييز بين نوعين منها:[2]

❖ **مجمع القطع المكافئ** كونه يعتبر من التكنولوجيا الأكثر انتشارًا اليوم، فمحطة الطاقة تتكون من صفوف متوازية من المرايا شبه أسطوانية طويلة تدور حول محور أفقي لتتبع مسار الشمس ومن مستقبل عبارة عن أنبوب معدني داخل أنبوب زجاجي به فراغ يحتوي على سائل ناقل للحرارة يُسخن لتصل درجة حرارته إلى(500 C°). يتم نقل هذه الطاقة إلى الماء الذي يصبح بخارًا والذي يقوم بتدوير التوربينات وبالتالي إنتاج الكهرباء.موضح في الشكل التالي.

الشكل (2–2–6): تكنولوجيا المجمع الشمي ذات القطع المكافئ



[1] إيمان الصالحي/مراجعة : الحسين اطركي، سلسلة الطاقة الشمسية الحرارية المركزة (3): لواقط التركيز من خلال البؤرة، 2015/04/30
Http://Science.Ma/%D8%B3%D9%84%D8%B3%D9%84%D8%A9-%

[2] إيمان الصالحي/مراجعة: الحسين اطركي، سلسلة الطاقة الشمسية الحرارية المركزة(2): لواقط التركيز الخطية، 2015/04/10
http://science.ma/%D8%B3%D9%84%D8%B3%D9%84%D8%A9-

وتتميز محطات مجمع القطع المكافئ بقدرة تبدأ من(10 ميغاواط) وتصل إلى(200 ميغاواط)، كما وتستغل مساحة(3 هكتارات للميغاواط الواحد). أثبتت هذه التقنية فعاليتها تجاريا حيث تصل كفاءتها الصافية إلى(14%)، مثل محطة "نور-1-" بورززات المغربية، يظهر جليًا أن عملية جعل المرايا تبدو كمجمع القطع المكافئ هي عملية صناعية مكلفة بعض الشيء. فلخفض تكلفة المشروع، يمكن اللجوء إلى مرايا فرنيل للتجميع.

❖ **مرايا فرنيل للتجميع** التي تعتبر أيضا من بين لواقط التركيز الخطية وهي مرايا منحنية قليلاً، توضع في مستوى أفقي واحد ويمكنها أن تدور تبعًا لمسار الشمس لإعادة توجيه وتركيز مستمر لأشعتها إلى أنبوب الإستقبال الخطي الثابت.

تتميز مرايا فرنيل بثمنها المنخفض مقارنة بمجمعات القطع المكافئ إلا أن هذا النوع من المحطات يكتفي بكفاءة صافية تصل إلى(10%) فقط، وهو أدنى مردود في محطات الطاقة الشمسية الحرارية المركزة. كما وتتميز بكونها تستغل مساحة(1.5 هكتارات للميغاواط الواحد) أي أقل من (50%) من المساحة المستغلة بالنسبة لمحطات مجمع القطع المكافئ. كمحطة fresdemo بمشروع ألميريا في إسبانيا ذو قدرة (1 ميغاواط).

منافع ومعوقات لواقط التركيز الخطية: لها العديد من المنافع والتي بسببها تم استعمالها على نطاق واسع منها:

- لا تحتاج الا الى صيانة قليلة اذا استثنيا الصيانة للمولد؛
- مرنة جدا في حالة الحاجة الى ربط اعداد كبيرة او قليلة منها مع بعضها البعض؛
- الطاقة التي تنتجها ليست تمامًا على مستوى سعر الطاقة الاحفورية الذي ينتج نفس الطاقة الكهربائية ، ولكن الرقم قريب في اغلب الاحيان؛

اما المعوقات للواقط التركيز الخطية فمنها:

- كما هو الحال مع كل تقنيات الطاقة الشمسية فان حقيقة ان الشمس لا تشرق في جميع الاوقات تعتبر المعوق الرئيسي؛
- لكي تعمل لواقط التركيز الخطية بكل سعتها فإنها تحتاج الى شروق شمس مباشر وقوي؛
- تحتاج الى مساحة مهمة من الارض عندما ترتبط مع بعضها لإنتاج الطاقة الكهربائية وبمستوى واسع الانتشار؛
- تأثير لواقط التركيز الخطية: بينما تنتج طاقة خالية من ملوثات البيئة فان عدد من المرايا المستعملة مع بعضها يمكن ان تستغل مساحة كبيرة من الأرض، وهي في اغلب الاحيان توضع في الصحراء والتي تكون قبل هذا خالية من البنايات والمنشات الاخرى، ان وضع حقل المجمع قد يملأ هذا المنظر الطبيعي ويدمره فعلاً، وكذلك الحيوانات والنباتات في المنطقة يمكن ان تتأثر سلبيًا بوجود هذه التقنية على الرغم من الكلف البيئية فان العديد من الحكومات تدعم استعمالها والبعض يشجع على استعمالها، واذا استعملت على نطاق واسع فإنها ستصبح مصدرًا رخيصًا بديلاً للطاقة.

تحديات وعقبات **لواقط التركيز الخطية:** تعتبر من التقنيات الأكثر استعمالا بصورة عامة من تقنيات الأنواع الاخرى للطاقة الشمسية: فان كان بالإمكان نشرها على جميع الاجزاء المشمسة من العالم فان الطاقة الشمسية في عموم تقنياتها يمكن ان تصبح اكثر قبولاً، وعلى اية حال، فان المساحة المطلوبة لها ستحدد من نمو هذه الصناعة.

ثالثاً: البرك الشمسية: تعتبر البرك الشمسية من الأنظمة الجديدة المبتكرة التي يمكن بواسطتها تخزين الطاقة الشمسية الحرارية في فترة الصيف، والاستفادة منها في الشتاء خصوصا في فترة انخفاض الإشعاع الشمسي.

والبركة الشمسية هي عبارة عن حفرة أو بركة ثلاثية الأبعاد من المياه الملحية يعمل سطحها ومحتواها المائي الطبقي والمتدرج في الملوحة على امتصاص حرارة الشمس الساقطة عليه وتخزينها كطاقة حرارية كامنة في قاع البركة.

تعد أستراليا والولايات المتحدة الأميركية والهند من أكثر الدول الرائدة في تطبيق تقنيات البرك الشمسية. وقد تم إنشاء أول بركة شمسية بإسرائيل عام 1959 قرب البحر الميت وكان طول البركة (25 مترا) وعرضها (25 مترا).

وهناك نوعان من البرك الشمسية، **الأول** يعتمد على تركيز الأملاح بالبركة واختزان الطاقة الحرارية بقاع البركة عن طريق إعاقة تيارات الحمل، أما **النوع الثاني** يعتمد على تخزين تللك الطاقة عن طريق إعاقة عملية التبخر.

تتميز عن باقي تقنيات استغلال الطاقة الشمسية بتوافر الأراضي اللازمة لها بمساحات كبيرة وتكلفة منخفضة، وبقدرتها على تخزين الطاقة الحرارية في جميع الأوقات ليلاً ونهارًا صيفًا وشتاءً. كما تتميز بإمكانية تطبيق تقنياتها في المناطق النائية التي تعاني نقصاً في المياه بتكلفة إجمالية معقولة وأقل عموماً من الطاقة المتولدة بمحركات الديزل.

رابعاً: الأفران الشمسية: [1] مثل الأبراج الشمسية تستعمل ،الأفران الشمسية المرايا لتركيز اشعة الشمس في نقطة واحدة لإنجاز درجات حرارة عالية وتجمع الطاقة الشمسية من منطقة واسعة تنتج ،الأفران الشمسية درجات حرارة اعلى من تلك التي تؤخذ من الأبراج الشمسية وهناك عدة انواع من، الأفران الشمسية كل منها ينتج مقادير مختلفة من الطاقة .

أفضل فرن شمسي معروف يدعى الفرن الشمسي عالي الفيض، ويستعمل فقط مرأة مستوية او مرأة دوارة كبيرة جدا في الحجم، تتعقب الشمس لضمان اعظم انعكاس لأشعة الشمس في وحدة التركيز الاساسية، وتحتوي وحدة التركيز الاساسية على حوالي خمسة وعشرون مرأة فدرية منحنية، تقوم بتركيز الضوء والذي يدعى الفيض الشمسي، على هدف او دريئة داخل البناية.

تستعمل بصورة اساسية لإنتاج الحرارة او البخار لتوليد الطاقة الكهربائية والاستعمالات الصناعية، وان فائدة الحرارة المتولدة في العمليات الصناعية هي كون الحرارة نظيفة مما يعني انها لن تنتج اي اشعاعات ضارة، ان الفرن الشمس الاول صمم باستعمال وحدة تركيز على شكل قطع مكافئ وعدسات، وقد وصل الان انتاج بعض، الأفران الى(100 كيلواط ساعة) من الطاقة الكهربائية؛ وتم بناء اول فرن شمسي بالجزائر بين عام 1949-1954.[2]

---

[1] http://www.aljazeera.net/news/scienceandtechnology/2015/4/19

مقال حول البرك الشمسية مصدرا للطاقة المتجددة، لوحيد محمد مفضل

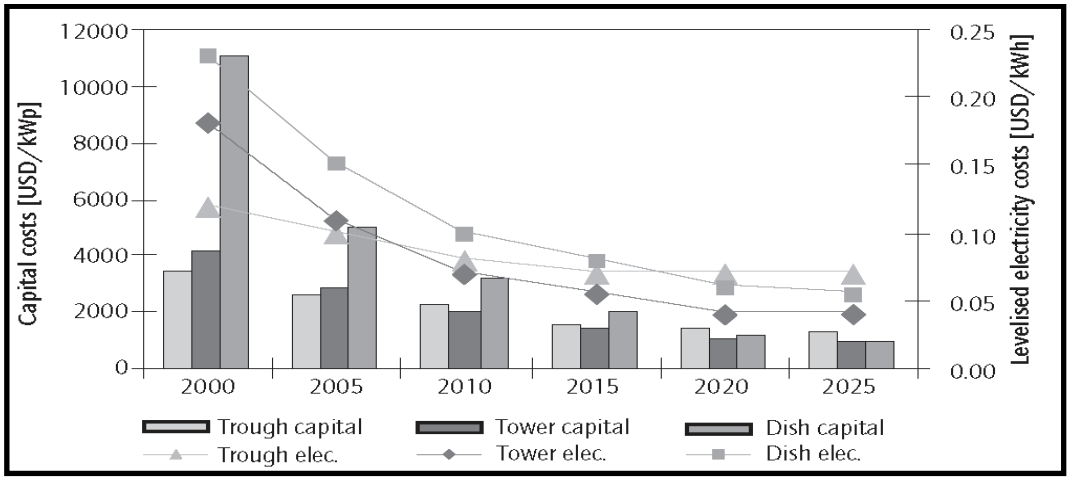
[2] Guide des Energies Renouvelables, centre de développement des energies renouvelables ;2

الفرع الثالث: مشروعات المركزات الشمسية الحرارية، واستثماراتها

أولاً: استثمار في تكنولوجيا الطاقة الشمسية الحرارية: تعتمد جميع تكنولوجيات الطاقة الشمسية المركزة على أربع عناصر أساسية وهي: مركزات، مستقبلات، وحده نقل وتخزين ومبادلات حرارية الطاقة المركزات حيث تقوم المركزات بالتقاط وتركيز الإشعاع الشمسي المباشر الذي يتم بثه إلى المستقبلات حيث تقوم باستقبال ضوء الشمس الذي يتم تركيزه وتقوم بنقل الطاقة الحرارية إلى المبادلات الحرارية؛ في بعض محطات المركزات الشمسية فإن هناك جزء من الطاقة الحرارية يخزن حتى يتم استخدامه فيما بعد غروب الشمس. وتستخدم المزارع الشمسية ذات مركزات القطع المكافئ مرايا على شكل قطع مكافئ لكي تعكس أشعة الشمس على شكل أطباق مزودة بمحرك يقوم بتجميع الطاقة الشمسية من خلال مجمع شمسي على شكل قطع مكافئ ويقوم بتشغيل المولد.

يهدف التطوير في أي نوع من أنواع التكنولوجيا إلى تقليل التكاليف في كل مكون من المكونات؛ لذلك نجد أن الولايات المتحدة لديها برامج قوية لتطوير المجمعات الشمسية المركزة كما نجد أن الصناعة الأوروبية للمجمعات الشمسية المركزة وخصوصًا التي تستخدم في التطبيقات العامة في (اسبانيا، ألمانيا، ايطاليا) تولي اهتماما كبير بالبحث والتطوير وخصوصًا لتطوير مستقبلات الأشعة الشمسية ونتيجة لاختلاف توجهات الأسواق والبحوث والتطوير فإننا نستعرض من خلال الشكل(2-2-7) التالي التكاليف المتوقعة لتكنولوجيا المجمعات الشمسية المركزة ونلاحظ أن نظم القطع المكافئ من الممكن أن تتطور مع أنها تعتبر من التكنولوجيات الناضجة ولكن تحتاج المزيد من الجهود في البحث والتطوير والابتكار لتطوير تكنولوجيا الأبراج والأطباق لكي تنخفض التكلفة، ويمكن خفض التكلفة من خلال زيادة الطاقة الإنتاجية للمصنع وبالتالي زيادة حجم الإنتاج وتقليل النفقات وأيضًا من خلال تحسين أداء المصنع عن طريق زيادة الكفاءة.

الشكل (2-2-7): التنبؤ باستثمارات المجمعات الشمسية المركزة وتكاليف الطاقة الكهربائية



المصدر: قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية (IMC/PS) مشروع رقم217، التقرير النهائي، مركز تحديث الصناعة ديسمبر 2006، ص؛ 25.

ثانياً: مشروعات تكنولوجيا الطاقة الشمسية الحرارية خلال الفترة من نهاية 2007 الى 2012، شهدت تزايد إجمالي القدرات المركبة عالميًا لمشاريع المركزات الشمسية الحرارية بمعدل(43%)سنوياً، حتى وصلت إلى(2550ميغاواط)، وتعتبر تكنولوجيا القطع المكافئ هي الأنضج بينهم، وتحوز على غالبية السوق العالمية بنسبة(95%) من إجمالي المشاريع المنفذة حتى نهاية2011

ونسبة(75%) للمشاريع تحت الإنشاء حتى منتصف عام 2012 تليها تكنولوجيا البرج المركزي بنسبة (18 %) من المشاريع تحت الإنشاء، ثم عواكس فرينل الخطية بنسبة(6%) وأخيرا الأطباق ذات مولد ستيرلينغ والتي لا تزال تحت طور البحث والتطوير تتراوح المساحة المباشرة لمشاريع المركزات الشمسية الحرارية من(8000م^2 لكل ميغاواط)، لمشاريع تكنولوجيا عواكس فرينل الخطية إلى(36ألف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع المرايا المسطحة المركزة على برج مركزي، وتستغل مشاريع تكنولوجيا عواكس فرينل الخطية مساحة مباشرة أقل لنفس القدرة المركبة من مركزات مرايا القطع المكافئ، التي تحتاج إلى(25 ألف م^2 لكل ميغاواط)، وتصل نسبة التقليل في المساحة إلى(68%).[1]

أما من حيث الطاقة المنتجة، فتتراوح المتطلبات من(6000م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع المركزات الشمسية الطبقية بمولد ستيرلينغ إلى (11ألف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع المرايا المسطحة المركزة على برج مركزي.

البرج المركزي أفضل استغلالا للمساحة الكلية من حيث إنتاج الطاقة مقارنة بالقطع المكافئ،(12ألف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع البرج المركزي مقارنة بـ(15 ألف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) للقطع المكافئ، إلا أنها لم تصل إلى مستوى النضج والخبرات التراكمية التي تتمتع بها أنظمة القطع المكافئ حاليا، وإن كان من المتوقع مستقبلاً أن تشهد محطات البرج المركزي معدلات تطور وانتشار اكثر تسارعًا.

الجدول(2-2-1): احتياجات الأراضي لمختلف تكنولوجيا المركزات الشمسية الحرارية

التكنولوجيا		متوسط استغلال الأراضي حسب القدرة		متوسط استغلال الأراضي حسب الطاقة المولدة	
		ألف متر مربع لكل ميجاواط	**ميجاواط لكل متر مربع**	**ألف متر مربع لكل جيغاواط ساعة سنويا**	**جيغاواط ساعة سنويا لكل كيلو متر مربع**
المركزات الشمسية الحرارية	القطع المكافئ	25.1	38.4	10.1	15.8
	البرج	36	40.5	11.3	12.9
	ستيرلينغ	11.3	40.5	6	21.4
	عواكس فرينل الخطية	8.1	19	6.9	16.2

المصدر: عمرو إبراهيم، متطلبات إستخدام الأراضي لمحطات الطاقة الشمسية، ديسمبر 2013، حقوق الطبع والنشر ©المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2013RCREEE . ص،6

تعتبر مشاريع المركزات الطبقية ذات مولد ستيرلينغ هي الأفضل في استغلال الأراضي، وتنتج (164جيغاواط ساعة سنويا لكل كلم^2)، إلا أنها تعتبر تكنولوجيا غير ناضجة فنيًا واقتصاديًا بالمقارنة بالتكنولوجيات الشمسية الحرارية الأخرى حيث يوجد عدد قليل من تلك التكنولوجيا كمشروعات تجريبية، فقط حول العالم، أحدهم(1.5ميغاواط) في مدينة ماريكوبا في ولاية أريزونا بالولايات

[1] عمرو إبراهيم، متطلبات إستخدام الأراضي لمحطات الطاقة الشمسية، ديسمبر 2013، حقوق الطبع والنشر ©المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2013RCREEE .ص؛ 5،6

المتحدة الأمريكية توقف في بداية عام 2012، وآخر(1ميغاواط) في مقاطعة بإسبانيا ولا تزال هذه التكنولوجيا تحت طور البحث والتطوير، تليها مشاريع عواكس فرينل الخطية والتي تنتج (145جيغاواط ساعة سنويًا لكل كلم^2) ، والأقل كفاءة في استغلال الأراضي هي مشاريع المرايا المسطحة المركزة على برج مركزي، وتنتج(87جيغاواط ساعة سنويا لكل كلم^2).

الجدول (2-2-2) : قدرة تقنيات الطاقة الحرارية الشمسية المركزة

	برج القوة الكهربائيةTour	المرايا المسطحة Fresnel	حوض القطع المكافئ Parabolique	طبق القطع المكافئStirling
قدرة التنفيذ(ميغاواط)	33	49	630	5.1
المساحة المستعملة(هكتار/ميغاواط)	3-5	1-2	5.2-3	5- 3.2
القدرة الوحدوية(ميغاواط)	20	40	100-50	35

Source : jean-pierre Hansen; Jacques percebois(،op ;cit،)p 555

المطلب الثاني: الطاقة الشمسية الكهروضوئية(PHOTOVOLTAÏQUE)

« L'énergie Solaire Photovoltaïque » هي طاقة متجددة تستعمل الإشعاع الشمسي لإنتاج الكهرباء؛ تعتبر مصدر طاقة غير ملوثة، ونظرًا الى مقاسات مكوناتها فهي تتلاءم لاستعمال مبتكر وفني في الهندسة المعمارية. [1]

PV : l'énergie solaire photovoltaïque (photo- qui généré directement en leur sein une différence de potentiel électrique et volta puis un courant)[2]

جاء اسم Photovoltaïque،كاسم مركب لظاهرة التحويل تحويل الضوء(الفوتونPhotons)الى كهرباء (فولتيةVoltage)

الفرع الأول: مفهوم الطاقة الشمسية الكهروضوئية وأهم تطبيقاتها:

أولاً: مفهوم الطاقة الشمسية الكهروضوئية: يقصد بالطاقة الشمسية الكهروضوئية، الطاقة المسترجعة والمحوّلة مباشرة الى كهرباء انطلاقا من ضوء الشمس من خلال تراكيب إلكترونية تسمى" الخلايا الشمسية" إن عمل الخلايا الشمسية ينبع من فكرة بسيطة أنه عند تسليط ضوء مؤلف من فوتونات لها طاقة تزيد عن فجوة الطاقة المحضورة للمادة شبه الموصلة، فإن هذه المادة تقوم بامتصاص هذه الفوتونات مولدة أزواج من الالكترونات والفجوات الحرة.[3]

بالإضافة الى مزايا التكلفة المنخفضة لصيانة الانظمة الكهروضوئية، فان هذه الطاقة تلبي بشكل جيد احتياجات المناطق المعزولة التي يكون وصلها بالشبكة الكهربائية مكلفًا جدًا.

شهدت الطاقة الشمسية الكهروضوئية عام 2017، نمواً بنسبة(50%) مقارنة بعام 2016. حيث تمت إضافة أكثر من(98 جيغاواط) – أي ما يعادي تركيب حوالي 40000 لوحة شمسية في الساعة سنوياً؛ وبذلك يصل إجمالي الطاقة العالمية إلى

---

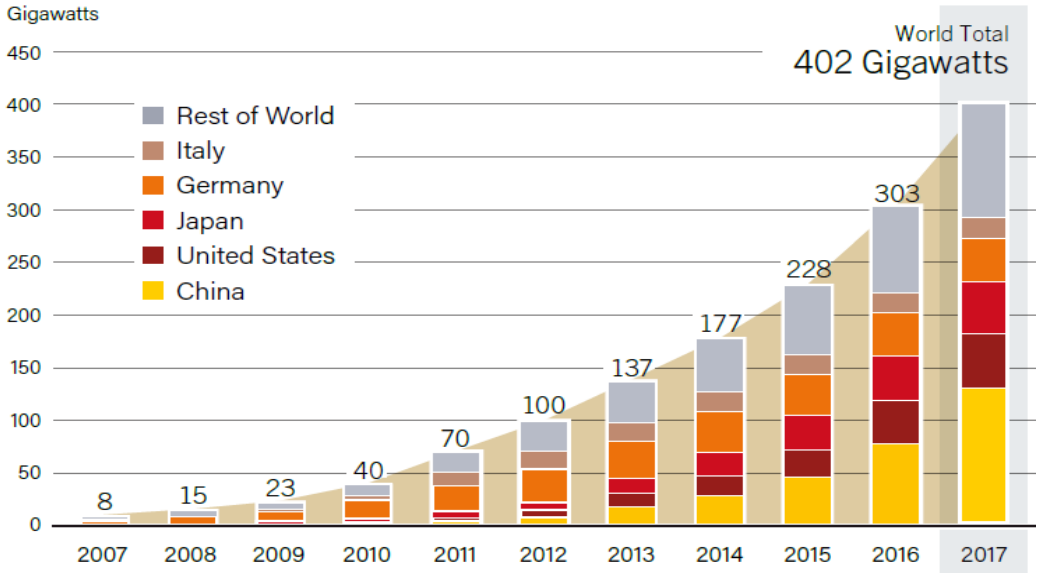
[1] programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique , ,mars 2011www.mem-algeria.org, p ; 10 .

[2]jean-pierre Hansen; Jacques percebois, op ;cit, page 555

[3]وكاع محمد، هندسة الطاقات المتجددة ص 120؛ https://www.philadelphia.edu.jo/philadreview/issue6/no6/17.pdf

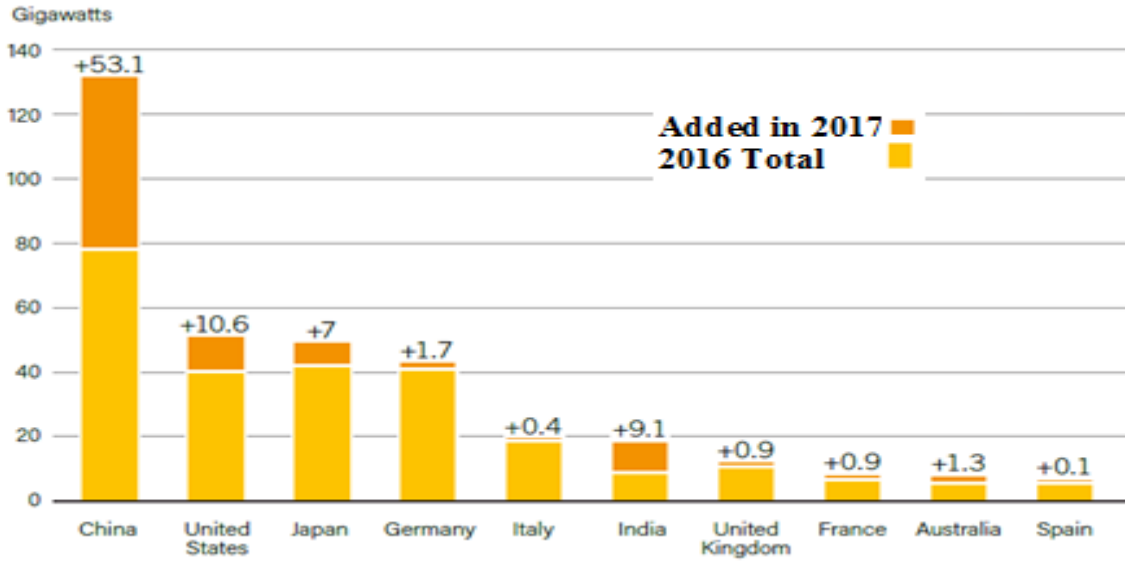
حوالي(402 جيغاواط) بينما بلغت(177 جيغاواط) عام 2014، الشكل (2-2-8)، وقد تصدرت الصين دول العالم حيث بلغ معدل النمو في هذه الطاقة فيها (53%) بين عامي 2007 و2017، تلتها الولايات المتحدة بمعدل نمو (10.5%)، ثم اليابان بمعدل (7%)، بينما حلت ألمانيا في المركز الرابع بمعدل (1.7%)، ايطاليا بمعدل(0.4%) ويبين الشكل(2-2-9)، ترتيب بعض دول العالم حسب نسبة إجمالي الطاقات الفولطاضوئية التراكمية المركبة فيها في عام2017.[1]

الشكل (2-2-8): نسبة اجمالي الطاقة الفولطاضوئية في بعض دول العالم خلال 2007-2017



Source :Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renouvelables 2018, Ren21,P ;90

الشكل(2-2-9): أفضل 10 دول من حيث استغلال الطاقة الشمسية الفولطاضوئية2017



Source :Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renouvelables 2018, Ren21,P ;91

[1]Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renouvelables 2018, Ren21,P ;90

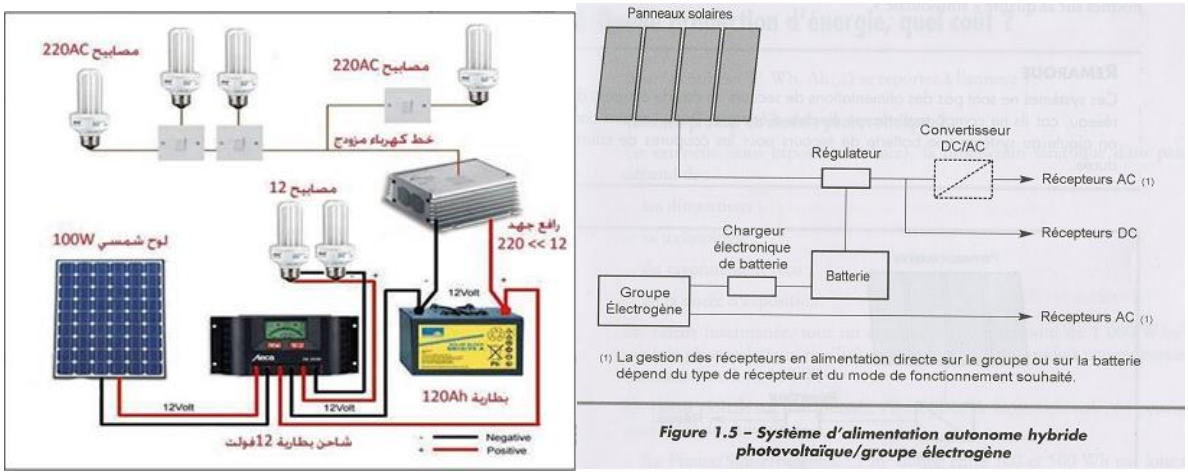
تعد من اكثر القطاعات استثمارًا في مجال الطاقة المتجددة؛ حيث تشكل أوروبا اكبر سوق للتكنولوجيا الطاقة الشمسية الفولطاضوئية بحيث تساهم كل من المانيا واسبانيا بـ (80%) من الإنتاج العالمي لهذه التكنولوجيا.[1] ومن المحتمل ان يكون هناك حتى عام 2050 على مستوى العالم حوالي عشرة الاف محطة للقوى الشمسية والتي يمكنها انتاج كهرباء اكبر ثلاث مرات مما تنتجه (440محطة) طاقة نووية تعمل حاليًا.[2]

ثانياً : أسباب الاهتمام بإنتاج الطاقة الكهروضوئية

- ارتفاع سعر الطاقة الاحفورية وانعدامها في بعض المناطق وتلويثها للبيئة التي تؤدي للاحتباس الحراري .
- انخفاض سعر الالواح الكهروضوئية خاصة في العشرية الاخيرة حيث قدرت نسبة الانخفاض بأكثر من(70%).
- توجه الكثير من دول العالم نحو الطاقات المتجددة بغية المحافظة على استقرارها الاقتصادي وكذلك من اجل تحقيق الاستقلالية في مجال الطاقة.

ثالثاً: مكونات النظام الكهروضوئي[3] تقدّر إحدى الدراسات مثلاً ان تغطية كل سطوح المباني في العالم بالألواح الشمسية يولّد طاقة تعادل(268 مليون برميل يوميًا)، أي نحو ثلاث أضعاف الإستهلاك الحالي من النفط، لذلك شهدت الطاقة الشمسية خلال الأعوام الماضية نموًا ملحوظًا، خاصة الخلايا الفولطاضوئية التي بلغ معدّل نموها السنوي 50%.[4]

الشكل (2–2–10): مكونات نظام توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية



Source : Anne labouret, michel villoz,énergie solaire photovoltaique,3eme édition2003, Dunod ,paris, P, 10

فنوضح من خلال الشكل اعلاه (2–2–10) مكونات نظام توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، فتقوم ألواح الطاقة الشمسية Panneaux Solaires (**الملحق رقم 1**) بتحويل ضوء الشمس الى تيار مستمر ثم يمر عبر أسلاك التوصيل الى منظم الشحن Regulator (Charge Controller) ووظيفته هي تنظيم الجهد قبل مروره الى بطاريات الطاقة الشمسية التي تقوم بتخزين

---

[1] Jean-Pierre Hansen; Jacques Percebois,(op ;cit) p; 557

[2] بيته ساندر، بيتر فاث، انكا لينر (مرجع سابق)،ص75

[3] فتح الله عفاني & نايسة عبد المولى، صيانة نظم إنتاج الطاقة الشمسية الفولطاضوئية المستخدمة في الإنارة المنزلية، pdf، ص؛9.

[4] طوني صغيبني،(مرجع سابق)، ص؛126

الطاقة الكهربائية طوال فترة عمل الألواح الشمسية في فترة النهار ثم يمر التيار الى محول التيار او الانفرتر Convertisseur الذي يقوم بتحويله الى متردد وينظم الجهد حتى يصبح مناسب للاستخدام بالنسبة للأدوات الكهربائية.

1– الوحدة الشمسية: ان العنصر الأساس في الوحدة الشمسية هو الخلية الفولطاضوئية (الخلية الشمسية).

1/ الخلايا الكهروضوئية (الخلايا الشمسية) وكفاءتها: تتكون بالأساس من أشباه الموصلات Semi-conducators ومن عنصر السيليكون بالخصوص. عندما تكون الخلية تحت تأثير الضوء فإنها تمتص الجسيمات الضوئية الطاقية والتي تسمى الفوتونات، لتكون بذلك في حالة إثارةExcitation مما يؤدي إلى فقدان الإلكترونات الخارجية للذرات المكونة للخلية الكهروضوئية، وتتحرك هذه الإلكترونات عبر الدارة مولدة بذلك تيارا كهربائيا يتم تجميعه واستغلاله فيما بعد تتكون الألواح الكهروضوئية من خلايا شمسية صغيرة مكونة بدورها من مركبات الكترونية. وعندما تكون هذه الخلايا الشمسية معرضة لأشعة الشمس فإنها تولد تيارا كهربائيا، ويسمى هذا بالمفعول الكهروضوئي.[1]

وقد كان الفيزيائي الفرنسي إدموند بيكريل Antoine César Becquerel أول من لاحظ، سنة 1839أنه عند تعريض بعض المواد لأشعة الشمس فإنها تنتج تيارًا كهربائيًا. وتم بناء أول خلية ضوئية عام 1883 من قبل شارلز فريتزCHarles Fritts، الذي قام بتغليف– أشباه الموصلات– بطبقة رقيقة جدا من الذهب لتشكيل التقاطعات. وكانت كفاءة الجهاز حوالي(1%) فقط. وفي عام 1888 بنى الروسي الفيزيائي الكسندرستوليتوف أول خلية كهروضوئية على أساس تأثير الكهروضوئي الخارجي الذي اكتشفه هاينريش هيرتز Heinrich Rudolf Hertz في وقت سابق من عام 1887. وقد وضح ألبرت آينشتاين Albert Einsteinالتأثير الكهروضوئي في عام 1905 وقد حصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1921. وقد حصل روسل أوهل Russell Ohl على براءة اختراع لأشباه الموصلات في تقاطع الخلايا الشمسية الحديثة في عام 1946، الذي تم اكتشافه في الوقت الذي تمت فيه سلسلة من التطورات التي عنيت بالترانزستور، وفي سنة 1954 صنفت مختبرات بيل الهاتفية أول خلية شمسية ذات عائد بنسبة 6%، في سنة 1959 اطلق اول قمر صناعي من الخلايا الشمسية، ويدور حول طليعة الاقمار الصناعية التي وضعت في مدار من قبل ناسا.[2]

في الخلية الشمسية الشكل(2-2-11) تُستعمل طبقة رقيقة جداً من شبه الموصل، مثل مادة السيليكون المستعملة في (99%) من الخلايا الشمسية المصنوعة حالياً، وتُعامل هذه الطبقة بمادة لتكوين الطبقة الموجبة، وهي اعتيادياً البروون وتكون في اسفل الخلية، ويباع السيليكون تجارياً لأغراض الخلايا الشمسية بشكل يكون البورون مصهوراً على الجهة السفلى منه. أما الطبقة السالبة وهي العليا، فهي اعتيادياً الفوسفور، والذي يوضع كطبقة مباشرة ملتصقة بالجهة العليا للسيليكون المواجهة للشمس، وتُغطى بمادة شفافة غير عاكسة تحمي الخلية، وتسمح بمرور اشعة الشمس وتوصيل الكهرباء، وتسمى طبقة التوصيل الامامية(Front contact)

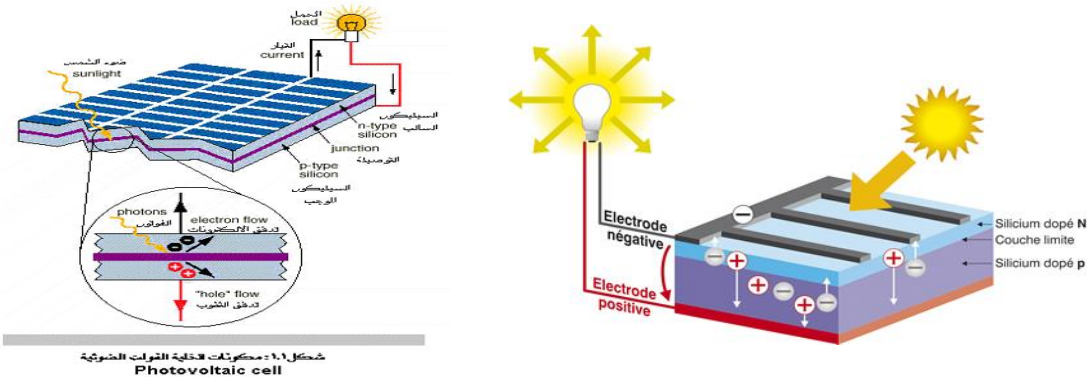
---

[1] مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية . 2012) (المجلد28) العدد 2 ص 416- 428

[2] Jacque Bernard, op,cit,p ;139

وتستند الخلية على طبقة سفلى (خلفية)للحماية ولتوصيل الكهرباء، وتسمى طبقة التوصيل الخلفي (Back contact)، والخلايا الشمسية بحاجة الى حماية من عناصر الطبيعة وهي تخزن عادة تحت غلاف زجاجي.[1]

الشكل(2-2-11): مخطط لخلية شمسية.

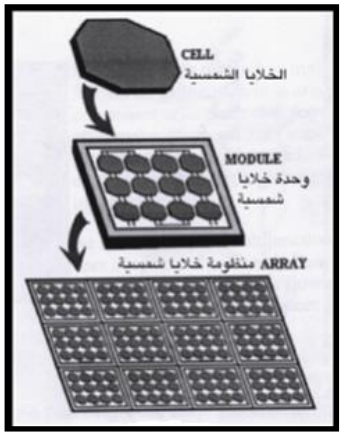


المصدر: فؤاد قاسم الامير(مرجع سابق)، ص؛208.

عندما تصل الطاقة الضوئية الى الخلية تتحرر الالكترونات من الذرات في المادة النصف ناقلة ولتبسيط المسألة فان فوتونات ضوء الشمس تقوم بتحفيز الالكترونات الى حالة اعلى من الطاقة لتقوم بتوليد الطاقة الكهربائية فيتم تجميع الالكترونات على شكل تيار كهربائي اذا تم وصل نواقل كهربائية الى الطرفين السالب والموجب ويمكن استخدام الطاقة الكهربائية التي تنتج في تشغيل المصابيح او تشغيل مضخات المياه حيث ان الخلية الشمسية العادية ذات حجم (4 بوصات) تنتج ما يقارب (1.5واط) من الطاقة الكهربائية في ظهيرة يوم مشمس.

تكون الخلايا الشمسية مرتبطة فيما بينها، محفوظة تحت لوحة زجاجية، فتكوِّنُ بذلك "وحدة شمسية"، يمكن لوحدة واحدة أن تنتج كمية من الكهرباء تكفي لتشغيل أجهزة كهربائية ذات استهلاك طاقي ضعيف (مصابيح، تلفاز، مذياع)، وكلما كانت اللوحة كبيرة، زادت كمية الكهرباء التي تنتجها. كما مبين في الشكل(2-2-12).

الشكل(2-2-12):وحدة خلايا شمسية



المصدر: فؤاد قاسم الامير(مرجع سابق)، ص، 209

[1] طيب سعيدة، مذكرة بعنوان "الطاقة الشمسية كنموذج للطاقات المتجددة دراسة حالة مشروع ديزرتيك، مقدمة لنيل شهادة ماجيستير تخصص ادارة الاعمال-الاستراتيجية- بكلية العلوم الاقتصادية والتجارية، علوم التسيير، جامعة وهران 2، السنة الجامعة 2013-2014 ، ص؛ 88

السيليكون Silicon :

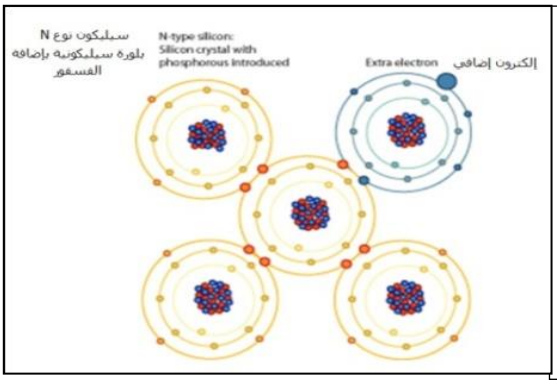
هو مركب كيميائي يشار إلى ثاني أكسيد السيليكون، SiO2 ،و هو العنصر الأكثر شيوعًا في القشرة الأرضية بعد الأكسجين. وهي تمثل 25٪ من كتلة القشرة الأرضية. يوجد في الطبيعة بكميات كبيرة في: [1]

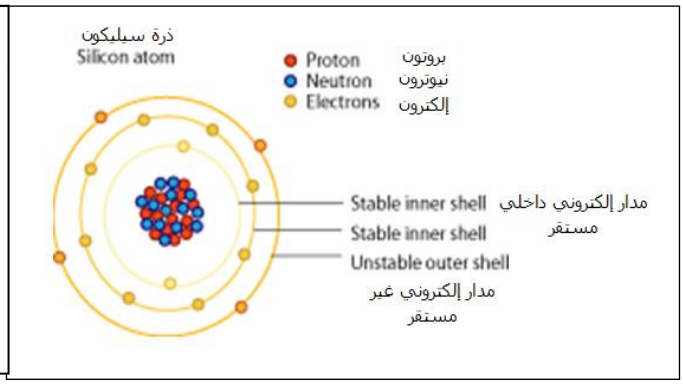
الصخور الرسوبية الفتاتية (الرمل والحجر الرملي)

الصخور المتحولة (الشست، النيس، والكوارتز) (تتشكل الصخور المتحولة عن طريق التبلور (وعادة ما تشوه) من الصخور الرسوبية أو الصخور المنصهرة بفعل الحرارة والضغط والتي تزيد مع العمق في القشرة الأرضية أو في اتصال مع الصخور الأخرى.

الصخور المنصهرة

تحتوي ذرة السيليكون على 14 الكترون موزعة على ثلاث مستويات طاقة. مستويين الطاقة الاول والثاني الاقرب للنواة يكونان ممتلأ تماماً بالإلكترونات والمستوى الثالث أو المستوى الخارجي يحتوي على 4 الكترونات فقط اي يكون نصفه ممتلئ والنصف الاخر فارغ حيث ان المدار يكتمل بـ 8 الكترونات. وتسعى ذرة السيليكون لان تكمل النقص في عدد الالكترونات في المستوى الخارجي ولتفعل ذلك فإنها تشارك اربع الكترونات من ذرات سيليكون مجاورة وبهذا ترتبط ذرات السيليكون بعضها البعض في شكل تركيب بلوري وهذا التركيب البلوري له فائدة كبيرة في الخلية الشمسية .





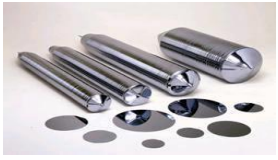
ان بلورة السيليكون النقية لا توصل التيار الكهربائي بكفاءة لأنه لا يوجد الكترونات حرة لتنقل التيار الكهربائي حيث ان كل الالكترونات قد قيدت في التركيب البلوري. ولهذا ولكي يتم استخدام السيليكون في الخلية الشمسية فإننا بحاجة إلى إجراء تعديل بسيط في التركيب البلوري.

التعديل البسيط هذا هو عبارة عن اضافة ذرات عناصر اخرى (تسمى عملية تطعيم او اشابة"doping") وهذه الذرات الاضافية نسميها شوائب"impérities" وهي ضرورية لعمل الخلية الشمسية.

يتم اضافة ذرات الفوسفور بنسبة بسيطة جداً تصل إلى 1:1,000,000 وذرة الفوسفور تحتوي على 5 الكترونات في مدارها الخارجي ولهذا عندما تدخل الشبكة البلورية بين ذرات السيليكون ستشارك بـ 4 الكترونات ويبقى الكترون حر.

وعندما يتم تزويد السيليكون النقي بالطاقة ولتكن طاقة حرارية مثلاً فان بعض الالكترونات تتحرر وتترك مكانها شاغر نسميه فجوةاو ثقب "houle". يعمل هذا الثقبعلى السماح للإلكترون في الجوار بالانتقال اليها تاركاً فجوة اخرى وهكذا تستمر حركة الالكترونات في اتجاه وحركة الفجوات في الاتجاه المعاكس وهذه الحركة هي تيار كهربائي. ولكن في حالة ذرات السيليكون المطعمة بذرات الفوسفور يصبح الامر مختلف من ناحية ان الطاقة اللازمة لبدأ تحريك الالكترونات اقل بكثير من حالة السيليكون النقي. وتسمى اشباه الموصلات التي تطعم بذرات تحتوي على الكترونات اضافية بالنوع "N-type" اي النوع السالب لأنه اضاف الكترون سالب للتركيب البلوري للذرات. ولهذا يعتبر السيليكون المطعم بالفوسفور موصل افضل من السيليكون النقي.

كما هو الحال عند تطعيم الخلايا الشمسية بذرات توفر الكترونات اضافية هناك نوع اخر من التطعيم حيث تزود الخلايا بذرات لها عدد اقل من الالكترونات وتسمى المواد الناتجة عن هذا التطعيم بالنوع"P-type"اي النوع الموجب.



وفي الحقيقة العملية ان الخلية الشمسية تحتوي على كلا النوعين النوع الموجب والنوع السالب. والامر الاهم هو ما يحدث عن توصيل النوعين معاً حيث تنتقل الالكترونات الحرة في النوع السالب إلى الفجوات في النوع الموجب.

---

[1] الخلايا الشمسية ،إعداد م.محمد نور زوكار http://kawngroup.com/solar-cells/#more-8

1 الخلايا الشمسية الصبغية: [1] هي إستخدام للصِّبغات العضوية وتقوم الخلايا الشمسية الصبغية بإنتاج الطاقة، عن طريق مُحاكاة عملية التمثيل الضوئي في النباتات وبعبارة بسيطة: تُنتَج الطاقة هنا من قِبَل المادة الصبغية والضوء، كما تتَّصف الخلايا، التي ابتكرها العالم ميكائيل غراتسل[2] (التي تسمّى بخلايا غراتسل أيضاً)، بكُلفَتها الإنتاجية المنخَفِضة، بالإضافة إلى كونها أكثر كفاءة من خلايا السِّيلِكون في حالات الضوء المُنخفِض أو المنتَشِر.

تعمل الخلايا الشمسية الصبغية بصورة مُماثلة لعمل أوراق النباتات الخضراء، من خلال قيامها بِتَقليد عملية التمثيل الضوئي. ومن المعروف بأن مادة اليخضور (الكلوروفيل)، المتواجدة في أوراق النباتات الخضراء، تقوم بامتصاص الضوء ومن ثَمَّ تكتسب الطاقة التي تولدها إلكترونات الكلوروفيل المتحرّرة نتيجة اصطدام الفوتونات الضوئية بها.

وإن وحدة الخلايا مصممة لتجهيز كهرباء ضمن فولطية معينة، واعتيادياً (12 فولط). ويعتمد التيار المنتج على كمية وشدة الضوء الذي يسلط على وحدة الخلايا. ومن الممكن ربط عدة وحدات خلايا سوية لعمل منظومة (مصفوفة) خلوية؛ وبصورة عامة كلما ازدادت مساحة الوحدة او المنظومة الخلوية، نحصل على طاقة كهربائية اكثر، ويكون التيار المنتج هو تيار مباشر، ويمكن ربط المنظومات على التوازي او التوالي لإنتاج التيار او الفولطية المطلوبة؛ اعتيادياً وحدة الخلايا الشمسية تتكون من (40 خلية)، اما المنظومة الخلوية الشمسية فتتشكل من ربط (10وحدات)، والتي قد تصل أبعادها في كل اتجاه الى (10م). وتوضع المنظومة في أماكن مكشوفة باتجاه الشمس كما في الشكل التالي او قد توضع على أجهزة دوّارة لتستمر في مقابلة الشمس من الشروق الى الغروب.

الشكل (2–2–13): منظومة خلايا شمسية موضوعة في ارض تلال مكشوفة

المصدر: فؤاد قاسم الامير(مرجع سابق)، ص؛ 210

–1/ كلفة الخلايا الشمسية: [3] إن تحويل أشعة الشمس المباشرة إلى طاقة كهربائية هو أحد المنجزات العلمية الكبرى في القرن العشرين والألفية الثانية، وهو أفضل التقنيات المستخدمة حالياً في مجال الطاقة المتجددة.

لقد بدأت هذه التقنية منذ عقود عديدة لكنها دخلت مرحلة الاستغلال الفعلي عند استخدامها في برامج الفضاء في نهاية الخمسينات من هذا القرن، ولكن العائق في استخدامها على نطاق واسع ومن قِبل عموم الناس هو كلفتها العالية، ولقد انخفض سعر

---

[1] معرض ذكريات مشمسة بجامعة هارفارد الأمريكية في مدينة كامبريدج https://www.swissinfo.ch/ara

[2] ميكائيل غراتسل، في عام1992، قام غراتسل بتسجيل بَراءة إختراعه للخلايا الشمسية الصبغية، التي تتوفر اليوم في الأسواق، بعد أن شهِدَت تطوّراً كبيراً منذ ذلك الوقت.

[3] الفصل الثالث الخلايا الشمسية الفولطاضوئية(مرجع سابق)، ص؛59-60.

الخلايا الشمسية (Photovoltaic Cells) مئات المرات في الوقت الحاضر عما كان عليه في بداية الستينات ، ولكنها لا تزال مكلفة نسبياً إلى حد الآن، والحقيقة هي عدم وجود أية صعوبات تقنية تمنع توسيع انتشار هذه المنظومات فمدى انتشار استخدامها يعتمد على كلفة الإنتاج وزيادة الكفاءة . وخلال الأعوام المنصرمة حدث تقدم واسع في إنتاج الخلايا بكلفة معقولة، وازدادت كفاءتها إلى أن وصلت حوالي(30%) في الظروف المخبرية مع بداية التسعينات.

وعلى الرغم من الكلفة العالية للطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية عند مقارنتها بأسعار إنتاج الطاقة الكهربائية بالطرق التقليدية فإن سوق الخلايا الشمسية ما فتئ ينمو، وقد نصبت عشرات الآلاف من المنظومات في تطبيقات مختلفة كالإنارة والاتصالات، وضخ المياه، وشحن البطاريات وتشغيل ثلاجات الأدوية وغيرها من الاستخدامات.

ومعظم تقنيات الخلايا الشمسية يتم تطبيقها في المناطق النائية حيث تبقى الخلايا الشمسية هي الأفضل استخداماً وذلك لسهولة نصبها وعدم حاجتها إلى صيانة مستمرة وعدم مساهمتها في تلوث البيئة.

اما عن مادة السيليكون، فهي متوفرة دائماً في الطبيعة وسينمو سوق الخلايا الشمسية بصورة كبيرة عندما تصل كلفة إنتاج الطاقة الكهربائية منها إلى كلفة مثيلتها الناتجة من المصادر الأخرى. وقد تم إلى حد الآن انخفاض سعر اللوح الشمسي الفولطاضوئية بالنسبة للواط من(4.5 دولار إلى 2.5 دولار)، واذا استمر هذا النقصان فستصبح منظومات الطاقة الشمسية منافسة لسعر مولدات الديزل، وعندما يصل سعر اللوح إلى (1.5 دولار للواط) أو سعر منظومة الخلايا الشمسية بسعر (2.5إلى 3.0 دولار) لكل واط فإنه بذلك يمكن إنتاج طاقة كهربائية بكلفة(12 سنت أمريكي لكل كيلوواط/سا)، علماً بأن الهدف الحالي المحدد هو إنتاج كهرباء بكلفة(6 إلى 9سنت لكل كيلوواط/سا) ويتطلب ذلك فترة زمنية طويلة.

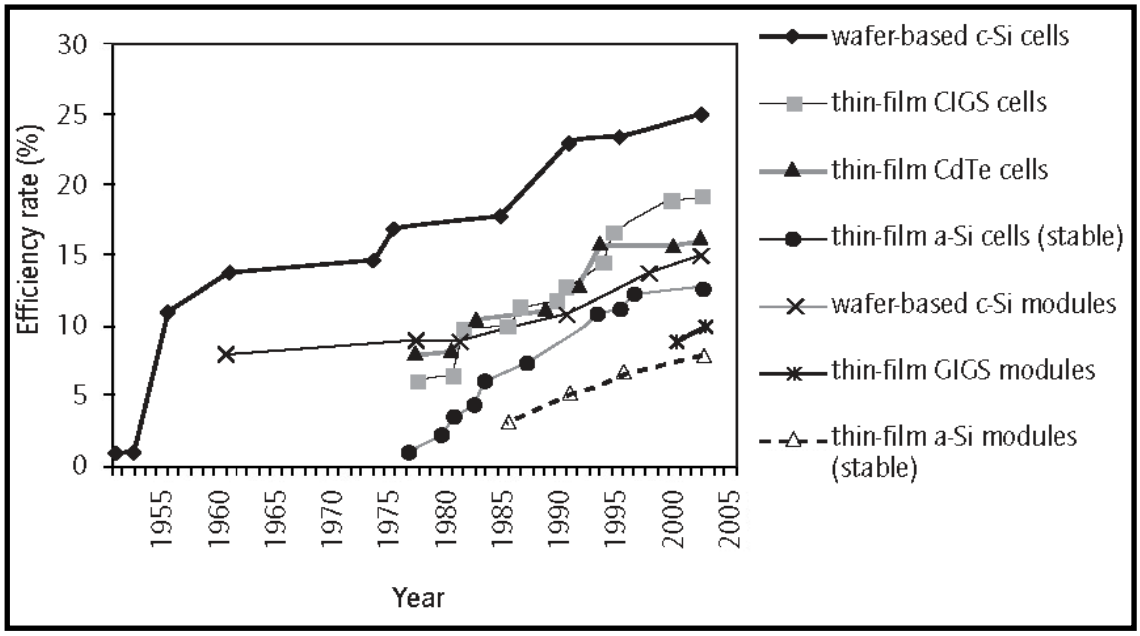
1-2/ كفاءة الخلايا الشمسية: [1] وتعرف كفاءة الخلايا الشمسية على أنها القدرة الخارجة من الخلية على القدرة الداخلة اليها (طاقه الشمس) وقد تم الحصول على فولتيه(0.5- 0.8 فولط) للخلية الواحدة وتختلف قيمه التيار المستخلص تبعا للمساحة السطحية للخلية فالتيار الكهربائي يزداد كلما زادت المساحة السطحية ولكن زيادة المساحة بشكل كبير يؤدى إلى زيادة المقاومة المتوالية (Séries résistance) التي تؤدي إلى تقليل كفاءه الخلية، وقد تم تصنيع خلايا لمساحات مختلفة للحصول على تيار يتراوح من(2.5 الى3.5 أمبير) للخلية الواحدة.

1-3/ طاقة الخلايا الشمسية: تكنولوجيا الخلايا الشمسية يمكن أن تطبق في الفضاء أو على الأرض ويمكن أن تبدأ من بين(6%و% 15) في أجهزة بسيطة مثل الآلة الحاسبة إلى نطاق واسع مثل محطات تنتج العديد من الميغاواط.ويمكن تطبيقها في الواقع سواء على مدى كبير أو صغير حيث أن الكفاءة الكلية المتاحة للنظام في الأسواق تتراوح بين(6 %و15%) وتعتمد على نوع التكنولوجيا المستخدمة في الخلية وتطبيقها حيث يتراوح متوسط عمر الأنظمة ما بين(20 و30 عام).

[1] وكاع محمد (مرجع سابق)، ص؛ 63.

ويتم ربط الخلايا الشمسية الفردية (المنفصلة) ووضعها في كبسولة بين مقدمة شفافة غالبًا تكون زجاجية و مادة توضع في الجزء الخلفي وبهذا نحصل على الموديل المستخدم في التطبيقات المختلفة بقدرات ما بين(50 الى 200 واط) هو حجر الأساس لأنظمة الخلايا الشمسية، وتمثل تكلفة الموديل حوالي (60%) من تكلفة النظام وبالتالي فإن أي خفض في هذه التكلفة يؤدي بالتالي إلى انخفاض في سعر أنظمة الخلايا الشمسية؛ ونبين من خلال الشكل(2-2-14) التطور الذي حدث في تكنولوجيات الخلايا الشمسية هذا ونجد أن البحوث والتطوير يمكنها خفض التكلفة بنسبة(20% الى 25%) ويمكن خفض التكلفة بنسبة (5%) إذا تم تقليل (حجم المكونات) وتقل التكلفة بنسبة (5%) (معتمدة على حجم التصنيع) وتقل بنسبة (15%) (معتمدة على حجم التصنيع).

الشكل(2-2-14): التطور التكنولوجي للخلايا الشمسية



المصدر: قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية (مصدر سابق)، ص؛ 26

2/ الالواح الكهروضوئية[1] Panneaux Solaires Ou (Module) Photovoltaïque يمكن الربط بين مجموعة من الوحدات الشمسية، التي تُكون لوحة شمسية(لوحة الكهروضوئية)، وكلما كانت اللوحة كبيرة، زادت كمية الكهرباء التي تنتجها.

تعرف الالواح الضوئية بانها عبارة عن نظام كهروضوئي يقوم باستخدام الطاقة الشمسية من اجل توليد الطاقة الكهربائية وذلك بكلفة زهيدة وقد بدأت المدن باستخدام هذه الالواح الضوئية بصورة واسعة ولا سيما بعد ارتفاع اسعار النفط بصورة كبيرة وتحول هذه الالواح الضوئية طاقة اشعة الشمس مباشرة الى طاقة كهربائية، وكما يمكن تخزين الطاقة الناتجة في بطاريات من اجل استخدامها في وقت غياب الشمس وتهتم دولاً كالسعودية والامارات بهذه التقنية للحصول على الطاقة لتوفر اشعة الشمس أغلب أيام العام.

[1] طيب سعيدة، (مرجع سابق)، ص؛ 94

في أوائل القرن التاسع عشر اكتشفت ظاهرة توليد الكهرباء من الضوء لكن لم يتم تطبيقها بشكل فعلي حتى منتصف القرن العشرين حيث تم تطوير أول خلية ضوئية جهديه من اجل برامج الفضاء في الولايات المتحدة حيث كان عدد الخلايا قليلاً ومرتفعة الثمن وبدأ بتطوير الخلايا الكهروضوئية كمصدر للطاقة في مخابر الولايات المتحدة الامريكية في أوائل سبعينات القرن العشرين.

تقوم الامارات العربية المتحدة باستخدام الألواح الضوئية في اكثر من مشروع وذلك بالتعاون مع المانيا في المشاريع الخضراء فالألواح الضوئية على سبيل المثال مستخدمة بصورة فعّالة في منتجع محمية المها في دبي حيث يتوسطها فندق من فئة الخمسة نجوم حيث تدار مرافق الفندق بالكامل بالإضافة الى التبريد باستخدام الطاقة الكهربائية التي تولدها الألواح الضوئية وذلك حفاظاً على البيئة المحيطة ومنعا للتلوث ايضا، انارة الشوارع؛ بالإضافة الى ان السوائل والمركبات الفضائية تعتمد الألواح الضوئية في توليد الطاقة الكهربائية بصورة مستمرة الى جانب الاستخدامات العسكرية في كثير من الاسلحة والمواقع.

يعد توليد الطاقة الضوئية مكلفة جدًا وبالتالي فإن جميع المرافق المنشأة حتى الأن هي تجريبية فقد بنيت من قبل كيانات العامة مع حوافز مقدمة من الدولة وكما تستغل الألواح الضوئية كثيراً في تزويد الأقمار الصناعية والمسارات المرسلة الى الكواكب بالتيار الكهربائي بصرف النظر عن تكلفتها الباهظة.

3/ البطارية: تجمع الطاقة أثناء النهار وتزود بها الأجهزة الكهربائية أثناء الليل.

4/ منظم الجهد: جهاز إلكتروني دوره ضبط ارتفاع شحنة البطارية وتناقصها.

5/ الأجهزة الكهربائية: تستهلك الطاقة عند استخدامها. وتشتمل على:

- مصابيح مشعة ·
- الأجهزة السمعية البصرية (تلفاز – مذياع) ·
- الأسلاك الكهربائية: تسمح بربط الأجهزة ببعضها البعض.

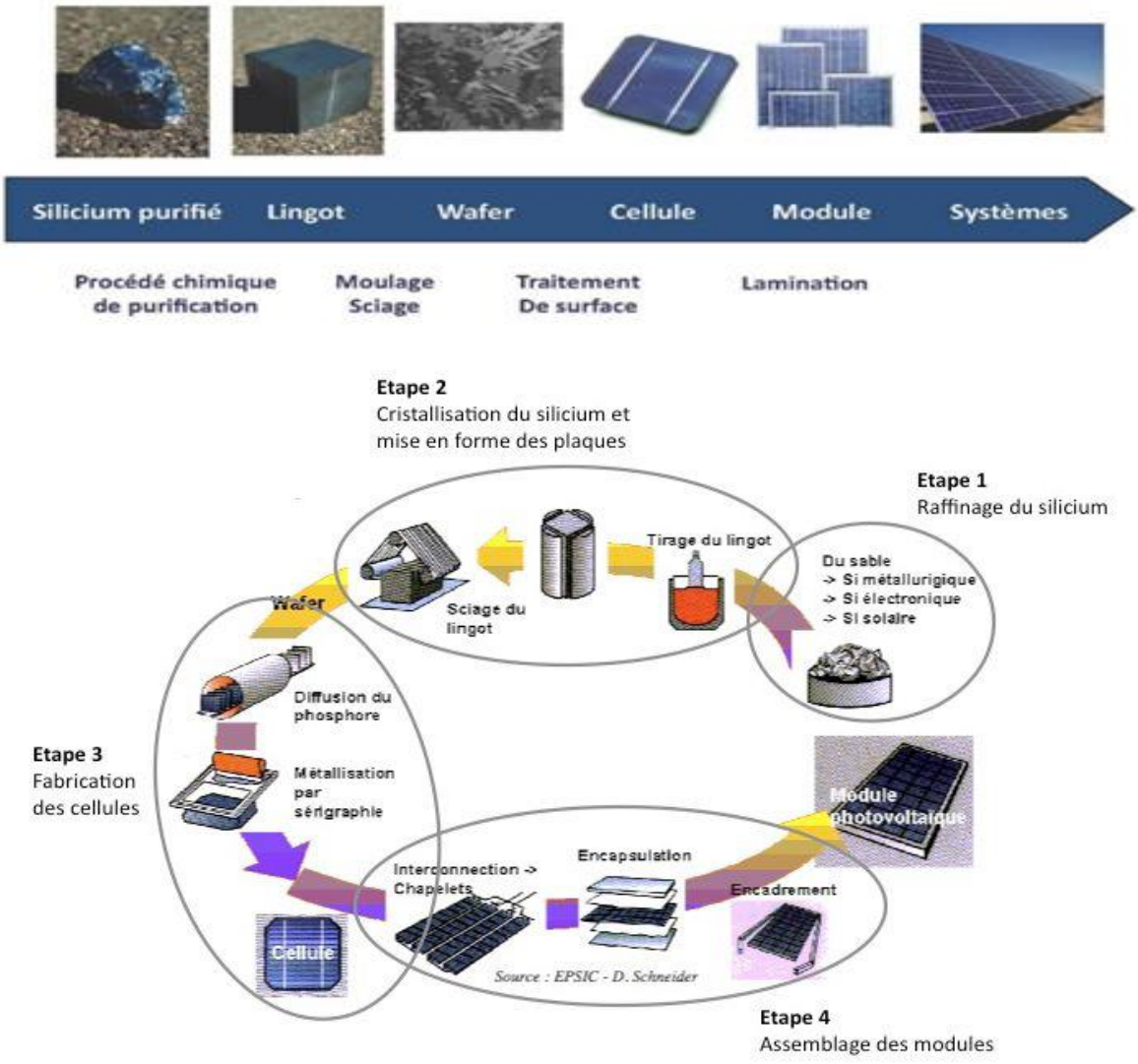
لقد تم استخدام الألواح والخلايا الشمسية فيما يزيد على مائة بلد في العالم إلى نهاية العام 2010 وقد بلغ استهلاك العالم للطاقة الكهربائية ما يقارب(480جيغاواط) وساهمت فيها الطاقة الشمسية الكهربائية في انتاج ما يزيد على(22جيغاواط)، كما تم تصنيع ونصب وحدات خلايا شمسية بقدرات مختلفة في مختلف بقاع العالم، وقد تميزت ألمانيا واسبانيا واليابان والولايات المتحدة بتصنيع وتوليد أكبر طاقة ممكنه من هذه المجمعات Solar Cell Plants ولا يزال مجمع اوليدلا[*] للخلايا الشمسية في اسبانيا اكبر مجمع لإنتاج الطاقة الشمسية الكهربائية بطاقة اجمالية مقدارها(55ميغاواط)، وقد صنعت من خلايا السيلكون البلورية. [1] الشكل(2-2-15)

---

[*]محطة أوميديلا للطاقة الشمسية (Olmedilla Photovoltaic Park) هي محطة تستخدم التأثير الضوئي الجهدي لتحويل الطاقة الشمسي إلى طاقة كهربائية بإسبانيا . تبلغ قدرة المحطة(60 ميغاواط) وهي أكبر محطة في العالم تعمل بالتأثير الضوئي الجهدي. بُنيت المحطة عام 2008 وتستخدم(160.000) من الألواح الضوئية الجهدية . وتمد المحطة نحو (But 40.000) بالتيار الكهربائي.

[1]وكاع محمد (نفس المصدر)، ص؛ 63-64.

الشكل(2-2-15): خطوات انتاج خلية سلكونية و لوحة شمسية



المصدر: مهماه بوزيان، هل الطاقات المتجددة ليست أحفوريه وغير ناضبة، مداخلة بالملتقى الملتقى الدولي الثاني حول الاستثمار في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، يومي 5 و6 ديسمبر2018 ،كلية العلوم الاقتصادية و التجارية، علوم التسيير، جامعة البليدة2

2- انظمة توصيل الطاقة الشمسية الفولطاضوئية[1][2]

أولاً: أنظمة الطاقة الشمسية الفردية او النظام المنفصل عن الشبكة(Off Grid System) أنظمة الطاقة الشمسية الفردية كما هو موضح في الشكل أعلاه تعمل بدون أن تتصل بشبكة الكهرباء العمومية ويتطلب هذا النظام وجود بطاريات لتخزين الطاقة الكهربية الزائدة عن الاستخدام لاستخدامها في الليل. وهذه الأنظمة لا بديل عنها في الأماكن النائية والتي لا يتوافر فيها شبكة كهرباء عمومية وبالطبع يمكن أن يعمل هذا النظام في منزل يوجد به كهرباء على الخط الأرضي ايضا ويمكن بدائرة كهربائية بسيطة يجعله يعمل أوتوماتيكيًا في حالات انقطاع التيار الكهربي فقط اما باقي الوقت يظل المنزل يعمل على خط الكهرباء العمومي.

---

[1] http://solarsnipers.com/pages/article_details/photovoltaic-systems2016/04/12
[2] Anne labouret, michel villoz, op,cit ,p ; 11

ثانيًا: أنظمة الطاقة الشمسية المزدوجة او النظام المتصل بالشبكة(On Grid System) حالة أنظمة الطاقة الشمسية المزدوجة يكون عداد الكهرباء مزدوج الاتجاه اي أنه يدور في كلا الاتجاهين اما ان تكون الكهرباء متجهة الى المنزل أو أن تكون خارجة من المنزل الى شبكة الكهرباء العامة. بمعنى أنك تقوم ببيع الكهرباء الزائدة عن حاجاتك والتي حصلت عليها بالطاقة الشمسية الى مصلحة الكهرباء.

ومن مزايا هذا النظام انه لا يوجد فيه بطاريات ولا منظم شحن كما أنه لا يوجد طاقة مهدرة .

ففي النظام الفردي اذا امتلأت البطارية وما زال هناك ضوء للشمس سيقوم منظم الشحن بغلق الدائرة حتي لا تتلف البطارية وبالتالي يكون هناك كمية من الطاقة الشمسية التي لم تستغل.

وحتى لو كانت سياسة الدولة لا تعمل بنظام العداد المزدوج يمكن ايضا تركيب أنظمة طاقة شمسية مزدوجة لديك ولكن ستحتاج الى اضافة دائرة كهربائية لتقوم بفصل نظام الطاقة الشمسية وتوصيل شبكة الكهرباء الأرضية اوتوماتيكيا في حالة كان الحمل زائد عن ما يستطيع نظام الطاقة الشمسية انتاجه وغالبا سيحدث هذا ليلا لأنه لا يوجد به بطاريات لتخزين. الشكل(2-2-16) .

الشكل(2-2-16): كيف تعمل الانظمة الكهروضوئية؟

المصدر: عباس العقاد، أنظمة الطاقة الشمسية في الأردن: خفّض فاتورتك وصدّر الكهرباء للشركة، الأحد 12 أيار 2013، https://www.7iber.com/2013/05/home-solar-system/

رابعاً: تطبيقات الخلايا الفولطاضوئية[1] تقوم الخلايا الشمسية بتوليد الكهرباء مباشرة من ضوء الشمس بحيث تتمكن من شحن بطارية او ان تزود جهازًا ما بالكهرباء وقد استخدم هذا النظام الكهروضوئي بكثافة في توليد الكهرباء فاستخدم في معدات كثيرة وفي المركبات الفضائية وفي حالة الرغبة بتوصيل نظام توليد الطاقة بهذا النظام الكهروضوئي إلى شبكة كهربائية عادية فلابد من تحويل التيار الكهربائي من تيار مستمر الى تيار متردد وذلك باستخدام عاكس كهربائي وانتشرت تلك التقنية في المساكن بالمناطق النائية والبعيدة عن المدن او مصادر الطاقة.

[1] الفصل الثالث الخلايا الشمسية الفولطاضوئية (مرجع سابق)، ص؛ 75؛80.

في عام 1954 قام كل من chapin et fullr, Pearson بعرض اولى الخلايا الشمسية من السليسيوم في الولايات المتحدة، وبعدها بأربع سنوات تم إستخدام الخلايا الشمسية لأول مرة في رحلات الفضاء لتزويد القمر الصناعي بالكهرباء بصورة مستقلة.[1]

1- تطبيقات الخلايا الشمسية في المناطق النائية: يزداد استخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية حالياً في الكثير من التطبيقات في مناطق بعيدة عن مناطق وجود الشبكة الكهربائية. وتتراوح هذه التطبيقات بين محطة تقوية التطبيقات موضّحة في الشكل راديوية على أحد الجبال أو تزويد الوحدات التلفونية الخارجية أو شاحنات بطاريات لبعض القوارب وكهربة السياجات الخارجية أو إنارة الشوارع وغيرها.

ولمعرفة كمية الألواح الشمسية أو سعة البطاريات اللازمة لتزويد منطقة ما بالطاقة الكهربائية يجب أن يتم تزويد مصمم منظومات الخلايا الشمسية بالمعلومات التالية:

- الاستهلاك اليومي والأسبوعي والسنوي للطاقة الكهربائية.
- كمية الإشعاع الشمسي اليومي، الأسبوعي، الشهري، السنوي الواصل إلى المنطقة التي توجد فيها المنظومة.
- عدد الأيام الغائمة المتكررة التي يجب أن تقوم البطارية بها بتزويد الحمل.

فمعرفة مكونات منظومة الخلايا الشمسية اللازمة لتزويد حمل ما معقدة، ولهذا فإن معظم الشركات المنتجة للخلايا الشمسية أنتجت برامج حاسوبيّة لمساعدة المهندسين المصممين لحساب مساحات وسعات مكونات المنظومة وأسعارها بدقة كافية لتغطية متطلبات الأحمال في المناطق المختلفة.

2- تطبيقات الخلايا الشمسية في بعض البلدان النامية: في معظم البلدان المتقدمة تكون الشبكة الكهربائية موزعة بصورة كاملة والطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة التقليدية ذات كلفة قليلة مقارنة بكلفة إنتاج الطاقة من منظومات الطاقة المتجددة.

وفي الدول النامية وبالأخص في المناطق القروية والنائية نجد أن الطاقة الكهربائية غير متوفرة، ولهذا فان توليد الطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية يكون منافساً قوياً لتوليد الطاقة من الوسائل الأخرى كاستخدام الديزل، خاصة في البلدان التي تنعم بإشعاع شمسي عالٍ.

وإن استخدام الخلايا الشمسية يتوسّع باستمرار وبصورة سريعة في مختلف التطبيقات خاصة في مجالات ضخ المياه، ومنظومات الري، ومنظومات مياه الشرب، وتشغيل ثلاجات الأدوية، وفي الأعمال المنزلية والعامة كالإنارة وتشغيل الراديو والتلفزيون والفيديو وغيرها من وسائل الراحة، وإنارة الشوارع ومنظومات الاتصالات.[2]

تم تشييد عدد من المنظومات الكبيرة السعة في عدد من دول العالم، نجد في أوربا إحدى أكبر المحطات التي نصبت، وكان ذلك في عام 1988 من قِبل أكبر شركة توزيع كهربائية ألمانية (RWF) بالقرب من مدينة كويلنز على إحدى التلال القريبة من نهر

---

[1] بيته ساندر، بيتر فاث، انكا لينر وترجمة د. حسام الشيمي، (مرجع سابق)،ص55

[2] مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 2012، المجلد 28. العدد 2. ص، 416؛ 428

موسيلي. وبلغت سعة المحطة (340 كيلوواط) وبطاقة سنوية مقدارها(250000 كيلوواط/ سا). وخضعت المحطة لمراقبة مستمرة وتم تقييم أدائها، وعلى ضوء ذلك تمت تصميم الجزء الثاني من المشروع البالغ (300 كيلوواط) على ضفاف بحيرة أيضاً في تشييد محطة بقدرة (1ميغاواط) بالقرب من طليطلة في إسبانيا.

وفي سويسرا تكاليف المحطة(3.8 مليون جنيه إسترليني) وشيدت على مساحة (20.000م^2)، وتتكون من(110) مجموعات من الألواح الشمسية من إنتاج شركة سيمنس، سعة كل منها (5 كيلوواط) وبمساحة (4574م^2) من الخلايا لكل مجموعة، وتبلغ الطاقة السنوية للمحطة (700ميغاواط/سا).

ومن البلدان الأخرى التي اهتمت باستغلال الخلايا الشمسية في إنتاج الكهرباء إيطاليا، فقد تم نصب محطة بقدرة (300 كيلوواط) بالقرب من مدينة فوجيا في جنوب ايطاليا، محطة بسعة(3.3 ميغاواط) بالقرب من مدينة نابولي الإيطالية.

وفي الولايات المتحدة تم نصب عدد كبير من المحطات ذات السعة العالية منها منظومتان رائدتان نصبتا في كاليفورنيا من قِبل شركة آركو في بداية الثمانينات سعة الأولى (1 ميغاواط) والثانية (6.5 ميغاواط)، وقد استخدمت كلاهما منظومة تعقيب على محورين لتركيز الطاقة على الخلايا يعادل ضعف شدة الإشعاع، ونتيجة لدرجة الحرارة العالية على الخلايا فقد تناقصت كفاءة قسم منها، وقد تم تفكيك المحطتين وبيعت أجزاؤها للاستخدام في منظومات صغيرة لمناطق نائية، وهنالك بعض المحطات الكبيرة الأخرى التي تم نصبها في مناطق متعددة منها محطة بسعة (1 ميغاواط) تستخدم منظومة تعقيب أحادية المحور نصبت في ولاية كاليفورنيا، ومحطة أخرى نصبت في تكساس بـ(300 كيلوواط)، ونصبت أيضاً محطات عديدة في أنحاء مختلفة من الولايات المتحدة بسعات تتراوح بين(200 إلى 400 كيلوواط) كل منها يستخدم تقنية مختلفة من تقنيات الخلايا الشمسية؛ وقد تم اقتراح لبناء محطة بسعة (100ميغاواط) تنصب في صحراء نيفادا وتستخدم المحطة خلايا شمسية من نوع السيليكون العشوائي وقد تم تقدير كلفة المحطة بـ(150مليون دولار)، بقدرة (5.5سنت لكل كيلوواط/سا).

3– إنتاج الكهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية: لقد ثبت أن إنتاج الكهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية له أهمية قصوى وجدوى اقتصادية أكيدة في التطبيقات الصغيرة حتى في الحالات التي يمكن الحصول فيها على الطاقة من الشبكة العامة أومن محطات الديزل.عالميا ازدهرت صناعة الأجهزة الشمسية المعتمدة على الخلايا الضوئية، فشركات تصنيع هذه الأجهزة انتقلت من بيع أجهزة قدرتها(3000 كيلوواط) في عام 1980 إلى (60000 كيلوواط) عام 1992 ذلك أن الكثير من التطبيقات مثل الإضاءة الخارجية وأجهزة الهاتف وتحصين المؤسسات بالأسلاك المكهربة وآلات التبريد الصغيرة وأجهزة الإعلان في الشوارع، يمكنها أن تعمل على نحو جيد على الطاقة الشمسية، وذلك لأسباب عدة منها عدم الرغبة أحيانا في الاتصال بالشبكة العامة على فلطيات عالية نسبيا أو عدم القدرة على تمرير شبكات الكهرباء فوق أراضي معينة لأسباب مختلفة، أما بالنسبة إلى الأسعار فنورد الأرقام التالية: لقد تدنى سعر إنتاج الكهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية إلى (0.30دولار أمريكي لكل كيلواط/سا) عام 1993 أما كلفة الإنشاء فتقدر نحو (450دولار أمريكي لكل م^2).

4– استخدام الخلايا الشمسية في الفضاء: تم اقتراح نصب محطة فضائية لتوليد الطاقة الكهربائية بسعة (جيغاواط) تنصب على مدار حول الأرض وبمساحة تعادل (30كلم^2)، ويتم تحويل التيار المستمر الذي تنتجه الخلايا إلى إشعاع مايكروويف بذبذبة

مقدارها (2.45 جيغاهيتز) وتوجه بكثافة مقدارها (250 واط/م^2) من (1 كلم^2) قطر هوائي في الفضاء الى(100 كلم^2) هوائي على سطح الأرض.

ويتم بعدها تحويل الطاقة المستلمة إلى تيار متناوب، وتربط مع الشبكة الخارجية تصل إلى(1367 واط لكل م^2) بدلا من (1000واط لكل م^2) على سطح الأرض. وهذه الطاقة متوفرة دائماً ، ويمكن كذلك اختيار هياكل واسعة وذات متانة قليلة لانعدام الرياح ومشاكل الجو الأخرى، ولكن المشكلة الرئيسية التي تواجه نصب هذه المحطة هي الكلفة.

لقد أجريت دراسة في الولايات المتحدة تبين أن كلفة نصب محطة تنتج (5 ميغاواط) تقدر بـ(15 بليون دولار)، وهذه المبلغ مرتفع ولا يمكن أن تنفقه أغنى دول العالم إلاَّ إذا قررت التخلي عن جزء من ميزانيات الإنفاق العسكري على الأسلحة.

الفرع الثالث: تكنولوجيا الطاقة الشمسية الفولطاضوئية في العالم [1]،[2]،[3] تعتبر خلايا الكريستال هي الاكثر استخدامًا وتطورًا من الناحية التكنولوجية، حيث يرتكز على مادة السليسيوم التي تعتبر ثاني اكبر عنصر فوق الارض من ناحية الانتشار. ولو لم يكن السليسيوم مرتبطًا مع الكوارتز او الرمل فقط، لكان اصبح متوافرًا بكميات غير محدودة.

تبدأ عملية انتاج النماذج الكريستال بإعداد السليسيوم عبر عدة خطوات انتاجية تنتهي بالتوصل الى المنتج النهائي، وهو جهاز انتاج الطاقة الشمسية؛ يتم في البداية صهر المادة الخام (البولي سليسيوم) وتم صبها او سحبها في شكل كتل او الواح تسمى "انجوتس INGOTS" الواح انصهاريه، وعندما تبرد يتكون شكل كريستالي.[4]

أولاً: الخلايا السيليكونية أحادية البلورة (Monocrystalline Silicon Sells): معظم الخلايا السيليكونية الأحادية البلورية المتوفرة في الأسواق ذات كفاءة تتراوح ما بين(15% – 20%)،[5] وبالرغم من ميزة كفاءتها العالية إلا أن تكلفتها مرتفعة جداً لكونها مصنعة من سليكون أحادي البلورة وعالي النقاوة. (السيليكون أحادي البلورية يصنع عادة من حبوب صغيرة من البلور مسحوبة ببطء من كتلة مذابة من سليكون متعدد البلورية بطريقه متقدمة وغالية الثمن تدعى بعملية زوجرالسكي Czochralski Process، طورت خصيصا للصناعة الإلكترونية).[6]

حيث طريقة التصنيع عالية التكاليف وتحتاج إلى عمال مهرة، ويتم حالياً تصنيع بعض الخلايا من سليكون أقل نقاوة، وهذه الخلايا تكون أرخص سعراً وتنتج بكلفة أرخص باستخدام عمليات مختلفة قليلة الكلفة لكنها ذات كفاءة أقل وعمر زمني أقل.

---

[1] تكنولوجيا الطاقة البديلة (مرجع سابق)، ص؛ 178

[2] يوسف همو/مراجعة– الحسين اطركي ، مقال الخلايا الكهروضوئية: الأنواع و الفعالية، 2015/04/03
http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16678

[3] Anne labouret, michel villoz,op,cit,p ;

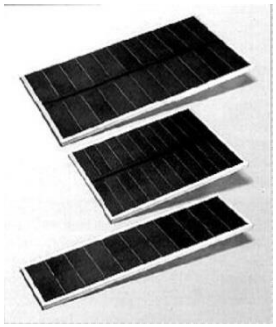
[4] بيته ساندر، بيتر فاث، انكا لينر (نفس المصدر)،ص؛55

[5] Mohamed amjahdi, jean lemale, op,cit, P,116

[6] jean christiane l'homme , les energies renouvelables, editeur Delachaux et miestle, 2004 Alain liébard , Broché,p,66

ثانياً: الخلايا السيليكونية متعددة البلورات:(Polycrystalline Silicon Cells) بالرغم من كون الخلايا الكهرو شمسية متعددة البلورات أرخص وأسهل تصنيعاً من الخلايا الأحادية البلورة بسبب النقاوة الأقل للمادة الأولية إلا أنها أقل كفاءة، وذلك كون حاملات الشحنة (الإلكترونات والثقوب) المولّدة من قبل فوتونات الإشعاع الشمسي يمكن أن تتجمع على الحدود بين الحبيبات داخل السيليكون المتعدد البلورات،[1] وقد وجد أن كفاءة هذه الخلايا تتحسن عند عملية تصنيع المادة بطريقة تكون فيها الحبيبات كبيرة الحجم، ويتم ذلك بتبريد السيليكون المذاب ببطء ثم توجه الخلايا من الأعلى إلى الأسفل، وذلك للسماح للإشعاع الشمسي بالتغلغل بعمق خلال الحبيبات. الشكل (2-2-17) يبين لوحاً شمسياً مصنوعاً من خلايا كهر وشمسية متعددة البلورات،تتراوح كفاءة الخلايا السيليكونية المتعددة البلورات ما بين(12%-15%).[2]

ثالثاً: الخلايا السيليكونية العشوائية: الأمورفي (Amorphous Silicon Cells) يمكن تصنيع الخلايا الكهرو شمسية بطريقة أرخص من طرق تصنيع الخلايا السيليكونية الأحادية والمتعددة البلورات، وهذه الخلايا تسمى بالخلايا السيليكونية العشوائية (A-Si) حيث تكون ذرات السيليكون فيها أقل ترتيباً من النوع البلوري. ففي السيليكون العشوائي لا ترتبط كل ذرة ارتباطاً كامل مع الذرات المجاورة، إنما تترك ما يسمى بالرباط المتدلي، وتستطيع امتصاص إلكترونات إضافية عند إجراء عملية الطلاء. الشكل (2-2-18) يبين لوحاً شمسياً مصنوعاً من خلايا كهر وشمسية عشوائية.



ومن سلبياتها قلة كفاءتها مقارنة بالخلايا السيليكونية البلورية الأحادية والمتعددة البلورات حيث لا تتجاوز(9%- 7%)[3]

وعملية التصنيع تتم بواسطة خليط من غاز يحتوي على السيليكون والهيدروجين SiH4، وكمية قليلة من الشوائب مثل البورون التي تتحلل كهربائيا بطريقه يمكن أن تكون طبقة رقيقة من السيليكون العشوائي على قاعدة من مادة مناسبة كالفولاذ المرن Elastic Stainless Steel.ان الهيدروجين في هذا الغاز يقوم بتوفير إلكترونات إضافية تتحد مع روابط السيليكون المتدلية Dangling Silicon Bands لتكوين طبقة من السيليكون والهيدروجين. والشوائب الموجودة في الغاز لها تأثيرها الاعتيادي بتوزيع حاملات الشحنة لتحسين القابلية التوصيلية للمادة. وتختلف خلايا السيليكون العشوائي عن الخلايا المصنعة بطرق أخرى بالنسبة لمنطقة الارتباط P-N Junctio إن تتكون في هذا النوع من الخلايا منطقة تسمى P-I-N وهي طبقة رقيقة جداً من نوع (P)من السيليكون العشوائي تأتي بعدها طبقة داخلية(I) أكثر سمكاً من مادة السيليكون العشوائي الخالي من الشوائب، ثم طبقة رقيقة جداً نوع(N) من السليكون العشوائي.

---

(1) jean christiane l'homme ,(op, cit) ,p,66

(2)Mohamed amjahdi, jean lemale, op,cit, P,116

(3)Mohamed amjahdi, jean lemale, op,cit,2011, P,117

وللخلية السيليكونية العشوائية إيجابيات وسلبيات. ومن إيجابياتها أنها اقل سمكاً أرخص سعراً من الخلايا السيليكونية البلورية، وهي أيضاً أكثر امتصاصاً للإشعاع الشمسي، كما أن عمليات تصنيعها تجري تحت ظروف درجة حرارة قليلة جداً مقارنة بالخلايا السيليكونية البلورية، ولهذا فهي تحتاج إلى طاقة أقل، وهي ملائمة جداً للإنتاج المستمر ويمكن طلاؤها على مواد مختلفة صلدة ومرنة كالحديد والزجاج والبلاستيك.

ومن سلبيات الخلايا السيليكونية العشوائية قلة كفاءتها مقارنة بالخلايا السيليكونية البلورية الأحادية والمتعددة. إن أعلى كفاءة تم الحصول عليهما في المختبر من هذا النوع من الخلايا الكهروضوئية لا تتجاوز(12%)؛ وإن كفاءتها تتناقص مع مدة تعرضها للشمس من (8%) إلى ما يقارب(4%) بعد عدة أشهر من الاستخدام أي أن عمرها الزمني قليل. كما أن مخلفاتها التي تحول إلى الأرسانيد (الزرنيج)ضارة بالبيئة، وتجري محاولات كثيرة جادة لتحسين كفاءتها وحل مشكلة نقصان كفاءتها الاستخدام.

بالرغم من الكفاءة الحالية المتدنية للخلايا السيليكونية العشوائية فإنها تستخدم بصفة واسعة تجارياً وذلك لرخص أسعارها. وقد بلغت نسبة استخدامها في عام 1990حوالي(30%) من مجموع الخلايا المستخدمة في التطبيقات المختلفة.

والخلية السيليكونية العشوائية ليست الوحيدة المناسبة بل هنالك بعض الخلايا المصنعة من تقنيات الأغشية الرقيقة Thin Filmsالمتكونة من عدة شبه موصلات Semi-conducteur من بينها كوبر انديم ديسلنايد CuIn Se2 or CIS وكادميوم تيلرايد CdTe وقد وصلت الخلايا المصنعة من هذه التقنيات إلى مرحلة الإنتاج التجاري في الوقت الحاضر.

رابعاً: الخلايا السيليكونية الشريطية: يتم في هذه الطريقة إنتاج شريط من السيليكون الأحادي البلورية باستخدام سليكون متعدد البلورية أو من سليكون أحادي مذاب والعملية الرئيسية المستخدمة تعتمد على تحديد الحافة وعملية إنماء تغذية الرقيقة (Edge-defined, film-fed growth process) وقد تم استخدامها من قِبل شركة سولار موبيل الأمريكية(Solar Mobile).

1- **خلايا الغاليوم أرسنايد (Gallium Arsenide Cell CaAs)**تعتبر مادة ملائمة جداً للاستخدام في تطبيقات الخلايا الشمسية لكونها ذات معامل امتصاص عال للضوء. كما تتمتع بكفاءة جيدة، ويمكن أن تعمل تحت ظروف درجة حرارة عالية نوعاً ما بدون تناقص في أدائها كالخلايا السيليكونية وبعض أشباه النواقل، اما فيما يخص تكلفة تصنيعها أعلى من كلفة تصنيع الخلايا السيليكونية، وذلك لكون عمليات إنتاجها غر متطورة حاليا، وتستخدم هذه الخلايا عند الحاجة إلى خلايا ذات كفاءة عالية كما هو الحال في تطبيقات الفضاء، وقد استخدمت أيضا في تشغيل سيارة أنتجتها شركة جنرال موتورز أطلق عليها اسم صن ريسير Sun Racerوفازت عام1987بسباق عالمي للسيارات المسيرة بالطاقة الشمسية عندما قطعت مسافة (3000 كلم)بسرعة(66 كلم/سا)

2- خلايا الكوبراندیوم ديسلنايد (Copper Indium diselenide) وهي مواد شبه موصلة مركبة من النحاس والانديوم والسلينايد CIS. وقد استخدمت في تصنيع خلايا وصلت كفاءتها مخبرياً إلى(12%) وقد قامت شركة سيمنس Simens الألمانية بتصنيع ألواح من نوعCIS ذات مساحة (30سم^2) وبكفاءة تعادل(10%) وفي عام 1994أعلنت بأنها يمكن أن تقوم بتصنيع هذه الخلايا على النطاق التجاري بالتعاون مع إحدى شركات الزجاج الأمريكية .وهذا النوع من الخلايا لا يعاني من مشكلة نقصان الكفاءة عند الاستخدام والذي ظهر في الخلايا السيليكونية العشوائية ولكن مشكلته تنحصر في سمك الغشاء الرقيق لهذه الخلايا، فهو

أكبر من الخلايا السيليكونية العشوائية. وبما أن مادة الانديوم مادة غالية الثمن، وبالرغم من أن الكمية المستخدمة قليلة فإن ذلك يؤثر على سعر. ومن مساوئ طريقة تصنيع هذه الخلايا استخدام غازي الهيدروجين والسيلناید وهو سام جداً وبسبب مشاكل صحية كبيرة في حالة حدوث خلل عند التصنيع.

3- خلايا الكادميوم تليراید LE Tellururede Cadmium CdTe: هي مواد من أشباه النواقل مناسبة لاستخدام الخلايا الكهروشمسية تتألف من الكادميوم والتليراید ومن محاسن هذه الخلايا إمكانية تصنيعها باستخدام عملية بسيطة ورخيصة من الطلاء الكهربائي. وقد وصلت كفاءة هذه الخلايا إلى (10%) بدون تناقص في الكفاءة عند الاستخدام. لكن من مساوئها أن الكادميوم مادة سامة جداً.

الفرع الثاني: مقارنة بين أنواع الخلايا الشمسية الخلايا السيليكونية أحادية التبلور(Monocrystalline) تعتبر غالية الثمن، حيث صعوبة التقنية التي يتم تصنيعها من خلالها واستهلاك الطاقة أثناء عمليات التصنيع الا أن كفاءتها في إنتاج التيار الكهربائي تعتبر أكبر مقارنة بالخلايا السيليكونية متعددة التبلور(Polycrystalline)، الا ان تكلفة تصنيع وإنتاج الخلايا السيليكونية متعددة التبلور تعتبر أقل من الخلايا السيليكونية أحادية التبلور وهذا ما يفسر سبب سعرها المنخفض مقارنة بمتعددة التبلور.

ولهذا نجد أن الاغلى سعراً والأفضل كفاءة هي الخلايا السيليكونية أحادية التبلور ثم يليها الخلايا السيليكونية متعددة التبلور، ثم بعدهما الخلايا الأمورفي.

الفرع الثالث: أهم مشاريع الطاقة الشمسية الفولطاضوئية، واستثماراتها

أولاً: مشاريع الخلايا الفولطاضوئية: يمكن تصنيف احتياجات المشروعات من الأرضي طبقا للقدرات، حيث طبقا للخبرات العالمية تختلف متطلبات الاراضي للمشروعات الأقل من (20ميغاواط) عن تلك ذات القدرات الأكبر، كما يمكن تصنيفها طبقا لتصميم وحدات الخلايا المستخدمة بالمشروع من حيث كونها:

- ألواح مسطحة ثابتة الميل؛
- ألواح مسطحة تحتوي على نظام تتبع لحركة الشمس خلال اليوم ؛
- أنظمة خلايا فوتوفولطية مركزة وبالتالي تحتاج تلقائيا أنظمة تتبع لحركة الشمس ثنائية المحور ؛

وقد تزايدت القدرات المركبة حول العالم من مشاريع الخلايا الفوتوفولطية بمعدلات كبيرة وصل متوسطها(60%) سنويا خلال الفترة من نهاية 2007 حتى 2012، وبلغ إجمالي القدرات عالميا إلى (100 ألف ميغاواط)، معظمها من الألواح المسطحة. ويتزايد حجم الاهتمام بتكنولوجيا الخلايا الفوتوفولطية المركزة نظرًا لكفاءتها العالية في المناطق غنية التعرض للإشعاع الشمسي وقليلة الرطوبة مقارنة بالألواح المسطحة، فبداية من 2011وصولاً إلى منتصف عام 2012 تم بناء (100مشروع) بإجمالي قدرات(100 ميغاواط) لتكنولوجيا الخلايا لمركزة في 20 دولة على الاقل.

1- المشروعات ذات القدرة الأقل من 20ميغاواط: تتراوح المساحة المباشرة لمشاريع الخلايا الفوتوفولطية من (22ألف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع الألواح الفوتوفولطية ثابتة الميل إلى(38ألف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع الألواح الفوتوفولطية المسطحة ذات أنظمة التتبع ثنائية المحور، مقارنة بالأنظمة الثابتة، بما قد يصل إلى(73%) نظراً لاحتياجات الحركة وتجنب الظلال.

وبخلاف الألواح المسطحة ذات أنظمة التتبع، فالخلايا الفوتوفولطية المركزة ذات أنظمة التتبع، تستغل مساحة أقل لنفس القدرة المركبة(27 ألف م^2 لكل ميغاواط)، وذلك لتفوق كفاءة الاستفادة من الإشعاع الشمسي وبالتالي صغر المساحة المطلوبة للوحدة مع تعاظم الإنتاجية.

ومن ناحية الطاقة المولدة سنويا، فان المتطلبات تتراوح من(9000م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع الخلايا الفوتوفولطية المركزة ثنائية المحور، إلى(16 ألف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع الألواح الفوتوفولطية المسطحة ثنائية المحور، وهو ما يعود كما سبق الى ارتفاع كفاءة وانتاجية وحدات الخلايا المركزة ذات انظمة التتبع ،بما يتيح الحاجة الى مساحة اقل لنفس كمية الطاقة المنتجة بنسب تصل الى(44%).

أما بالنسبة للمساحة الكلية لمشاريع الخلايا الفوتوفولطية الأقل من(20ميغاواط)، موضحة في الشكل(2-3-14) حيث تزيد المساحة المستغلة مع وجود أنظمة التتبع لنفس القدرات المركبة، فتتراوح من(30ألف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع الألواح المسطحة ثابتة الميل إلى(52ألف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع الألواح المسطحة ثنائية المحور، وتقل المساحة عند الأنظمة عالية الكفاءة مثل الخلايا الفوتوفولطية المركزة لنفس الطاقة المولدة سنويا، من(22 ألف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنوي) المشاريع الالواح المسطحة ثنائية المحور الى(12 الف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع الخلايا المركزة ثنائية المحور.

2- المشروعات ذات القدرة الأكبر من(20ميغاواط): تتراوح المساحة المباشرة من(23ألف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع الألواح الفوتوفولطية المسطحة ثابتة الميل إلى (36ألف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع الألواح المسطحة ذات أنظمة التتبع أحادية المحور ويرجع ذلك لنفس السبب أن أنظمة التتبع تتطلب مساحات أكبر لنفس القدرة المركبة مقارنة بالأنظمة الثابتة، حيث قد تصل الزيادة في المساحة إلى (56%) أما من حيث الطاقة ا لمولدة سنويا، فتتراوح المتطلبات من (8000م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع الخلايا الفوتوفولطية المركزة ثنائية المحور إلى(14 ألف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع الألواح المسطحة ذات أنظمة التتبع أحادية المحور، بينما الألواح الفوتوفولطية المركزة تستغل مساحات أقل بنسب تصل إلى(43%) من مثيلاتها لتنتج، نفس كمية الطاقة سنويا تنتهج المساحة الكلية للمشاريع الأعلى من 20ميغاواط نفس نمط المساحة المباشرة، سواء على مستوى القدرات أو الطاقة المولدة، كما هو موضح بالجدول(2-2-3)، حيث تتراوح المساحة، للقدرات من(30 الف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع الألواح ثابتة الميل الى(33 الف م^2 لكل ميغاواط) لمشاريع الخلايا ذات أنظمة التتبع التي تتطلب مساحات أكبر لنفس القدرات المركبة.

ومن حيث الطاقة المولدة، فتتراوح المساحة من (11ألف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع الخلايا المركزة ذات أنظمة التتبع إلى (15ألف م^2 لكل جيغاواط ساعة سنويا) لمشاريع الألواح ثابتة الميل.

الأعلى كفاءة في استغلال الأراضي، كمساحة مباشرة، لمشاريع الخلايا الفوتوفولطية هي مشاريع الخلايا المركزة ثنائية المحور والأكبر من(20ميغاواط)، حيث تصل انتاجيتها إلى (126 جيغاواط ساعة سنويا لكل كيلومتر مربع)، والأقل كفاءة هي مشاريع

الألواح الفوتوفولطية المسطحة ثنائية المحور، والأقل من(20ميغاواط) وتنتج (60جيغاواط ساعة سنويا لكل كيلومتر مربع)، ويرجع ذلك إلى أن وحدات الخلايا المسطحة أقل كفاءة من الخلايا المركزة.

الجدول(2–2–3): مساحات الاراضي لمختلف تكنولوجيا الطاقة الشمسية

التكنولوجيا		متوسط استغلال الأراضي حسب القدرة		متوسط استغلال الأراضي حسب الطاقة المولدة	
		ألف متر مربع لكل ميجاواط	ميجاواط لكل متر مربع	ألف متر مربع لكل جيغاواط ساعة سنويا	جيغاواط ساعة سنويا لكل كيلو متر مربع
الخلايا الفوتولوطية الأقل من 20 ميجاواط	الألواح المسطحة ثابتة الميل	22.3	30.8	13	17.8
	الألواح المسطحة ذات أنظمة التتبع أحادية المحور	25.5	35.2	11.7	15.4
	الألواح المسطحة ثنائية المحور	38	52.6	16.6	22.3
	الخلايا المركزة ثنائية المحور	27.9	36.8	9.3	12.5
الخلايا الفوتولوطية الأكبر من 20 ميجاواط	الألواح المسطحة ثابتة الميل	23.5	30.4	11.3	15
	الألواح المسطحة ذات أنظمة التتبع أحادية المحور	24.3	33.6	10.2	13.4
	الخلايا المركزة ثنائية المحور	24.7	32.8	8.1	11.3

المصدر: عمرو ابراهيم (مرجع سابق)، ص،3،4

الفرع الرابع: أسعار الألواح الطاقة الشمسية: تتراوح أسعار ألواح الطاقة الشمسية من النوع المتعدد الكريستال ذات قدرة (250 واط) ما بين(130 – 200 دولار أمريكي) لكل لوح شمسي .بحيث تختلف أسعار الألواح حسب: [1]

أولا: النوع: يوجد عدة أنواع مختلفة من الواح الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء (الاحادية Mono والألواح متعددة الكريستال poly، الامورفي...)،تختلف فيما بينها من حيث الكفاءة، السعر.....

ثانيا: الكفاءة: هناك العديد من الشركات المصنعة للألواح الطاقة الشمسية حول العالم وكل شركة تقوم بطرح ورقة بمواصفات كل لوح تقوم بانتاجه وتعرض فيه خصائص اللوح ومن أهمها الكفاءة أي مدى قدرته علي تحويل الأشعة الساقطة عليه الي كهرباء وايضا عامل اختلاف الكفاءة تبعا لتغير الظروف الجوية كما توضح شروط الضمان ومدته وما الى ذلك من خصائص تؤثر ايضا على اسعار الواح الطاقة الشمسية .

ثالثا: الشركة المصنعة: من المعروف أن كافة الشركات المنتجة للألواح الطاقة الشمسية حول العالم حديثة العهد حيث أن هذه الصناعة حديثة لذلك في هذا المجال قد تتفاجأ بشركة حديثة العهد ولم يسمع عنها أحد تقوم بانتاج ألواح بكفاءة أعلى من نظائرها الأقدم منها.

[1] http://solarsnipers.com/pages/article_details/solar-panels-price2018/01/05

شهد متوسط أسعار الوحدات الشمسية الكهروضوئية انخفضاً بنسبة 51خلال الفترة 2010-2015 من (1.75-1.47دولار للواط) الى (0.73-0.85دولار للواط)،[1] موضح في الشكل(2-2-19)، يعود هذا الانخفاض الى الانتشار الكبير لهذه التقنيات على المستوى العالمي وتطورها ،بالإضافة الى زيادة الانتاج. فلم تبقى حكراً على الدول المتطورة فقط.

الشكل(2-2-19): أسعار الخلايا الشمسية الفولطاضوئية

Source : international renewable Energy Agency "IRENA",renewable power generation costs in 2017, Abu Dhabi, 2018, p,62

الفرع الخامس: تحديات وعقبات استعمال الخلايا الشمسية [2] ان استعمال الخلايا الشمسية يمكن ان يواجه الصعوبات، فنظراً الى ان الطاقة الكهربائية المتولدة منها هي ذات تيار مستمر وان معظم التطبيقات الكهربائية بحاجة الى تيار متناوب، فان منظومة وضعية القدرة الكهربائية تتطلب ضمان إمكانية تحويل التيار المستمر الى تيار متناوب وان يكون امن للاستعمال.

هناك عامل أخر يحد من الاستعمال الواسع الانتشار للخلايا الشمسية خصوصًا لإنتاج كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية، هو **منظومة الكفاءة للخلية الشمسية**، فالخلية الشمسية ليست كفؤة جدًا قياسًا الى كمية الضوء التي تتحول الى طاقة كهربائية، ولو انها تمكنت من تحويل اكثر من(15%) من طاقة ضوء الشمس الى طاقة كهربائية، فإنها ستصبح بديل جذاب ودرجة كبيرة للطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الاحفورية.

التأثير البيئي للخلايا الشمسية: بينما الاستعمال الواسع للخلايا الشمسية سيخفض ارتفاع درجة حرارة الكون، بالمساعدة في تقليل استعمال الطاقة الاحفورية اللازم لإنتاج الطاقة الكهربائية، رغم ان صناعة هذه التقنية الشمسية تقوم بتلويث البيئة، حيث ان معظم الصناعيين يستعملون الزئبق في بناء الخلايا الشمسية وهذا من النفايات السامة التي يجب التخلص منها اثناء التصنيع وكذلك بعد ان تعمل الخلايا الشمسية الى نهاية فائدتها.

---

[1] international renewable Energy Agency "IRENA», solar photovoltaics,volume 1 power sector ,issue 4/5, Abu Dhabi, 2012, p,28;29

[2] سمير سعدون،(مرجع سابق) ص، 164؛ 169

المبحث الثالث: سوق تكنولوجيا الطاقة الشمسية

الطلب على مصادر الطاقة هو طلب مشتق من الطلب على الصناعات او السلع والخدمات النهائية التي تستخدم الطاقة في مراحل انتاجها او توفيرها المختلفة، وبشكل عام فان الطلب على الطاقة هو طلب متزايد عبر الزمن يتأثر بالعديد من المتغيرات التي تتباين من حيث الأهمية ودرجة التأثير من مجتمع لأخر، ومن وقت لأخر. هذا ما سنتطرق اليه في هذا المبحث.

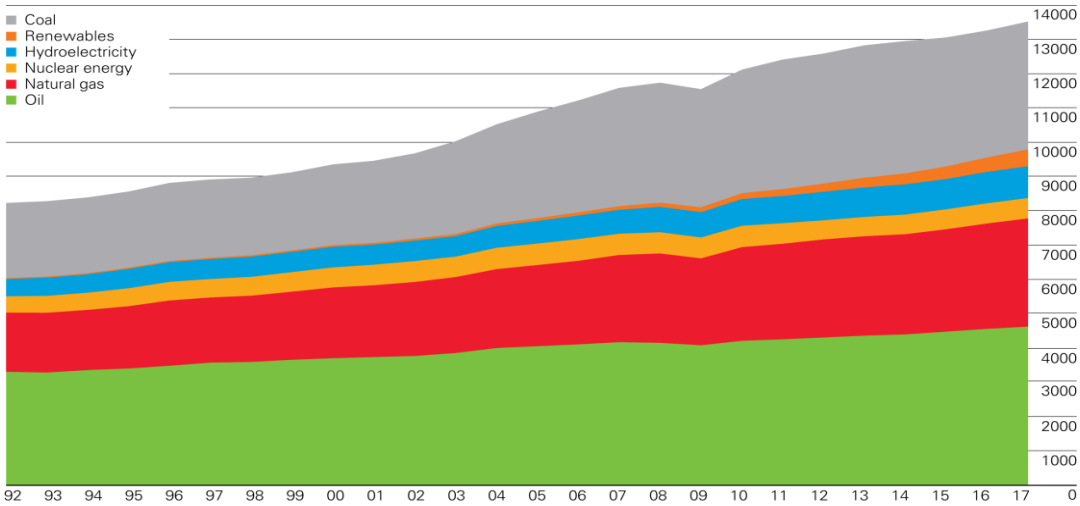
المطلب الأول: استعراض للواقع العالمي للأسواق الطاقة

الفرع الأول: واقع إستخدام الطاقة: [1] تعتمد المجتمعات المتقدمة على مصادر الطاقة المختلفة في كافة مرافق الحياة، وغالبية المصادر المستخدمة حالياً هي مصادر الطاقة الأحفورية. إذ نما الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية بنسبة (2.2%) في عام 2017، حيث شهد ارتفاعًا من (1.2%) في عام 2016 وأعلى مستوى له منذ عام 2013. وكان النمو أقل من المتوسط في منطقة آسيا والمحيط الهادئ والشرق الأوسط وأمريكا الجنوبية والوسطى ولكن أعلى من المتوسط في مناطق أخرى. [2]

حيث تعد آسيا المستهلك الإقليمي الرائد للنفط والفحم والطاقة المتجددة والكهرومائية، في حين تقود أمريكا الشمالية الطاقة النووية والغاز الطبيعي، حيث تهيمن آسيا على استهلاك الفحم العالمي، حيث تمثل حوالي ثلاثة أرباع الاستهلاك العالمي (74.5%).

وكما كان الحال في عام 2017، كان النمو دون المتوسط في جميع المناطق باستثناء أوروبا ، فقد ساهمت جميع أنواع الطاقات الاحفورية في النمو باستثناء النفط والطاقة النووية بمعدلات أقل من المتوسط، وساهم النفط بأكبر زيادة بلغت (77 مليون طن نفط مكافئ) من استهلاك الطاقة، يليه الغاز الطبيعي (57 مليون طن نفط مكافئ) والطاقة المتجددة بـ (53 مليون طن نفط مكافئ). كما هو مبين في الشكلين (2-3-1) و (2-3-2).

الشكل (2-3-1): الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية (مليون طن مكافئ نفطي)

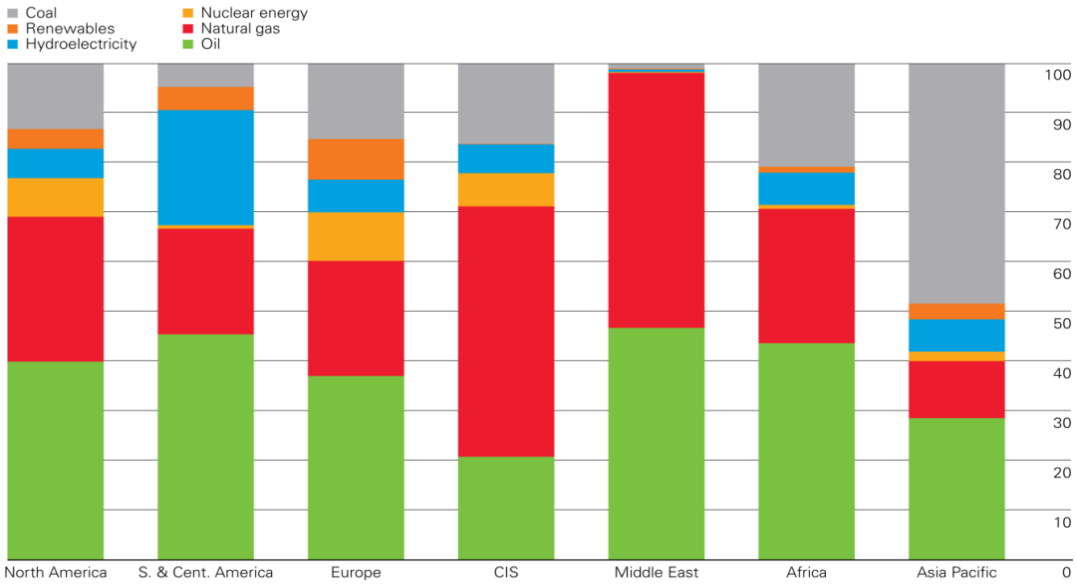


Source : BP,2018 ,(op,cit),p;10

[1] مصادر الطاقة renewable-energy-training.zip ،(مرجع سابق)، ص 7،8.

[2] BP,2018 ,(op,cit),p;.43

الشكل (2–3–2): استهلاك الطاقة الأولية في الدول حسب مصادر الطاقة الاحفورية 2017 (النسبة المئوية%)



Source : BP, 2018 ,(op,cit),p;10

وتشمل الطاقة الأولية أنواع الطاقة الاحفورية المتداولة تجاريًا، بما في ذلك مصادر الطاقة المتجددة الحديثة المستخدمة لتوليد الكهرباء.

يظل النفط هو المصدر الطاقوي المهيمن على العالم، حيث يشكل أكثر من ثلث الطاقة المستهلكة في عام 2017، رغم الانخفاض الذي شهده بعد عامين من النمو. كما انخفضت حصة الفحم إلى (27.6%)، وهو أدنى مستوى منذ عام 2004. وشكل الغاز الطبيعي نسبة قياسية بلغت (23.4%) من الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية، في حين وصلت الطاقة المتجددة إلى مستوى جديد بلغ (3.6%) فقط من مزيج الطاقة الأولية.[1]

وزاد توليد الطاقة النووية في العالم بنسبة (1.3%) في عام 2016، أي (9.3 مليون طن نفط مكافئ). الصين تمثل كل من النمو الصافي، والتوسع بنسبة(24.5%). وكانت الزيادة الصينية (9.6 مليون طن نفط مكافئ) هي الأكبر في أي بلد منذ عام 2004.

وقد أشار تقرير الشال الاقتصادي الأسبوعي نقلاً عن تقرير "مراجعة إحصاءات الطاقة العالمية" الصادر عن "بريتش بتروليوم «،أنه من المتوقع أن يتضاعف الإستهلاك تقريباً بحلول2020. [2]حسب توقعات وكالة الطاقة الدولية.

الفرع الثاني: دراسة الطاقة من وجهة نظر العرض والطلب[3] يختلف استخدام الطاقة على مر العصور تبعًا لاختلاف مستوى النمو الاقتصادي، أسعار الطاقة وعوامل أخرى كثيرة. ففي نهاية الثمانينات وحتى عام 2000 بدأ استهلاكنا من الطاقة في الازدياد مع حدوث انخفاض في أسعار الطاقة وحدوث نماء قوي الاقتصاد، أما حاليًا ومع الارتفاع الملحوظ في أسعار الطاقة فقد تم

---

[1] نعمت أبو الصوف، مقال في الاقتصادية "بريتيش بتروليوم": تحولات كبيرة في الإنتاج والاستهلاك العالمي للطاقة، الأربعاء 17 يونيو 2015، تاريخ الاطلاع 2016/4/5 على الساعة 17:57 http://www.alarabiya.net/ar/aswaq/2015/06/17/-b1% d9%8a%.html

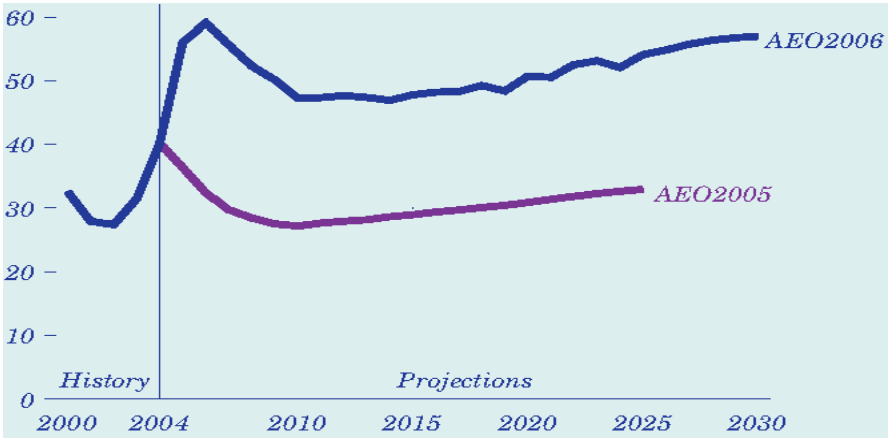
[2] Boudghene Stambouli, H. Koinumab Renewable and Sustainable Energy Reviews 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved ARTICLE IN PRESS ,p ;3.

[3] تقرير حول قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، مشروع رقم(IMC/ PS 217)2006 ديسمبر

إعطاء اهتمام كبير لمدى إمكانية الحفاظ على الطاقة والإبقاء عليها لأطول فترة ممكنة حيث أنه كلما زاد الطلب على النفط فإن الأسعار سوف ترتفع نتيجة لمعدل الإستهلاك المتزايد للطاقة ونضوب مصادر الطاقة الأحفورية، وهذا بدوره يشجع على عمل برامج تقوم على استخدام موارد اخرى للطاقة مثل الطاقات المتجددة والطاقة النووية وطاقة الفحم كمصدر لإنتاج الطاقة ومن المتوقع ان يتزايد متوسط الإستهلاك العالمي للطاقة بمعدل (2%) سنوياً في الفترة من 2003 وحتى 2030. أي يرتفع الطلب العالمي للطاقة إلى نسبة (40%) في غضون 2020.

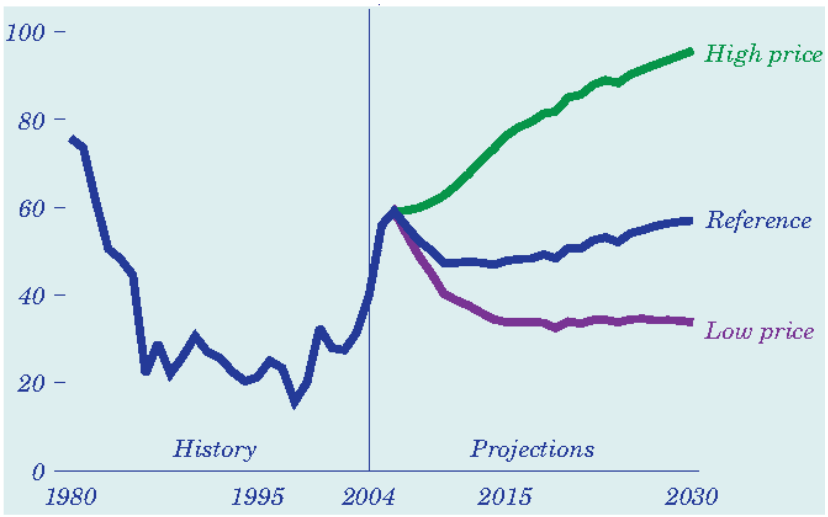
وسوف يستمر معدل الإستهلاك في الازدياد نتيجة للنمو القوي للاقتصاد. هذا وقد قامت وكالة الطاقة الأمريكية بدراسة سيناريوهات مختلفة للأسعار العالمية للنفط كما هو مبين في الشكل (2-3-3)، ونوضح من خلال الشكل(2-3-4) ان سعر برميل النفط يتراوح ما بين 47و 59 دولار للبرميل.

الشكل (2-3-3) اسعار النفط العالمية المتوقعة



source : International Energy Agency, iea,2004
http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2008-1994/WEO2004.pdf

الشكل (2-3-4) التطور المتوقع لأسعار النفط العالمية مستقبلا



source : International Energy Agency, iea,2004 ,(op,cit)

هذا ومن المتوقع ان يزيد الاستهلاك العالمي من(421 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية (BTU 10^{24}))عام 2003 الى(563 كوادريليون BTU) في عام 2015 و(722كوادريليون BTU) في عام 2030.

الفرع الثالث: الطلب على الطاقة في العالم: [1] يتضح لنا من خلال الشكل (2-3-5) انه يحافظ الطاقة الاحفورية على المكانة المميزة كأهم مصادر طاقوية من حيث الطلب عليه في الاسواق العالمية مقارنة مع مصادر الطاقات المتجددة والطاقة النووية، بالرغم من محدوديتها. فحسب وكالة الطاقة الدولية ان الطلب على الطاقة المتجددة سينمو بمعدل(5.6%-8.5%) سنويا وبذلك سيتراوح الطلب عليها ما بين (13.9– 29.5 مليون برميل مكافئ نفط يومياً). [2] وبالتالي ستسيطر على الاستهلاك العالمي للطاقة.

قدر حجم الطلب عليه في عام 2000 بـ (3604 مليون طن مكافئ نفط) أي ما يمثل نسبة (39%) من ميزانية الطاقة الكلية، بعد ان كان هذا الحجم في حدود(2450 مليون طن مكافئ نفط) في عام 1971 وبنسبة تمثيل في الميزانية تقدر بـ (49%)

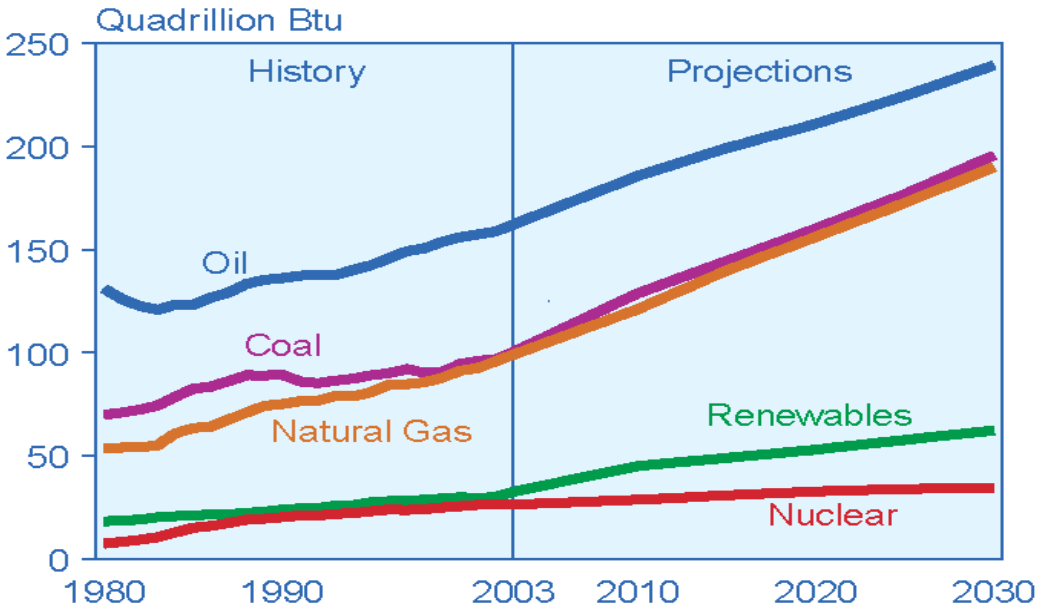
أما فيما يخص الطلب على الفحم فقد حافظ تقريبا على نسبة مساهمته في الميزانية الكلية بعد البترول، بنحو ربع الطلب العالمي على الطاقة الاولية بحجم في حدود(2355 مليون طن مكافئ نفط) في عام 2000، ولم يتطور الطلب على الفحم كثيرا لاعتبار له علاقة بطبيعة المصدر في حد ذاته. فهو ملوث للبيئة بامتياز ويأتي بعد ذلك في المرتبة الثالثة الغاز الطبيعي، وما يلاحظ على هذا الأخير هو أن مساهمته في ميزانية الطاقة كانت تنمو بصورة متدرجة من سنة لأخرى، وان أهمية استعماله قد ازدادت كثيرا في السنوات الأخيرة، وهنا تلعب خصوصيته كمصدر طاقة نظيفة دوراً كبيراً في ذلك فقد تضاعف الطلب عليه في الفترة الممتدة بين عامي 1971 و2002 وانتقل من حجم طلب قدر بـ (5536 مليون طن مكافئ نفط) في عام 1971 الى حجم طلب قدر بـ (10345 مليون طن مكافئ نفط) في عام 2002 بمتوسط زيادة سنوية قدرت بـ (1.7%) سنويًا. كما شهدت الدول العربية ارتفاعا للطلب على الطاقة خلال العشر سنوات الماضية بنسبة(6.2%) في المتوسط، ليصل الى (655.8 تيراواط ساعة) في عام 2010، ومن المتوقع ان يصل الى حوالي (1535 تيراواط ساعة) حتى عام 2020.البيانات موضحة في الجدول التالي(2-3-1). (الاتحاد العربي للكهرباء النشرة الاحصائية 2010).

---

[1] بلقاسم سرايري، بلقاسم سرايري، دور ومكانة قطاع المحروقات الجزائري في ضوء الواقع الاقتصادي الدولي الجديد وفي افق الانضمام الى المنظمة العالمية للتجارة، مذكرة ماجيستير في العلوم اقتصادية فرع اقتصاد دولي، جامعة الحاج لخضر باتنة، 2007-2008،ص،49،48

[2] World oil outlook, 2015 opec,p ;58

الشكل (2-3-5) تطور الطلب العالمي على الطاقة حسب كل مصدر



source : International Energy Agency, iea,2004 ;(op;cit) p,126

الجدول(2-3-1) :الطلب على مصادر الطاقة الاولية (مليون طن مكافئ نفط)

مصادر الطاقة	1971	2002	2010	2020	2030	متوسط النمو السنوي % 2030-2002
فحم	1407	2389	2763	3 193	3601	1.5
نفط	2413	3676	4308	5 074	5766	1.6
غاز طبيعي	892	2190	2703	3 451	4130	2.3
طاقة نووية	29	692	778	776	764	0.4
الكهرومائية	104	224	276	321	365	1.8
المجموع	5 536	10 345	12 194	14 404	16 487	1.7%

source : International Energy Agency, iea,2004 p,59

المطلب الثاني: أفاق تطور الإستثمار في مصادر الطاقة بالعالم[1]

الفرع الأول: الإستثمارات العالمية في قطاع المحروقات: تقدر الوكالة الدولية للطاقة قيمة الاستثمارات المطلوبة لمواجهة ارتفاع الطلب في قطاع المحروقات للفترة 2001-2030 (الاستثمار في قطاع المحروقات يتضمن الانفاق الرأسمالي على ما يلي: بالنسبة لقطاع النفط (الاستكشاف، التطوير، التكرير، الناقلات، انابيب النفط، وتجهيزات انتاج النفط غير التقليدي)، بالنسبة لقطاع الغاز(الاستكشاف التطوير التمييع التخزين، ناقلات وانابيب نقل وتوزيع الغاز) في ضوء توقعات تطور الاستهلاك في العالم بما يزيد

[1] بلقاسم سرايري (نفس المرجع) ص، 81-82

عن(6.2 ترليون دولار) أي بحجم استثمار سنوي متوسط في حدود (208 مليار دولار)، وتتوزع هذه القيمة على الاستثمار الموجه لتجديد الاحتياطات وتعويض الانتاج السابق والاستثمار الموجه لتوسيع البنية التحتية القائمة حاليا و تجديد ما ينتظر اهتلاكه قبل انقضاء الفترة المعنية.

الجدول(2-3-2): الاستثمارات المطلوبة في قطاع المحروقات بالعالم للفترة 2000-2030

مليار دولار امريكي

البيان	2000-2013	2014-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2014-2035
قطاع البترول	427	637	608	613	621	11062
قطاع الغاز	252	357	388	414	453	7457
قطاع الفحم	61	54	40	42	50	690
مجموع قطاع المحروقات	1230	1772	1759	1830	1963	39387

Source : source : International Energy Agency, iea,2004 ;(op;cit), p; 162

اذا كان الهدف الاساسي من الاستثمارات المطلوبة في قطاعي النفط والغاز في البلدان المنتمية لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية هو الاستجابة بالأساس للطلب الداخلي بهذه البلدان، وهي بلدان صناعية كبيرة في مجموعها، فإن جزءًا من حجم الإستثمار في البلدان غير المنتمية لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، في حدودها (40%) الغرض منه هو الاستجابة لارتفاع الطلب الخارجي خصوصا في بلدان المنظمة.[1]

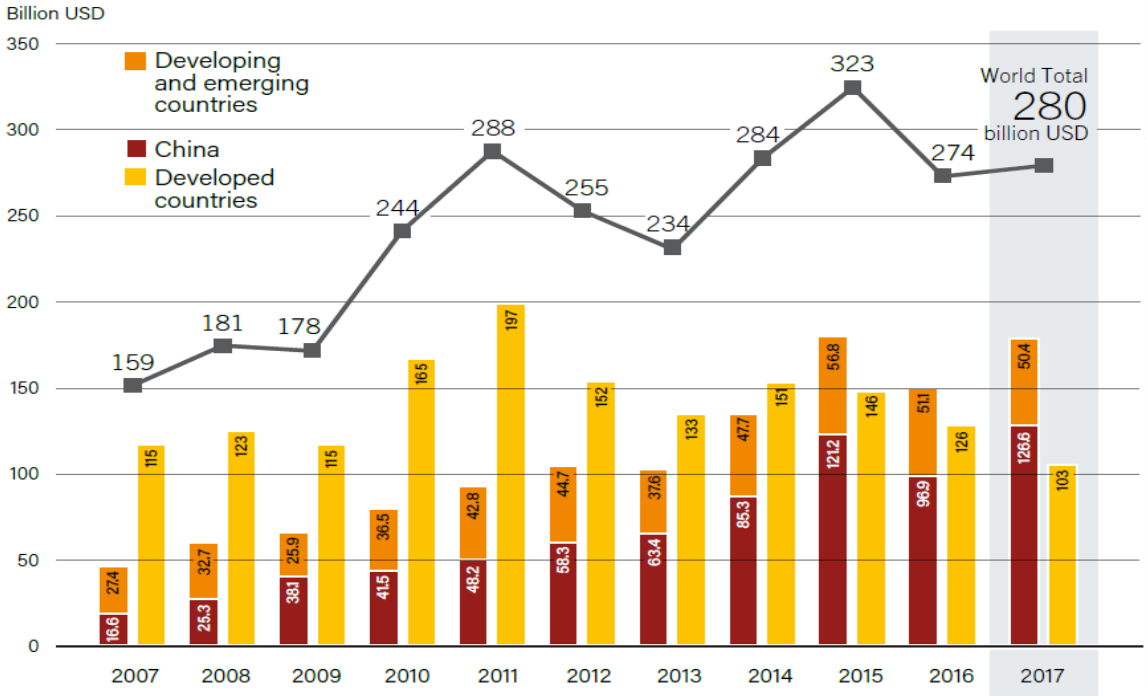
الفرع الثاني: الإستثمارات العالمية في الطاقات المتجددة: يوضح التقرير الوضع العالمي للطاقة المتجددة 2018 REN21، ان الاستثمار في مشاريع الطاقات المتجددة شهد ارتفاعاً بنسبة بلغت (2.2%) عن عام 2016حيت قدرت بنحو (280 مليار دولار أمريكي)، مقابل (274 مليار دولار أمريكي) عام 2016، رغم انخفاض متوسط التكلفة الاستثمارية لمشروعات انتاج الطاقات المتجددة، حيث انخفضت تكلفة انشاء مشروعات الطاقة الكهرومائية بنسبة(13%) مما كان عليه في 2015، بينما كان الانخفاض نحو(20%) في تكلفة الطاقة المنتجة من الرياح، الا ان كمية لطاقات المركبة عام 2017زادت لتصل الى نحو (161 جيغاواط)، مقابل(127 جيغاواط) في عام 2016، ساهمت فيها الطاقة الشمسية بنحو(47%)، تلتها طاقة الرياح بنسبة(34%)، ثم الطاقة الكهرومائية بنسبة(15.5%).

استحوذت الصين على النصيب الاعلى من الاستثمارات الجديدة في قطاع الطاقات المتجددة عام 2017، باستثمارات بلغت نحو(126.6مليار دولار)، وبنسبة حوالي(31%) من اجمالي الاستثمارات العالمية، هذا وقد بلغت الاستثمارات في استراليا نحو (8.5 مليار دولار) وبنسبة حوالي(14.7%). بينما بلغت في المكسيك نحو(6 مليار دولار) وبنسبة(19%)، في حين بلغت في

[1]International Energy Agency,World Energy Investment Outlook 2003, p; 42

باقي دول منطقة اسيا نحو (27 مليار دولار) وبنسبة وصلت(11%)، اما في دول الشرق الاوسط وافريقيا بلغت استثماراتها نحو(8 مليار دولار) ، ودول منطقة امريكا اللاتينية نحو (6مليار دولار). ونوضح ذلك من خلال الشكل (2-3-6).

الشكل (2-3-6): استثمار في مصادر الطاقات المتجددة في الدول (2007-2017).

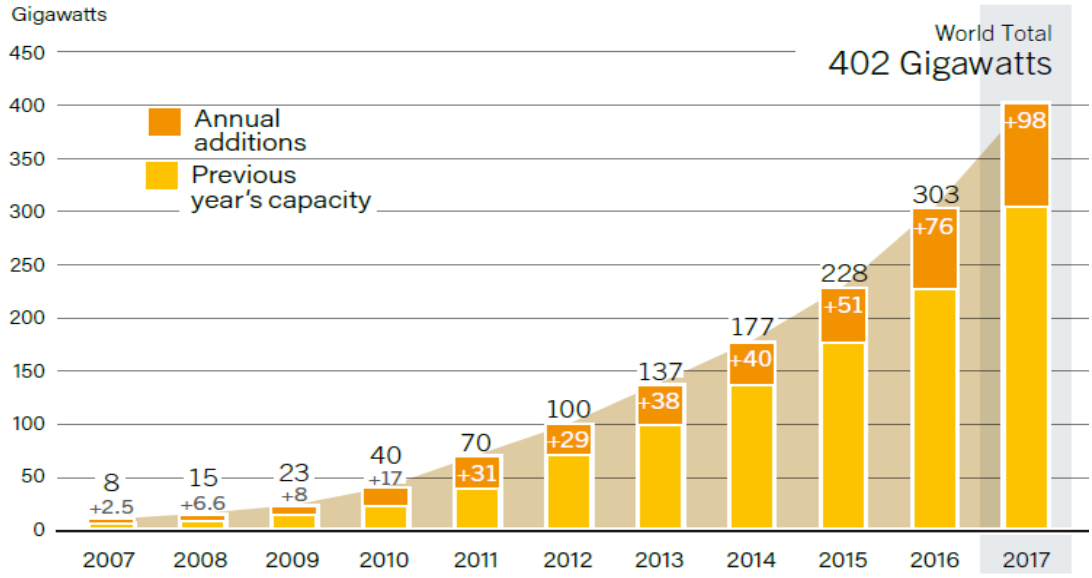


Source :Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renewables 2018, Ren21,P ; 12

الفرع الثالث: الاستثمارات العالمية في مجال الطاقة الشمسية [1] بلغت قيمة الطاقة المنتجة عالميا من الطاقة الشمسية المركزة حوالي(4.7 جيغاواط) في عام 2017 حيث احتلت أوروبا النسبة الأعلى بالإنتاج بحدود (2.3 جيغاواط) وقد سيطرت اسبانيا تقريبا على مجمل الاستثمارات بهذا المجال، اما فيما يخص الانتاج العالمي من الطاقة الشمسية الكهروضوئية فقد بلغ حوالي(303 جيغاواط)، في نفس العام، بإضافة وصلت الى(75 جيغاواط) عن عام 2006،وقد ساهمت في هذا الطاقة الاضافية كل من الصين (46%)، تلتها الولايات المتحدة الامريكية بطاقة مضافة بلغت (14.8جيغاواط)، ثم اليابان بطاقة(8.6جيغاواط)،الهند بطاقة (جيغاواط)، وبريطانيا واسبانيا بطاقة وصلت في كل دولة على التوالي(2جيغاواط)،(0.1جيغاواط). ونوضح ذلك من خلال الشكل التالي(2-3-7)، أما فيما يخص الشركات المنتجة للألواح الشمسية فتصدرت شركة JinkoSolar المرتبة الاولى كمورد رائد عالمي خلال عام 2018 ، ثم تلتها الشركات الاخرى كـJA Solar ،كأكبر منافس لـJinkoSolar ثم جاءت شركة Trina Solar في المرتبة الثالثة،... موضح في الجدول(2-3-3).

[1] اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية، (مرجع سابق)،ص. 6؛7

الشكل(2–3–7):الطاقة الكهروضوئية المنتجة والمضافة على مستوى العالم خلال الفترة 2007–2017.



Source :Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renewables 2018, Ren21, P; 90

الجدول(2–3–3): افضل 10 شركات مصنعة للالواح الشمسية لسنة 2018

1	JinKoSolar
2	JA Solar
3	Trina Solar
4	Longi Solar
5	Canadian Solar
6	Hanwha Q-CELLS
7	Risen Energy
8	GCL-SI
9	Talesun
10	First Solar

Source : Top 10 solar module suppliers in 2018, By Finlay Colville, à Jan 23, 2019 10:55, https://www.pv-tech.org/editors-blog/top-10-solar-module-suppliers-in-2018

وفيما يخص تطورات انتاج الطاقة الكهروضوئية في بعض الدول العربية أهمها في المغرب من خلال مشروع نور، فقد أطلقت المغرب في 2017 أعمال بناء محطة نور 4، وتعد المحطة الاخيرة من مشروع نور بورززات الذي يعد اكبر مشروع طاقة شمسية في العالم، تصل طاقته الانتاجية الى(72 ميغاواط)، وتعد أول محطة من مخطط بثلاث مراحل يحمل اسم نور الكهروضوئي1، باستثمارات

تصل(74.4مليون دولار)، وتبلغ طاقة الاجمالية لمشروع نور(582 ميغاواط)، بما يتيح تأمين حوالي(52%) من احتياجات الطاقة الكهربائية من مصادر طاقات متجددة بحلول عام 2030.

فضلاً عن تقليل انبعاثات اكسيد الكربون بمعدل يقارب(4مليون طن سنوياً)، بتعريفة كهروضوئية للإنتاج تقدر بـ (4.797سنت/كيلوواط/ساعة)، بالإضافة الى مشروع سكاكا لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية بالمملكة العربية السعودية بطاقة(300 ميغاواط) لا نتاج(9.5جيغاواط) من الطاقات المتجددة بحلول عام 2023، اما فيما يخص مصر تهدف الى انشاء(11 حقلاً) للطاقة الشمسية بمحافظة أسوان بطاقة كلية تصل الى(500 ميغاواط)، قدرت تكلفتها بـ(730مليون دولار)، وأخرها في دبي من خلال انشاء أكبر مشروع عالمي للطاقة الشمسية المركزة بتكلفة تصل إلى(14 مليار درهم) بطاقة تصل الى(700 ميغاواط) والذي يشمل أعلى برج عالمي يصل ارتفاعه إلى(260 متر)، ويأتي ذلك ضمن استراتيجية طويلة للطاقة في دبي لجعلها المدينة الأنظف بيئيا بحلول عام2050 .

الفرع الرابع: أساليب نشر وتشجيع الطاقات المتجددة: نظرا للترابط الكبير بين عملية التنمية وتوفر خدمات الطاقة تسعى الدول جاهدة إلى تطوير استغلال المصادر المتجددة من أجل تحقيق أمن الطاقة من جهة وحماية المناخ من جهة ثانية، وفي إطار ذلك تحاول الدول إيجاد طرق وأساليب تسمح بتشجيع استعمال الطاقات المتجددة خاصة في ظل إمكانية مساهمتها مساهمة فعّالة إلى جانب كفاءة استخدام الطاقة في تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية الجديدة وذلك عن طريق التوسع في توفير خدمات الطاقة وخفض تكلفتها، وتحسين البيئة على الصعيدين المحلي والعالمي؛ وتتمثل الأساليب المتبعة لتشجيع استعمال الطاقات المتجددة في: [1]

أولاً: الإجراءات الضريبية المتخذة لتشجيع الطاقات المتجددة: قامت عدة دول أوروبية باتخاذ إجراءات عدة لتخفيض حجم الغازات الدفيئة المنبعثة منها، وذلك عن طريق فرض ضرائب وتقديم الإعانات والإغراءات المالية للشركات الصناعية، من أجل تشجيع استعمال الطاقات المتجددة ومن أكثر الدول نشاطا في هذا المجال بريطانيا وألمانيا ولا تزال هذه الإجراءات في بدايتها للحكم على مدى فعاليتها بدقة، وتحاول الدول الأوروبية الاستفادة من تجارب الآخرين في هذا المجال.

1-1/ضرائب التغير المناخي وتشجيع الطاقات المتجددة: عبارة عن ضريبة تم فرضها على القطاع العام والشركات كثيفة الاستعمال للطاقة بهدف الحد وترشيد استهلاكها وأعفي منها قطاع الطاقات المتجددة، وقد أعلن رسميا عن هذه الخطة في أفريل 2002إلا أن الترتيبات الأولية لتطبيقاتها بدأت في سبتمبر2001 بأسعار (6 دولار للطن الواحد) من أكسيد الكربون، وقد قدرت أسعاره في الأسواق الأوروبية ما بين(4 يورو) إلى(22.5 يورو) عام2003 (25 دولار للطن الواحد)، وكانت المشاركة اختيارية ومفتوحة لمعظم الشركات، نظرا لذلك ومن أجل تشجيع الدخول في هذه الخطة قامت الحكومة بتقديم إغراءات عديدة، كإعادة الضريبة في ظروف خاصة، حيث أبدت الحكومة استعدادها لإعادة (80%) من قيمة ضريبة التغير المناخي للشركات التي تحقق نتائج مرضية في تحسين كفاءة استخدامها للطاقة أو في تخفيض الغازات المنبعثة.

---

[1] هشام الخطيب،"مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية (عربيًا وعالميًا)"، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، المملكة الاردنية الهاشمية،ماي 2006،ص.25؛30.

2-1/ الضرائب على الكربون: عبارة عن أدوات مالية ذات علاقة مباشرة بالسوق حيث يؤدي فرضها إلى ارتفاع أسعار السلع كثيفة الاستعمال للطاقة ومن ثمة انخفاض ربحها، الأمر الذي يعمل على الحد من استعمالها ومن ثم الحد من الانبعاثات الناتجة عنها.

لهذه الضرائب تأثيران أحدهما ناتج عن زيادة الأسعار مما يؤدي إلى القيام باستثمارات كفؤة للمحافظة على الطاقة وتغيير نوعها وكيفية استعمالها، أما التأثير الآخر فهو غير مباشر عن طريق إعادة تدوير حصيلة الضرائب المتقطعة مما يؤدي إلى تغيرات في هيكلة الاستثمار والاستهلاك وفوائد أفضل للجمهور.

بالرغم من اعتبارها من طرف البعض بأنها أداة كفأه في التقليل من الانبعاثات وتشجيع استعمال الطاقات المتجددة، إلا أنه يؤخذ عليها تأثيرها على المنافسة وزيادة العبئ الضريبي وكذا تأثيرها على البيئة، ومن أجل ذلك لا بد من اتخاذها ضمن استراتيجية واضحة تحمل هذه الضريبة للمنتجين وليس للمستهلكين وتسخيرها لتشجيع الطاقات المتجددة.

ثانياً: تشجيع الاستثمار في الطاقات المتجددة: من بين الأساليب التي يمكن اعتمادها لتشجيع استعمال الطاقات المتجددة تشجيع البحث العلمي والاستثمار في هذا المجال ممّا يسمح بتطوير تقنياتها وكذا تطبيقاتها العملية، الأمر الذي سيؤثر إيجابا على تكلفتها بالانخفاض ومن ثم الأسعار، والتي في حالة انخفاضها وجعلها تنافسية بالنسبة لأسعار الأنواع الأخرى من الطاقة التقليدية ستشجع على اعتمادها، بالإضافة إلى كل ذلك العمل على التغلب على إشكالية تخزين الطاقات المتجددة.

2-1/ تشجيع الاستثمارات في قطاع الطاقات المتجددة عن طريق ما يلي: [1]

- **تطوير استراتيجية للطاقة المتجددة:** يتطلّب وضع استراتيجية الطاقة المتجددة أخذ العديد من العوامل بعين الاعتبار. يجب على الحكومات أن تقيّم مصادرها المتجددة وقدراتها التقنية. كما يجب أن تأخذ بعين الاعتبار الفوائد الاقتصادية الناتجة عن إيجاد قطاع صناعي قادر على تزويد مشاريع الطاقة المتجددة بالقطع و المعدات اللازمة بدل استيرادها. كذلك، يجب علي الحكومات أن تبدأ باستخدام نماذج التكنولوجيا والمشاريع التجريبية الصغيرة لئلا تكون الأخطاء الحتمية التي تحصل في المشاريع الجديدة عالية التكلفة. ويجب أن تنمو بسرعة عبر الانتقال إلى نطاق أوسع حالما تبرهن النماذج فعاليتها وكفاءتها، فتبدأ بإنشاء البنية التحتية ورأس المال البشري.
- **وضع الأطر المؤسساتية المناسبة للطاقة المتجددة:** في أغلبية بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، لا يوجد جهة مسؤولة واضحة على مستوى الحكومة تعنى بشؤون الطاقة المتجددة. لذا يجب على الحكومات أن تع هيئةً وتمكّنها لتقود وضع السياسات في هذا المجال وتتابع تطبيقها.

---

[1] مقال استخدام الطاقات المتجددة في دول الخليج ص، 8
http://www.envirocitiesmag.com/articles/energy-efficiency/renewable-energy-in-gulf.php

- **وضع سياسة مناسبة وإطار عمل تنظيمي لتعزيز تطوير الطاقة المتجددة واستخدامها:** فبإمكان الحكومات وضع خطط العمل التنظيمي للسماح لمشاريع الطاقة المتجددة بالدخول في خطط كهذه، وكذلك ايجاد محفّزات تطلق استثمارات الطاقة المتجددة وأن تروّج لمشاريع لا مركزية لتوليد الطاقة المتجددة. كما يجب على واضعي الأنظمة أن يأخذوا بعين الاعتبار منح الأفراد بعض الاستقلالية في نشاطات معينة كتركيب ألواح شمسية على أسطح المنازل.
- **مواجهة التحديات التقنية:** بما أنّ توليد الطاقة من الرياح والمصادر الشمسية متقطّع، يجب ربط هذين المصدرين مع التوليد التقليدي للطاقة. يعلّق فيّاض على الموضوع قائلاً: "يمثّل هذا الأمر تحدياً تقنياً إلاّ أنّه تم تجاوزه بنجاح في مناطق أخرى من العالم.
- **بناء قدرات الأبحاث والتطوير:** تحتاج صناعة الطاقة المتجددة إلى قوّة عاملة مؤهلة من التقنيين والمصممين والمهندسين. بالإضافة إلى ذلك، يعتمد قطاع الطاقة المتجددة بشكل كبير على الأبحاث والتطوير لإحراز التقدم في مجالات المواد والتكنولوجيا والتنفيذ. غالباً ما يكون الروّاد في قطاع الطاقة المتجددة على مقربة من معاهد البحوث العالمية.

ثالثًا: حوافز تشجيع الاستثمار في مشروعات الطاقات المتجددة: يتطلب تشجيع مشاركة القطاع الخاص في مشروعات الطاقة المتجددة اتخاذ عدة تدابير واجراءات منها وضع سياسات داعمة (وضع اهداف واستراتيجيات والتزام حكومي بتنفيذها، والإطار المؤسسي المسؤول عن تنفيد الاستراتيجية واصدار قوانين وتشريعات محفزة... واليات تحفيزية فنية ومالية.[1]

أولاً: حوافز فنية:

1. اعتماد الشركات لنقل الكهرباء لكود ربط مشروعات بالشبكة؛
2. اعتماد تعريفة استرشاديه لمقابل استخدام شبكات نقل الكهرباء على الجهود الكهربائية؛
3. جاري اعتماد عقود ربط محطات الطاقة المتجددة و كذا حقها في استخدام شبكات الكهرباء؛

ثانيًا: حوافز مالية:

1. اعفاء مكونات و قطع غيار نظم الطاقة المتجددة من الرسوم الجمركية المقررة عليها؛
2. صدور قانون بضمان الحكومة للالتزامات المالية للشركات لنقل الكهرباء طبقا لبنود اتفاقية شراء الطاقة؛
3. ابرام اتفاقيات لشراء الطاقة المنتجة من محطات الرياح لمدة تتراوح بين 20-25 سنة بسعر يغطي التكلفة والعائد من الاستثمار؛
4. تم تخصيص اراضي لهيئة الطاقة المتجددة بإجمالي مساحة (7600 كم^2)لإقامة مشروعات عن طريق الهيئة او القطاع الخاص بمقابل حق الانتفاع؛

[1] احمد مصطفى امام، هيئة التنمية واستخدام الطاقة الجديدة و المتجددة، وزارة الكهرباء و الطاقات المتجددة ، التقرير السنوي 2012-2013،ص،15

5. يتم منح حق استخدام للأرض لإقامة المشروع بنظام حق الانتفاع مقابل نسبة (2%) من الطاقة المنتجة سنويا من المشروع او من قيمتها؛

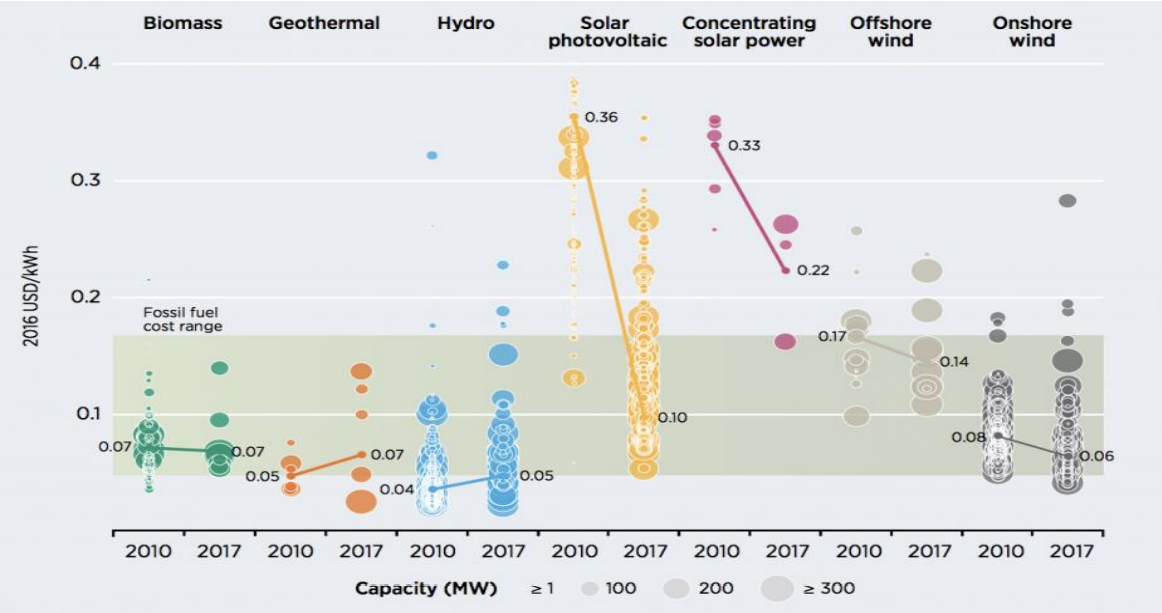
6. اجراءات التجهيزات والدراسات المبدئية والضرورية لإقامة المشروعات بتلك الاراضي مثل الدراسات البيئية ودراسات هجرة الطيور، ودراسات ابحاث التربة وغيرها.

7. انشاء صندوق لتنمية انتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة يستهدف تغطية الفرق بين سعري الانتاج والبيع.

المطلب الثالث: تكلفة الاستثمار وتكلفة الإنتاج للطاقة المتجددة

تعتبر تكلفة انتاج الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة مكلفة جداً بالمقارنة مع المصادر الاحفورية ،حيث تتراوح تكلفة استثمار في مجال انتاج الكهرباء من الطاقة الكهروضوئية بحوالي (14000 دولار للكيلوواط)،بينما تقدر تكلفة انتاج الكهرباء من مصادر الاحفورية بحوالي(650 دولار للكيلوواط) فمن خلال الشكل التالي(2-3-8) يتبين ان تكلفة الطاقة الشمسية الضوئية انخفضت بنسبة (73%) خلال الفترة ما بين 2010-2017، بسبب انخفاض اسعار الخلايا الشمسية الكهروضوئية، غير أن التكاليف آخذة في الانخفاض، كما شهدت تكلفة الكهرباء لمشاريع الطاقة الشمسية المركزة انخفضاً بنسبة(33%) لتصل إلى(0.22 دولار للكيلوواط في الساعة) خلال نفس الفترة.

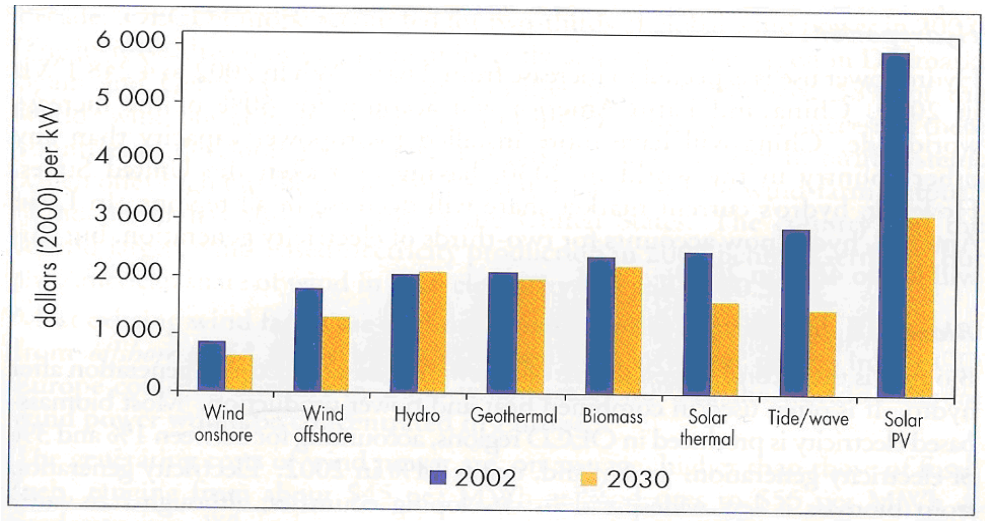
الشكل(2-3-8): تكلفة توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة بين سنتين 2010-2017



Source :Irena 2018, renewable power generation costs in 2017,abu dhabi, p34

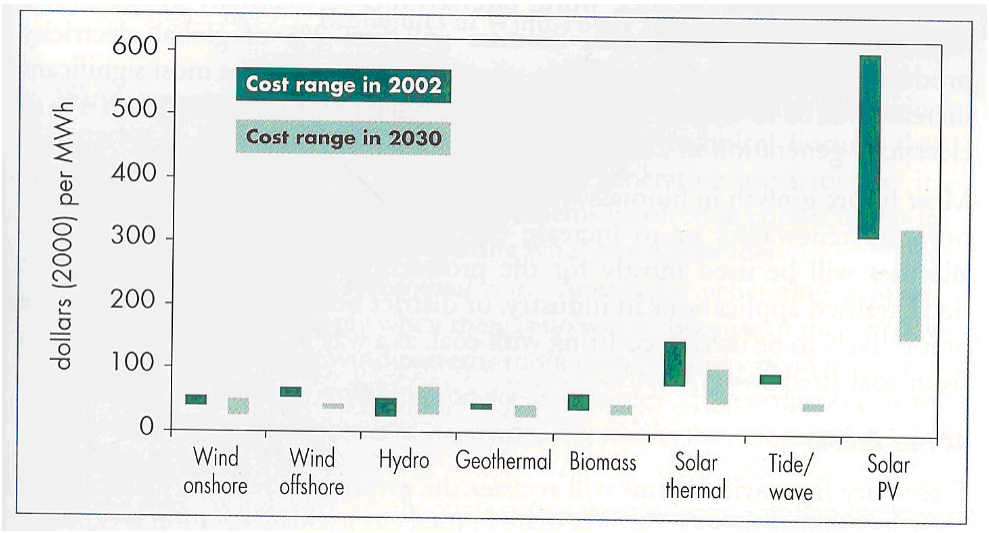
ونوضح من خلال الشكلين التاليين(2-3-9)، (2-3-10) كلف الاستثمار وكلف الإنتاج من الطاقة المتجددة بمختلف التكنولوجيات كما هي حالياً وكما يتوقع أن تكون عليه عام 2030. ويتضح من هذين الشكلين الانخفاض الكبير في الكلف المتوقع خلال الخمسة وعشرون عاماً القادمة، إلا أنه ومع كل هذا التقدم فإن الطاقة المتجددة ستظل تعاني من كلفتها المرتفعة وطبيعتها المتقطعة مما سيحد من مساهمتها في مصادر الطاقة حتى على المستقبل المتوسط والبعيد.

الشكل (2–3–9): تكلفة الاستثمار في تكنولوجيات الطاقة المتجددة (2002 – 2030)



Source : International Energy Agency, iea,2004;(op;cit), p,233

الشكل (2–3–10) : تكلفة الإنتاج من مصادر الطاقة المتجددة (2002 – 2030)



Source : International Energy Agency, iea,2004;(op;cit), p,233

المطلب الرابع: الجدوى من إستخدام الطاقة الشمسية و اهم التحديات التي تواجهها

الفرع الاول: المجالات الأساسية لتعزيز دور الطاقة: [1]

✓ **تعزيز امدادات الطاقة وتنويعها:** هذا بإتاحة وصول خدمات الطاقة الى المواطنين بشكل موثوق ومقبول اجتماعياً وبيئياً، وبأسعار ميسرة لتوفير حاجات مختلف القطاعات، وذلك عبر استخدامات الوقود الانظف ومصادر الطاقات المتجددة وزيادة

[1] تعزيز التعاون الاقليمي في مجال الطاقة من اني توليدالتنمية المستدامة والاهداف الانمائية للألفية في منطقة الاسكوا، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي اسيا، الامم المتحدة، نيويورك، 2009،ص 12؛13؛14

امدادات وخدمات الطاقة الكهربائية بما يتناسب مع مصادر الطاقة المتوفرة في مواقع الاستخدام، ودعم وتطوير جهود مؤسسات البحث العلمي لإيجاد نظم الطاقة المستدامة تعتمد على المصادر المتوفرة محليا، مع تشجيع القطاعين العام والخاص على المشاركة في تطوير النظم.

✓ **ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها:** وذلك باتخاذ التدابير التي ترمي الى وضع خطط لتحسين كفاءة استخدام الطاقة وترشيد استهلاكها عبر اعتماد التقنيات الاعلى كفاءة، ودعم تصنيعها في اطار برامج التعاون الاقليمي والدولي، ونشر الوعي وزيادة المعرفة وتعميق برامج بناء القدرات الوطنية في هذا المجال على كافة المستويات.

✓ **نشر تقنيات الطاقة المتجددة وتنمية استخدامها:** تساهم تقنيات الطاقات المتجددة في تلبية الاحتياجات الاساسية من الطاقة، وتعزيز التنمية المستدامة ويمكن نقل تقنياتها من البلدان المتقدمة الى البلدان النامية، وهذا باعتماد سياسات وطنية لتهيئة المناخ الملائم لتطوير تقنيات الطاقة المتجددة ونشر تطبيقاتها ميدانيا وزيادة مساهمتها في مزيج الطاقة المستخدم في عمليات التنمية المستدامة.

✓ **ايجاد تقنيات متقدمة للحصول على الطاقة الاحفورية:** يستمر الطاقة الأحفورية الخيار الرئيسي لتوفير الطاقة في العالم لفترة طويلة قادمة، وذلك بالنظر الى مساهمته في مجموعة امدادات الطاقة، وبات الحصول على الطاقة الأحفورية الانظف والاكثر تطورا شرطا لبد منه لدعم التنمية المستدامة ضرورة وضع وتنفيذ برامج هادفة الى تعزيز توافر مصادر الطاقة النظيفة وخفض تكلفتها، وزيادة الاعتماد عليها، وتكثيف برامج البحوث والتنمية حول تحويل مصادر الوقود الصلب الى مصادر غازية او سائلة.

إيصال الكهرباء إلى المناطق النائية، أو المناطق الفلاحية التي تحتاج إلى ضخ المياه للسقي عبر الطاقة الشمسية.

الفرع الثاني: تحديات إستخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية:

أ. التحديات الاقتصادية والمالية:

✓ ارتفاع التكلفة الاستثمارية الأولية؛

✓ قيام الدولة بدعم مصادر الطاقة التقليدية (الغاز والكهرباء)؛

✓ عدم وجود أليات تمويل مشجعة للاستثمار في مجال الطاقة المتجددة مقارنة بالدول المتقدمة؛

✓ تعتبر التكلفة العالية التي تطلبها الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة، من تكلفة لتمويل البحث العلمي، وكذا كلفة التخزين لعدم توافر الطاقة الشمسية على مدى الـ (24ساعة)؛

ب. التحديات المؤسسية:

✓ يتطلب تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة المساعدة التقنية لإعداد المشروع فضلاً عن تقديم الدعم لاعتماد أطر تنظيمية مناسبة. وعلاوة على ذلك، يجب أن تكون هذه الأطر التنظيمية حاسمة لجذب الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة؛

✓ قلة الوعي الحكومي بهذا المصدر الطاقوي وعدم إعطائه الدعم الكافي؛ كقطاع البترول والغاز، إذ تعاني الطاقة المتجددة نوع من القصور في إعطاء الأهمية للبحوث التطبيقية في الجامعات وكذا نقل وإرساء تكنولوجيا الطاقة المتجددة ضف إلى هذا تماطل

وتحفظ في السياسة المحلية من طرف صانعي القرار؛ وكذا المؤسسات العاملة في هذا الميدان ما أدى إلى بطء في اتخاذ القرارات، أفرز عنه عدم مواكبة التقنيات الأحدث والاختراعات في مجال إنتاج الطاقة المتجددة، كاللاوعي الاجتماعي بثقافة الاستخدام الأمثل للطاقة الخضراء عقبة أمام استغلال هذا المصدر الطاقوي؛

ج. التحديات الفنية:

✓ تأثير الغبار والاتربة على أجهزة الطاقة الشمسية حيث برهنت البحوث الجارية حول هذا الموضوع أن أكثر من (32 %) من فعالية الطاقة الشمسية تفقد في حالة عدم تنظيف الجهاز المستقبل لأشعة الشمس لمدة شهر؛

✓ تخزين الطاقة الشمسية والاستفادة منها أثناء الليل أو الأيام الغائمة أو الأيام المغبرة ويعتمد تخزن الطاقة الشمسية على طبيعة وكمية الطاقة الشمسية، ونوع وفترة الاستخدام بالإضافة إلى التكلفة الإجمالية لطريقة التخزين ويفضل عدم استعمال أجهزة للتخزين لتقليل التكلفة والاستفادة من الطاقة الشمسية مباشرة حين وجودها فقط ويعتبر موضوع تخزين الطاقة الشمسية من المواضيع التي تحتاج إ لى بحث علمي أكثر واكتشافات جديدة؛

✓ مشكل تآكل المجمعات الشمسية التي تسببها الأملاح الموجودة في المياه المستخدمة في دورات التسخين؛

✓ تشويه الصفائح الشمسية للنسيج العمراني ولهذا ينبغي أن نستغلها خارج المدن؛

د. تحديات اخرى:

✓ عدم تنظيم حملات إعلامية موجهه للتعريف بأهمية استخدام الطاقة الشمسية المنزلية ومزاياها وتوضيح الاجراءات الخاصة بتشغيلها وصيانتها؛

✓ عدم التوسع في إنشاء منافذ عرض وبيع الالواح الشمسية المنزلية بالأسواق والمعارض مع مراعاه مراقبة الجودة الفنية من الجهات المختصة؛

الفرع الثالث: استراتيجية معالجة التحديات:

أ. الاستراتيجيات المالية والاقتصادية:

✓ التمويل بشروط ميسرة ما يعزز مشاريع الطاقة المتجددة، وتكمن المساهمة الرئيسية لتطوير الطاقة المتجددة في الحد من التكاليف للطاقة التقليدية وتوجهها للطاقة المتجددة؛

✓ إنشاء المزيد من الشركات المصنعة لمعدات الطاقة المتجددة المحلية والتوسع في تكنولوجيا الطاقة المتجددة من شأنه أن يزيد الإنتاج ويحقق الابتكار ويعمل على الحد من تكاليفها على المدى الطويل؛

✓ توفير الدعم المالي من قبل القطاع الخاص والمستثمرين، وذلك نظرا لضخامة التمويل المطلوب؛

ب. الاستراتيجيات التنظيمية:

✓ تشجيع مشاركة القطاع الخاص في توليد الكهرباء من خلال ثلاث طرق رئيسية هي:

- ✓ الاستهلاك الذاتي مع إمكانية بيع الفائض عنه لاستهلاك الشبكة.
- ✓ اعتبارها منتج مستقل للطاقة لبيع الكهرباء إلى مشترى واحد.
- ✓ توليد كهرباء من القطاع الخاص للتصدير.
- ✓ سمح تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة بتحديد التطبيقات الجيدة والمناسبة للدولة، ومشاريع رائدة في الطاقة الشمسية؛
- ✓ تكثيف جهود التعاون الأورومتوسطية حول الطاقة المتجددة، فهناك العديد من المبادرات على المستوى الإقليمي تهدف إلى تطوير الخبرات في مجال الطاقة المتجددة، وعلى الرغم من أنها تشكل علامة إيجابية، إلا أنها تظل محدودة بالمقارنة مع التحديات التي تواجه المنطقة.

الفرع الرابع: الجدوى الاقتصادية من مشاريع الطاقات المتجددة

تتمثل رؤية محور الطاقة في أن يصبح قطاع الطاقة قادراً على تلبية كافة متطلبات التنمية الوطنية المستدامة من موارد الطاقة وتعظيم الاستفادة الكفؤة من مصادرها المتنوعة (تقليدية ومتجددة)، بما يؤدي الى المساهمة الفعّالة في تعزيز النمو الاقتصادي والتنافسية الوطنية والعدالة الاجتماعية والحفاظ علي البيئة، مع تحقيق ريادة في مجالات الطاقة المتجددة والإدارة الرشيدة والمستدامة للموارد. ويتميز قطاع الطاقة بالقدرة على الابتكار والتنبؤ والتأقلم مع المتغيرات المحلية والإقليمية والدولية في مجال الطاقة، وذلك في إطار مواكبة تحقيق اهداف التنمية المستدامة.

أولاً: العائد الاقتصادي:

➢ تعتمد التنمية الاقتصادية على توافر خدمات الطاقة اللازمة سواء لرفع وتحسين الانتاجية او للمساعدة في زيادة الدخل المحلي من خلال تحسين التنمية وتوفير فرص العمل خارج قطاع المحروقات، تشير بعض الدراسات ان استهلاك الفرد الواحد من الطاقة يعادل ثلاث ارباع الطاقة الاولية في العالم؛

➢ يعد تنويع الطاقة وانتاج الطاقة الشمسية هدفاً استراتيجياً لتحقيق أمن الطاقة الدائم يساهم في تحقيق الوفر في استخدام الطاقة الاحفورية، وبتكاليف ذات كفاءة عالية على المدى الطويل؛

➢ توفير وتوطين وظائف صناعة الطاقة المتجددة، ودعم مراكز الأبحاث الوطنية، من الممكن ان تخلق سوقاً حقيقياً، وان تجعل الحكومة الجزائرية من أكبر منتجي ومصدري للمنتجات الطاقة الشمسية في العالم، خاصة وانها تمتلك المقومات الأساسية لإنتاج الطاقة الشمسية، كما انها تتوفر على مخزون وفير لرمال السيليكون ، الذي يعد العنصر الأساسي في صناعة الألواح الشمسية، والأعلى نقاوة، عالمياً. وذلك في اطار برنامج الطاقات المتجددة؛

➢ ان استغلال مصادر الطاقات المتجددة سيضمن حتماً استقلال طاقوي مستقبلي للجزائر، ويولد ديناميكية في التنمية الاقتصادية من خلال خلق صناعات ابداعية ومؤسسات صغيرة ومتوسطة تساهم في زيادة الناتج المحلي ممّا سينعكس على تحسين ميزان المدفوعات من خلال زيادة صادرات الوطنية والتقليل من فرص زيادة في المستوردات، وتكون عاملاً مهماً في تحقيق رؤية الجزائر 2030، من خلال تنوع مصادر الدخل وخلق مناصب شغل؛

➢ ان تنمية الطاقات المتجددة ستمكن من الحفاظ على مواردنا الاحفورية، وارتفاع قدراتنا التصديرية من خلال تطوير وتنويع استعمالاتها؛

➢ حسب برنامج الطاقات المتجددة المستهدف سيعزز تصدير جزء مهم من الطاقات المولدة إلى الخارج، ما سيحقق منفعة كبرى للإيرادات الحكومية وسيكون لدينا بديل استراتيجي للنفط مستقبلاً، متوافق مع متغيرات الطاقة العالمية والطلب العالمي، مبيناً أن من أهم مزايا الطاقة الشمسية الاستدامة وحماية البيئة، إذ توفر طاقة نظيفة بخلاف الطاقة الأحفورية إضافة إلى تحقيق أمن الطاقة والمزيج الأمثل لها محلياً؛

➢ تساهم انتاج الطاقة الشمسية في رفع نسبة مساهمة الطاقات المتجددة في الانتاج الكلي للطاقة، سواء على مستوى الجزائر او على المستوى الدولي؛

➢ أن توجيه الجزائر بوصلة الاستثمارات إلى مشاريع الطاقة المتجددة منها الطاقة الشمسية، سيضمن انخفاض ملحوظ في استخدام النفط لإنتاج الطاقة وتوفيرها مدة أطول، لاستخدامها في الصناعات الهيدروكربونية أو لأغراض التصدير والتشغيل وبمثابة مواد أولية تدعم الصناعة الوطنية، كما من شأنها أن تساعد في دعم تنويع القطاعات وخلق فرص العمل في مجال التقنيات المتقدمة؛

➢ أن الاستثمار في الطاقة الشمسية سيدعم كثيرا من المؤسسات الوطنية للدخول في هذا القطاع الحيوي، وبخاصة أن سوق الطاقة المتجددة في الجزائر تمتلك فرصاً واعدة للاستثمار الأمثل في ظل وفرة الإمكانات الهائلة في مجال الطاقة الشمسية بالجزائر، والتطور العالمي السريع في مجال تصنيع الألواح الشمسية، الذي يواكب متطلبات المرحلة المقبلة، في ظل الطلب العالمي المتزايد على الطاقة المتجددة؛

ثانياً: العائد الاجتماعي والبيئي:

➢ تعتبر الطاقة المتجددة جوهر التنمية المستدامة، اذ انها تشكل احد الموارد الاساسية التي تتوقف عليها العديد من الجوانب الاجتماعية، لذلك لابد من ضمان استدامة واستمرارية القدر الضروري والكافي منها لتلبية احتياجاته الحالية، وكذلك الاحتياجات المستقبلية على نحو متكافئ وفي ظل بيئة نظيفة، وقد اشار الامين العام للأمم المتحدة في مؤتمر الامم المتحدة للتنمية المستدامة بريو دي جانيرو سنة 2012 " ان الطاقة المستدامة للجميع" هي التي تركز على الحصول على الطاقة وكفاءة استخدام مصادر الطاقات المتجددة، والعمل من اجل ان يكون توفير الطاقة المستدامة للجميع واقعاً ملموساً والمساعدة من خلال ذلك في القضاء على الفقر وتحقيق التنمية المستدامة والازدهار على الصعيد العالمي؛

➢ كما يؤدي استهلاك الفرد من مصادر الطاقات المتجددة دوراً هاماً في تحسين مؤشرات التنمية، عن طريق تأثيرها في تحسين خدمات التعليم والصحة، وبالتالي مستوى المعيشة ، وتعطي الكهرباء صورة واضحة جول ذلك، اذ تمثل مصدراً لا يمكن استبداله بمصدر اخر للطاقة في استخدامات كثيرة كالإنارة ،التبريد،...غيرها؛

➢ يساهم استعمال الطاقة لشمسية في المناطق النائية لتوليد الكهرباء او تجفيف المحاصيل او للتدفئة الحرارية والتبريد، فك عزلة المناطق النائية والمساهمة في تحقيق التنمية؛

- من شأن الاعتماد على مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة كالسخان الشمسي والخلايا الضوئية وعمليات تدوير المخلفات الزراعية وتحويلها الى سماد عضوي ان تخلق فرصا للعمل والقضاء على البطالة والفقر والحفاظ على الموارد المالية والمادية من الهدر؛
- يساهم الدعم وتشجيع انشاء قطاعات جديدة غير ملوثة للبيئة، والبحث عن بدائل طاقوية غير تقليدية في تحويل توجه الانشطة الاقتصادية باتجاه واستحداث وظائف في القطاعات المستدامة بيئياً؛
- يمكن تخفيض الاثار الضارة لاستهلاك الطاقة على البيئة بإدخال تقنيات حديثة مستدامة لإنتاج الطاقة واستهلاكها بكفاءة عالية واستبدال الطاقة الأحفورية بوقود انظف واستخدام تقنيات المتجددة؛
- تجلب مثل هده المشاريع الثروة والمعرفة للبلاد، بالإضافة الى تنشيط تنمية المنطقة، وتقليص حجم البطالة؛
- تعد رصيداً لبيئة أكثر صحة وأمانا للأجيال القادمة حيث تلبي احتياجات الحاضر دون المساس باحتياجات الأجيال المستقبلية؛
- الحد من انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون الناتج من استخدام الطاقة الاحفورية؛

المطلب الخامس: تجارب دولية رائدة في مجال الطاقات المتجددة:

كشفت أحدث دراسة عالمية عن الطاقة الشمسية أن الجزائر تعد من بين أحسن ثلاثة حقول شمسية في العالم، حيث صنفت الجزائر وإيران ومنطقة أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية، أكبر وأحسن حقول الطاقة الشمسية في العالم، ما يجعل الجزائر بمثابة العملاق النائم للطاقة الشمسية، نتيجة استغلاله بنسبة ضئيلا جدا، بينما تنتشر مشاريع في العالم بشكل سريع جداً، حيث اصبحت تتنافس الشركات والمؤسسات في سرعة انشاءها وتصميمها لتلبية احتياجات العالم المتزايدة من الطاقة باعتبار الطاقة الشمسية أحد أهم مصادر الطاقة. وتنفق على هذه المشاريع مليارات الدولارات سنويا، وفيما يلي بعض أهم التجارب الدولية في هذا المجال.

الفرع الأول: التجربة الصينية

تعد الصين من بين الدول النامية التي تتميز باقتصادها عالمياً اذ تحتل ثاني اكبر اقتصاد في العالم، وتعتمد بشكل كبير في اقتصادها على الطاقة الأحفورية بما يقارب (90%) من الطلب على الطاقة، ما نجم عنه تدهور في النظام الايكولوجي تسبب في انبعاثات الغازات الكربونية بنسبة(80%) نتيجة الافراط في استخدامه بنسبة (70%) في العمليات الصناعية، وتسعى في ظل ذلك الى تبني استراتيجية زيادة استهلاكها من الطاقات المتجددة الى نسبة(15%) وتخفيض انبعاثات الكربونية الى(40-45%) في عام 2020، ما يسهم في تعزيز ميزان المدفوعات.

وقد تصدرت قائمة الدول في الاستثمار في مجال الطاقات الشمسية الكهروضوئية، كما بلغت قدراتها المركبة في هذا المجال (80 ميغاواط). اذ تتمتع بمتوسط اشعاع شمسي يصل الى(2200-3500ساعة سنويا)، بما يسمح تغطية حوالي (90%) من احتياجاتها.

تتعدد استخدامات الطاقة الشمسية بالصين فبخلاف استخدامها لإنتاج الكهرباء تعتبر السخانات المياه الشمسية اكثر استخداما بها اذ تعتبر من الدول الرائدة في هذا المجال بالإضافة الى استخدامها في انارة الطرق والقرى، واستغلالها في الاسقف الشمسية والتي تنتج نحو (20%)من الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية.

كما يطمح الى ان يصل انتاجها السنوي الى(273مليون متر مربع) بحلول عام 2020، ما يقابل استغنائها عن ما يقارب(122 مليون طن من الفحم المكافئ سنوياً).من اهم مشاريعها في هذا المجال محطة دونغوانغ لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية هو مشروع للطاقة الحرارية الشمسية أقيم في مدينة دونغوانغ بمقاطعة قانسو غربي الصين، يعد اول مشروع من نوعه في آسيا والثالث في العالم، تبلغ قدرته الإجمالية 100 ميجاواط. مزود بـ53375 وحدة مرايا تكون 1525 مرآة تدور مع الشمس مثل زهر عباد الشمس لتركيز الطاقة الشمسية على المراجل المثبتة أعلى برج الطاقة الشمسية المركزية، وتنطبق على هذا النظام تقنية الملح المصهور لتخزين الطاقة الحرارية للاحتفاظ بالطاقة المجمعة من البرج الشمسي بحيث يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء في الظروف الجوية السيئة أو أثناء الليل، ممّا يتيح توليد الكهرباء على مدار 24 ساعة. والآن تفي الكهرباء التي ينتجها هذا النظام باحتياجات أكثر من 3000 منزل سنويا ودون التسبب بتلوث للبيئة. ومن المتوقع أن تكتمل المرحلة الثانية لهذا المشروع في نهاية عام 2018، بحيث يكون النظام مزودا بـ 11000 مرآة تدور مع الشمس، وتبلغ مساحته 784 هكتارا، وستبلغ قدرته على توليد الكهرباء إلى 350 ميجاواط.

الفرع الثاني: التجربة الامريكية:

يعتبر قطاع الطاقة في الولايات المتحدة الامريكية من اكثر القطاعات مساهمة في انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة، وخلال السنوات الاخيرة، احرز المستثمرون بالولايات المتحدة الامريكية تقدماً ملحوظا في تطوير ونشر تكنولوجيا الطاقة النظيفة بدعم من الحكومة وسياستها المتعلقة بأمن الطاقة والحفاظ على البيئة.

اذ تتوفر على امكانيات شمسية هائلة يصل متوسط الاشعاع فيها (2700-3806 ساعة سنوياً)، خاصة في مناطق جنوب الغربي منها. وفي ظل هذه الامكانيات تهدف الى استغلالها كمزيج للمصادر الطاقة، حيث سيخفض تكلفتها لتوليد الطاقة الكهربائية بنسبة(10%) في غضون سنة 2030.[1]

وبهذا تعد من الدول الرائدة في سوق الطاقة الشمسية، حيث احتلت المرتبة الثانية على مستوى العالم من حيث اجمالي القدرات المركبة بقدرة (40,9 جيغاواط)، والمرتبة الثالثة بعد اوروبا والصين من حيث الاستثمار فيها بـ(46,4مليار دولار) سنة 2017.

كما استطاعت ان تحقق اكبر رصيد من التجارب الناجحة في هذا المجال من خلال انجاز العديد من المحطات الطاقة الشمسية والحرارية بكاليفورنيا منها (محطة solar star projects بقدرة (579ميغاواط)، محطة topaz solar farm بقدرة (550ميغاواط)،

[1] دراسة أمريكية: التحول نحو الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء أرخص من المتوقع، الثلاثاء 26 يناير 2016 https://www.alborsanews.com/2016/01/26/798837

محطة désert sunlight solar farmبقدرة(550 ميغاواط)، محطة ivanpahبقدرة(392 ميغاواط)، محطة solar energy generating systemsبقدرة(354ميغاواط)،....) تهدف الى استغلال حوالي(30%) من الطاقة الشمسية بحلول ما يساهم في خفض الانبعاثات الكربونية بنسبة (30%) اي بنحو (56مليون طن متري سنوياً).

في عام 2006 اطلقت كاليفورنيا حملة "المليون سقف شمسي" والتي تستهدف انتشار لأسقف الشمسية لتغطية المباني والوصول الى مليون سقف شمسي بحلول 2020، وقد الزمت جميع المنازل والمباني السكنية الجديدة بأن يكون فيها شكل من أشكال الطاقة الشمسية. وسيطلب من الملاك تثبيت أحد أنظمة الطاقة الشمسية، كألواح الطاقة الشمسية للمنازل الفردية، أو إنشاء أنظمة طاقة شمسية مشتركة لمجموعة من المنازل. وتظل هذه المنازل موصولة بشبكة الطاقة التقليدية، للحصول على الكهرباء عندما لا تكون الشمس مشرقة. ويستثني القانون المنازل التي لا تصلها أشعة الشمس.

تقدر لجنة الطاقة لكاليفورنيا أن حكومتها ستضيف(9,500 دولار) إلى ثمن بناء منزل جديد، لكنها توفر (19 ألف دولار) في فواتير الكهرباء والصيانة على مدار (30 عامًا)، أي نحو (633 دولارًا سنويًا)، وهكذا يسترد مالك المنزل التكلفة الأصلية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية خلال(15 عامًا) تقريبًا.[1] كما تستهدف وزارة الطاقة الامريكية من خلال مبادرة ان تجعل اسعار لطاقة الشمسية منافسة لأسعار الطاقة الأحفورية وذلك من خلال خفض اسعارها بنسبة(75%) بين عامي 2010-2020.

تتعدد استخداماتها في العديد من المجالات، الى جانب استخدامها في توليد الكهرباء تستخدم ايضا في مجال الزرعة والانارة، تحلية مياه البحر ومعالجة مياه الصرف الصحي. بالإضافة الى تسخين المياه والتبريد.

الفرع الثالث: التجربة الالمانية:

تعد الدولة الالمانية من اكبر الدول استهلاكاً للطاقة في العالم، حيث يعتمد تلثي الاستهلاك الحالي للطاقة الاولية على الطاقة الأحفورية والطاقة النووية، ويساهم التحول نحو الطاقات النظيفة الى خفض وارداتها ممّا ينعكس ايجاباً على وضع الميزان التجاري، كما تعد من الدول الرائدة في انتاج الطاقة عالمياً باعتمادها على الطاقة الشمسية، التي من المتوقع ان ترتفع الى نسبة (25%) في انتاج الكهرباء بحلول عام2050.[2]

على الرغم من متوسط الاشعاع الواصل اليها الذي يتراوح ما بين (1550-1709ساعة سنوياً)،حيث وصل انتاجها التراكمي(43ميغاواط)

تعتمد على تكنولوجيا الطاقة الشمسية الفولطاضوئية بنسبة كبيرة بالمقارنة مع تكنولوجيا الطاقة الشمسية الحرارية، وفي هذا الاطار تتعدد مشروعات استخدامات الطاقة الشمسية بألمانيا في صور محطات كبيرة ومتوسطة وصغيرة بالألواح الشمسية منها

---

[1] https://mostaqbal.ae/california-solar-mandate/ قانون كاليفورنيا الجديد للطاقة الشمسية سيغير مستقبل الطاقة النظيفة مرصد المستقبل

[2] خالد عبد الحميد محمد عمر سليمة، اقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر" دراسة مقارنة ودراسة قياسية" اطروحة دكتوراه في علوم الاقتصاد، بكلية التجارة قسم الاقتصاد، جامعة عين الشمس، سنة 2012 ص، 3

نذكر(meuro photovoltaic power stationبقدرة (166ميغاواط)، neuhardenberg solar park بقدرة (145ميغاواط)، templin solar parkبقدرة (128ميغاواط)،....)، بالإضافة الى الأسقف الشمسية المنتشرة على أسطح المباني، ممّا يساعد في الحد من انبعاثات الكربونية.

وقد انتقلت مؤخراً الى النظام الاذكى عالمياً في توليد وتوفير الكهرباء، اذ يشترط على البيوت الجديدة في المانيا ان تزود بنظام توليد للطاقة الشمسية يدعى photovoltaic system ، ويقوم هذا النظام بتوليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية، ويستخدم جزء منها ويحتفظ بجزء اخر في البطاريات، ثم يباع الفائض للدولة، وبذلك أصبحت البيوت في المانيا لا تستهلك الكهرباء وحسب، وانما تساهم في انتاجها وتقوم الدولة بشرائها منهم.بالإضافة الى سياسة الدعم التي طبقت في التسعينات من الاليات التي زادت من الجاذبية الاقتصادية لاستخدام الطاقات النظيفة.

تهدف لان تصل ما نسبته(80%) من اعتمادها على الطاقات المتجددة في عام 2050، في طريقها للتخلص من اعتمادها على المفاعلات النووية وغيرها من المصادر التي تضر بالبيئة،

الفرع الرابع: التجربة الامارتية:

تحتل دولة الامارات العربية مكانة بارزة في قطاع الطاقة العالمي الذي يشهد نموا متزايداً، وبإمكانها ان تحافظ على هذا الدور من خلال تنويع مزيج الطاقة بها ليشمل مصادر الطاقات المتجددة، وخاصة منها الطاقة الشمسية، وتعد الإمارات من أكثر الدول العربية النفطية اهتماما باستخدام الطاقة الشمسية اذ تعتبر المصدر الثاني للطاقة الكهربائية المنتجة في دولة الإمارات، حيث حلت الدولة في المرتبة الثالثة على مستوى العالم بالنسبة لإنتاج الطاقة الشمسية المركزة لعام 2013، وبطاقة إنتاجية بلغت (140 ميغاواط). وفي العام 2017، أنتجت الدولة حوالي(140 ميغاواط) من الطاقة الشمسية، وقد حددت تعريفة تكلفة انتاج على مستوى العالم بـ(1,79سنت/كيلوواط ساعة).[1]

كما تعد من اكثر الدول اهتماما بمنافع واهمية التنمية المستدامة وتعتبرها غاية رئيسية لعملها التنموي وعنوانا يلخص محتوى رؤيتها المستقبلية "الاجندة الوطنية 2021 لتي تستهدف ان تكون (25%) من الطاقة المنتجة في الدولة بحلول العام 2021 من مصادر الطاقة النووية ومساهمة الطاقة المتجددة بنحو (5%)، فقد صارت احدى اكثر دول العالم اهتماما بالتحول الى الطاقات المتجددة.[2]

وتقوم دولة الإمارات باستغلال تطبيقات الطاقة الشمسية في عدة مشاريع حيث دخل بعضها في مرحلة التشغيل الفعلي، ومن تلك المشاريع:

---

[1] اوابك، تقرير الامين العام السنوي، 2017،44 (مرجع سابق)،ص،157

[2] اسامة معمري، انور عيدة، محمد الدينوري سالمي، مقال نحو الاستفادة من التجارب العربية الرائدة في الاستثمار في الطاقات المتجددة بالجزائر لتحقيق التنمية المستدامة، مجلة اقتصاد المال والاعمال، المجلد الثالث ،العدد الاول، جوان 2018، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي ، الجزائر، 183

محطة شمس 1 في أبوظبي: تعد واحدة من أكبر مشاريع انتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية المركزة، ويهدف المشروع لتوفير(7%) من احتياجات إمارة أبو ظبي من الطاقة المتجددة، تمتد على مساحة (2,5 كلم^2) بقدرة إنتاجية تصل إلى (100 ميغاواط)، ضمن حقل شمسي مؤلف من (768 مصفوفة) من عاكسات القطع المكافئ لتجميع الطاقة الشمسية، وتوليد الطاقة الكهربائية النظيفة والمتجددة.

وتقوم المحطة بتوليد الطاقة الكهربائية من حرارة الشمس وليس ضوء الشمس، خلافاً لتكنولوجيا الألواح الكهروضوئية الشمسية. وهي تعتمد في آلية تشغيلها على نظم المجمعات الشمسية المكونة من مرايا خاصة على شكل قطع مكافئ، تقوم بتجميع وتركيز أشعة الشمس على أنبوب مركزي ينقل الحرارة إلى مواقع تسخين، والتي تعمل على توليد البخار الذي يشغل التوربينات التقليدية لتوليد الكهرباء.

وستساهم المحطة في تنويع مصادر الطاقة في دولة الإمارات العربية المتحدة؛ وتقليل البصمة الكربونية للدولة؛ وتفادي إطلاق (175 ألف طن سنوياً) من غاز ثاني أكسيد الكربون، أي ما يعادل زراعة (1,5مليون) شجرة أو إزالة (15 ألف) سيارة من طرقات أبو ظبي. وستكفي الطاقة المنتجة من المحطة لتزويد أكثر من (20 ألف) منزل في أبو ظبي باحتياجاتها الشاملة للكهرباء على مدار العام.

يُعد مشروع شمس 1 مشروعاً مشتركاً بين "مصدر (60%)، و"توتال" (20%)، و"أبينجوا سولار" (20%).

وتتوقع الحكومة تحقيق عوائد اقتصادية وتنموية من خلال مضاعفة نصيب الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الخاص بها تتمثل بـ(1,9 مليار دولار سنوياً)، بالإضافة إلى عوائد أخرى تتمثل في مساهمتها الفعالة في تحسين نوعية حياة المجتمعات المحلية، بما تصل قيمته إلى ما يتراوح بين (1 إلى 3,7 مليار دولار سنوياً).

مشروع الطاقة الشمسية المركزة(CSP) :في إطار استراتيجية دبي للطاقة النظيفة 2050، تم الإعلان عن أكبر مشروع للطاقة الشمسية المركزة في العالم بنظام المنتج المستقل الطاقة الشمسية المركزة بقدرة (1000 ميغاواط) عام2030.[1]

يعتبر المجمع أكبر مشروع للطاقة الشمسية المركزة في العالم، وهو يتفوق في ذلك على أكبر برج في العالم لإنتاج الطاقة الشمسية المركزة في المغرب بطاقة تبلغ 150 ميغاواط.

وتتألف محطة الطاقة الشمسية المركزة من آلاف المرايا العاكسة المرتبة في خطوط دائرية حول برج مركزي، يستقبل الإشعاعات التي تعكسها هذه المرايا والتي تتبع حركة الشمس، ويركزها تجاه وحدة استقبال خاصة تقوم بتسخين سائل حراري، والذي ينقل الحرارة بدوره إلى مولد بخاري لتوليد الكهرباء.

---

[1] https://www.albayan.ae/across-the-uae/news-and-reports/2016-06-03-.amppagelayout دبي تُنتج جريدة الإمارات اليوم – «1000 ميغاواط كهرباء بـ «الطاقة الشمسية المركّزة

وسيساهم المشروع عند اكتماله في تخفيض أكثر من (6,5 ملايين طن) من انبعاثات الكربون سنوياً، وسيستخدم تقنية التخزين الحراري لمدة زمنية تتراوح بين (8 إلى 12 ساعة يومياً) مع مراعاة العوامل الفنية والاقتصادية، ما يُسهم في رفع كفاءة وفعالية الإنتاج، وبما يتلاءم مع احتياجات شبكة الكهرباء، وتوفير إمدادات مستدامة من الطاقة.

مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية: في إطار استراتيجية دبي للطاقة النظيفة 2050، تم في العام 2012 الإعلان عن مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، وهو أكبر مشروعات الطاقة المتجددة في العالم في موقع واحد بمساحة (4.5 كلم^2)، في منطقة سيح الدحل على طريق دبي – العين.

يعد أكبر مشروع استراتيجي لتوليد الطاقة المتجددة في موقع واحد في العالم وفق نظام المنتج المستقل/IPP/ حيث سيتم توليد (1000 ميغاواط) بحلول العام 2020 و (5000ميغاواط) بحلول العام 2030.

وبدأت المرحلة الأولى من المشروع بقدرة (13 ميغاواط) في 2013 باستخدام تقنية الألواح الكهروضوئية /PV/ وتم افتتاح المرحلة الثانية لإنتاج (200 ميغاواط) من الكهرباء بتقنية الألواح الكهروضوئية في مارس 2017 على أن يتم تشغيل المرحلة الثالثة بقدرة (800 ميغاواط) وبتقنية الألواح الكهروضوئية في عام 2020.

وسيتم تشغيل المرحلة الرابعة من المشروع بتقنية الطاقة الشمسية المركزة /CSP/ وبقدرة (700 ميغاواط) بدءًا من الربع الأخير من عام 2020. وتشمل المرحلة الرابعة أعلى برج شمسي في العالم بارتفاع يصل إلى نحو(260 مترا).

ويتبنى المشروع المجلس الأعلى للطاقة في دبي، وتقوم على إداراته وتشغيله هيئة كهرباء ومياه دبي بتكلفة اجمالية للمشروع تصل الى (12 مليار درهم)، وبقدرة انتاجية تناهز ألف ميغاواط.[1]

وسيساهم المشروع عند اكتماله في تخفيض (4 ملايين طن) من انبعاثات الكربون سنوياً، الأمر الذي يدعم المبادرات والبرامج الخضراء التي تنفذها حكومة دبي لتخفيض الانبعاثات الكربونية.

يأتي المشروع ضمن استراتيجية دبي للطاقة النظيفة 2050 التي تهدف لتوفير (7%) من طاقة دبي من مصادر الطاقة النظيفة بحلول 2020، و(25%) بحلول 2030 و (75%)بحلول 2050.[2]

---

[1] كتيب مجمع محمد بن راشد ال مكتوم للطاقة الشمسية ، المستقبل يبدأ هنا ، هيئة كهرباء ومياه دبي، حكومة دبي،ص16

[2] البوابة الرسمية لحكومة الامارات العربية المتحدة ،حكومة امارات، الطاقة

https://www.government.ae/ar-AE/information-and-services/environment-and-energy/water-and-energy/energy-#need-for-energy-efficiency-

الفرع الخامس: تجربة دولة المغرب:

تعد المغرب من الدول التي سارعت في استغلال مصادر الطاقة المتجددة في ظل التحديات التي تشهدها، وخاصة الطاقة الشمسية منها نظرا لإمكانياتها الهائلة من هذا المصدر باعتبارها من الدول الواقعة في الحزام الشمسي التي تتراوح بين (3000-3600ساعة سنوياً)، حيث تستورد المغرب حاليا ما يزيد عن(90%) من حاجياتها الطاقوية، خاصة منها البترول، ممّا يؤثر بشكل كبير على التوازنات الاقتصادية للبلاد، الأمر الذي جعلها تفكّر في انشاء مشروع بقدرة (582 ميغاواط)، بما يتيح له تأمين ما يصل إلى(52%) من حاجياتها الكهربائية الوطنية من مصادر الطاقة النظيفة بحلول عام 2030، فضلاً عن تقليل انبعاثات أكسيد الكربون بمعدل (4 ملايين طن سنوياً)، ويحد من الاعتماد على البترول بنحو(2,5 مليون طن).

ينقسم هذا المشروع إلى عدة مراحل تم الانتهاء من (نور1)، (نور2)، و(نور3)، (نور4)، تبلغ تكلفتهم حوالي (9مليار دولار) وبذلك تكون المغرب قادرة على إنتاج أكثر من نصف الطاقة التي تحتاجها من الطاقة المتجددة في عام 2020، بقدرة (580 ميغا واط)؛[1] وتمتاز بتكنولوجيا تستطيع تخزين الحرارة لمدة (8 ساعات) وهذا سيجعل المحطة تنتج الطاقة على مدار الـ (24 ساعة في اليوم). وقد حددت التعرفة الكهروضوئية بـ (4,797 سنت للكيلوواط الساعي) (0,46 درهم للكيلوواط ساعة)، وهي من الأكثر تنافسية مقارنة بأقل المعدلات المتعاقد عليها في أي مكان آخر في العالم.

تمتد هذه المحطة على مساحة تقدر بـ(3 الاف هكتاراً) قرب مدينة ورزازات جنوب المغرب، يعمل بواسطة مجمعات شمسية ويمكن هذا النظام المبتكر للتخزين الحراري مواصلة تشغيل المحطة الشمسية مع مستويات منخفضة لأشعة الشمس وبعد غروبها، والوقاية من تغير الإشعاع الشمسي المباشر، ومن ثم تجنب الأخطار المرتبطة بتغيره.

في اطار الاهتمام العالمي بالطاقة الشمسية كأحد اهم مصادر الطاقة المتجددة، تسعى الدول لرفع نسبة تغلغلها في مزيج الطاقة الوطني، حيث تعتبر المصدر الأكثر جدوى اقتصادياً، كما كشفت بعض الدول العربية النفطية كذلك عن أهدافها الطموحة تمكنها من الانضمام إلى الرواد العالميين في مجال الطاقات المتجددة، والجزائر كغيرها من الدول تتوجه تدريجيا نحو انتقال طاقوي يكون قائماً على نموذج طاقوي يضمن تطوير الطاقات المتجددة واقتصاد الطاقة وترشيد الطاقات الاحفورية وتنويع المصادر الطاقوية بالاعتماد على الطاقات المتجددة خلال سنة 2030 على بلوغ نسبة (40%) ؛ فقد مهدت الجزائر لذلك برنامج استراتيجي تهدف من خلاله ايجاد حلول شاملة ودائمة للتحديات البيئية والمشاكل للحفاظ على الموارد الطاقوية ذات الاصل الاحفوري. ومساهمتها الفعالة في تحسين نوعية حياة المجتمعات المحلية وكذا الحفاظ على النظام الايكولوجي، وتعمل ايضا استغلال كل الفرص والامكانيات المتاحة سواء المحلية او الدولية بالاعتماد على ايجابيات التجارب الدولية الناجحة، من خلال: نشر ثقافة الاسقف الشمسية على اسطح المباني، زيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة، وكذا توفير مناصب شغل،...

[1] http://web.archive.org/web/20180129140344/http://www.constructionweekonline.com/article-16983-afdb-helps-fund-144bn-moroccan-solar-project/ AfDB helps fund $1.44bn Moroccan solar project by John Bambridge on May 22, 2012

خلاصة الفصل الثاني:

إن استخدام الشمس كمصدر للطاقة هو من بين المصادر البديلة للنفط التي تعقد عليها الآمال المستقبلية لكونها طاقة نظيفة لا تنضب، لذلك نجد دولا عديدة تهتم بتطوير هذا المصدر وتضعه هدفا تسعى لتحقيقه.

فقد استفاد الانسان مند القديم منها في تطبيقات عديدة كتجفيف الاغذية وتدفئة المنازل كما استخدمها في مجالات اخرى كثيرة كطهي الطعام وصهر المواد وتوليد بخار الماء وتقطيره وتسخين الهواء، وفتحت افاق علمية جديدة في ميدان استغلالها خاصة مع التطور الكبير في التكنولوجيا والتقدم العلمي كإحدى مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة والبديلة للنفط والغاز، وكذلك استغلت في البحوث والتطبيقات بمجال تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية. تعتبر طاقة نظيفة لا تنتج أي نوع من أنواع التلوث البيئي، وتأتي أهميتها بالنظر إلى محدودية الطاقة الاحفورية.

الفصل الثـالث
الإنتقال الطاقوي
في الجزائر

الفصل الثالث
الإنتقال الطاقوي في الجزائر

تمهيد الفصل الثالث:

تمثّل صحراء الدولة الجزائرية ما نسبة الـ(80%) من مساحة الدولة الجزائرية ككل، وهي بذلك تشكّل ميزة هامة للبلاد، حيث جعلتها تتوفر على مخزون هائل من الطاقة الشمسية، يعتبر من أعلى الاحتياطات في العالم. ما يغطي حاجاتها من الطاقة.

يعتمد قطاع الطاقة في الجزائر بشكل رئيسي على وجود المصادر الأولية للوقود الاحفوري (المحروقات) باعتبارها المموّل الرئيسي لخطط التنمية لمختلف النشاطات القطاعية للدولة بالإضافة إلى تزويد الاقتصاد بالطاقة الضرورية من اجل نمو متكامل ودائم حيث تمثل عائداته حوالي(35%) من الناتج المحلي الإجمالي للبلاد، وصادراته بنسبة(97%) في المتوسط، اما ايرادات الجبائية فتتراوح بين نسبتي(60% و75%).

وتمثل الطاقة الأحفورية تقريبا كامل استهلاك الطاقة الأساسية الإجمالية المحلية، وحتى الآن تقتصر قدرة الطاقة المركبة من مصادر الطاقة المتجددة سواء كانت مائية أو رياح على(2%) فقط، وفي ظل القيود التي تفرضها محدودية مصادر الطاقة التقليدية القابلة للنضوب نجد ان معدل استهلاك الطاقة يتزايد بنسبة(7.5%) تقريبا.

ومن هذا المنطلق، وللأهمية الكبرى لقطاع الطاقة في الجزائر نحاول من خلال هذا الفصل دراسة التطور التاريخي لقطاع الطاقة في الجزائر، تحليل مختلف المعطيات الخاصة بمصادرها الطاقوية سواء منها التقليدية والمتجددة خاصة الطاقة الشمسية نظرا لموقعها على الحزام الشمسي، مع وإبراز مختلف السياسات المنتهجة لترشيد استهلاك الطاقة الأحفورية، وللإحاطة جيدا بهذه الدراسة ارتأينا تقسيم هذا الفصل إلى المباحث التالية:

المبحث الأول: التطور التاريخي لقطاع الطاقة في الجزائر

المبحث الثاني: مصادر الطاقة في الجزائر

المبحث الثالث: الإنتقال الطاقوي وتأمين التنمية المستدامة

المبحث الأول: التطور التاريخي لقطاع الطاقة في الجزائر

يأتي هذا المبحث لمحاولة دراسة التطور التاريخي لقطاع الطاقة في الجزائر، حيث عرف قطاع الطاقة تطوراً كبيراً في الجانب الهيكلي والتنظيمي للهيئات، سنتطرق لها في هذا المبحث.

المطلب الأول: البنية الهيكلية لقطاع الطاقة في الجزائر

أولاً: وزارة الطاقة والمناجم: [1] تضطلع وزارة الطاقة والمناجم بعدة مهام تخص قطاعي الطاقة والمناجم وباعتبار ان الجزائر تعتمد بشكل أساسي على موارد الطاقة في تنمية واقتصادياتها (97%) من الصادرات تتمثل في المحروقات، فان هذه الوزارة اصبحت ذات اهمية قصوى، ودورها في تنظيم وتسيير قطاع الطاقة ذو مكانة خاصة في برامج مختلف الحكومات المتعاقبة على السلطة التنفيذية في الجزائر.

وهذه الوزارة قد مرت بعدة مراحل وصولا الى وزارة الطاقة والمناجم، ففي سنة 1963 كانت مديرية الطاقة تحت وصاية وزارة الصناعة والطاقة كمجرد ادارة مكلفة بالبحث الطاقوي والاستغلال المنجمي اما في سنة 1977 وضعت عدة مواد لتوزيع الهياكل التابعة لوزارة الصناعة والطاقة بين وزارتي الطاقة والصناعات البتروكيماوية ووزارة الصناعات الثقيلة ووزارة الصناعات الخفيفة، وفي سنة 1979 ادمجت وزارتي الصناعة والطاقة في وزارة واحدة وسميت بوزارة الصناعة والمناحم، وفي سنة 1991 تم فصل هاتين الوزارتين واضافة قطاع المناجم الى وزارة الطاقة لتصبح وزارة الطاقة والمناجم.

ثانيًا: شركة سوناطراك: [2] طبقا للمرسوم 491/63 الصادر بتاريخ 31-12-1963 تأسست الشركة الجزائرية لنقل وتسويق المحروقات (سوناطراك SONATRACH)، تجسيدًا لرغبة السلطات الجزائرية في السيطرة على الثروة البترولية للبلد المستقل حديثًا أنداك في5 جويلية 1962. وكان هدفها الأساسي في البداية هو دراسة وتنفيذ أشغال نقل المحروقات السائلة والغازية، مع إمكانية توسيع مكانتها في التنقيب والإنتاج، وبتاريخ 22-09-1966 وبموجب المرسوم رقم292/66 اتسع نطاق عملها ليشمل كافة مراحل صناعة المحروقات، وتعديل القانون الأساسي لها وتغيير تسميتها لتصبح "الشركة الوطنية لبحث، إنتاج، نقل وتسويق المحروقات"، ثم تطور دورها لتصبح منفذا للأعمال (Opérateur)، ولقد بذلت الشركة أقصى جهودها لتنشيط عمليات البحث، حتى في المناطق غير المحتملة الاحتياطي، واستطاعت أن تجهز نفسها بكل ما يلزمها من خبرة وفنيين وأجهزة لدخول ميدان العمليات، ومهدت بذلك الطريق لقرارات التأميم الصادرة في فيفري1971.

وفي سنة 1981 تم إعادة هيكلة الشركة والتي سمحت بإنشاء 17 مؤسسة، منها أربعة (04) صناعية وثلاثة (03) للأعمال، وعشرة (10) مؤسسات خدماتية، ومع صدور قانون المحروقات 14/86، والمعدل بالقانون 21/91، ولإنجاح البرنامج الطاقوي،

---

[1] http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=historique-52016/3/15

[2] https://www.sonatrach.dz/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=105 2016/03/15

أبرمت سوناطراك عدداً كبيراً من العقود مع الشكات الأجنبية المختصة، ممّا أكسبها مزيدا من الخبرة والتكنولوجيا، كما لا يفوتنا التذكير بأن مختلف قوانين المحروقات التي سنت بالجزائر، كانت تعطي الأولوية دائما لهذه الشركة الوطنية، باعتبارها ممثلاً للدولة الجزائرية، وبالتالي احتفاظها بأكبر حصة مساهمة للتحكم ومراقبة الاستغلال.[1]

مع بداية القرن الحالي أعيد تنظيم "سوناطراك" على أساس كونها شركة عالمية، وباعتبارها القوة الاقتصادية الأولى في البلاد، للمساهمة في إدماج الاقتصاد الوطني في الاقتصاد العالمي، حيث امتد نشاطها للخارج، وفي هذا الإطار تم في 2006 حيازة منصتين للتنقيب في عرض البحر المصري، بالشراكة مع "ستات أويل"، كما تم بالشراكة مع "ENI" ومجموعة البركة توقيع اتفاقية بنسبة(25%) في عقود تقاسم إنتاج خمس (05) منصات تنقيب في حوض "تاودني" في مالي.

تعتبر سوناطراك القوة الاقتصادية الاولى في البلاد لمساهمتها في ادماج الاقتصاد الوطني في الاقتصاد العالمي، وهي بذلك تعتبر أول شركة بترول وغاز في إفريقيا، أول شركة غاز في المتوسط، ثاني مصدر في العالم للغاز الطبيعي المميع، ثالث مصدر في العالم للغاز الطبيعي، في المرتبة الثانية عشرة (12) عالميًا كشركة للطاقة.[2]

ثالثًا: شركة سونلغاز: [3]تعتبر هذه الشركة بمثابة المتعامل التاريخي في الإمداد بالطاقة الكهربائية والغازية بالجزائر، ومهامها الرئيسية هي إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها، وكذا نقل الغاز وتوزيعه عبر القنوات.[4]

في 1969 تحولت شركة كهرباء وغاز الجزائر (EGA) إلى الشركة الوطنية للكهرباء والغاز (SONELGAZ)، وما لبثت أن أضحت مؤسسة ذات حجم هام، وكان الهدف المقصود من تحويل الشركة هو إعطاء المؤسسة قدرات تنظيمية وتسييريه لكي يكون في مقدورها مرافقة ومساندة التنمية الاقتصادية للبلاد. والمقصود بوجه خاص هو التنمية الصناعية. وحصول عدد كبير من السكان على الطاقة الكهربائية (الإنارة الريفية) وهو مشروع يندرج في مخطط التنمية الذي أعدته السلطات العمومية.

تدعمت المؤسسة في سنة 1983 بخمس شركات فرعية للأشغال المتخصصة :

- ✓ كهريف KAHRIF – للإنارة وإيصال الكهرباء؛
- ✓ كهركيبKAHRAKIB – للتركيبات والمنشآت الكهربائية؛
- ✓ قناغازKANAGHAZ – لإنجاز شبكات نقل الغاز؛
- ✓ إينرغا INERGA – للهندسة المدنية؛

---

[1] كتوش عاشور، (مرجع سابق)، ص، 121؛ 125.

[2] http://www.sonatrach.com/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=105, 03/08/2016a 09:03

[3] http://www.sonelgaz.dz/?page=article&id=4

[4] http://www.sonelgaz.dz/?page=article&id=4 03.08.2016 a11:26

- ✓ ETTERKIB شركة التركيب الصناعي؛

وفي سنة 1991، تحولت سونلغاز إلى مؤسسة عمومية ذات طابع صناعي وتجاري (EPIC)، ضمن الهدف نفسه، أصبحت المؤسسة في سنة 2002 شركة مساهمة (SPA)

وهذه الترقية تمنح المؤسسة سونلغاز إمكانية توسيع أنشطتها لتشمل ميادين أخرى تابعة لقطاع الطاقة كما تتيح لها إمكانية التدخل خارج حدود الجزائر.

وباعتبارها شركة مساهمة، فإنه يتعين عليها حيازة حافظة أسهم وقيم أخرى منقولة مع إمكانية امتلاك أسهم في شركات أخرى

وفي سنة 2004 أضحت سونلغاز مجمعاً أو شركة قابضة، حيث قامت بإعادة هيكلة نفسها في شكل شركات متفرعة مكلفة بالنشاطات الأساسية :

- ✓ سونلغاز إنتاج الكهرباء (SPE).
- ✓ مسير شبكة نقل الكهرباء (GRTE).
- ✓ مسير شبكة نقل الغاز (GRTG).

في عام 2006 تمت هيكلة وظيفة التوزيع في أربع شركات فرعية هي: الجزائر العاصمة، منطقة الوسط، منطقة الشرق، منطقة الغرب؛ وفي عام 2017 شكلت الشركة (16 شركة فرعية).

رابعاً: شركة نفطال: تابعة لشركة سوناطراك، أنشئت في 06أفريل1981، ودخلت الخدمة في بداية 1982، مهمتها التكرير وتوزيع المنتجات البترولية.[1]

في 1987 فصل نشاط التكرير ووكل لشركة جديدة هي نافطك (NAFTEC) ، وأصبحت نفطال تتكفل فقط بتجارة وتوزيع المنتجات البترولية ومشتقاتها. في 1998 أصبحت نفطال شركة مساهمة تابعة (100%) لشركة سوناطراك مهمتها الرئيسية هي توزيع وتجارة المنتجات البترولية في السوق الوطنية، ومجالات عملها هي:

- ✓ تعبئة غازGPL
- ✓ تشكيل الزفت
- ✓ توزيع وتخزين وتجارة: الوقود بأنواعه، الزفت، إطارات المركبات، الزيوت...الخ
- ✓ نقل المواد البترولية

خامساً: لجنة ضبط الكهرباء والغاز: تم إنشاء هذه اللجنة في إطار الإصلاح الذي انطلق بداية القرن الحالي، بواسطة القانون 01/02 المؤرخ في 2002/02/05،وهي هيئة مستقلة تتمتع بالشخصية القانونية والاستقلال المالي تتلخص وظائفها في:[2]

- ✓ السهر على السير التنافسي والشفاف لسوق الكهرباء والسوق الوطنية للغاز لفائدة المستهلكين وفائدة المتعاملين.

---

[1] http://www.naftal.dz

[2] http://www.creg.dz/index.php/

- ✓ تحقيق المرفق العام للكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات ومراقبته.
- ✓ مهمة استشارية لدى السلطات العمومية فيما يتعلق بتنظيم سوقي الكهرباء والغاز وسيرهما.
- ✓ التعاون مع المؤسسات المعنية من أجل احترام قواعد المنافسة في السوق.
- ✓ دراسة الطلبات واقتراح قرار منح الامتياز على وزير الطاقة.

ترتكز السياسة الوطنية لترقية الطاقات المتجددة وتطويرها على مجموعة من الهيئات والمؤسسات الاقتصادية، بحيث تهتم كل واحدة منها، في حدود اختصاصها، بتطوير الطاقات المتجددة، وهذه الهيئات تتعاون مع مراكز البحث العلمي، ونخص بالذكر من بينها: [1]

❖ **مركز تطوير الطاقات المتجددة** (CDER): أنشئ في 22 مارس 1988 ببوزريعة، تتلخص مهامه في:

– اعداد وتطبيق برامج البحث والتطوير العلمي والتكنولوجي؛

– جمع ومعالجة المعطيات من أجل تقييم دقيق للطاقات: الشمسية الريحية، حرارة الأرض والكتلة الحيوية؛

– وضع انظمة طاقوية لاستغلال الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الارضية ،والكتلة الحيوية والهيدروجين؛

– صياغة أعمال البحث الضرورية لتطوير انتاج الطاقات المتجددة واستعمالها؛

– صياغة معايير صناعة التجهيزات في ميدان المتجددة واستعمالها؛

❖ **وحدة تطوير التجهيزات الشمسية** (UDES): انشئت في 09 جانفي 1988 ببو سماعيل ولاية تيبازة، وهي مكلفة بتطوير التجهيزات الشمسية وانجاز نماذج تجريبية تتعلق بـ :

– التجهيزات الشمسية ذات المفعول الحراري وذات الاستعمال المنزلي أو الصناعي والفلاحي .

–التجهيزات الشمسية بفعل الانارة الفولطية وذات الاستعمال المنزلي والفلاحي .

– التجهيزات والأنظمة الكهربائية، الحرارية، الميكانيكية والتي تدخل في تطوير التجهيزات الشمسية.

❖ **وحدة تطوير تكنولوجية السليسيوم** (UDTS): تم انشاؤها سنة 1988 من طرف الحكومة من أجل تنشيط تنفيذ سياسة التحكم في الطاقة، حيث يتمثل دورها الرئيسي في التنسيق ومتابعة اجراءات التحكم في الطاقة وفي ترقية الطاقات المتجددة، وتنفيذ مختلف البرامج التي تمت المصادقة عليها في هذا الاطار مع مختلف القطاعات (الصناعة، النقل، الفلاحة...الخ).

❖ **نيو اينارجي ألجيريا "نيال"**(New Energy Algeria): وهي الشركة الوطنية سونلغاز وسوناطراك تساهم فيها بمقدار(45%) لكل واحدة منها وشركة SIM (سيم) (10%) من الأسهم، تم انشاؤها سنة 2002 ، وتتلخص مهامها في :

---

[1] Guide des Energies Renouvelables, Ministre de l'énergie et des mines Algérie, Edition 2007 ,p ;31 ;32

– تعيين وانجاز المشاريع المرتبطة بالطاقات الجديدة والمتجددة، والتي تكون لديها: فائدة مشتركة بالنسبة للشركاء داخل الجزائر وخارجها؛ ومن أهم مشاريعها والتي شرعت في تنفيذها خلال 2005.

– مشروع(150 ميغاواط) تهجين شمسي– غاز في حاسي الرمل، يمثل الجزء الشمسي فيه(30 %).

– مشروع انجاز حظيرة هوائية بطاقة (10 ميغاواط) في منطقة تندوف.

– استعمال الطاقة الشمسية في الانارة الريفية في تمنراست ومنطقة الجنوب الغربي.

❖ **وحدة البحث التطبيقي في الطاقات المتجددة**(URAER): انشئت سنة 1999بغرداية، تابعة لمركز تنمية الطاقات المتجددة مهمتها التعاون مع الجامعات والمراكز البحثية الاخرى من خلال البحث والتدريب في مجال الطاقات المتجددة.

❖ **وحدة البحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي بأدرار**(URERMS): هي مؤسسة ذات طابع علمي تختص في البحث في الطاقات المتجددة و تطويرها أنشئت هذه الوحدة بناءًا على قرار وزاري رقم 76 الصادر بتاريخ 22 ماي 2004 وهي تابعة لمركز تطوير الطاقات المتجددة ببوزريعة تدخل نشاطات التي تقوم بها ضمن البرنامج الوطني للبحث العلمي في الطاقات المتجددة المسطر من طرف الدولة، ومن بين الأهداف المسطرة من طرف الوحدة هي :

✓ الشروع في نشاطات البحث والتجريب لترقية وتطوير الطاقات المتجددة في المناطق الصحراوية وذلك من خلال:

*جمع واستغلال ومعالجة وتحليل المعطيات الضرورية من أجل تقييم دقيق لمكمن الطاقة الشمسية وطاقة الرياح و الكتل الحيوية في المناطق الصحراوية.

*القيام بأعمال علمية وتكنولوجية حول ماهية وتطوير الآلات والتجهيزات التي تتكيف مع الطاقة الشمسية و الكتل الحيوية.

* اجراء الدراسات حول تركيب أنظمة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

* الشروع في أعمال تجريبية كملاحظة واستغلال وقياس فاعلية أجهزة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

* القيام بأعمال من أجل إعطاء قيمة للتحويل الحراري من أجل غايات طاقوية بيئية وزراعية.

✓ هذا من جهة ومن جهة أخرى من بين أهداف التي شرعت الوحدة القيام بها هو تعزيز وتقوية نشاطات أخرى بالنسبة للكتلة الحيوية وطاقة الرياح التي تزخر بها منطقة ادرار كما يتعلق الأمر كذلك بإعطاء قيمة لنتائج البحث التي وصلت لمرحلة متقدمة عبر التكامل و تدعيم البرامج المكفولة من طرف مؤسسات بحث أخرى كCDER ,EPST,URAER:

تتكون الوحدة من مقاطعتين:

1– مقاطعة التحويلات الكهروضوئية :هدف هذه المقاطعة هو الدراسة والتحكم وتطوير التقنيات والأنظمة الضرورية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة قابلة للاستعمال وتتكفل بـ :

– جمع واستغلال ومعالجة المعطيات المناخية الضرورية لتقييم المكمن الشمسي.

– تصميم وانجاز أجهزة الضبط والتحكم كدا التحويل الخاص بالأنظمة والتطبيقات الكهروضوئية.

– التصميم و الدراسة وانجاز مختلف الأنظمة الكهروضوئية الخاصة بضخ المياه.

– القيام بدراسات مغلقة بتأهيل مواقع إنشاء وتركيب تجهيزات استغلال الطاقة الشمسية.

تنقسم هذه المقاطعة الى خمس فرق وهي كالتالي :

أ– فرقة المكمن الشمسي :هذه الفرقة مكلفة بجمع واستغلال ومعالجة المعطيات المناخية الضرورية في تقييم المكمن الشمسي وهي تباشر في الأعمال التالية :

–خلق بنك للمعلومات الخاصة بالمكمن الشمسي.

–المشاركة في أعداد الأطلس الشمسي وطاقة الرياح بالجزائر.

–دراسة تحليلية عميقة للإشعاع الشمسي.

–تأهيل الموقع.

هذا النشاط يسمح بجمع حيوي من أجل تحديد جيد لأبعاد الأنظمة التحويلات (الكهروضوئية)

ب– فرقة الضخ الكهروضوئي :هذه الفرقة تقوم بدراسات تطوير وإنجاز أنظمة الضخ باستعمال تقنيات السقي المحلي وتحسين الخصائص الطاقوية لأنظمة الضخ الشمسي، هذه الأجهزة تستعمل أيضا في تدعيم تدفق مياه الفقرات وتغذية مياه السقي .

ج– فرقة التبريد الكهروضوئي :هذه الفرقة تقوم بأعمال ودراسات و أبحاث لإدماج أنظمة التبريد الكهروضوئية في المناطق الصحراوية؛ وانجاز واختيار تجهيزات التبريد منها على سبيل المثال :حافظ الأدوية الصيدلانية، اللقاحات والمضادات الحيوية...الخ.

د– فرقة الكترونيات الأنظمة :هذه الفرقة مكلفة بدراسة وتطوير وانجاز أنظمة الضبط والتحكم لأنظمة التكييف الطاقة الكهروضوئية؛ وتدرس بالمقابل مشاكل تكييف العناصر الأساسية في النظام الكهروضوئي. وتطوير أجهزة التحكم والمراقبة وتحسين التحويلات الطاقوية للأنظمة الكهروضوئية، تنجز كذلك اختبارات على مدى فاعلية الأجهزة الشمسية (كالألواح الشمسية والمولدات الكهربائية).

هـ– فرقة إنشاء الطاقة: هذه الفرقة مكلفة بدراسة ومتابعة التجارب المنجزة على الأنظمة الكهروضوئية ويتعلق الأمر بالإنشاءات المركبة لإنتاج الطاقة الكهربائية لتغذية مختلف الأجهزة الكهربائية بتيار مستمر ومتناوب العديد من التركيبات هي محل الدراسة، كإنتاج الكهرباء ،الاتصالات السلكية واللاسلكية .

2– مقاطعة التحويلات الحرارية والكهروحرارية: هذه المقاطعة تضم نشاطات بحث حول التحويلات و الكتل الحيوية.

➢ في مجال التحويلات الحرارية من بين مهامها نجد الدراسة، التطوير وتجريب أنظمة تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية تستعمل في مجالات مختلفة كالتطبيقات الحرارية، الميكانيكية أو الكهربائية. الأبحاث العلمية والتكنولوجية متوجهة نحو تصميم وإنجاز النماذج وتجهيزات الطاقة الشمسية الحرارية المتأقلمة مع الظروف المناخية بالمنطقة الصحراوية.

➢ أما في مجال الكتل الحيوية فمهمتها هي دراسة و تقدير مكامن الكتل الحيوية على المستوى الجهوي وكذا استغلال وتثمين النفايات العضوية لأغراض طاقوية، بيئية و زراعية.

المشاريع المسجلة في برنامجها البحثي تتجه نحو التطبيقات التي لها أثر مباشر على التنمية الاجتماعية و الاقتصادية للمناطق الصحراوية المعزولة وتتمثل في ما يلي:

✓ التقطير الشمسي الذي يساهم في التزويد بالمياه الصالحة للشرب.

✓ التسخين الشمسي الذي يساهم في توفير المياه الدافئة الصحية.

✓ التجفيف الشمسي الذي يساهم في التخفيف من ضياع المحاصيل بعد الجني وذلك بحفظ المنتوجات الزراعية و كذا النباتات الطبية و العطرية.

✓ تسخين البيوت البلاستيكية الفلاحية لزيادة المنتوج الزراعي.

✓ تقدير مكامن الكتل الحيوية.

✓ تثمين النفايات العضوية لأغراض طاقوية، زراعية وبيئية بواسطة إنتاج الكحول الحيوي والغاز الحيوي.

تتكون مقاطعة التحويلات الحرارية من أربع فرق بحث :

1- فرقة التحويلات الحيوية : هذه الفرقة تقوم بالدراسات و الأبحاث في مجال المكامن الحيوية على مستوى منطقة أدرار، تتمثل هذه الأبحاث في:

✓ دراسة التنوع البيولوجي لنخيل التمر؛

✓ إنتاج البيوتانول كوقود حيوي من مخلفات التمور؛

✓ تثمين النفايات الصلبة (نفايات المنازل الملقاة في النفايات العمومية كذا ترسبات محطة معالجة مياه الصرف) وهذا بهدف إنتاج الغاز الحيوي؛

✓ إنتاج الهيدروجين الحيوي بواسطة استغلال العوالق المجهرية والتي لازالت غير مستغلة.

✓ إن معرفة هذا الكم من الكتل الحيوية يمكننا من تطوير البرامج لاستغلال وتثمين هذه الثروة في مجال إنتاج الطاقة المتجددة حفاظا على البيئة وتطوير الفلاحة.

2- فرقة التقطير الشمسي:هذه الفرقة مهمتها الأساسية هي دراسة وتطوير نماذج جديدة لمقطرات شمسية بغية تحسين الإنتاج اليومي من الماء المقطر، على مستوى هذا الفرقة عدة مشاريع بحث تم إطلاقها منها: المقطر الشمسي ذو الميل المزدوج، المقطر الشمسي ذو الميل المزدوج الشلال، المقطر الشمسي ذو الميل المزدوج مع لاقط شمسي، المقطر الشمسي بصفيحة مائية مغمورة، المقطر

الشمسي مع مبرد، المقطر الشمسي بالشريط الشعيري، المقطر الشمسي المزدوج (بسيط + بالشريط الشعيري)، المقطر المتعدد الطوابق مع مركز شمسي اسطواني.

3- فرقة التجفيف الشمسي :هذه الفرقة مكلف بالبحث وتطوير تقنيات التجفيف الشمسي في الوسط الصحراوي بما فيها:

تطوير وإنتاج مجففات شمسية مباشرة و غير مباشرة، نشطة وخاملة بمواد محلية وبأقل تكلفة ممكنة كما أنها تقوم بدراسة وتحسين شروط التجفيف والعمل على حفظ وتخزين المواد الفلاحية المنتجة محليا كالطماطم والذرة الصفراء ونباتات الحنة والتبغ وبعض الأعشاب الطبية لمدة زمنية أطول دون فقدان مكوناتها الأساسية.

4- فرقة التسخين الشمسي: هذه الفرقة تطور المواضيع حول التسخين الشمسي للماء وتدفئة البيوت البلاستكية والتدفئة المنزلية بالطاقة الشمسية.

❖ **وكالة ترقية وعقلنة استعمال الطاقة** (APRUE) انشئت في 1987 ، يتمثل دورها الرئيسي في التنسيق ومتابعة اجراءات سياسة التحكم في الطاقة وفي ترقية الطاقات المتجددة وتنفيذ البرامج التي تم الاتفاق عليها في هذا الاطار مع مختلف القطاعات(الصناعة، البناء، النقل، الفلاحة،...الخ).

❖ **مركز البحث وتطوير الكهرباء والغاز** (CREDEG): أنشأ في 1 جانفي 2005 وهو فرع من مجمع سونلغاز في انجاز وصيانة التجهيزات الشمسية والتي تم انجازها في اطار البرنامج الوطني للإنارة الريفية. ومن مهامه: [1]

- ✓ إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء،
- ✓ نقل وتوزيع الغاز بواسطة خطوط الأنابيب،
- ✓ تعزيز تكنولوجيا الطاقات الجديدة والمتجددة،
- ✓ تأهيل المواد والمعدات الكهرباء والغاز.
- ✓ ويسعى الى التحسين المستمر للأداء الفني للمنشآت من خلال تطوير حلول مبتكرة للمشاكل الفنية الكامنة في تطوير أنشطة سونلغاز.

❖ **المحافظة السامية لتنمية السهوب** (HCDS): أنشأت سنة 1982 ، تقوم بإنجاز برامج هامة في ميدان ضخ الماء والتزويد بالكهرباء عن طريق الطاقة الشمسية لفائدة المناطق السهوبية. تهدف الى:

- ✓ المساعدة في تحسين كفاءة الطاقة وتخفيض كثافتها
- ✓ خفض تكلفة المواد الأولية لأجهزة استخدام الطاقة الشمسية.
- ✓ الحد من الاستعمالات الضيقة حيث النظم والطرق الطاقوية بصفة إجمالية ليست بصفة كلية متجددة.

---

[1] http://www.credeg.dz/?page=article&id=97

✓ التغيرات الاقتصادية الأساسية إلى جانب الإنتقالات التنموية حيث الدخل الوطني الإجمالي للفرد ليس مساوياً للتنمية الطاقوية[1].

ومن اجل إنجاح سياسة المحافظة السامية فان الدولة ترصد لها كل الاهتمام والدعم بغية الوصول إلى مواصفات أنظمة انجاز الطاقة الشمسية تكون مطابقة لواقعنا المعاش وتتناسب مع احتياجاتنا وذلك بمشاركة المهندسين والخبراء والتقنيين الوطنيين المتخصصين في هذا المجال، والهدف من هذا كله هو إيجاد كيفية لتنمية التكنولوجيا الطاقوية مع خفض التكاليف والاستعمال العقلاني والحقيقي ضف إلى ذلك تحسين الإدارة والكفاءة وعليه فان المحافظة الاسمية رسمت أهدافا لخطتها وتسعى جاهدة لتحقيقها وذلك بواسطة مراكزها المختلفة.

المطلب الثاني: تطور الإطار التشريعي والقانوني لقطاع الطاقة في الجزائر

استلزمت الإصلاحات التي باشرت بها الدولة اللجوء إلى تغيير الأطر القانونية والتشريعية على الصعيد الاقتصادي الشامل وكذا على الصعيد القطاعي، فيما يخص قطاع الطاقة فقد تم ما يلي: [1]

الفترة ما بين 1962إلى 1971: ورثت الجزائر غداة استقلالها، وضعية صعبة ناجمة عن (اتفاقيات ايفيان) مارس 1962وغيرها من الاتفاقيات المتممة لها، التي لم تسمح لها بالقيام بدورها كما ينبغي، كما تميزت هذه المرحلة بجملة من النزاعات مع الشركات الفرنسية العاملة بالجزائر، ما أدى إلى إنشاء الشركة الجزائرية لنقل وتسويق المحروقات(سوناطراك) طبقا للمرسوم 491/63الصادر بتاريخ، 13-12-1963 ثم جاءت الاتفاقيات الجزائرية-الفرنسية لـ 07-1965بجملة من التعديلات استجابة لانشغالات الدولة الجزائرية، وتوجت هذه الاتفاقيات بإنشاء شراكة تعاونية (ASCOOP)جزائرية-فرنسية تتمثل مهمتها في انجاز أعمال البحث والتنقيب عن المحروقات لصالح الدولتين بقاعدة(50%) لكل طرف.

لقد كان الهدف المرجو من إنشاء هذه الشراكة هو زيادة الإنتاج الجزائري ليصل إلى(100مليون طن سنويا)، وما يتبع ذلك من تحسن للإيرادات الضريبية للدولة الجزائرية.

إلا أن عمل هذه الشراكة لم يكن في مستوى الآمال التي علقت عليه، بسبب عدم جدية الشركات الفرنسية في ميدان الاستكشاف، إضافة إلى عودة النزاعات واللجوء إلى التحكيم الدولي الذي كان دائما في صالح الشركات الفرنسية، ما أدى بالجزائر إلى رفض اللجوء إلى التحكيم الدولي.

تأميم المحروقات: نتيجة لفشل المفاوضات الجزائرية الفرنسية، قررت الدولة الجزائرية بموجب القرار الصادر في 24 فيفري 1971 أميم مصالح الشركات الفرنسية العاملة في ميدان المحروقات لتحصل بموجب هذا القرار على:

✓ 100%فيما يخص استغلال المحروقات الغازية.

---

[1] Centre de développement des energies renouvelables, op.cit.

[1]وزارة الطاقة والمناجم، حوصلة قطاع الطاقة والمناجم 2000-2005 ص، 6

- ✓ 100%فيما يخص أنابيب النقل.
- ✓ 51%فيما يخص استغلال المحروقات السائلة.

الفترة ما بين 1971إلى 1986: تميزت هذه المرحلة بأحداث هامة نذكر منها.

- النظام التشريعي المقرر بموجب الأمر22/71المؤرخ في 12-04-1971من جملة ما جاء فيه:
- يمكن للشركات الأجنبية المساهمة في إطار الشراكة مع المؤسسة الوطنية سوناطراك.
- طابع هذه الشراكة يأخذ أحد الشكلين : شركة مساهمة أو شركة تجارية، وفي كلتا الحالتين لا تقل نسبة مساهمة سوناطراك عن 51%.
- تضطلع مؤسسة سوناطراك بدور المتعامل مع إمكانية التخلي عن هذا الدور للشريك الأجنبي في مرحلة الاستكشاف.
- يقسم إنتاج المحروقات السائلة في الميدان (الحقول) ويعتبر كل طرف مسؤول عن دفع تكاليف النقل، دفع الإتاوات وكذلك الضرائب المباشرة على البترول.
- يجب على الشركات الأجنبية إعادة استثمار جزء من أرباحها في عمليات المحافظة على الاحتياطات وكذاك تجديدها.
- عدم اللجوء إلى التحكيم الدولي في حالة نشوب نزاعات بين الدولة الجزائرية أو ممثلها (سوناطراك) والشريك الأجنبي، والاكتفاء بالمحاكم الجزائرية.
- تأتي بعد ذلك فترة فراغ تشريعي بعد إلغاء الدولة لكل النصوص التشريعية السابقة بالأمر 29/73 الصادر في-1973 07-06
- النظام التشريعي المقرر بموجب القانون 14/86بعد الأزمة الاقتصادية التي مرت بها الجزائر جراء تدهور أسعار البترول (المورد الأساسي للعملة الصعبة)، بالإضافة إلى شساعة المجال المنجمي الجزائري وما يتطلبه من استثمارات ضخمة، ارتأت الدولة السماح للشركات الأجنبية بالمشاركة في مجهودات البحث والتنقيب في إطار الشراكة، وهذا بإصدار قانون 14/86المؤرخ في -08-1986 19والذي نلخص مواده في:

المادة21:تحقيقا للاشتراك في ممارسة أعمال التنقيب والبحث عن المحروقات السائلة واستغلالها، يبرم مقدما، عقد بين المؤسسة الوطنية والشخص المعنوي الأجنبي يحدد القواعد التي يخضع لها الاشتراك، لا سيما المساهمة في الأعباء والأخطار والنتائج.

بروتوكول بين الدولة والشخص المعنوي الأجنبي يحدد إطار مباشرة الأعمال المزمع القيام بها بالاشتراك مع المؤسسة الوطنية.

المادة 22:يمكن أن يأخذ انتفاع الشخص الأجنبي شكلاً من الأشكال التالية.

- حصول الشريك الأجنبي في الميدان على جزء من إنتاج الحقل، يطابق نسبة مساهمته.
- حصول الشريك الأجنبي على حصة من إنتاج الحقل المكتشف تعويضا لمصاريفه وأجره المحدد في العقد.
- دفع مبلغ للشريك الأجنبي، في حالة اكتشاف حقل قابل للاستغلال التجاري تعويضا لمصاريفه وأجره.

المادة 23:في حال اكتشاف حقل غازي قابل للاستغلال التجاري، ترد له المصاريف التي أنفقها على اكتشاف هذا الحقل ويستفيد عند الاقتضاء من علاوة وفقاً للكيفيات المتفق عليها في العقد.

المادة 24:يمكن أن يكتسي الاشتراك أحد الشكلين التاليين.

- إما اشتراك بالمساهمة لا يتسم بالشخصية المعنوية.
- إما شركة تجارية بالسهم تخضع للقانون الجزائري ويكون مقرها بالجزائر، ويجب ألا تقل نسبة إنتاج الشركة الوطنية عن(51%) مهما يكن الشكل المعتمد.

النظام التشريعي المقرر بموجب الامر21/91: مع نهاية الثمانينات شهدت الساحة الدولية انفتاحًا كبيرًا للدول المنتجة للبترول ومن بينها الجمهورية السوفياتية المستقلة حديثا، فنزويلا، نيجيريا، اندونيسيا وإيران على الشركات البترولية العالمية، وإضافة إلى هذا شهدت السوق الدولية تراجعا في الاستثمار في مجال المحروقات، هذه الوضعية حتمت على الجزائر الدخول في إطار تنافسي، هذا الإطار هو المتوخى من عملية تعديل القانون الخاص بالمحروقات، وهو ما جاء به الأمر21/91المؤرخ في، 04-12-1991المعدل والمتمم للقانون14/86ومن أهم ما جاء فيه:

✓ اعتبار المحروقات الغازية داخلة ضمن مجال تطبيق القانون 21/91بخلاف القانون 14/86المقتصر على المحروقات السائلة، حيث تم إلغاء المادة 23من القانون 14/86بموجب المادة 13من القانون21/91.

✓ إمكانية إشراك الأجانب في انجاز واستغلال قنوات نقل المحروقات لحساب المؤسسة الوطنية، وهذا في المادة 04المعدلة والمتممة للمادة 17من القانون14/86

✓ بالإضافة إلى تعديل بعض المواد الأخرى من أجل تشجيع الشركات الأجنبية التي تمتلك المال والتكنولوجيا على التنقيب والاستكشاف في قطاع المحروقات السائلة والغازية.

تميزت بداية الألفية الجديدة بإجراء إصلاحات هيكلية ضرورية تعزز انفتاح الاقتصاد الجزائري على العالم، ولا سيما في قطاع الطاقة مما جعل من تغيير النظام التشريعي والقانوني أمرا لابد منه في اتجاه التكيف التدريجي مع الاقتصاد العالمي.

القانون رقم 02-01 الخاص بالكهرباء وتوزيع الغاز بواسطة القنوات: [1] جاء هذا القانون المؤرخ في 22 ذي القعدة عام 1422 الموافق لـ 05 فبراير-2002 بغرض فتح سوقي الكهرباء والغاز للمنافسة ومما جاء فيه نذكر: [2]

✓ تحديد القواعد المطبقة على النشاطات المتعلقة بإنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها وتسويقها ونقل الغاز وتوزيعه وتسويقه بواسطة القنوات.

✓ إنشاء صندوق للكهرباء والغاز، يكلف بمعادلة التعريفات والتكاليف المرتبطة بفترة الانتقال إلى النظام التنافسي.

---

[1] مجمع النصوص التشريعية والتنظيمية ، لجنة ضبط الكهرباء والغاز، وزارة الطاقة والمناجم،ص،8

[2] الجريدة الرّسميّة للجمهوريّة الجزائريّة العدد 08، 23 ذو القعدة عام 1422هـ الموافق لـ06فبراير سنة2002، ص،4

- ✓ إعداد برامج تقديرية عشرية (لمدة عشر سنوات) لتطور واحتياجات السوق الوطنية للكهرباء والغاز.
- ✓ فتح نشاطات إنتاج الكهرباء وتوزيع الغاز على المنافسة.
- ✓ تحديد إجراءات منح الامتيازات في ميدان الكهرباء و الغاز وآليات تصدير واستيراد الكهرباء.
- ✓ إحداث لجنة ضبط الكهرباء والغاز.

النظام التشريعي المقرر بموجب القانون رقم 05-07الخاص بالمحروقات:[1] وهو القانون المؤرخ في 19 ربيع الاول عام 1426 الموافق لـ 28 افريل2005 الذي جاء تحفيزا للشركات الأجنبية العاملة في قطاع المحروقات ومن بين النقاط الواردة فيه نذكر[2]

- إعداد أسعار بيع المنتجات البترولية والغاز الطبيعي على نحو يشجع استهلاك المنتجات البترولية قليلة التلويث وتفضيلها على أنواع أخرى من الطاقة الاحفورية.
- إنشاء وكالتين وطنيتين مستقلتين تدعيان وكالتي المحروقات: وكالة وطنية لمراقبة النشاطات وضبطها في مجال المحروقات، وتدعى "سلطة ضبط المحروقات"، وكالة وطنية لتثمين موارد المحروقات وتدعى "النفط."
- تحديد سعر مرجعي للغاز، والسهر على ضمان تموين السوق الوطنية من قبل المتعاقدين.
- منح امتياز النقل عبر الأنابيب.
- تحديد إجراءات ممارسة نشاطات تكرير المحروقات وتحويله.
- تحديد إجراءات ممارسة نشاطات النقل بواسطة الأنابيب، وتخزين المنتجات البترولية وتوزيعها.
- تحديد النظام الجبائي المطبق على نشاطات البحث و استغلال المحروقات.

الأمر رقم 06-10المؤرخ في03 رجب عام 1427 الموافق لـ29 يوليو2006 المعدّل والمتمم للقانون 05-07 المؤرخ في 19 ربيع الاول عام 1426 الموافق لـ28 افريل سنة 2005 المتعلق بالمحروقات.[3]

يهدف هذا الأمر لتعديل وتتميم بعض أحكام القانون 05-07، التي تمس المواد التالية:5 و9 12 و20 و32 و34 و44 و46 و52 و53 و58 و68 و69 و70 و75 و77 و88 و91.[4]

أهم التعديلات يمكن أن نلخصها في:

- ✓ عقود البحث والاستغلال تحتوي إجباريا على شرط مشاركة المؤسسة الوطنية سوناطراك، في كلتا الحالتين نسبة المشاركة لسوناطراك تكون على الأقل (51%).
- ✓ نشاطات التكرير تجرى من طرف سوناطراك وحدها أو بالشراكة، مع نسبة لا تقل عن(51%) لسوناطراك.

---

[1] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 50، الصادرة بتاريخ 2005/07/19،ص،5؛7

[2] الجريدة الرّسميّة للجمهوريّة الجزائريّة /العدد14، 11ربيع الثاني عام 1434هـ الموافق لـ 24فبراير 2013، ص،222

[3] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 48، الصادرة بتاريخ 2006/07/30.ص،6؛10

[4] الجريدة الرّسميّة للجمهوريّة الجزائريّة، العدد48، 4 رجب 1427 الموافق لـ 30 يوليو سنة 2006، ص،4

✓ فرض رسوم على الأرباح غير الاعتيادية المحققة من قبل الشركاء الأجانب، في حال تجاوز المتوسط الشهري لبرميل النفط الخام (البرنت) مستوى (30دولار للبرميل).

✓ نلاحظ أنه في كل القوانين المتعاقبة كانت نسبة مشاركة المؤسسة الوطنية سوناطراك لا تقل عن(51%) هي قضية سيادة وطنية تؤكد سيطرة الدولة على قطاع المحروقات وتحكمها فيه، كما أن تعديل الرئيس السابق "عبد العزيز بوتفليقة" للقانون05-07 كان بغرض الحفاظ على الثروات الوطنية وحقوق الأجيال القادمة منها.

✓ وعياً منها بالأهمية المتزايدة للطاقات المتجددة وللنجاعة الطاقوية، أدمجت الجزائر تطويرها في سياستها الطاقوية من خلال اعتماد إطار قانوني مشجع لترقيتها ولإنجاز البنى التحتية المرتبطة بها.

أولا: الإطار القانوني: تنمية الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية مؤطرة بمجموعة من النصوص التشريعية: [1]،[2]

القانون رقم 09-99الصادر في 28جويلية 1999المتعلق بالتحكم في الطاقة[3]: يرسم هذا القانون المصادق عليه في 1999، الاطار العام للسياسة الوطنية في ميدان التحكم في الطاقة و يحدد الوسائل التي تؤدي الى ذلك، لهذا الغرض تم اعتبار ترقية الطاقات المتجددة احدى ادوات التحكم في الطاقة المتجددة من خلال اقتصاديات الطاقة المتفق عليها و التي تسمح بإنجازها تنص المادة 33 من هذا القانون على امكانية منح فوائد جبائيه فيما يتعلق بحقوق الجمارك للمشاريع التي تعمل على ترقية الطاقات المتجددة.

وتم انشاء في اطار هذا القانون الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة (FNME) ،حيث يقوم بتمويل مشاريع التحكم في الطاقة هناك مشاريع متوقعة في هذا الصدد والتي سيتم تمويلها في اطار المخطط الوطني للتحكم في الطاقة (PNME) 2006-2010 ويتعلق الامر بمشاريع تمس القطاع السكني و القطاع الثالث فبالنسبة الى القطاع الثالث يتمثل المشروع بوضع(400سخان ماء شمسي) لإنتاج الماء الساخن الصحي، اما بالنسبة الى القطاع السكني فيتعلق الامر بـ(20عملية) لوضع تجهيزات شمسية من اجل انتاج الماء الساخن الصحي والمدفئات سيسمح هذا البرنامج في جانبه الخاص بالطاقات المتجددة باقتصاد (6 جيغاواط ساعي) من اجل استثمار(90 مليون دينار).

القانون رقم 11-02 الصادر في 05 فيفري 2002المتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز عن طريق القنوات[4]: ان قانون الكهرباء والتوزيع العمومي للغاز الذي يحرر هذا القطاع وضع اجراءات من اجل ترقية انتاج الكهرباء انطلاقا من الطاقات المتجددة وكذا ادماجها في الشبكة وفي اطار تطبيق هذا القانون تم الاعلان مؤخرا عن المرسوم المتعلق بتكاليف التنويع حيث ينص على

---

[1] Guide des Energies Renouvelables2007, op,cit ;p ;23

[2] برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، وزارة الطاقة، جانفي 2016

[3] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، القانون99-9 المتعلق بالتحكم بالطاقة، العدد51،المؤرخ في28يوليو1999.

[4] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، القانون02-01المتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز عن طريق القنوات، العدد8، المؤرخ في05 فبراير2002.

منح تعريفات تفاضلية على الكهرباء المنتجة انطلاقا من الطاقات المتجددة والتكفل من طرف مسير شبكة نقل الكهرباء وتوزيعها على حسابه الخاص بإيصال التجهيزات الخاصة بها، يمكن للمنحة المقدمة ان تصل الى غاية (300)من التعريفة العادية.

ينص المرسوم المتعلق بتكاليف التنويع الذي تم الاعلان عنه في اطار هذا القانون على انه بالنسبة الى الكهرباء التي يتم انتاجها انطلاقا من تجهيزات تستعمل الطاقة الشمسية الحرارية باستعمال انظمة مختلطة شمسية غازية فان المنحة تصل الى (200) من السعر في الكيلوواط ساعي من الكهرباء الدي يحدده المتعامل في السوق والمشار اليه في نفس القانون، وهذا عندما يمثل الاسهام الادنى للطاقة الشمسية (25) من مجموع الطاقات البدائية .

بخصوص اسهامات الطاقة المتجددة الاقل من (25) فان المنحة المشار اليها اعلاه تقدم حسب الشروط الاتية :

- بإسهام شمسي من 20 الى 25 تقدر المنحة بـ 180
- بإسهام شمسي من 15 الى 20 تقدر المنحة بـ 160
- بإسهام شمسي من 10 الى 15 تقدر المنحة بـ 140
- بإسهام شمسي من 5 الى 10 تقدر المنحة بـ 100
- بإسهام شمسي من 0 الى 5 ليس هناك منحة.

القانون رقم 09-04 الصادر في 14أوت 2004 المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة [1]:

ينص هذا القانون على صياغة برنامج وطني لترقية الطاقات المتجددة كما ينص ايضا على التشجيع والدفع الى تطوير الطاقات المتجددة و انشاء مرصد وطني للطاقات المتجددة يعود عليه ترقية الطاقات المتجددة وتطويرها.

وقد تم تعزيز التنظيم عن طريق نشر ما يلي:

✓ المرسوم التنفيذي رقم 423-11الصادر في 08 ديسمبر2011المحدد لطرق تسيير حساب التخصيص الخاص رقم 302-131المسمى "الصندوق الوطني للطاقات المتجددة والتوليد المشترك"؛

✓ القرار ما بين الوزارات الصادر في 28أكتوبر 2012المحدد لقائمة المداخيل والمصاريف المقتطعة من الصندوق الوطني للطاقات المتجددة؛

✓ المرسوم التنفيذي رقم13-218المحدد لشروط منح العلاوات برسم تكاليف تنويع إنتاج الكهرباء؛

✓ المرسوم التنفيذي رقم 424-13الصادر في 18ديسمبر 2013المعدّل والمكمّل للمرسوم التنفيذي رقم -05 495الصادر في 26ديسمبر 2005المتعلق بالتدقيق الطاقوي للمؤسسات ذات الاستهلاك الكبير للطاقة؛

[1] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية ،القانون04-09المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في اطار التنمية المستدامة ،العدد52،المؤرخ في14 اوت2004.

✓ القرار ما بين الوزارات الصادر في 19جوان 2014المعدل والمتمم للقرار ما بين الوزارات الصادر في 29سبتمبر 2010المتضمن اعتماد مكاتب التدقيق ومكاتب الخبراء؛

✓ القرار ما بين الوزارات الصادر في 02 فيفري 2014 المحدد لأسعار الشراء المضمونة لإنتاج الطاقة اعتمادا على التجهيزات التي تستعمل الخلايا الشمسية وشروط تطبيقها؛

وإضافة إلى ذلك، فإن القانون رقم 11-11الصادر في 18جويلية 2011المتضمن قانون المالية التكميلي2011 نوه بمستوى المداخيل الضريبية البترولية الذي يموّل الصندوق الوطني للطاقات المتجددة وتوسيع حقل تطبيقها على منشآت التوليد المشترك، ويتم تمويله عن طريق احتساب (0.5%) من الجباية البترولية (قانون المالية التكميلي 2009).

ثانيا: الإجراءات التحفيزية والجبائية: للاستجابة بشكل أفضل لأولويات العمليات الواردة في برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، ولتشجيع مبادرات الخواص والشركات، تم إجراء تعديلات تشريعية وتنظيمية. ويتعلق الأمر بالتأكد من أن المستعملين والمتدخلين ومختلف المستثمرين يستفيدون من إطار تشريعي وتنظيمي يسمح بالاستجابة بفعالية على التحديات المعترضة في مجال الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية.

وعلاوة 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.

هناك إجراءات للتحفيز والتشجيع ينص عليها القانون المتعلق بالتحكم في الطاقة (امتيازات مالية، جبائيه وجمركية) بالنسبة للعمليات والمشاريع التي تساهم في تحسين النجاعة الطاقوية وترقية الطاقات المتجددة.

إنشاء الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة ليساهم في تمويل المشاريع، إن الغاية من هذه الإجراءات هو تشجيع المنتجات المحلية وتوفير شروط مربحة، خاصة الجبائية، للمستثمرين الراغبين في الانخراط في مختلف فروع الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية.

ولتشجيع ودعم الصناعات في إنجاز هذا البرنامج، فإنه من المتوقع تخفيض الحقوق الجمركية والرسم على القيمة المضافة عند الاستيراد بالنسبة للمكونات والمواد الأولية والمنتجات نصف المصنعة المستعملة في صناعة الأجهزة في الجزائر في مجال الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية.[1]

ثالثا: الإجراءات التنظيمية: إن السياسة النشيطة للجزائر في إنجاز برنامج تنمية الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، ستتم 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.[2]

---

[1] برنامج الطاقات المتجددة والفاعلية الطاقوية، أعدت هذه الوثيقة من قبل وزارة الطاقة والمناجم، وطباعة صات انفو، شركة سونلغاز ،مارس 2011، ص؛ 28.

[2] نفس المرجع ، ص، 29.

أصدرت الجزائر القانون رقم 1425 لعام 2004 والخاص بترويج نشر استخدامات الطاقة المتجددة، والذي يحدد تعريفة شراء الطاقة المنتجة من المستثمر تختلف باختلاف التكنولوجيا المستخدمة في إنتاج الطاقة ونسبة مساهمة المصادر المتجددة للمكون الحراري إذا كانت التطبيقات هجين "Hybrid"، ويمكن إيجاز أهم ما ورد في هذا الشأن فيما يلي:

❖ **الطاقة الكهربائية المنتجة من نظم مزدوجة (شمسية/حرارية)**

✓ زيادة تعريفة الكيلوواط ساعة المنتج بنسبة 200% عن نظيرها الأحفوري، بشرط ألا تقل مساهمة المكون الشمسي عن 25% من إجمالي الطاقة المنتجة.

✓ زيادة تعريفة الكيلوواط ساعة المنتج بنسبة 180% عن نظيرها الأحفوري، إذا تراوحت مساهمة المكون الشمسي من 20% إلي 25% من إجمالي الطاقة المنتجة.

✓ زيادة تعريفة الكيلوواط ساعة المنتج بنسبة 160% عن نظيرها الأحفوري، إذا تراوحت مساهمة المكون الشمسي من 15% إلي 20% من إجمالي الطاقة المنتجة.

✓ زيادة تعريفة الكيلوواط ساعة المنتج بنسبة 140% عن نظيرها الأحفوري، إذا تراوحت مساهمة المكون الشمسي من 10% إلي 15% من إجمالي الطاقة المنتجة.

✓ زيادة تعريفة الكيلوواط ساعة المنتج بنسبة 100% عن نظيرها الأحفوري، إذا تراوحت مساهمة المكون الشمسي من 5% إلي 10% من إجمالي الطاقة المنتجة.

❖ **الطاقة الكهربائية المنتجة من الخلايا الشمسية (الطاقة الشمسية المباشرة)**

❖ زيادة تعريفة الكيلوواط ساعة المنتج بنسبة 300% عن نظيرها الأحفوري.

رابعاً: الإجراءات التمويلية: بغرض تمويل مشاريع استراتيجية تطوير الطاقات المتجددة في الجزائر وضعت عدة إجراءات تمويلية تهدف إلى تشجيع إنتاج الطاقات المتجددة من خلال توفير الظروف الملائمة للاستثمار في جميع فروع مجال الطاقات المتجددة، وهي كما يلي:

1- إنشاء صندوق وطني للطاقات المتجددة طبقا لما نص عليه مشروع قانون المالية 2010 من مهامه تمويل الطاقات المتجددة، كما تضمن قانون المالية الصادر في جويلية 2011 تخصيص نسبة (1%)من عوائد المحروقات من أجل دعم الصندوق.

2-يمكن لحاملي المشاريع في مجال الطاقة المتجددة الاستفادة من حوافز ومنافع جبائيه وجمركية ومالية كافية وأمن قانوني، وحرية الإستثمار وعدم اللجوء إلى التأميم، حرية انتقال رؤوس الأموال وأخيرا إقرار التحكيم الدولي.

3- منح امتيازات مالية وجمركية لتفعيل الأنشطة والمشاريع التي تتنافس في تحسين الفعالية الطاقوية وترقية الطاقات المتجددة.

4- تقديم إعانات لتغطية التكاليف الزائدة الناجمة عن نظام التسعيرة المطبق على الكهرباء.

5- إنشاء الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة من أجل تمويل هذه المشاريع ومنح قروض بدون فوائد وبدون ضمانات من طرف البنوك و المؤسسات المالية.

6- تخفيض الحقوق الجمركية و الرسم على القيمة المضافة عند الاستيراد بالنسبة للمكونات والمواد الأولية والمنتجات نصف المصنعة المستعملة في صناعة الأجهزة داخل الجزائر في مجال الطاقات المتجددة.

المطلب الثالث: سياسات الطاقة في الجزائر

لقد ارتبطت سياسات الطاقة في الجزائر منذ الاستقلال بقطاع المحروقات نظرا لتوفر موارده مقارنة ببقية المصادر الأخرى، وعموما كانت الأهداف العامة لسياسة الطاقة في المرحلة الأولى الممتدة منذ الاستقلال إلى مرحلة ما بعد التأميم مرتكزة على النقاط التالية:[1]

- ✓ التعجيل في استرداد مقومات السيادة الوطنية على الثروات الطبيعية واستثمارها استثماراً وطنياً مباشراً؛
- ✓ إنشاء وتطوير وتقوية صناعة بترولية وطنية تغطي كافة مجالات النشاط البترولي وجميع قطاعاته؛
- ✓ تامين الروابط بين صناعة المحروقات وسائر الصناعات والنشاطات المكملة أو المتفرعة عنها، عن طريق دمج القطاع النفطي ضمن الاقتصاد الوطني، وتوفير الشروط اللازمة لجعل صناعة المحروقات دعامة من أهم دعائم خطط التنمية؛
- ✓ قيام شركة سوناطراك بدور المنفذ للأعمال في كافة المراحل التي تسبق وتلي مرحلة الإنتاج؛
- ✓ زيادة المدخرات الوطنية في ميدان الثروات البترولية عن طريق زيادة وتوسيع نطاق عمليات التنقيب، وعمليات تطوير الحقول المكتشفة وتطوير الصادرات ضمن الظروف الأكثر ملائمة للجزائر من حيث ميزان المبادلات والمدفوعات وزيادة واردات الخزينة
- ✓ تأمين احتياجات الطاقة للسوق المحلية ضمن أفضل الشروط الممكنة من حيث التكلفة والضمان؛
- ✓ تكوين الإطارات الوطنية، عن طريق التعليم النظري إلى جانب التدريب العملي في الميدان؛
- ✓ التعاون إلى أبعد الحدود مع الدول الصديقة والشقيقة لدعم القوة التفاوضية للجزائر تنسيق الجهود اللازمة لتحقيق المصالح والأهداف المشتركة؛

إن الظروف الاقتصادية والسياسية التي ميزت فترة بداية الثمانينات أدت بالجزائر إلى مراجعة سياستها الطاقوية السابقة، وتبني سياسة طاقوية جديدة، هذه الأفكار كانت نتيجة سببين هامين هما:

- عدم التوازن الاقتصادي الذي ساد في السبعينات نتيجة تمركز الاستثمارات في عدد معين من القطاعات؛
- المتغيرات الطاقوية ومنها: ضعف الاحتياطات، تقلب السوق البترولية الدولية...الخ؛
- هذه الأسباب أدت بالضرورة إلى وضع سياسة طاقوية طويلة المدى، وتتضح هذه السياسة من خلال النقاط التالية:
- أهمية الدور الرئيسي لصادرات المحروقات (وهو النشاط المسيطر بصفة كلية على قطاع الطاقة) في تمويل مخططات التنمية؛

[1] هشام حريز، (مرجع سابق)،ص؛ 171،172

- الطبيعة الخطيرة لمستقبل الدولة في تحقيق نمو اقتصادي غير متوازن، نظرا للاعتماد على ديناميكية صادرات المحروقات وهي موارد غير متجددة؛
- ضمان أكثر صلابة للتنمية الوطنية تقتضي تعبئة شاملة للعمال، لتنمية القطاعات الأخرى، وإنشاء اقتصاد متنوع ومتكامل في نشاطاته، وبالتالي تبعية اقل في العلاقات مع الخارج؛
- ضرورة إثراء وتنويع الاحتياطات الطاقوية الحالية المسيطر عليها من قبل المحروقات بفضل تنمية والتحكم في مصادر أخرى للطاقة.

فيما يخص توجهات المخطط الطاقوي في المدى البعيد يجب التركيز على ما يلي[1]:

1- ضرورة وضع سياسة وطنية للطاقة في المدى البعيد تأخذ في الاعتبار المعطيات الجديدة الداخلية والخارجية والمتمثلة أساسا فيما يلي:

- ✓ ميزانية ومعلومات على فترة الخبرة الوطنية الطويلة في تسيير قطاع الطاقة؛
- ✓ التوسع الحالي في الاستهلاك الداخلي للطاقة حتى الوقت الحاضر في الاستعمالات الطاقوية، وسيكون متناسباً في المستقبل؛
- ✓ التطور المحقق والاضطرابات الحالية الخاصة بالاقتصاد العالمي للطاقة والتجارة العالمية وبصفة عامة الوضع السياسي العالمي؛

2- تأسيس مخطط في الأجل الطويل لتنمية واستعمال الطاقة معتمدًا أساسًا على التوجهات الرئيسية التالية:

- ✓ ضرورة ضمان مستقبل طاقوي للدولة، بالمحافظة على احتياطات استراتيجية للمحروقات، وكذلك الدخول بشكل سريع في برنامج تنويع احتياطاتنا الطاقوية وذلك بالتحكم في تنمية مصادر طاقوية أخرى،
- ✓ إعطاء الأولوية لتلبية الحاجيات المتنامية للطلب الداخلي على الطاقة والتنمية ككل في الدولة؛
- ✓ وضع وتعريف نموذج الاستهلاك الداخلي للطاقة؛
- ✓ تثبيت حجم صادرات الطاقة في المدى المتوسط والبعيد؛
- ✓ تحديد هيكل منتجات المحروقات المصدرة على أساس المنتجات المكررة والبتروكيماوية؛
- ✓ وضع برنامج عمل لزيادة المحافظة وإثراء احتياطاتنا الطاقوية؛
- ✓ تعبئة الموارد البشرية والمادية لتحقيق برنامج التنمية واستعمال الطاقة؛
- ✓ ضمان الشروط القانونية لتنشيط والتكيف الزمني، ومراقبة وترابط تنفيذ السياسة الوطنية للطاقة؛

[1] هاشم حريز،(نفس المرجع)، ص؛ 150.

مع بداية الألفية الجديدة، ومع الإنتقالات العميقة التي طرأت على الصعيدين الوطني والعالمي، أدت بالجزائر سيما في قطاع الطاقة إلى الخوض في إصلاحات هيكلية ضرورية في اتجاه تكيف تدريجي مع ظروف تسيير اقتصاد حر، متفتح وتنافسي يلازمه استرجاع الدولة لدورها الثلاثي أي مالكة للقطاع المنجمي والمحركة للاستثمار والحامية للمنفعة العامة.

ومن هذا المنظور تسعى الدولة الجزائية إلى ترقية وتسريع مساهمة القطاع الخاص في مجال الطاقة والمناجم لتطوير الاستثمارات واكتساب التكنولوجيا والمهارة، وصولا إلى الأسواق الخارجية، مما اقتضى تغيير الأطر القانونية والمؤسساتية المندرجة في هذا الإطار، وتهدف القوانين الجديدة إلى[1]:

- ✓ تحرير قطاع الكهرباء والتوزيع العمومي للغاز عبر القنوات؛
- ✓ فتح إنتاج الكهرباء وتوزيعها للمنافسة وولوج الغير في الشبكة دون تمييز؛
- ✓ التأكيد على إبقاء الخدمة العمومية؛
- ✓ جعل قطاع المحروقات قطاعا متفتحا ومواتيا للاستثمار؛
- ✓ تنمية مداخيل الدولة عب منظومة جبائيه جديدة؛

المطلب الرابع: الأسس والتوجهات العامة لسياسات الطاقة في الجزائر

أدت عمليات التشاور القطاعية إلى إعداد إطار شامل لسياسات الطاقة الذي يحدد الدور المنوط لقطاع الطاقة في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية في البلاد لا سيما تحديد الخيارات الأساسية فيما يخص الاستعمال الداخلي والخارجي للطاقة على جميع مستويات السلسلة الطاقوية.

وقد أدى الطلب المتزايد من الاحتياجات الطاقوية الوطنية إلى ضرورة وضع سياسة ناجحة تضمن التموين الطاقوي الوطني في المدى المتوسط و البعيد من جهة، والتكفل بحاجيات الاجيال المستقبلية.

ترتكز الاستراتيجية الطاقوية الوطنية في افاق 2040على: [1]

- ✓ استعمال الغاز وذلك بتحفيز استخدام غاز البترول المسال والغاز الطبيعي المضغوط في قطاع النقل؛
- ✓ تثمين استخدام الموارد الطاقوية من خلال تطوير الصناعة التحويلية كالبتروكيمياء، التكرير،...الخ)؛
- ✓ تطوير استعمال الطاقات المتجددة على نطاق واسع وذلك برفع نسبة توليد الكهرباء من المصادر المتجددة إلى(30%)؛
- ✓ الشروع في دراسة إمكانية تطوير استغلال ثروات المحروقات غير التقليدية؛
- ✓ الاعتماد على مبادئ الحيطة والوقاية والمحافظة على البيئة في اطار التنمية المستدامة؛

---

[1] وزارة الطاقة والمناجم، حوصلة قطاع الطاقة والمناجم 2000-2005، ص؛ 06.

[1]الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، مؤتمر الطاقة العربي العاشر،»الطاقة والتعاون العربي أبوظبي –دولة الامارات العربية المتحدة، 27-29 اكتوبر 2014، ص؛5

بهدف تخفيض وتيرة الطلب على الموارد الطاقوية الرئيسة، تولي الدولة أهمية لسياسات التحكم في الطاقة وترشيد استعمالها، من خلال إدماجها في الحياة اليومية للمواطن وفي قطاعي الخدمات والنقل، وإدراج برنامج الفعالية الطاقوية، الذي يهدف إلى تحسيس المواطنين من اجل استهلاك رشيد وعقلاني.

أما عن استعمال الطاقة النووية والذي سيساهم في تعزيز توفير الكهرباء على المستوى الوطني، فانه يبقى محدود جدا لما يواجه من تحديات و صعوبات لاسيما التبعية التكنولوجية فيما يخص إعادة معالجة المواد المشعة، وكذا التزود بالوقود المخصب.

ولدعم هذا الاتجاه لابد أولا من وضع الأطر القانونية والتنظيمية من اجل تطوير واستغلال هذه الطاقة وكذلك تكوين الإطارات في هذا المجال، مراعية بذلك التغيرات التي تشهدها الأسواق العالمية للنفط والغاز من جهة، والتحديات التي تفرضها إجراءات الأمن والسلامة لهذه المادة الحيوية من جهة أخرى.

المطلب الخامس: المخطط الوطني لاستهلاك الطاقة: [1]

أولا: توزيع المواد البترولية: تهتم شركة نفطال المختصة بتلبية الاحتياجات الوطنية من المواد البترولية وتزامنا مع التطورات الحاصلة في الميدان الاقتصادي والاجتماعي؛ كما تعمل شركة نفطال على تأقلم نشاطاتها مع متطلبات الساحة الاقتصادية الحالية وذلك تزامنا مع فتح سوق المواد البترولية للخواص.

لذا فهي تسعى في المرحلة القادمة لتركيز جهودها في تجديد وتحديث منشآت التخزين والتوزيع وإعادة تنظيم نشاطاتها لمواجهة المنافسة.

وفي إطار المخطط الوطني لتوزيع المواد البترولية سجلت عدة مشاريع جديدة نذكر منها، مركز تعبئة بأرزيو بطاقة (50ألف طن/سنة) وكذا مشاريع انشاء قنوات نقل غاز البترول المسال البترولية.

ثانيا: المخطط الوطني للكهرباء: من أجل تكييف الإطار التشريعي لقطاع الكهرباء، بهدف تلبية حاجيات السكان وضمان توصيل شبه كلي بالكهرباء وكذا رفع معدل التغطية بالغاز الطبيعي فان تطبيق القانون المؤرخ سنة 2002.

والذي يدعو إلى فتح سوق الكهرباء والغاز للمتعاملين الخواص، تحت رقابة الوكالة الوطنية لضبط الكهرباء والغاز ، قامت شركة سونلغاز بتوسيع وإعادة هيكلة نشاطاتها.

وهذا بإنشاء فروع خاصة بالمهن القاعدية والتي تتمثل في فرع إنتاج الكهرباء، فرع نقل الكهرباء وفرع نقل الغاز، بالإضافة إلى أربع شركات لتوزيع.

[1] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية(نفس المرجع)، ص؛13

ثالثا: برنامج التوزيع العمومي للغاز الطبيعي: بينت سياسة الطاقة ضرورة ارتفاع نسبة استهلاك الغاز الطبيعي، وغاز البترول المسال للتخفيض من استهلاك المحروقات السائلة. لذا تم وضع استراتيجية لتزويد المناطق الأهلة بالسكان بالغاز الطبيعي، أو غاز البروبان عن طريق الأنابيب، وتوسيع شبكة التوزيع الحالية.

وقد تم في المرحلة 2000- 2013إيصال الغاز إلى ما يقارب(3ملايين) مشترك.

رابعا: تطور استعمال غاز البترول المسال كوقود: اتبعت الجزائر منذ الثمانينات سياسة تشجيع استعمال غاز البترول المسال كوقود بديل للوقود التقليدي نظرا لضخامة احتياطاته وكذا خاصيته النظيفة. ولإنجاح هذه السياسة قامت الدولة بـ:

- إنشاء مراكز تحويل السيارات لكي تعمل بغاز البترول المسال كوقود؛
- إنشاء محطات توزيع البترول المسال (LPG)؛
- تطبيق أسعار جذابة؛

ونظراً للاستعمال المتزايد لغاز البترول المسال كوقود، تم استهلاك(307ألف طن) سنة 2012 بزيادة تقدر ب(69%) مقارنة مع استهلاك سنة 2000.

خامسا: استعمال الغاز الطبيعي كوقود: لقي مشروع استعمال الغاز الطبيعي المضغوط كوقود اهتمام الدولة الجزائرية، ومن أجل ترقية وتعميم استعماله في النقل ضمن إطار قانوني، تم إصدار مرسوم تنفيذي في2003يحدد شروط ممارسة نشاط توزيع الغاز الطبيعي المضغوط كوقود للسيارات وتجهيز السيارات بالمجموعة التركيبية للتحويل، ممّا سمح بانجاز محطتين لتوزيع الغاز الطبيعي المضغوط؛

المبحث الثاني: مصادر الطاقة في الجزائر

ستكون الجزائر بحاجة إلى الانتقال من استهلاك (25 تيراواط) في الساعة من الطاقة المتجددة إلى (74تيراواط) قبل انقضاء العشر سنوات المقبلة وهو ما يعادل مخزون عشرة حقول من البترول والغاز. بالمقابل، يجزم متخصصون بقدرة الجزائر على إنتاج(170 تيراواط في الساعة) من الطاقة المتجددة، وهو ما يجعل من الجزائر أول دولة متوسطية من حيث إمكانيات إنتاج الطاقة البديلة، وهي تريد الاعتماد على الطاقة البديلة بشكل أكبر بحلول عام 2050، وتسعى إلى تصدير نحو(30%) من هذه الطاقات إلى دول البحر المتوسط. [1]

تتكون الجزائر على الموارد الطاقوية تتمثل أساسًا من مصادر التقليدية (الطاقة الأحفورية والطاقة النووية)، الطاقات المتجددة (الشمسية، الريحية، المائية والجوفية).

المطلب الأول: المصادر الطاقوية غير المتجددة المتاحة في الجزائر

أولاً: مصادر الطاقة الأحفورية: يحتل الطاقة الأحفورية مركزًا متميزًا في الاقتصاد الجزائري لما له من أثار مادية واجتماعية ايجابية حيث ارتبط تطور الاقتصاد الجزائري، ونموه باستغلال هذه الموارد الحيوية وعلى رأسها البترول والغاز الطبيعي، وقد طورت الجزائر هذا القطاع الاستراتيجي بشكل فعّال عبر شبكة من المصانع والمركبات الضخمة، وبالسيطرة الكاملة على هذه الثروة إنتاجاً وتسويقاً ودخلاً.

يتوزع احتياطي النفط والغاز بالجزائر على (244 مكمن) استغلال منها: [2]

- 108لإنتاج النفط؛
- 136لإنتاج الغاز؛

يتم مراجعة الاحتياطيات الوطنية بطريقة مستمرة بفضل الاكتشافات الحديثة التي تقوم بها سوناطراك وشركائها لتحسين نسبة الاسترجاع في المكامن وذلك بإدخال التكنولوجيات الحديثة.

ينص برنامج تنمية المحروقات على توسيع نشاط الاستكشاف والبحث من اجل زيادة الاحتياطي الوطني للمحروقات من جهة وتحسين استغلال حقول البترول والغاز من جهة أخرى وذلك عن طريق:

- ✓ تكثيف مجهود الاستكشاف حتى في المناطق الشمالية وأعماق البحار؛
- ✓ استغلال الأمثل للحقول من خلال تطبيق قواعد الحفاظ على الموارد؛

---

[1] كامل الشيرازي، مقال الجزائر تحوّل الهيدروجين لإنتاج الطاقة بالوقود والماء، البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة ، تاريخ النشر الأحد 12 جوان 2011 على الساعة 19:55 ، تم الاطلاع يوم13 ماي 2016 على الساعة 14:37 https://portail.cder.dz/ar/spip.php?article662

[2] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، مؤتمر الطاقة العربي العاشر،»الطاقة والتعاون العربي، أبو ظبي،27 – 29 أكتوبر2014ص؛ 15،16

- ✓ التحكم في التقنيات المستحدثة لاسترجاع المدعم للبترول(EOR) وكذا تقنيات الإنتاج(WAG) حقن بالتناوب الماء /الغاز، عند الضرورة؛
- ✓ تحسين استغلال منشآت إنتاج الغاز الطبيعي المميع وغاز البترول المسال حسب قدرات الإنتاج ومتطلبات التسويق؛
- ✓ تطوير القدرات الجديدة في تكرير البترول والبتروكيمياء وضمان الجودة وإعادة تهيئة المنشآت البترولية خاصة المصافي بهدف زيادة إنتاج التكرير؛
- ✓ تثمين المخزون الإضافي وذلك بتطوير قدرات تحويل المحروقات؛
- ✓ تأمين وتطوير شبكات نقل المواد البترولية السائلة منها والغازية، من أجل تغطية الطلب الوطني من جهة واحترام الالتزامات التجارية الدولية من جهة أخرى؛
- ✓ تثمين موارد المحروقات وكذا المشتقات النفطية لخلق صناعات تحويلية (البتروكيمياء)؛
- ✓ تشجيع الاستهلاك الوطني للمواد النفطية النظيفة والمتوفرة مثل "غاز البترول المسال المستعمل كوقود (GPL/c) والغاز الطبيعي المضغوط المستعمل كوقود (GNC).

❖ **النفط**: تمتلك الجزائر احتياطات هائلة من النفط اذ تعتبر من أهم البلدان في افريقيا من حيث الموارد بعد كل من ليبيا ونيجيريا، ويعتبر أهم مصادرها الطاقة الجزائرية، أكتشف عام 1956؛ تتمركز غالبيته في حقل حاسي مسعود الواقع في الجنوب الشرقي للصحراء، وبحقل عين أميناس.[1]

- ✓ حقل حاسي مسعود على بعد(800كلم) من الساحل، باحتياطي قدره (700مليون طن)، أهم حقوله حاسي مسعود، وقاسي الطويل، وروث البغل.
- ✓ حقل عين أميناس على بعد(1600كلم) عن الساحل، باحتياطي قدره (300 مليون طن)، أهم آباره لإيجيلي، وزرزاتين، وتين فوي.

يعود تاريخ البحث عن المكامن النفطية بالجزائر إلى الثلث الأخير من القرن التاسع عشر، حيث بدأت فرنسا عام 1870، بأولى محاولاتها للبحث عن مكامن النفط في الجزائر وتركزت تلك المحاولات في المناطق الشمالية التي كانت تظهر فيها طفوح نفطية فوق سطح الأرض. لكن تلك الجهود الأولى لم تسفر إلا على استخراج كميات قليلة من النفط لعدم جديتها وانتظامها كما انها لم تكن مدعمة بالوسائل الفنية الحديثة فضلاً عن ضعف الإمكانيات المالية الضرورية لمثل تلك العمليات.

بالرغم من ذلك، فقد كللت تلك المحاولات باكتشاف حقول نفطية صغيرة.

[1] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، (نفس المصدر)، ص؛ 15

1895 اكتشف حقل عين الزفت في ولاية غليزان غرب الجزائر الذي ظل ينتج حوالي(50 ألف طن سنوياً) حتى عام 1925؛

1914 اكتشاف حقل تليونت الواقع في شمال غرب الجزائر وكان ينتج ما يقرب(30 ألف طن) حتى نضوبه في عام 1940؛

1948 اكتشاف حقل "وادي القطران" الواقع بالقرب من منطقة سور الغزلان بولاية المسيلة على بعد (100كم) جنوب الجزائر العاصمة، بدأ هذا الحقل بالإنتاج عام 1949 بمعدل (84 ألف طن سنويا)؛ بلغ إنتاجه(84400 طن) خلال ذروته سنة 1953 ثم تضاءل إلى(5181 طن) سنة 1962؛

1955 تم العثور على حقل عجيلة (حوض إليزي، الجنوب الشرقي) من قبل شركة كريبس CREPS الفرنسية ويقع ضمن ما يُعرف بحقول حوض بولينياك .Polignac؛

1956 توصلتا شركتا S.N. REPAL و C.F.P إلى اكتشاف حقل حاسي مسعود؛

1958 اكتشاف أكبر الحقول إنتاجاً وهو حقل زرزاتين بالإضافة الى اكتشاف بعد ذلك حقول تين فوي وتيقنتورين وأهنيت وتابانكور وكلتا وتامادنيت...؛

1959 تم حفر 38 بئرًا في عجيلة ؛

1959 تم العثور على النفط في الجزائر الوسطى في حقل قاسي العقرب ذو الخصائص النفطية الشبيهة بخصائص حاسي مسعود، إذ يقع على مسافة(80 كم) إلى الجنوب؛

1960 العثور على حقل أوهانيت الذي يقع في حوض بولينياك؛

1960 اكتشاف حقل جبل العنق قرب الحدود التونسية وقد بلغ إنتاجه(5003 طن) سنة 1962 بعد أن كان (350 طن) بداية استغلاله عام 1960؛

1962 اكتشاف نفطي مهم في حقل رورد الباقل؛

قدر احتياطي النفط في الجزائر بنحو(2مليار طن) عام 1992، وقد ارتفع هذا الرقم بعد الاكتشافات الجديدة في إطار الشراكة مع الشركات الأجنبية، نوضحها من خلال الجدول التالي(3-2-1). وقد سمحت هذه الاكتشافات برفع احتياطي النفط الجزائري إلى المستوى الذي كان عليه قبل السبعينات، وهو مرشح للزيادة، غير أن أهم الاكتشافات في ميدان المحروقات حدد في حقل غدامس جنوب شرق حاسي مسعود، حيث تؤكد الدراسات أن الاحتياطات المؤكدة تقدر بنحو(12 مليار برميل) في نهاية عام 2017 وبقيت محافظة على هذه النسبة خلال فترة 2013-2017،الجدول (3-2-2) اي بنسبة تتراوح ما بين(0.95%) من اجمالي الاحتياطي العالمي للنفط (3-2-3)، ويقدر الخبراء هذا الثبات نتيجة نقص اكتشافات الآبار ونقص المخزن البعض منها، أما بالنسبة للعمر الزمني لاحتياطات الجزائر فهي على مشارف الانتهاء والمقدرة بـ(21سنة) فقط.[1]

قدرت صادرات النفط الخام بالجزائر بـ(485.6 ألف برميل/يوم) أما المشتقات النفطية بـ(609.2 ألف برميل/يوم)، حيث ينتقل من حقوله إلى الموانئ الساحلية عبر(5 أنابيب) ليصل إلى مصانع التكرير ومحطات التصدير... وتتميز الجزائر عن باقي الدول المصدرة للنفط، بأنها الوحيدة تقريباً التي تصدر نحو(65%) من إنتاجها في شكل مواد مكررة وغاز طبيعي، والثلث الباقي نفط خام.

[1] نذير غانية، اطروحة دكتوراه استراتيجية التسيير الامثل للطاقة لأجل التنمية المستدامة، جامعة قاصدي مرباح ورقلة علوم التسيير تخصص تجارة دولية 2014-2015، ص؛ 138-139 (احصائيات oapec2013,bp2014)

الجدول (3–2–1): اكتشافات النفط في الجزائر خلال الفترة 2013–2016

	2013	2014	2015	2016
اكتشافات النفط (عدد الحقول)	12	18	17	17

المصدر : التقرير الاحصائي السنوي لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) ،2018، ص؛123

الجدول(3–2–2): الاحتياطات المؤكدة من النفط في الجزائر خلال فترة1995 –2017

	1995	2005	2016	2017
الاحتياطات المؤكدة من النفط الخام بالجزائر(ألف مليون برميل)	10.0	12.3	12.2	12.2

Source : Annual Statistical Report oapec2018 (op,cit) , p; 08 + bp-statistical-review-of-world-energy-2018

الجدول(3–2–3): الاحتياطات المؤكدة من النفط من اجمالي العالم خلال الفترة2013 –2017

	2013	2014	2015	2016	2017
الاحتياطات المؤكدة من النفط الخام من اجمالي العالم(مليار برميل)	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2

المصدر : التقرير الاحصائي لمنظمة الاوابك 2018(نفس المصدر)، ص، 131

❖ **الغاز الطبيعي**: هو ثروة المستقبل في الجزائر فتتركز مناطق إنتاجه في حاسي الرمل على بعد (500كلم) من الساحل؛ وهو من أكبر الحقول الغازية في العالم، ويقدر الاحتياطي فيه بنحو(3650 مليار م^3)، ممّا يجعل الجزائر تحتل المرتبة التاسعة عالميًا والثانية افريقيًا في هذه الثروة الهامة،[1] بإنتاج قدره نحو (83مليار م^3) عام 2015، وبه تكون الجزائر من اكبر المنتجين للغاز في العالم؛ فهي تحتل بذلك المرتبة الرابعة من بين أكبر دول العالم المصدرة للغاز الطبيعي بنسبة (43.89 مليار م^3) بعد روسيا، كندا والنرويج، اذ تتمركز غالبية هذه الاحتياطات في حقل حاسي الرمل.

ينتقل الغاز من مناطق الإنتاج إلى الساحل بواسطة الناقلات الضخمة، وتقدر طاقة مركبات التمييع في أرزيو وسكيكدة بـ(30مليار م^3)، وبلغ طول أنابيب البترول والغاز(15000كلم) في الجزائر عام 2000.

وترتبط حقول الغاز الجزائرية بالأسواق الأوربية، عبر أنابيب عابرة للبحر المتوسط، حقلان إلى إيطاليا عبر تونس وصقلية، وحقل إلى إسبانيا والبرتغال عبر المغرب، وكان الخبراء يقدرون أن تزيد طاقة هذه الأنابيب إلى نحو(80 مليار م^3)، نظرا للإقبال المتزايد عليه من قبل المستهلكين، لانخفاض تكاليفه وباعتباره طاقة نظيفة غير ملوثة؛ وهناك مشروع لإنجاز أنبوب ثالث للغاز يربط حاسي مسعود عبر مستغانم بقرطجنة في إسبانيا ونوضح ذلك من خلال الجدول (3–2–4).

[1] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، (مرجع سابق)، ص؛ 15

الجدول(3-2-4): تجارة الغاز الطبيعي الجزائري لعام 2015

مليار متر مكعب

	الأنابيب	الناقلات
اوروبا	24.13	13.33
فرنسا		5.48
اليونان		0.39
ايطاليا	7.38	0,91
هولندا		0.10
البرتغال	2.38	0.23
اسبانيا	14.37	2.01
تركيا		3.82
المملكة المتحدة		0.41
افريقيا	3.27	0.48
تونس	2.61	
مصر		0.48
المغرب	0.65	
اسيا		2.69
الصين		0.28
اليابان		1.20
كوريا الجنوبية		0.55
ماليزيا		0.66
المجموع	**27.39**	**16.50**

المصدر: التقرير الاحصائي لمنظمة الاوابك 2016(نفس المصدر)،ص؛103،102

تعود أولى اكتشافات للغاز الطبيعي في الصحراء الجزائرية عام 1956باكتشاف حاسي الرمل، وتوالت بعد ذلك عدة اكتشافات؛ اكتشاف حاسي التوارق عام 1960، قاسي الطويل سنة1961، غورد النوس وحوض الحمراء سنة1962، حوض بولينياك، حقل ألرار وحقل تيقيتورين، نبين من خلال الجدول التالي(3-2-5) عدد اكتشافات الغاز الطبيعي في الجزائر كل سنة خلال الفترة ما بين 2013-2016.

الجدول(3–2–5): عدد اكتشافات الغاز الطبيعي في الجزائر خلال الفترة 2013–2016

	2013	2014	2015	2016
اكتشافات الغاز الطبيعي(حقل)	20	14	15	16

المصدر : التقرير الاحصائي لمنظمة الاوابك 2018(نفس المصدر)،ص؛123

وتسلك الجزائر منذ منتصف التسعينات سياسة جديدة لترشيد وتثمين قطاع الطاقة، عن طريق توسيع إطار الشراكة مع الشركات الأجنبية(30 شركة أجنبية)، ومنحها امتيازات خاصة إضافة إلى العمل على رفع إنتاجية الحقول المستعملة حاليا، ورفع كفاءتها باستعمال التقنيات المتطورة، لأن طاقة الاستخراج الحالية لا تتعدى (25%) من الطاقة الحقيقية وقد استفادت الجزائر من الشراكة الأجنبية لمضاعفة طاقة احتياطها الذي بلغ عام 2017 حوالي (4505 مليار متر مكعب) بنسبة (2.2%)، الجدول(3-2-6) وتساهم الجزائر بنسبة تتراوح ما بين (2.29–2.39%) من احتياطي اجمالي العالم الجدول (3–2–7).

الجدول(3–2–6): احتياطات المؤكدة من الغاز الطبيعي في الجزائر

	1995	2005	2016	2017
الاحتياطات المؤكدة من الغاز الطبيعي بالجزائر(ترليون متر مكعب)	3.7	4.5	4.3	4.3(2.2%)

Source : Annual Statistical Report oapec2018 (op,cit) , p; 14 + bp-statistical-review-of-world-energy-2018

الجدول(3–2–7): الاحتياطات المؤكدة من الغاز الطبيعي من اجمالي العالم خلال فترة2013 –2017

	2013	2014	2015	2016	2017
الاحتياطات المؤكدة من الغاز الطبيعي من اجمالي العالم (مليار $م^3$)	4505	4505	4505	4505	4505

المصدر : التقرير الاحصائي لمنظمة الاوابك 2018 (نفس المصدر)،ص؛135

يتم التركيز على الغاز الطبيعي كمورد استراتيجي في سياسة الطاقة الجزائرية في المستقبل، حيث سيحتل مكانة الصدارة في التصدير وفي الاستخدام المحلي، أما عمر استنزاف احتياطه فيقدر بـ(57سنة).[1]

❖ **الفحم:** يتواجد الفحم في الجزائر بالأحواض المكتشفة، وتوجد منطقتين رئيسيتين وهما: [2]

حوض بشار القنادسة: يقع هذا الحوض على بعد (20 كلم) جنوب بشار واستغل هذا المنجم بين السنوات 1972-1942 فقد كان يستعمل الفحم المستخرج منه لتوليد الكهرباء كمصدر طاقة للسكك الحديدية وللتدفئة المنزلية، وكذا بعض الصناعات الصغيرة، وقد اغلق هذا المنجم سنة 1972 وقدرت الاحتياطات المتبقية به حوالي(15 مليون طن).

---

[1] نذير غانية (مرجع سابق)، ص،138،139 (احصائيات Oapec2013,bp2014)

[2] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، (مرجع سابق)، ص؛ 19

حوض العبادلة: يقع هذا الحوض على بعد(80 كلم) جنوب بشار ويحتوي على ثلاث طبقات من الفحم.

ان ارتفاع تكاليف انتاج الفحم اضافة الى كونه اكثر تلويثا للبيئة، كلها عوامل حالت دون الاهتمام به كمصدر للطاقة بالجزائر.

تقدر احتياطيات الفحم المتواجدة بالجنوب الغربي للبلاد حوالي(40 مليون طن) ورغم قلتها إلا انه يمكن استخدامها محليا لإنتاج الكهرباء.

تعد احتياطات الفحم أضعاف احتياطات البترول والغاز الطبيعي، وكذلك الحال بالنسبة لمدة كفاية مخزونه التي تتجاوز القرن، إلا أنه لكون صناعة الفحم تواجه العديد من العراقيل والضغوط والشروط التي قد يكون لها تأثير سلبي بالنسبة لكلفته، أما بالنسبة للجزائر في الوقت الراهن فهي لا تستغل احتياطيات الفحم، كما لا تعتبره كمصدر رئيسي للطاقة، ويتجلى ذلك من خلال الكميات الضعيفة المنتجة.[1]

ثانيا: الطاقة النووية: تتوفر الجزائر على احتياطات كافية لتشغيل محطة نووية بحيث تقدر احتياطات اليورانيوم بحوالي (29.000 طن) والذي يمكن أن يوفر إنتاجية من الكهرباء تعادل (400مليون ط.م.ن) باستخدام المفاعلات التي تستعمل الماء الخفيف؛ أي ممّا يسمح بتشغيل محطتين نوويتين بحجم (1000 ميغاواط) لكل واحدة منهما على مدى(60 عام)، وأعلنت الجزائر في 2009 اعتزامها بناء مفاعل نووي كل خمس سنوات ابتداء من 2020 ضمن خطة لتنويع مصادر الطاقة يشمل اقتناء مفاعل نووي كل خمس سنوات بالتعاون مع الصين والأرجنتين وروسيا وفرنسا والولايات المتحدة الأمريكية وكوريا الجنوبية وجنوب إفريقيا.

وتمتلك الجزائر مفاعلين نوويين الأول "نور- في العاصمة" بطاقة (2 ميغاواط)، والثاني "السلام- في عين وسارة (200 كلم) جنوب العاصمة" بطاقة(15ميغاواط)، وهما مخصصان للبحث وليس لتوليد الطاقة.[2] ووفق هذه المعطيات صار على الجزائر كغيرها من الدول البحث عن مصادر بديلة.

كما مكنت الدراسات التنفيذية لإدخال الالكترونووي من إمكانية إنشاء محطة نووية ذات قدرة (1000ميغاواط)، مما يسمح بإنتاج حوالي(8%) من إجمالي إنتاج الكهرباء بحلول سنة2040، فإن الصعوبات المتعددة التقنية منها والاقتصادية، بينت صعوبة تشغيل محطات من هذا النوع على المدى القريب.

المطلب الثاني: إمكانات الجزائر من مصادر الطاقات المتجددة: تتميز الجزائر بإمكانات هائلة من الطاقات المتجددة قدرت بـ (194.8 مليون طن نفط/اليوم) بزيادة قدرت بحوالي (17.7%) عن عام 2010 التي قدرت بـ (165.5 مليون طن نفط/ي) و تمثل الجزائر واحدة من بين الدول التي اهتمت بالطاقات المتجددة لا سيما منها الطاقة الشمسية، طاقة الرياح،...

---

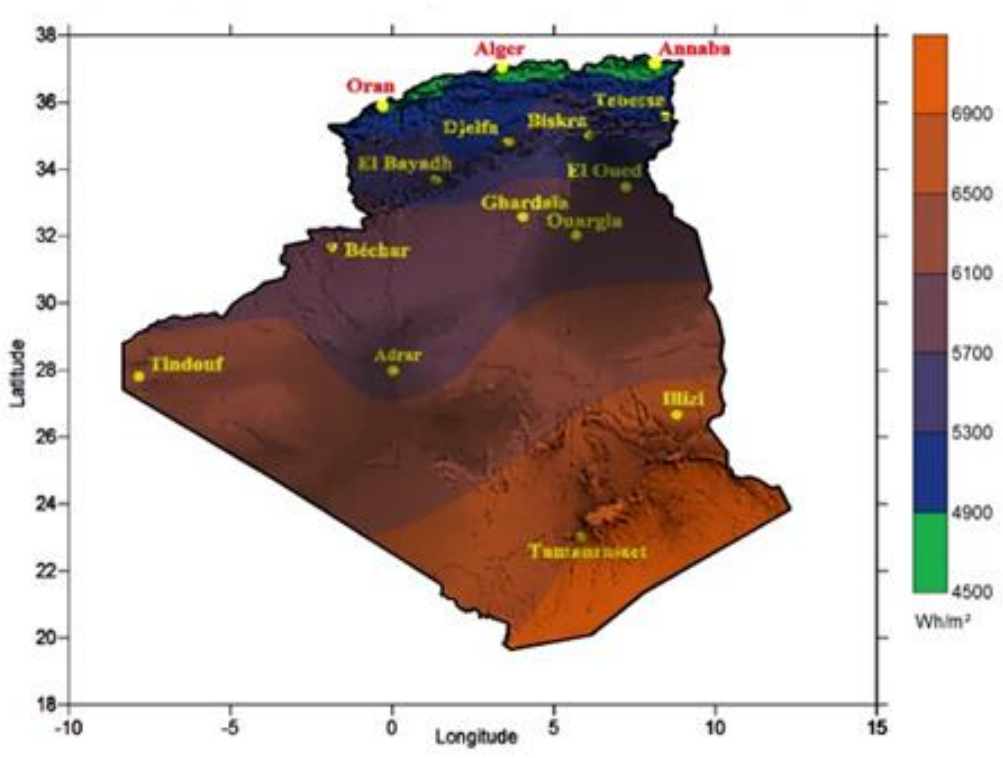
[1] نذير غانية (نفس المصدر)،ص،138،139 (احصائيات world Energy council,world Nuclear)

[2] طيب سعيدة ،(مرجع سابق)، ص،54

أولاً: الطاقة الشمسية: نظراً لموقعها الجغرافي المتميز، تمتلك الجزائر واحدة من أهم القدرات الشمسية في العالم، إذ تتعدى مدة الإشراق الشمسي(2000ساعة سنويا) على كامل التراب الوطني، وتصل (3000ساعة) بالهضاب العليا والصحراء من خلال الشكل التالي(3-2-1) نوضح خريطة الاشعاع الشمسي في الجزائر الصادرة من طرف مركز تطوير الطاقات المتجددة.

يبلغ متوسط الطاقة المتحصل عليها يوميا على مساحة أفقية عتبة (5كيلوواط/ ساعة /متر مربع) على معظم أجزاء التراب الوطني وتصل أحيانا إلى (7كيلوواط/سا/م^2) ما يعادل (1700كيلوواط ساعة/متر مربع في السنة) بالشمال، و(2263كيلوواط ساعة/متر مربع في السنة) بالجنوب، على مساحة تقدر بـ(2.381.745 كلم^2)، ونوضح ذلك من خلال الجدول التالي(3-2-8).

الشكل(3-2-1): المتوسط السنوي لشدة الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق الوطن (كيلواط/سا/ م^2/ ي).



Source : Renewable Energy Resource Atlas Algerian ; 1st edition 2019 ,edition, noureddine yassaa, said diaf, rahma bessah, CDER, mars 2019

في 2015، تم اكتشاف مكمن يحتوي على ستة ملايين طن من احتياطي السليسيوم في منطقة سيغ (ولاية معسكر). هذا الاكتشاف، الذي وصف بأنه "مشروع القرن" في مجال الطاقات المتجددة، هو نتيجة للتعاون الجزائري-الياباني في مجال البحث العلمي.[1]

[1] مهماه بوزيان، هل الطاقات المتجددة ليست احفورية وغير ناضبة، مداخلة بالملتقى الملتقى الدولي الثاني حول الاستثمار في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، يومي 5 و6 ديسمبر2018 ،كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية، علوم التسيير، جامعة البليدة2 ،ص؛15

الجدول (3–2–8): الطاقة الشمسية الكامنة في الجزائر.

المناطق	المنطقة الساحلية	الهضاب العليا	الصحراء
المساحة%	4	10	86
قدرة التشمس في المتوسط (الساعة/العام)	2650	3000	3500
الطاقة المتوفرة في المتوسط (كيلواط/ م^2 /العام)	1700	1900	2650

Source :http://www.sonelgaz.html

ثانيًا: طاقة الرياح: تنقسم الجزائر إلى منطقتين جغرافيتين كبيرتين متميزتين، الشمال والجنوب.[1]

الشمال الذي يحده البحر الأبيض المتوسط، ويتميز بساحل يمتد على(1200كلم)، وتضاريس جبلية كالأطلس التلي والأطلس الصحراوي، حيث تتموقع بينهما السهول والهضاب العليا ذات المناخ القاري، المتميز بمعدل سرعة رياح غير مرتفعة جدا، غير أننا نجد مناخات فصلية على المواقع الساحلية لوهران وعنابة، وبالهضاب العليا لتيارت، وكذا المناطق التي تحدها بجاية شمالا وبسكرة جنوبا.

أما الجنوب فهو يتميز بسرعة رياح أكبر منها بالشمال، خاصة الجنوب الغربي، إذ تتعدى(4 م/ثا)، وتصل إلى (6م/ثا) بمنطقة أدرار، ونوضح ذلك من خلال الشكل (3–2–2) متوسط سرعة الرياح في الجزائر الصادرة من طرف مركز تطوير الطاقات المتجددة.

أما في ما يخص طاقة الرياح فتتوفر الجزائر على إمكانات معتبرة حيث تهب على الجزائر رياح تحمل معها الكثير من الهواء البحري الرطب والقاري الصحراوي، بمتوسط سرعة تفوق (7 م/ثا)، خصوصا في المناطق الساحلية، تسمح بتوليد طاقة كهربائية تعادل (673مليون واط ساعي /سنويا) في حالة رياح ذات سرعة(5.1م/ثا)، وهو ما يكفي لتغطية احتياجات قرابة 1008 مسكن من الطاقة الكهربائية. مشروع المحطة المختلطة ريحي- ديزل بـ (10 ميغاواط) بتندوف[2] تقدر قيمة استثماره حوالي (16 مليون دولار امريكي)؛ وتعد منطقة تندوف (منطقة جد ريحية)،كما تمتاز بارتفاع كبير للطلب على الكهرباء؛ بالإضافة الى مشروع بقصر كبرتن بأدرار بقوة(850 ميغاواط/ساعة) الذي تتكفل بإنجازه الشركة الفرنسية سيجلاك، واعتمد لإنجازه استثمار إجمالي بقيمة (13مليون و560 ألف أورو).[3]

التوربينات البخارية: حوالي(16%) من الإنتاج الإجمالي، وقد تم تدعيم هذا الإنتاج بتشغيل كل من محطتي: [4]

- **محطة مرسى الحاج**: تتكون من مجموعتين مولدتين للكهرباء بطاقة(168ميغاواط لكل واحدة)، انطلقت في الإنتاج سنة1990.

---

[1] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية،(مرجع سابق)، ص، 16

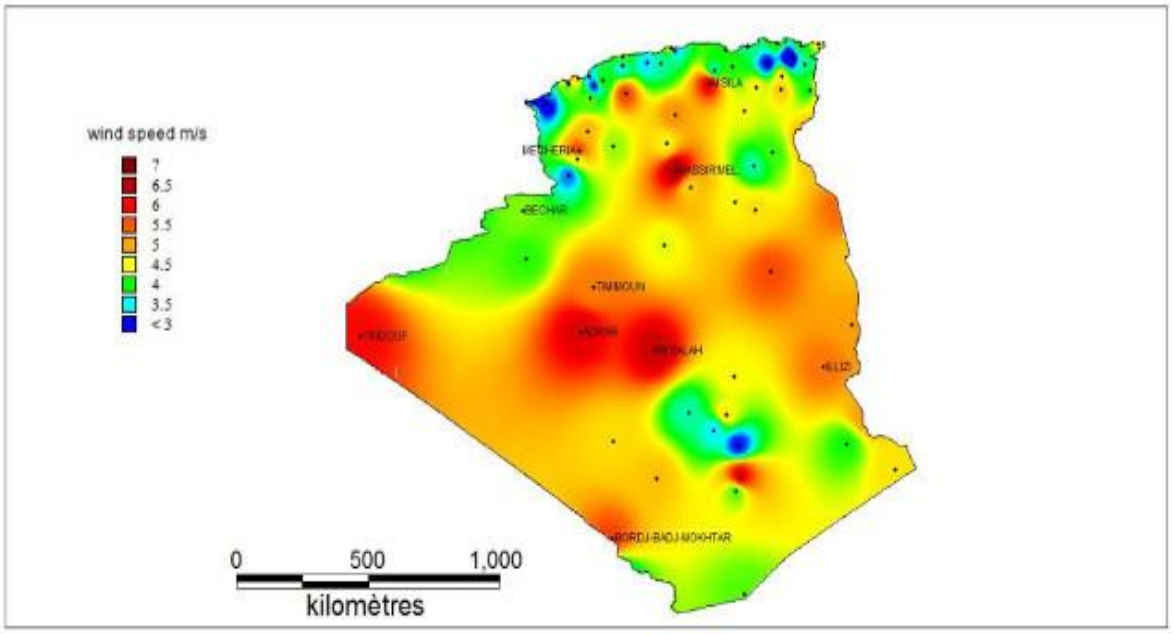
[2] Guide des energies renouvelables, op,cit ;p ;68.

[3] طيب سعيدة (مرجع سابق)، ص ؛65

[4] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية،(مرجع سابق)، ص،8

–محطة جيجل: تكون من ثلاث مجموعات مولدة للكهرباء بطاقة 196ميغاواط لكل واحدة، انطلقت في الإنتاج سنة 1992.

الشكل(3–2–2): متوسط سرعة الرياح بالجزائر



Source : Renewable Energy Resource Atlas Algerian ; 1st edition 2019 ,edition, noureddine yassaa, said diaf, rahma bessah, CDER, mars 2019

تأتي طاقة الرياح في الخط الثاني من الإنتاج الطاقوي في برنامج الجديد لتطوير الطاقات المتجددة الجزائري الذي تخطط فيه الجزائر للوصول بحلول عام 2030 الى ما يقارب حوالي(40%) من الإنتاج الوطني للكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بالرغم من اختيار الطاقة الشمسية هو السائد.

ثالثاً: الطاقة الكهرومائية: تبلغ حصة إنتاج الكهرباء من الطاقة المائية بالحضيرة الوطنية نسبة (1%) أي (286ميغاواط) وترجع هذه الاستطاعة الضعيفة إلى العدد غير الكافي من السدود من جهة، والى عدم استغلال الموارد المتوفرة.

تتمركز هذه المنشآت في المناطق الشمالية، وتتوزع على: درقينة، إيغيل أمدا، منصورية، إراقن، سوق الجمعة، تيزي مدان، إغزنشبل، غريب، قوريات، بوحنيفية، واد فوضة، بني بهدل، تسالة. الجدول التالي(3–2–9)

الجدول(3–2–9): مراكز الطاقة الكهرومائية في الجزائر

المركز	قدرة التوليد(ميغاواط)	المركز	قدرة التوليد(ميغاواط)
درقينة	71.5	غريب	7.000
أيغيل أمدا	24	قوريات	6.425
منصورية	100	بوحنيفية	5.700
أراقن	16	واد فوضة	15.600

سوق الجمعة	8.085	بني بهدل	3.500
تيزي مدان	4.458	تسالة	4.288

تتوفر الجزائر على إمكانات كبيرة من الطاقة المائية حيث تتساقط على التراب الوطني كميات هائلة من الأمطار سنويا تقدر بحوالي (65 مليار/م^3)، إلا أنه لا يتم استغلال إلا جزء قليل منها نتيجة تمركزها بمناطق محددة وتبخر جزء منها أو تدفقها نحو البحر أو نحو حقول المياه الجوفية، وتقدر حاليا كمية الأمطار المستغلة (25 مليار/م^3) ثلثا هذه الكمية مياه سطحية(103سد) منجز و(50سد) طور الإنجاز والباقي جوفية [1]

رابعاً: طاقة الحرارية الجوفية: يشكل الكلس الجراسي بالشمال، احتياطياً هاماً لحرارة الأرض الجوفية، أدى إلى وجود أكثر من200 منبع مياه معدنية حارة متوزعة أساسا بالشمال الشرقي والشمال الغربي للبلاد. إذ تبلغ غالباً، درجة حرارة هذه المنابع (40درجة مئوية)، وأقصاها منبع حمام المسخوطين، بدرجة حرارة تصل الى(90درجة مئوية).

تعتبر هذه الينابيع الطبيعية تسربات لخزانات باطنية حارة ذات تدفق طبيعي ذاتي يبلغ (2متر مكعب بالثانية)، ولا تمثل إلا جزءًا يسيراً من إمكانيات إنتاج هذه الخزانات. وأكثر هذه الخزانات يمتد نحو الجنوب، إذ يشكل التكون القاري الكبيس خزاناً واسعًا من حرارة الأرض الجوفية، يمتد إلى ألاف الكيلومترات المربعة. يتم استغلال هذا الخزان، المسمى بالطبقة الألبية، من خلال الحفر للحصول على تدفق يصل إلى (4متر مكعب بالثانية). حيث تصل درجة حرارة هذه الطبقة إلى(57 درجة مئوية). إن استغلال تدفق الطبقة الألبية والتدفق الطبيعي للمنابع يمثل استطاعة تبلغ (700 ميغاواط).

أما في ما يخص الطاقة الحرارية الجوفية فتتوفر الجزائر على اكثر من (200 مصدر حراري) تتمركز في الشمال الشرقي والشمال الغربي للوطن، وتتجاوز درجة حرارتها (40°و98°) في حمام المسخوطين لتصل إلى(118°) ببسكرة، وهو ما يسمح بإنشاء محطات لتوليد الكهرباء إلا أنه لا يتم استغلالها حاليا سوى في تجفيف المنتجات الزراعية وتكييف البنايات، تسخين البيوت الزراعية.

خامساً: الكتلة الحيوية :

القدرات الغابية : تنقسم الجزائر إلي منطقتين:

❖ منطقة الغابات الاستوائية التي تحتل مساحة تقدر بحوالي(25مليون هكتار) أي أكثر بقليل من(10%) من المساحة الإجمالية للبلاد.

❖ المنطقة الصحراوية الجرداء والتي تغطي أكثر من (90%) من مساحة البلاد.

في الشمال، الذي يمثل(10%) من مساحة البلاد، تغطي الغابات (1.8مليون هكتار)، في حين إن التشكيلات الغابية المتدرجة في الجبال، تمثل (1.9مليون هكتار).

[1] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية،(مرجع سابق)،ص،8

يعتبر كل من الصنوبر البحري والكاليتوس نباتين هامين في الاستعمال الطاقوي، لكن لا يحتلان حاليا سوى (5%) من الغابة الجزائرية.

الفضلات الحيوانية: إن تثمين النفايات العضوية وبالأخص الفضلات الحيوانية لإنتاج الغاز الحيوي (الطاقة)، يمكن أن تعتبر حلا اقتصادياً وايكولوجياً من شأنها تحقيق التنمية المستدامة بالمناطق الريفية على المدى المتوسط.

أما في ما يخص الكتلة الحية فتبقى إمكانات الجزائر قليلة إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى، لأن المساحة الغابية لا تمثل سوى(10%) من المساحة الإجمالية للوطن، (منطقة الغابات الاستوائية التي تحتل مساحة تقدر بحوالي(25.000.000 هكتار) أي اكثر بقليل من (10%) من المساحة الاجمالية للبلاد، المنطقة الصحراوية الجرداء والتي تغطي اكثر من (90%) من مساحة البلاد، أما المصادر الطاقوية من النفايات الحضرية والزراعية فتقدر بحوالي(5 مليون طن).

سادساً: طاقة الهيدروجين: يثمّن خبراء استغلال الهيدروجين بالجزائر كمحور طاقوي مستقبلي، ويعتبرون ذلك مقدمة لإعادة إنتاج الطاقة بصورتيها الحرارية والكهربائية عن طريق خلايا الوقود والماء. حيث ان استثماره يسهم في تحقيق قيمة مضافة للاقتصاد الوطني، بالإضافة الى تلبية حاجيات المناطق المعزولة من الطاقة ولكن ما يحدّ من صعوبة تخزينه هو كلفته الاستثمارية العالية وخطورته. وفي اطار ذلك تعتزم الجهات الحكومية إطلاق عدة مشاريع تقدر طاقتها الاجمالية بـ (800 ميغاواط) في أفق 2020، كما سيتم انجاز مشاريع اخرى بطاقة تقدر بـ (200 ميغاواط سنويا) خلال الفترة ما بين 2021 و2030، عبر إنتاج بخار الماء للحصول على الطاقة الكهربائية، ويمكن للمحطات تلبية الطلب على الكهرباء نهاراً أو ليلاً بما أنها موصولة بوسائل تخزين حرارية أو طاقات اخرى مثل الغاز الطبيعي. ومن الممكن ان تحصد الجزائر أرباحاً تربو على (3 مليارات يورو سنويا)، جراء خوضها في حقول الطاقات المتجددة، فضلاً عمّا يتيحه تصنيع موارد غير قابلة للنفاذ من استحداث آلاف مناصب الشغل وتوفير طاقة نظيفة.[1]

إن تأثير استعمال الهيدروجين على المؤسسات الاقتصادية، السياسية والاجتماعية يقودنا اليوم لرؤية واضحة للميادين الأساسية للبحث والتطوير التكنولوجي والتي يمكن أن تدمج في مراكز البحث والجامعات الجزائرية بالتعاون مع البلدان الأكثر تطوراً في هذا المجال.

المطلب الثالث: استعراض الواقع المحلي للطاقة في الجزائر

أولاً: إنتاج الطاقة في الجزائر: [2] عرف إنتاج الطاقة في السنوات الأخيرة تطوراً ملحوظاً من حيث الفعالية، إذ أنه يتكيف تدريجيًا مع المشهد العالمي الطاقوي، حيث وصل الانتاج سنة 2017 (169.8مليون طن). ينقسم الإنتاج الطاقوي إلى قسمين، إنتاج الطاقة الأولية وإنتاج الطاقة المشتقة. كما هو مبين من خلال الجدول التالي(3-2-10) تطور انتاج الطاقة الوطني بين عامي 2016-2017.

---

[1] مقال الجزائر تحوّل الهيدروجين لإنتاج الطاقة بالوقود والماء، البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة https://portail.cder.dz/ar/spip.php?article662 تاريخ الاطلاع: 2016/12/11 على الساعة 10:14

[2] bilan énergétique national année 2018,op ;cit ,p ; 6

الجدول (3–2–10): انتاج الوطني للطاقة بين عامي 2016–2017

(مليون طن مكافئ نفط)

انتاج الطاقة	2016	2017	نسبة النمو %
الطاقة الأولية	166 184	165 861	0.2-
الطاقة المشتقة	63 091	64 215	+1.8

Source : bilan énergétique national année 2018,p ;5,7

يتضح من الجدول أعلاه انخفاضا في إنتاج الطاقة الأولية بنسبة(-0.2%)، وزيادة في الطاقة المشتقة بنسبة(+1.8%).

أ- **انتاج الطاقة الأولية** : بلغ إنتاج الطاقة الأولية التجارية (165.9 مليون طن مكافئ نفط)، مما يعكس انخفاضاً يعادل (-0.2%) مقارنة بإنجازات السنوات الماضية، التي بلغت (166.2 مليون طن مكافئ نفط) عام2015 و(154.9مليون طن) عام 2015 أي بانخفاض طفيف وصل الى (0.3%-).

ويرجع سبب هذا النمو الى الانتاج المتزايد للغاز الطبيعي، يليه البترول الخام الذي عوض انخفاض المكثفات وغاز البترول المسال كما هو مبين في الجدول التالي(3-2-11):

الجدول(3–2–11): انتاج الطاقة الأولية

المنتوج	2016	2017	نسبة التطور(%)
الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب)	89 731	91 286	+1.7
البترول الخام(كيلو طن)	56 193	54 564	-2.9
المكثفات(كيلو طن)	10 449	10 436	-0.1
غاز البترول المسال (كيلو طن)	9 726	9 416	-3.2
الكهرباء الأولية(جيغاواط/ساعة)	80	150	+86.3
الوقود الحيوي الصلب (الخشب)(مليون متر مكعب)	6	10	72.2
المجموع(كيلو طن مكافئ نفط)	166 184	165 861	-0.2

Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;5

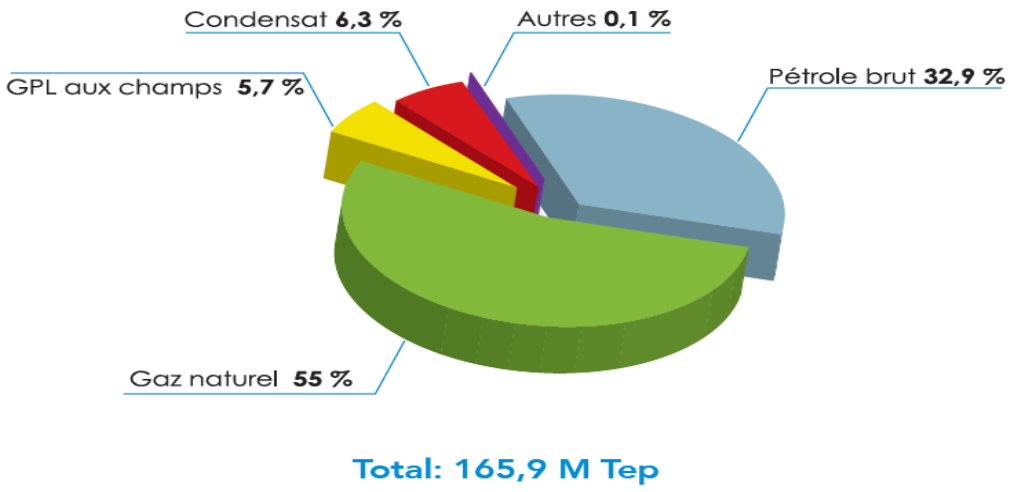
شهد انتاج الكهرباء الأولية (القطاع الهيدروليكي) زيادة كبيرة بنسبة (51%)، من(336 جيغاواط ساعة) إلى(635 جيغاواط ساعة) في عام 2017، نتيجة التنويع الطاقوي الذي اعتمدته الدولة لإنتاج الكهرباء بالاعتماد على الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

فقد شهد عام 2017 بداية انتاج 5 محطات توليد الطاقة الكهروضوئية بقدرة إجمالية تبلغ (125 ميغاواط) تقريبا، ممّا زاد من حصة توليد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في إنتاج الكهرباء الأولية إلى ما يقارب من(90%).

اما انتاج الطاقة الكهرومائية شهد انخفاضاً بنسبة (-22%) أي بقدرة (56جيغاواط/ ساعة) وهذا راجع لانخفاض سقوط الامطار ، ونتيجة ذلك شكلت (10%) من الكهرباء الاولية

ولا يزال هيكل إنتاج الطاقة الأولية في عام 2017 يهيمن على الغاز الطبيعي بنسبة(55%)، اما البترول والمكثفات فتمثل نسبة(45 %) من انتاج الطاقة الأولية، وبالتالي فان الزيادة في انتاج الغاز الطبيعي عوضت جزئياً الانخفاض في انتاج المصادر الاخر، كما هو مبين في الرسم البياني التالي(3-2-3).

الشكل(3-2-3): هيكل إنتاج الطاقة الأولية



Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;6

ب- **إنتاج الطاقة المشتقة:** يتمثل في الكهرباء، الغاز الطبيعي المسال، الوقود السائل والوقود الغازي بالإضافة إلى بعض الغازات الأخرى.

نما إنتاج الطاقة المشتقة بنسبة (1.8%) ما يعادل (64.2 مليون طن) عام 2017، بعد زيادة شهدها من الغاز الطبيعي المسال بنسبة (+6%) وقابله زيادة في توليد الكهرباء الحرارية بنسبة (+ 5.2%)، وغاز البترول المسال (5.3%)، حيث هذه الزيادة عوضت الانخفاض في إنتاج المنتجات النفطية (-2.7 %). نوضح ذلك من خلال الجدول التالي(3-2-12):

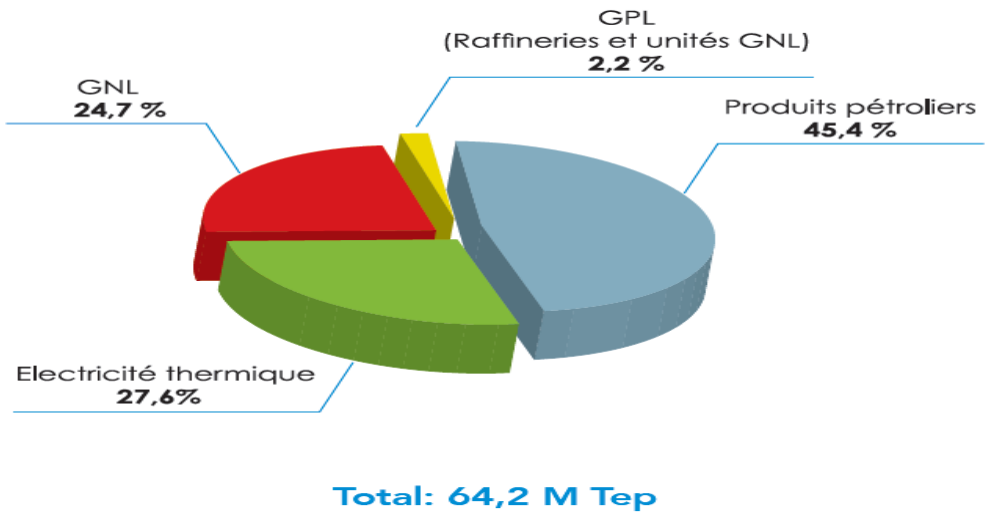
الجدول(3-2-12): انتاج الطاقة المشتقة

المنتوج	2016	2017	نسبة التطور(%)
المنتجات البترولية	29 953	29 139	-2.7
الكهرباء الحرارية	16 860	17 743	+5.2
الغاز الطبيعي المسال	14 963	15 862	6.0
غاز نفطي مسال	1 316	1 386	+5.3
منتجات اخرى		85	
المجموع	63 091	64 215	1.8

Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;8

ويبقى هيكل إنتاج الطاقة المستمدة من المنتجات البترولية التي تسيطر عليها ما يقرب من (48%)، كما هو موضح في الشكل (3-2-4) أدناه.

الشكل(3-2-4): إنتاج الطاقة المشتقة



Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;9

من الشكل نلاحظ تباين كميات إنتاج مختلف أنواع الطاقة المشتقة، حيث يأخذ الغاز الطبيعي المسال الحصة الأكبر، ويليه الوقود السائل ثم الكهرباء فغاز البترول المميع، يعكس هذا التباين تباين الاحتياطيات المتوافرة من مصادر الطاقة الأولية لهذه الطاقات المشتقة، حيث يأتي الغاز الطبيعي بالنسبة الأكبر يليه البترول الذي ينتج منه الوقود السائل وغاز البترول المميع.

ثانيًا: استخدام الطاقة: يشير استخدام الطاقة إلى استهلاك الطاقة الأولية قبل تحويلها إلى أنواع وقود المستخدم النهائي الأخرى، وهو ما يعادل الإنتاج الأصلي مضافا إليه الواردات والتغيرات على المخزونات ومخصوما منه الصادرات وكميات الوقود التي يتم توريدها إلى السفن والطائرات التي تشتغل بأنشطة النقل الدولية.

الجدول(3-2-13): تطور استخدام الطاقة لكل الناتج المحلي الاجمالي (100 دولار أمريكي) في الجزائر خلال الفترة 2010-2015

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
التعداد السكاني	36	36	37	38	38	39
النمو الناتج المحلي الاجمالي	3.6	2.9	3.4	2.8	3.8	3.8
نصيب الفرد من اجمالي الناتج الاجمالي	1.8	1.4	0.8	1.8	1.8	
استخدام الطاقة لكل الناتج المحلي الإجمالي(1000 دولار امريكي) كغم مكافئ نفط لكل فرد	86.2	87.4	93	93	98	
استهلاك الطاقة الكهربائية (كيلواط ساعي)	1.015.0	1.121.6	1.236.1	1.277.4	1.363.5	

المصدر :من إعداد الطالبة بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي .

مؤشرات التنمية العالمية http://databank.albankaldawli.org/data/reports.aspx?source

سلكت استخدامات الطاقة اتجاهات متزايدة خلال الفترة 2010- 2014 بمعدل سنوي بلغ (5%) ومن المتوقع أن تستمر استخدامات الطاقة في التزايد.

ثالثاً: الاستهلاك الوطني للطاقة:

شهد الاستهلاك الوطني للطاقة تطوراً بمعدل متوسط بلغ حوالي (5%) سنويا منذ عام 2001، ويرجع ذلك إلى مجموعة من العوامل مثل ارتفاع أسعار الطاقة منذ جانفي2016، وضعف نمو السيارات وشتاء معتدل نسبيًا. حيث بلغ (59.6 مليون طن مكافئ نفطي) عام 2017 بزيادة قدرت بـ(2.1+%) عن 2016 التي وصلت (58.2مليون طن مكافئ نفطي)[1]ويشكل هذا الاستهلاك (35.1%) أكثر من ثلث الانتاج الوطني.وهذا الاستهلاك مشكل بـ: الكهرباء (5.5%) ، والغاز الطبيعي (1.4%) والغاز النفطي المسال (5.0%).الجدول(3-2-14) ومن المتوقع أن ينمو الطلب على الطاقة بـ(4.3% سنويا)، ويرتفع إلى(61.1 مليون مكافئ نفطي) 2020 والى (92 مليون مكافئ نفطي) 2030.[2]

يتشكل هيكل الاستهلاك الوطني للطاقة من العناصر الثلاث التالية:

- ✓ الاستهلاك النهائي الذي يغطي الاحتياجات النهائية للصناعة، النقل وقطاعات الاستهلاك المنزلي؛
- ✓ الاستهلاك غير الطاقوي (البتروكيماويات، الأسمدة، الاسفلت، والزيوت)؛
- ✓ استهلاك الوحدات الصناعية الطاقوية؛
- ✓ الكميات الضائعة؛

الجدول(3-2-14): الاستهلاك القطاعي من الطاقة:

	2015	2016	2017	نسبة التطور (%)
الاستهلاك النهائي	42 458	42 883	44 646	+4.1
الاستهلاك غير طاقوي	4 077	4 330	3 486	-19.5
استهلاك الصناعات الطاقوية	7 841	7 439	7 057	-5.1
الطاقة الضائعة	3 890	3 690	4 394	19.1
الاستهلاك الوطني	58 265	58 341	59 582	+2.1

Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;15

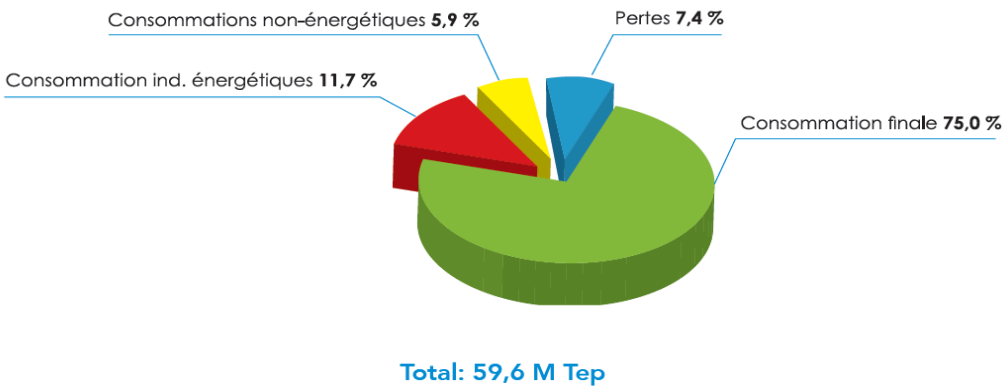
يتسم الاستهلاك الوطني بارتفاع الاستهلاك النهائي للطاقة بشكل طفيف (+2.1%) ليصل إلى (59.6 مليون طن مكافئ نفطي)، مدعوما بالكهرباء (+4.3%) والغاز الطبيعي (+3.3%). وهو ما يعوض الانخفاض في المنتجات النفطية (-2.8%). والغاز الطبيعي المسال (0.8-%). في المقابل، كما شهد الصناعات الغير طاقوية نمو قوي بنسبة (+ 6.2%) من جهة، وانخفاض

[1] bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ; 17

[2] Données & Indicateurs, Consommation Energétique Finale de l'Algérie, Chiffres clés Année 2007, Edition 2009,p ;3.

كبير في صناعات الطاقة والطاقة الضائعة بنسبة (-5.1%) من جهة أخرى، ويوضح الشكل البياني(3-2-5) أدناه الاستهلاك الوطني للطاقة.

الشكل(3-2-5): الاستهلاك الوطني للطاقة



Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;13

أما فيما يخص مؤشر كثافة الطاقة بالجزائر فقد بلغت 0.357 إلى 1000 دولار لكل ألف دولار من الناتج المحلي الإجمالي أو أكثر بمرتين من مثيلتها في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. اين سجل الاستهلاك الوطني النهائي للطاقة معدل نمو سنوي بلغ حوالي 5.68% بين عامي 2000 و2005.[1]

إذا عدنا إلى تقسيم الاستهلاك الوطني حسب أشكال الطاقة فيمكن توضيحه في الجدول التالي(3-2-15) خلال سنوات 2015-2016-2017.

الجدول (3-2-15): الاستهلاك الوطني حسب أشكال الطاقة

كيلو طن مكافئ نفط

الاستهلاك الوطني حسب شكل الطاقة	2015	2016	2017	نسبة التطور (%)(2015-2016)
Pétrole brut البترول الخام	21 288	21 036	22 029	1.4
Gaz naturel الغاز الطبيعي	21 345	21 732	15 883	-1.6
Electricité الكهرباء	16 408	16 880	17 812	5.5
Produits pétroliers المنتجات البترولية	16 593	16 141	2 361	5.0
GPL غاز البترول المسال	2 264	2 247	1 085	4.8
Condensat المكثفات	23	19	23	22.6
المنتجات الصلبة : - فحم الكوك الصلب	29	6	48	691.8

[1]senouci ben abou ,Les enjeux de la transition énergétique en Algérie, Le Premier Colloque sur les politiques d'utilisation des ressources énergétiques : entre les exigences du développement national et la sécurité des besoins internationaux, Faculté des Sciences Economiques, Sciences Commerciales et Sciences de Gestion,univ Sétif 1 ; 7 – 8 avril 2015 ,p ; 16

– الخشب				
اخرى : – الغاز الطبيعي المسالGNL – ...	314	279	341	22.1
المجموع	58 265	58 341	59 582	+2.1

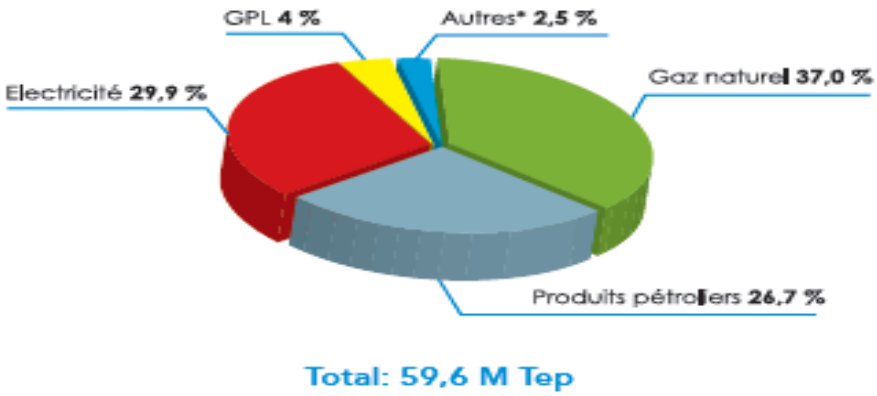
Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;18

ما يمكن استنتاجه من الجدول نلخصه فيما يلي:

- ✓ تناقص استهلاك النفط الخام حيث انخفض استهلاكه من (21036 الف برميل مكافئ نفط/يوم) سنة 2016إلى (22029 الف برميل مكافئ نفط/يوم) سنة 2017؛
- ✓ انخفاض استهلاك المنتجات البترولية بنسبة (1.6%) وهو ما يعكس نقص في الطلب على مختلف أنواع الوقود وزيوت المحركات...الخ؛
- ✓ تزايد استهلاك الغاز الطبيعي نتيجة تعميم وتوسيع شبكة توزيع الغاز الطبيعي، بالإضافة إلى استعماله في إنتاج الكهرباء...الخ؛
- ✓ الزيادة المستمرة في استهلاك الكهرباء، وهو ما نفسره بزيادة الطلب، الإنتاج وتوسع الشبكة الكهربائية في عموم البلاد؛
- ✓ تذبذب كميات الأشكال الأخرى بين التزايد والتناقص؛
- ✓ إن تزايد استهلاك كل من المنتجات البترولية، الغاز الطبيعي والكهرباء يعكس التزايد الكبير الذي يعرفه الاستهلاك النهائي، وهو ما أشرنا إليه سابقا، أي أن الاستهلاك الوطني أصبح تابعًا بشكل كبير للاستهلاك النهائي؛

يهيمن الغاز الطبيعي على الاستهلاك الوطني (37%) يليه الكهرباء (29.9%) والمنتجات البترولية (26.7%) كما هو موضح في الشكل (3-2-6) أدناه:

الشكل(3-2-6): الاستهلاك الوطني حسب اشكال الطاقة



Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;18

يتوزع تطور الاستهلاك الوطني بالنسبة لمختلف القطاعات الرئيسية كالآتي:

✓ ارتفاع استهلاك قطاعات الصناعة والبناء والأشغال العمومية بنسبة (6.6%) ليستقر عند (19.8مليون طن مكافئ نفط) ؛

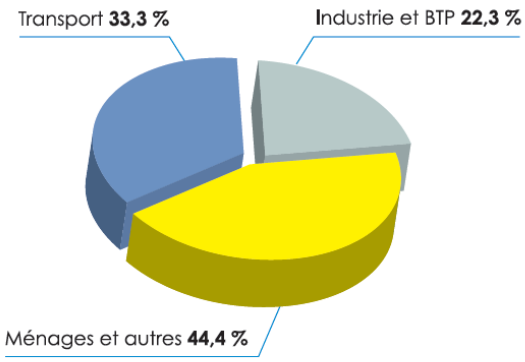
✓ ارتفاع استهلاك القطاعين المنزلي والخدمات بنسبة (2.4%)، حيث انتقل من (18.1 مليون طن مكافئ نفط) سنة 2015إلى (18.6مليون طن مكافئ نفط) سنة 2016، نتيجة النمو الذي شهده القطاع السكني بنسبة (1.9%)، نظراً لمتطلبات الغاز والكهرباء الناجمة عن الزيادة في عدد عملاء.

✓ انخفاض استهلاك قطاع النقل بنسبة (1.1%) مقارنة بالعام السابق (14.9مليون طن مكافئ نفط).

✓ يهيمن القطاعين المنزلي والخدمات بنسبة(44.4%)، في الاستهلاك النهائي للطاقة يليه قطاع النقل (33.3%) وقطاع "الصناعة والبناء" بنسبة (22.3%).

ونوضح ذلك من خلال الشكل البياني(3-2-7) التالي:

الشكل (3-2-7): الاستهلاك النهائي للطاقة على أساس القطاعات



Source :bilan énergétique national année 2018(op,cit) ,p ;23

المبحث الثالث: الإنتقال الطاقوي وتأمين التنمية المستدامة

ان تحسين كفاءة الطاقة في مجالات الصناعة والكهرباء والمباني، والبترول لا يزال من التحديات الرئيسية على الصعيد المحلي، حيث يوجد قدر هائل من الفوائد المتبادلة التي تأتي من تنفيذ سياسات تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتخفيض تكلفتها وتحسين نوعية الهواء والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لذا فان اتاحة تكنولوجيات كفاءة الطاقة في هذه المجالات سيدعم بلا شك الجهود الرامية الى تحقيق أنماط مستدامة من الانتاج والاستهلاك.

المطلب الأول: الإنتقال الى الاقتصاد الاخضر

الفرع الاول: مفهوم الاقتصاد الاخضر: من المفاهيم الجديدة المرتبطة بالطاقات المتجددة أفرزته المشاكل البيئية كالتلوث والاحتباس الحراري والتقلبات الجوية الغير اعتيادية، حيث يشكل الإفراط في الاستهلاك العالمي للنفط أحد الأسباب الرئيسية، الاقتصاد الاخضر THE GREEN ECONOMY الذي يعني في تعريفه البسيط الاستغلال الأمثل للموارد الطاقوية النظيفة والبديلة والصديقة للبيئة، التي تلبي احتياجات الانسان من الطاقة مع المحافظة على البيئة المحيطة به ويرتبط المفهوم ارتباطاً عضوياً بمفهوم التنمية المستدامة[1] التي تركز على عناصر الديمومة والاستمرارية في استغلال الموارد الطبيعية المتاحة لتلبية متطلبات الاجيال الحالية مع ضرورة المحافظة على حاجات الاجيال القادمة دون الاضرار بالبيئة.

وتجدر الاشارة بأن مفهوم الاقتصاد الأخضر لا يحل محل التنمية المستدامة، ولكنه نتيجة الاقتناع المتزايد بأن تحقيق التنمية المستدامة المطلوبة لن تتحقق إلا عن طريق الترويج لفكرة الاقتصاد الأخضر بعد عقود من تدمير البيئة عن طريق الاقتصاد البني (هو عكس الاقتصاد الأخضر والمبني على التنمية الملوثة للبيئة)، كما أنه لا يمكننا تحقيق الأهداف التنموية للألفية دون تحقيق الاستدامة التي تعتمد بدورها على فكرة الاقتصاد الأخضر.[2]

عرّف برنامج الأمم المتحدة للبيئة الاقتصاد الأخضر بأنه "ذلك الاقتصاد الذي ينشأ عنه تحسن في رفاهية الإنسان والمساواة الاجتماعية، في حين يقلل بصورة ملحوظة من المخاطر البيئية وندرة الإيكولوجية للموارد. ويمكن أن ننظر للاقتصاد الأخضر في أبسط صورة كاقتصاد يقل فيه انبعاث الكربون وتزداد كفاءة استخدام الموارد كما يستوعب جميع الفئات الاجتماعية.[3]

---

[1] شرين السيد أحمد منشاوي، الاقتصاد الاخضر ودوره في تعزيز التنمية المستدامة في مصر بالتركيز على الموارد المائية، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجيستير في الاقتصاد، كلية التجارة، جامعة عين الشمس، 2016 ص، 7

[2] نورهان عبد الرحمن محمود عبد الرحمن، امكانية التوجه نحو الاقتصاد الاخضر مع التركيز على المباني الخضراء للحد من مشكلة استهلاك الطاقة في مصر «دراسة مقارنة"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجيستير في الاقتصاد، كلية التجارة، عين الشمس ،قسم الاقتصاد، 2018 ،ص،20

[3] ساندي صبري ابو السعد، مارينا ماهر عبد المسيح، منى أمام حسين، ميرنا ملاك عبد المسيح، نانسي محسن ناجي؛ الاقتصاد الأخضر وأثره علي التنمية المستدامة في ضوء تجارب بعض الدول: دراسة حالة مصر، المركز الديمقراطي العربي في قسم الدراسات الاقتصادية، مشاريع اقتصادية، مشاريع بحثية.

" أما في تعريفه البسيط فهو " الاقتصاد الذي يوجد به نسبة صغيرة من الكربون ويتم فيه استخدام الموارد بكفاءة، كما يجب أن يكون النمو في الدخل وفرص العمل مدفوعاً من جانب الاستثمارات العامة والخاصة التي تقلل انبعاث الكربون والتلوث، وتزيد من كفاءة استهلاك الموارد والطاقة، وتمنع خسارة خدمات التنوع البيولوجي والنظام الإيكولوجي. وتحتاج هذه الاستثمارات للتحفيز والدعم عن طريق الإنفاق العام الموجه، وإصلاح السياسات وتغيير اللوائح. [1]

ويجب أن يحافظ مسار التنمية على رأس المال الطبيعي ويحسنه بل ويعيد بنائه عند الحاجة، باعتباره مصدرًا للمنفعة العامة، خاصة للفقراء الذين يعتمد أمنهم ونمط حياتهم على الطبيعة.[2]

الفرع الثاني: حوافز الانتقال للاقتصاد الاخضر: أن الانتقال الى التنمية الخضراء هو حدثاً ليس سهلاً ولا يمكن الانتقال اليه بسهولة... بل هي عملية طويلة وشاقة تهدف الى تحقيق التنمية المستدامة.

وقد جاء التفكير بالإنتقال الى الاقتصاد الأخضر نتيجة لخيبات الأمل المتكررة في الاقتصاد العالمي وكثرة الأزمات التي يمر بها، ومنها (انهيار الأسواق، الأزمات المالية والاقتصادية، ارتفاع أسعار الغذاء، التقلبات المناخية، التراجع السريع في الموارد الطبيعية وسرعة التغيير البيئي،...)، وفيما يلي نورد مجموعة من الحوافز التي تدفع نحو الانتقال للاقتصاد :[3]

- تحديد استراتيجية شاملة للانتقال إلى اقتصاد أخضر على الصعيدين الوطني والاقليمي، تعتمد إدماج مختلف الاستراتيجيات والبرامج القطاعية. من أجل ذلك، لبد من وضع لجنة مركزية عليا للاقتصاد الأخضر مشتركة بين جميع الوزارات، يكون من مهماتها اقتراح التوجيهات الاستراتيجية، وضمان التتبع والتحسين المستمر لمختلف البرامج المعتمدة، وتقييم نتائجها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.
- ضمان اندماج صناعي فعلي وتنمية داعمة للمسالك الخضراء الوطنية. وذلك عبر إنجاز تحليل يمكن من تشخيص المسالك الصناعية الجديدة المتلائمة مع الإمكانات الطبيعية والبشرية للبلاد، ووضع مخطط لمشاريع تطوير المقاولات الصغرى والمتوسطة الوطنية في هذه الميادين. ويتعين كذلك إعطاء الأولوية للبرامج الوطنية الخاصة بتنمية الطاقات الشمسية والريحية ومعالجة مياه الصرف وتدبير النفايات الصلبة المنزلية، بهدف رفع نسبة الفائدة الناتجة عن الاستثمارات الهامة الموظفة، عبر خلق فرص عمل وتطوير الخبرة المغربية.
- يساهم الاقتصاد الأخضر في تخفيف الفقر وذلك عن طريق الادارة الحاكمية للموارد الطبيعية والأنظمة الأيكولوجية، وذلك سوف يحقق المنافع من رأس المال الطبيعي ونستطيع ان نوصلها الى الفقراء.[4]

---

[1] دراسة وتنفيذ وتحسين أداء محطة ضخ مياه تعمل بالطاقة الشمسية جامعة تشرين، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، قسم القوى الميكانيكية دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في هندسة القوى الميكانيكية، المهندس علي ناجي حمودي،2008-2009 ص؛ 2،3

[2] نحو اقتصاد أخضر مسارات إلى التنمية المستدامة والقضاء على الفقر، مرجع لواضعي السياسات، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2011،ص.9

[3] الاقتصاد الأخضر وأثره علي التنمية المستدامة في ضوء تجارب بعض الدول: دراسة حالة مصر،(مرجع سابق)

[4] نورهان عبد الرحمن محمود عبد الرحمن،(مرجع سابق)، ص، 24

➢ ان تحسين كفاءة المياه واستخدامها يمكن أن يخفض بقدر كبير استهلاكها كما أن تحسن طرق الحصول على المياه سوف يساهم في توفير المياه الجوفية داخل الآبار وأيضا الحفاظ على المياه السطحية.

➢ يؤدي الانتقال الطاقوي الى تخفيض ملحوظ في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ففي المخطط الاستثماري الذي يستثمر فيه نسبة(2%) من الناتج المحلي الاجمالي في قطاعات رئيسية من الاقتصاد الأخضر يخصص أكثر من نصف مقدار ذلك الاستثمار لزيادة كفاءة استخدام الطاقة، وتوسيع الانتاج واستخدام موارد الطاقة المتجددة والنتيجة هي تحقيق خفض انبعاثات الغازات بنسبة قدرها (36%) في كثافة استخدام الطاقة على الصعيد العالمي.

➢ وضع مخطط عملي من أجل استباق الحاجات المستقبلية من الكفاءات التي تناسب البرنامج الوطني لتطوير مسالك صناعية خضراء، بتنسيق مع مختلف الشركاء الاجتماعيين والاقتصاديين والأكاديميين، مع الحرص على إدماج البعد الاقليمي.

➢ كما يتعين تشجيع مبادرات البحث العلمي والتطوير والابتكار التكنولوجي المنتج لبراءات الاختراع، التي تشمل مجموع المسالك الصناعية للاقتصاد الأخضر. ومن جهة أخرى، فإن إدماج البعد البيئي في البرامج التربوية وفي التعليم بمختلف أسلاكه سيمكن من تعزيز المواطنة البيئية وتكييف السلوكيات وأنماط الاستهلاك المستقبلية.

➢ وضع تدابير فعّالة لتعميم آليات المسؤولية الاجتماعية والبيئية داخل المقاولات.

➢ تفعيل الترسانة القانونية البيئية الموجودة بوضع وسائل للمراقبة والتتبع المناسبين، وتطبيق مبدأ «الملوث يدفع»، وإصدار القانون المتعلق بالميثاق الوطني للبيئة والتنمية المستدامة.

➢ تعزيز آليات التمويل العمومي الخاص عبر صيغ تفضيلية لتحضير مختلف القطاعات الاقتصادية، خصوصاً بالنسبة الى المقاولات الصغرى والمتوسطة، كما أن إدماج تقييم الأخطار البيئية والاجتماعية في شروط منح القروض من المصارف سيمكن من فرض القوانين والالتزامات البيئية والاجتماعية في المراحل الأولى لكل الاستثمارات.

الفرع الثالث: تحديات الإنتقال والانتقال الى الاقتصاد الأخضر: يوجد العديد من التحديات التي سوف تواجه الدول في مرحلة تحولها الى الطاقة النظيفة (الخضراء) "يقصد بها تلك الطاقة المتولدة من الموارد الطبيعية والمتجددة التي لا ينتج عنها مخلفات او غازات تعمل على زيادة الاحتباس الحراري مثل اكسيدات النيتروجين فهي بالتالي تشمل جزءاً من مصادر الطاقة المتجددة وليس كلها فمثلاً الغاز الحيوي او الطاقة الناتجة عن المخلفات الزراعية لا تندرج تحت هذه المصادر.[1] ومن هذه التحديات نذكر:

➢ عدم التخطيط المحكم في مجال السياسات التنموية؛

➢ تحول الوظائف من قطاعات الى أخرى حيث أن زيادة الوظائف في قطاعات معينة يقابلها تراجع في عدد من الوظائف في قطاعات اخرى خاصة في المرحلة الانتقالية وهذا يؤدي الى تفشي مشكلة البطالة؛

[1] ثامر البكري، هديل الشراونة، المزيج التسويقي الاخضر والطاقة المتجددة، دار أمجد للنشر والتوزيع، عمان ، الاردن 2015 ، ص،77

- امكانية نشوء سياسات حماية وحواجز فنية اضافية امام التجارة؛
- ان الفقر لايزال يطال قرابة السبعين مليون نسمة في الوطن العربي ومنها افتقار أكثر من خمسة وأربعين مليون عربي الى الخدمات الصحية الدنيا والى المياه النظيفة والافتقار في كفاءة استخدام المياه العذبة ومصادر الطاقة.
- خيار الإنتقال الى الاقتصاد الأخضر خيار مكلّف، وقد لا ينتج عنه فوز تلقائي ومتساوي على الصعيدين الاقتصادي والبيئي، وقد يكون ذلك على حساب أهداف أنمائية أخرى.
- ارتفاع تكلفة التدهور البيئي في البلدان العربية والتي تبلغ سنوياً خمسة وتسعين مليار دولار أي ما يعادل خمسة بالمائة من مجموع الناتج المحلي الإجمالي.

الفرع الرابع: مبادئ الاقتصاد الاخضر: تتمثل في: [1]

1-مؤشرات قياس مدى تقدم الدولة نحو تبني نهج الاقتصاد الاخضر: ساهمت عدة تقارير ودراسات في رصد عدد من المؤشرات التي تقيس مدى تقدم الدولة نحو تبني نهج الاقتصاد الاخضر، ومن اهم هذه المؤشرات: التقييم البيئي والحفاظ على الموارد البيئية، خلق الوظائف، توزيع الدخل، الرفاه الاقتصادي، الناتج المحلي الخام.[2]

2- مبادئ الاقتصاد الاخضر:

- **الطاقة الخضراء:** وهي مجموعة من البرامج والسياسات الهادفة إلى تعزيز إنتاج واستخدام الطاقة المتجددة والتقنيات المتعلقة بها، إضافة إلى تشجيع استخدام المصدر النظيف لإنتاج الطاقة، والعمل على تطوير معايير وتعزيز كفاءة استهلاك الطاقة في القطاعين الحكومي والخاص.
- **السياسات الحكومية:** وتهدف إلى تشجيع الاستثمارات في مجالات الاقتصاد الأخضر، وتسهيل عمليات إنتاج واستيراد وتصدير وإعادة تصدير المنتجات والتقنيات الخضراء، إضافة إلى العمل على خلق فرص العمل للمواطنين في هذه المجالات، وتجهيز الكوادر الوطنية في هذا المجال.
- **المدينة الخضراء:** ويشمل مجموعة من سياسات التخطيط العمراني الهادفة إلى الحفاظ على البيئة ورفع كفاءة المساكن والمباني بيئياً، وتشجيع وسائل النقل الصديقة للبيئة، أو ما يسمى بالنقل المستدام، إضافة إلى برامج تهدف إلى تنقية الهواء الداخلي للمدن في الإمارات، لتوفير بيئة صحية للجميع.
- **التعامل مع آثار التغير المناخي:** عبر سياسات وبرامج تهدف إلى خفض الانبعاثات الكربونية من المنشآت الصناعية والتجارية، إضافة إلى تشجيع الزراعة العضوية عن طريق مجموعة من الحوافز على المستويين الاتحادي والمحلي، والحفاظ على التنوع البيولوجي، وحماية التوازن البيئي لجميع الكائنات البرية البحرية.

---

[1] رامي لطفي كلاوي، هدي الاسلام في التنمية المستدامة، ادارة البحوث، دائرة ادارة الشؤون الاسلامية والعمل الخيري، الطبعة الاولى2012، الامارات العربية المتحدة، ص،104؛106

[2] شرين السيد أحمد منشاوي، (مرجع سابق)، ص، 7

- **الحياة الخضراء:** ويشمل مجموعة من السياسات والبرامج الهادفة إلى ترشيد استخدام موارد الماء والكهرباء والموارد الطبيعية، إضافة إلى مشروعات إعادة تدوير المخلفات الناتجة عن الاستخدامات التجارية أو الفردية، بالإضافة الى التوعية والتعليم البيئي للمجتمع، سواء عن طريق القطاعات التعليمية أو من خلال وسائل التوعية الإعلامية، بما يضمن رفع مستوى تفاعل المجتمع مع مبادئ الاقتصاد الأخضر كافة.
- **التكنولوجيا والتقنية الخضراء:** وهو يركز في مرحلته الأولى على تقنيات التقاط وتخزين الكربون، إضافة إلى تقنيات تحويل النفايات إلى طاقة، ممّا يساهم في التخلص من النفايات بطريقة اقتصادية تلبي بعض احتياجات الطاقة، كما يهدف الى تعزيز تقنيات الكفاءة التي تقلل من استخدامات الطاقة اليومية، واستهلاكها بالنسبة للشركات أو الأفراد من دون التأثير سلباً في الإنتاج النهائي.

المطلب الثاني: الإنتقال الى الشبكات الذكية

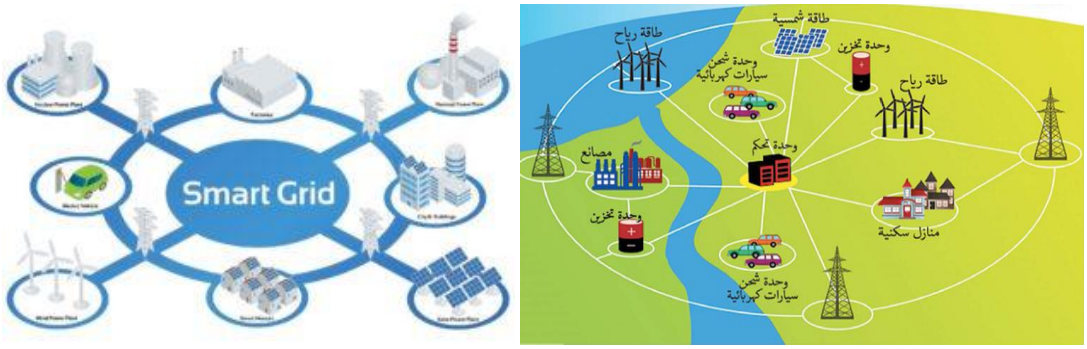
الفرع الاول: تعريف الشبكات الذكية هي وسيلة المستقبل لتوزيع الطاقة الكهربائية، تُستخدم فيها المعدات المزودة بتقنيات الاتصالات كالعدادات الذكية أو أنظمة المراقبة، من خلال اجهزة القياس وانظمة الاتصالات ويتم جمع المعلومات من نقاط توليد ونقل واستهلاك الكهرباء ليتم استخدامها لتطبيق نظريات الاستغلال الامثل للمنظومة الكهربائية، حيث يمكن تحديد انماط استهلاك الكهرباء ومراقبته لدى المستهلك، كما تساعد الشبكات الذكية في ادارة محطات توليد الطاقة خصوصا الطاقة المتجددة والتي تتسم بالتذبذب في معدلات التوليد، بالإضافة الى الحصول على الكثير من البيانات التي يصعب حصرها والتي تستخدم ليتم ادارة الشبكة الكهربائية حاسوبيا ممّا ينتج عنه زيادة الموثوقية والاعتمادية وخفض تكاليف الانتاج والتوزيع. ومن ميزاتها ما يلي[1]

- تعتمد بشكل كبير على استغلال موارد الطاقة المتجددة؛
- تحقيق الاستغلال الأمثل للكهرباء المتولدة وتقليل تكلفة الكيلوواط؛
- تعمل على إشراك المستهلك كجزء من عملية توليد الكهرباء، وتتيح له خيارات عديدة لشراء الكهرباء من أكثر من جهة؛

تربط الشبكات الذكية مع الشبكة الكهربائية العامة بحيث يعملان مع بعضهما بشكل متناسق ومخطط كما هو مبين في الشكل التالي(3-3-1).

[1] حمد سليمان اليماني، تحسين كفاءة وموثوقية وديمومة توليد ونقل الكهرباء، 25نوفمبر 2012، تاريخ الاطلاع 12جوان 2017 على الساعة 17:09 cced.gov.eg/ar/index.php?news=869

الشكل (3-3-1): نموذج عن الشبكة الكهربائية الذكية

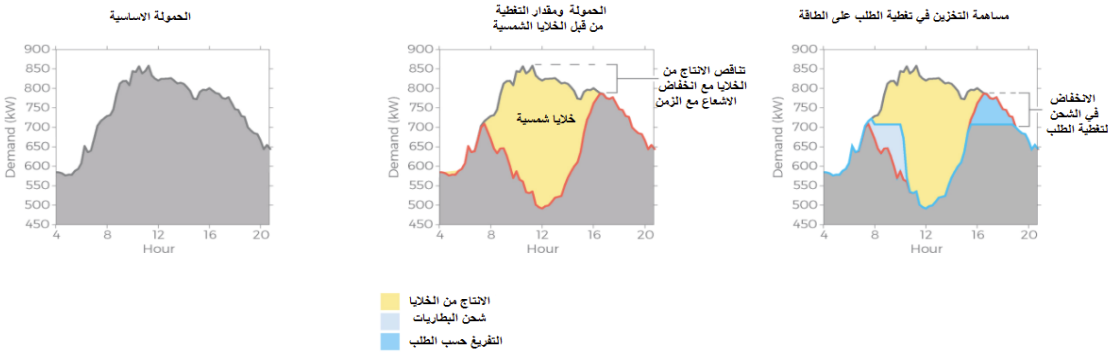


المصدر: **رفاه رومية**، ما هي الشبكات الذكية((Smart grid ؟؟، Midline-news ، **سبتمبر 27، 2017 ، 11:31**

الفرع الثاني: متطلبات الشبكة الكهربائية الذكية لبناء شبكة كهربائية ذكية لابد من تطور العديد من الاجهزة في كافة اجزاء الشبكة كالتوليد والنقل والوقاية والحكم، وكذلك الاجهزة التي ينبغي توافرها لدى المستهلك ليحدد اختياراته ومن بين هذه الاجهزة التي ينبغي تطويرها:

- **الحساسات** :تعمل على التحسس لأي اضطراب مفاجئ قد يحدث في الشبكة وتحديد مكانه بانتقائية عالية، وخلال فترات قصيرة جداً ليتم معالجتها دون أن يؤثر على أداء الشبكة ؛
- **أنظمة الاتصالات المتقدمة** :يتم استخدام أنظمة اتصالات متكاملة من أجل جمع المعلومات والبيانات وتحليلها وذلك لضمان التحكم الكامل بأجزاء الشبكة ومراقبتها لتحقيق العمل الآمن لها، والاستقرار الكامل دون حدوث مشاكل؛
- **أجهزة القياس الدقيقة** :تعمل هذه الأجهزة على قياس الكميات المختلفة على كامل أجزاء الشبكة وتزويدها لمركز التحكم و التنسيق وذلك بهدف التوازن والتنسيق بين الطلب والإمداد تفادياً لأي فصل غير متوقع؛
- **تخزين الطاقة من المصادر المتجددة** :باعتبار الإنتاج من الطاقة المتجددة متغير وغير ثابت فلا بد من اللجوء إلى عملية تخزين الطاقة المنتجة لحين استخدامها بشكل موثوق بحيث يخفف من العبئ المتزايد على الشبكة العامة في أوقات الذروة خاصة، نوضح ذلك من خلال الشكل (3-3-2).

الشكل(3-3-2):أهمية التخزين في الشبكات الكهربائية الذكية



➢ **العدادات الذكية** : تعمد هذه العدادات إلى قياس الاستهلاك بمختلف أنواعه (كهرباء، مياه، غاز)وتزويد مراكز التنسيق بهذه القياسات والبيانات، كما لديها القدرة على فصل ووصل الأجهزة المنزلية بشكل يساهم من الحد من الاستهلاك الزائد، كما تمكنهم من السيطرة والتحكم بالأجهزة المنزلية سواء عن طريق الهواتف الخلوية أو الحواسيب الشخصية وكل ذلك يساعد أيضا في الحماية من العبث بالاستهلاك الغير قانوني.

الفرع الثالث: فوائد ووظائف الشبكة الكهربائية الذكية

- ➢ معالجة بيانات المعدات الكهربائية الذكية؛
- ➢ تقليل وقت الانقطاعات المبرمجة وغير المبرمجة؛
- ➢ مشاركة المستهلك في ادارة تدفق الطاقة؛
- ➢ خفض فاتورة المستهلكين؛
- ➢ دعم طرق التوليد الخضراء؛
- ➢ الاستغلال الأمثل للأصول الرأسمالية والموجودات الثابتة؛
- ➢ رفع مستوى الموثوقية للنظام الكهربائي؛

الفرع الرابع: التحديات التي تواجه الشبكات الذكية إن عملية الإنتقال إلى الشبكات الذكية ليست بالأمر السهل خاصة في ظل الطلب المتغير للطاقة والإنتاج المتفاوت من مصادر الطاقة المتجددة، كما أن عملية التنسيق بينها وبين الشبكة العامة الموصولة إليها أو حتى الاستجابة السريعة للمتغيرات اللحظية تعتبر تحدي كبير في تطوير هذه الشبكة وذلك لرفع موثوقيتها واستجابتها السريعة، بالإضافة إلى ذلك لا يجب أن ننسى كيفية استجابة المستهلكين للتغيرات الحاصلة في طريقة دفع الفواتير وكيفية تعاملهم مع الأمور الإدارية والتقنية المتعلقة بهذا التغير.

الفرع الخامس: مجالات استغلالها

➢ مثال في الاستهلاك المنزلي: يمكن وضع جهاز مراقبة وتسيير الطاقة، يتحكم في كل الآلات والمستهلكات مثل المصابيح والثلاجة والغسالة،...تهدف في ترشيد استهلاك بأكبر قدر ممكن، مثل اطفاء مصباح اذا لم يكن مستعمل او اطفاء جهاز التلفاز وغير ذلك.

هذا الجهاز يسمى النظام الذكي للمنزل Home Smart Systemويمكن ان يوفر اكثر من (30%) من فاتورة الكهرباء المنزلية.

➢ المثال الثاني هو نظام ذكي يراقب طرقات المدينة، ويرشد نحو افضل مسار حتى تقتصد في استهلاك السيارة للطاقة.

المطلب الثالث: النظام الطاقوي وسياسات ترشيد الطاقة:

الفرع الاول: النظام الطاقوي وعناصره: يعرف على انه نظام مكون من مجموعة الفروع التي تستخرج، تستقطب، تحول، تنقل الطاقة من اشكالها المختلفة؛ الى ان توزع كطاقة نهائية (Energie Finale) يحولها المستهلك النهائي الى طاقة ضرورية (Energie Utile) في المحركات، الآلات، الافران، الثلاجات.[1] ويتكون من العناصر التالية: [2]

- ✓ المستهلكون الذين بفضلهم يجري تبديل وتحويل الطاقة النهائية الى طاقة ضرورية من بينهم العائلات، المؤسسات الصناعية، الزراعة والخدمات؛
- ✓ المؤسسات التي تنتج، تنقل وتوزع الطاقة.
- ✓ المؤسسات التي تنتج تجهيزات الانتاج، تجهيزات النفل والتحويل النهائي؛
- ✓ الدولة؛

وفيما يتعلق بتدخل وتأثير الدولة على النظام الطاقوي يمكن أن نميز بين التدخل المباشر حيث تقرر وتسمح لمؤسسات الإنتاج بالاستثمارات الكبرى المتعلقة بالإنتاج والنقل، والتدخل الغير المباشر، حيث تحدد أنظمة الأسعار والضرائب كما توجه سلوك بقية الفاعلين في النظام الطاقوي.

فالدولة لها مسؤولية التخطيط نظراً لتعدد الفاعلين في النظام الطاقوي نفسه وتعدد تفاعلات هذا الأخير مع بقية الاقتصاد والمجتمع.

الفرع الثاني: ترشيد إستخدام الطاقة: إن ترشيد استهلاك الطاقة أصبح اليوم من الأمور الضرورية التي سيؤدي إهمالها إلى كوارث مستقبلية.

أولاً: ترشيد الطاقة: إن الترشيد في استخدام الطاقة ضرورة حتمية على مستوى العالم من الناحية الاقتصادية والبيئية، وتزداد هذه الأهمية في عدة دول بسبب الزيادة المطردة في عدد السكان، والبرامج التنموية الطموحة، ومحدودية الموارد المتاحة،..

فالترشيد الطاقة هو مجموعة من الاجراءات والتقنيات التي يتم القيام بها بهدف خفض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها بما لا يؤثر على مستوى الأداء.[3]

ولترشيد الطاقة فوائد عديدة يمكن إيجازها على النحو التالي: [4]

---

[1] احمد احمد، "النمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة 1988-2007"، مذكرة ماجيستر في العلوم الاقتصادية فرع الاقتصاد الكمي جامعة الجزائر كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، السنة الجامعية: 2007-2008 ، ص؛ 12

[2] احمد احمد، (نفس المرجع)، ص؛13

[3] ثامر البكري، هديل الشراونة، (مرجع سابق) ، ص؛78

[4] أكثم محمد ابو العلا، كاميليا يوسف، فيولا جميل، شاهر انس"، ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية، الأهداف والمسئوليات والاجراءات ،لجنة الترشيد" جمهورية مصر العربية وزارة الطاقة والكهرباء ص؛13

- ✓ الاستغلال الامثل لمصادر الطاقات الاحفورية، بما يساعد في الحفاظ على هذه المصادر للأجيال القادمة.
- ✓ خفض الإستثمارات اللازمة لبناء محطات التوليد وخفض تكاليف الصيانة اللازمة للشبكات الكهربائية.
- ✓ خفض استهلاك الوقود بمحطات التوليد الحرارية بما يساهم في خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتحسين البيئة.

كما يسهم في تحقيق:

- ✓ المسار الأمثل للتنمية الاقتصادية بما يترتب عليه من توفير الموارد الطبيعية المطلوبة للاستثمار لزيادة القدرة الإنتاجية للاقتصاد.
- ✓ تدعيم القدرة التنافسية للاقتصاد الدولة حيث أن تحسين كفاءة إستخدام الطاقة في الأنشطة الاقتصادية تعنى خفضا لتكلفة انتاج السلع والخدمات .
- ✓ التنمية المستدامة لمصادر الثروة القومية بالاستخدام الرشيد بما يتضمن استمرارية إمدادها للأجيال الحاضرة والمستقبلية.
- ✓ الحفاظ على البيئة عن طريق خفض الانبعاثات الملوثة للهواء والغازات المسببة للاحتباس الحراري.
- ✓ والترشيد لا يعني التوقف جزئيًا أو كليًا عن الإستهلاك، ولكن المقصود به زيادة العائد وكفاءة الاستخدام. وأحد أهم مشروعات الترشيد هو الإنتقال الطاقوي على مستوى الدولة لاستخدام المصادر الجديدة بدلاً من الطاقة الأحفورية لجميع الاستخدامات.

ثانيًا: السياسات اللازمة لتنفيذ برنامج ترشيد الطاقة: [1] تفعيل دور البحث العلمي في مجالات تكنولوجيات كفاءة استخدام الطاقة وتطبيقاتها فضلا عن طاقة الكتلة الحية من المخلفات الزراعية والحيوانية.

- ✓ اتخاذ الإجراءات اللازمة لاستكمال إصدار المواصفات القياسية في مجال كفاءة إستخدام الطاقة.
- ✓ تطبيق نظام البطاقات للأجهزة المنزلية لبيان استهلاكها من الطاقة.
- ✓ تنفيذ مشروعات استرشاديه لكفاءة إستخدام الطاقة.
- ✓ تطوير السوق حتى يقتصر العرض على المهمات الموفرة للطاقة من أجهزة منزلية وأجهزة إضاءة وغيرها خلال فترة زمنية مناسبة.
- ✓ تشجيع التوسع في إستخدام تكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة في كافة الأنشطة المستهلكة للطاقة وعدم اقتصار على مجالات انتاج الطاقة ومثال ذلك التسخين الشمسي في الصناعة والمنازل وطاقة الرياح لتشغيل مضخات الري وتطبيق الوسائل الخلاقة لمواجهة ارتفاع اسعارها مع منح الحوافز المجزية نظير استخدامها .

---

[1] حمدي البنبي : وزير البترول المصري الأسبق. ترشيد استهلاك الطاقة ضرورة حتمية لإستمرار التنمية، 17فبراير،2011، http://resourcecrisis.com/conservation/15-5

✓ تشجيع استعمال الاجهزة التي تعمل على ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها، مثل المصابيح الموفرة للطاقة (الجدول(3-3-1)، والمواد العازلة حرارياً، والمنظمات الحرارية والكهربائية وغيرها...[1]

الجدول (3-3-1): انواع المصابيح المعادلة والاقل استهلاكاً

المصابيح المتوهجة واط	مصابيح فلورسنت واط Fluorescent lampe	كثافة الضوء
25	5	250
40	7	400
60	9	600
75	11	900

Source : smail semaoui, étude de l »électrification d'un village avec de l'energie solaire photovoltaïque, mémoire magister science physique, université de ouargla2003-2004, p ; 38

✓ تحفيز الجهات المستهلكة للطاقة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة بالوسائل المالية والضريبية والجمركية.

✓ الإسهام في تمويل مشروعات تحسين كفاءة استخدام الطاقة بناء على القواعد المنظمة لذلك.

✓ تشجيع التصنيع المحلي لكافة المعدات الموفرة للطاقة وتجهيزات الطاقة الجديدة والمتجددة .

✓ تدعيم شركات خدمات الطاقة التي تقوم بتنفيذ مشروعات تحسين كفاءة استخدام الطاقة ثم تتقاضى جزء من عائد تلك المشروعات حتى تحصل تلك الشركات على تسهيلات ائتمانية ميسرة من البنوك.

✓ إعداد قاعدة بيانات شاملة عن كفاءة إستخدام الطاقة تتضمن أساليب إدارة نظم الطاقة ووسائل رفع كفاءتها والتكنولوجيا والمعدات التي تحقق ذلك وقنوات الاتصال بمجلس كفاءة استخدام الطاقة.

✓ وضع الخطط اللازمة لتدريب الكوادر العاملة في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة.

✓ القيام بحملة إعلامية دائمة في وسائل الإعلام لتوعية المواطنين بقضية الطاقة وتثقيفهم في مجال المحافظة على الطاقة وأهمية ترشيد استهلاكها وتنظيم المعارض التي تعزز ذلك.

✓ الاتفاق مع وزارة التربية والتعليم على تدريس برامج الطاقة وأهمية ترشيدها للحفاظ على الموارد الطبيعية وعدم تلوث البيئة.

ثالثاً: أمن الطاقة وإمداداتها:

1-**أمن الطاقة** : يعرفه العالم "تشرشل" الى انه "يكمن في التنوع، والتنوع فقط"، ويشير هذا المفهوم الى توفر الطاقة تتناسب مع الطلب المحلي على الطاقة، وبتكلفة يستطيع ان يتحملها المستهلك والمنتج كما يجب ان تكون هذه المصادر امنة، وموثوق في استمرار امدادها.[2]

---

[1] ثامر البكري، هديل الشراونة، (مرجع سابق)، ص، 78

[2] نورهان عبد الرحمن محمود عبد الرحمن، (المرجع السابق)،ص،55

تعد أهمية أمن الطاقة كمحور أساسي يرتكز عليه أي حوار حول التنمية الاقتصادية؛ فهو تأمين القدر الكافي من أنواع الطاقة الأحفورية لكل دولة حول العالم، فهناك من يرى أن أمن الطاقة لن يتحقق سوى بتوفر مورد آمن للطاقة بأسعار مناسبة،[1] وهناك من يرى أن قضية أمن الطاقة مرتبطة ارتباط مباشر بمفاهيم ضرورية أخرى كالأمن الاجتماعي، الأمن الاقتصادي، الأمن البيئي والأمن السياسي.[2]

فان تعرض هذه الموارد للنقص الحاد وانخفاض الكميات المعروضة للبيع او ارتفاع الأسعار الى قيم أعلى من القيمة الحقيقية، او تأخر وصول هذه الموارد الى نقاط الاستهلاك، وأما لسبب فني (مثل : كسر خط الأنابيب، تعطل المضخات، ... وغيرها)، أو بسبب تخريب (مثل: تفجير أبار النفط والغاز، وتخريب خطوط الأنابيب وهو ما يحدث في العراق من حين لأخر،...)، كل هذا يعني نقص في تأمين الطاقة.

ظهر مصطلح أمن الطاقة عام 1973 عندما أستخدم البترول كسلاح من قِبل السعودية ضد الدول التي ساندت العدو الصهيوني في عدوانه على مصر، منذ ذلك الوقت استيقظ العالم من غفوة النفط على كابوس أمن الطاقة و بدأوا بتخصيص جهودهم، أموالهم وبحوثهم لإيجاد حلول استراتيجية تقودهم إلى بر الأمان في حال تعرضهم إلى أزمات قد تؤثر على أمن الطاقة في بلادهم، كالأحداث التي نراها الآن مثلاً بين الدول العربية من اضطرابات سياسية والتي بدورها قد تؤثر سلباً على أمن الطاقة عالمياً، فلذلك نجد أن معظم دول العالم المستوردة للنفط تسعى إلى تأمين احتياجاتها من الطاقة محلياً عن طريق استغلال الشمس والرياح وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة.

2-**مفهوم الامن الطاقوي**: [3] تعرف المفوضية الأوروبية الأمن الطاقوي بأنه القدرة على ضمان حاجيات الطاقة الضرورية المستقبلية عن طريق المصادر المحلية الكافية والتي تعمل وفق الشروط المقبولة اقتصاديا، او ابقائها كاحتياطات استراتيجية وهذا من خلال كسب مصادر خارجية مستقرة وسهلة الوصول اليها وزيادة المخزونات الاستراتيجية.

ويختلف مفهوم أمن الطاقة من دولة لأخرى، حسب طبيعة مفهوم السيادة الوطنية، والعلاقات القائمة بين المنتجين والمستهلكين في المجال الطاقوي، حيث تطور هذا المفهوم من ارتباطه بالسيادة على الموارد الطبيعية وحرية الدولة في تحديد افضل السياسات لاستغلالها.

ومن الممكن أن يتحقق لأي دولة أمن الطاقة عن طريق التنويع في مصادر الطاقة، فليس من المنطق أن تبقى الدول المستوردة للنفط تعتمد في تأمين احتياجاتها من الطاقة على غيرها من الدول المتوفرة على العديدة من النفط، وفي المقابل أيضاً

---

[1] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) ،التعاون الإقليمي وأمن الطاقة في المنطقة العربية، الأمم المتحدة نيويورك،2015 ص؛8

[2] سمر خان، باحثة دكتوراة في أمن الطاقة باحثة دكتوراه في أمن الطاقة@Sam_Tardi

[3] لطفي مزياني، " الامن الطاقوي للاتحاد الاوروبي وانعكاساته على الشراكة الاوروجزائرية" مذكرة ماجيستير في العلوم السياسية ،جامعة الحاج لخضر–باتنة- 2011-2012 ص،45

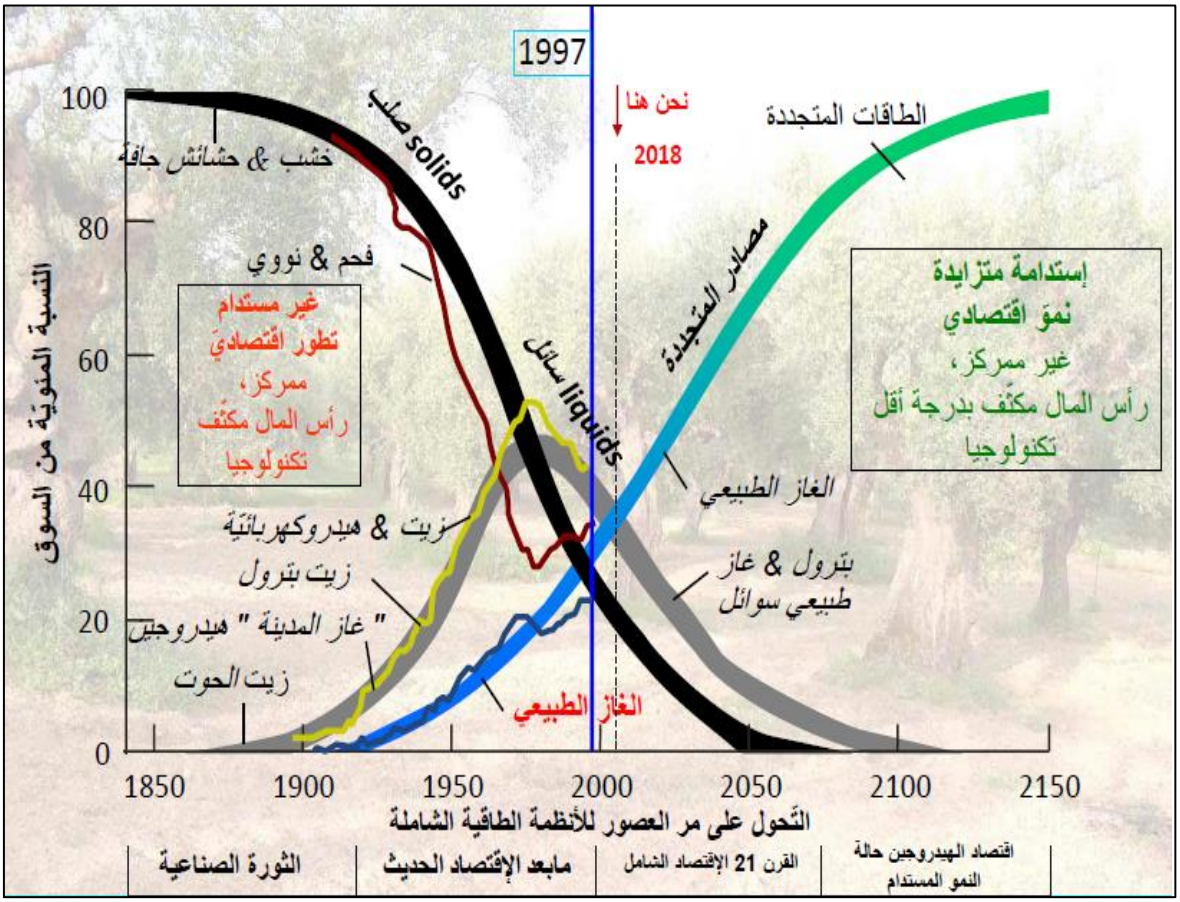
لن يتحقق الأمن الاقتصادي للدول المصدرة للنفط عن طريق بيع سلعة ناضبة كالنفط."أمـن الطاقة يكمن في التنوع والتنوع فقط". "وينستون تشرشل"

3-**إمدادات الطاقة:** تشكل إمدادات الطاقة عاملاً اساسياً في دفع عجلة الإنتاج وتوفير فرص العمل وتحسين مستويات المعيشة، وبالتالي تحقيق النمو الاقتصادي والاستقرار الاجتماعي.

تساهم الطاقات المتجددة في الحد من استنزاف إمدادات الطاقة الأحفورية، والحد من الأثار البيئية السلبية لاستخدام الطاقة الأحفورية، وتحقيق المزيد من أمن الطاقة على المدى الطويل من خلال الحد من الاعتماد على الطاقة الأحفورية وتنويع خيارات الامداد، وعلى صعيد إنتاج الطاقة يقلل إستخدام الطاقة المتجددة ايضا من كمية الطاقة الأحفورية اللازمة لتحويل الطاقة الأولية الى كهرباء؛

المطلب الرابع: الإنتقال الطاقوي وتأمين الاحتياجات الطاقوية: تسعى دول العالم بصفة عامة، والدول الصناعية بصفة خاصة اليوم جاهدة من أجل توفير، وتأمين احتياجاتها الطاقوية، وذلك عن طريق استغلال التكنولوجيات الحديثة من أجل الإنتقال نحو الطاقات المتجددة، واعتبارها خياراً استراتيجيا على المدى القريب والبعيد.

الشكل (3-3- 3): تحول الانظمة الطاقية في الجزائر



المصدر: مهماه بوزيان، (مرجع سابق)،ص؛ 25

اولاً: الإنتقال الطاقوي:

❖ **مفهوم الإنتقال الطاقوي:** هو عنصر أساسي للانتقال البيئي، فهو يشير الى المرور من نظام الطاقة الحالي (استخدام الموارد غير المتجددة) الى مزيج الطاقة التي تقوم أساسًا على الموارد المتجددة، وهو ما يعني ضمنيًا تطوير بدائل للوقود الاحفوري، والذي يعتبر من الموارد المحدودة والغير المتجددة بالإضافة الى بعض أنواع الوقود الانشطارية (المواد المشعة مثل اليورانيوم والبلوتونيوم) ويوفر استبدال الطاقة التقليدية تدريجيًا عن طريق مصادر الطاقة المتجددة. وذلك بالاستغلال العقلاني للوقود الاحفوري وتطوير استهلاك الطاقات المتجددة.[1]

وبالتالي الإنتقال الطاقوي هو الانتقال من الطاقات التقليدية الى صناعة الطاقات المتجددة التي تتميز بوفرتها وديمومتها، وهذا حفاظاً على البيئة والاحتياجات المستقبلية للأجيال، دون المساس بمتطلبات الأجيال الحالية من الطاقة.

ومن خلال تتبع واستقراء الدراسات التي تطرقت لهذا المفهوم نجد أن كلا من الصين، الولايات المتحدة الامريكية ودول الاتحاد الأوروبي، وعلى رأسها ألمانيا وفرنسا كانت السباقة في وضع استراتيجيات وبرامج من أجل عملية الإنتقال التدريجي لصناعة وتوليد الطاقات المتجددة، وقد بينت مختلف الدراسات ان ألمانيا وفرنسا قد قطعتا شوطاً كبيراً في عملية الإنتقال الطاقوي.

❖ **متطلبات الإنتقال الطاقوي:** ترتكز أهم متطلبات الإنتقال الطاقوي على ما يلي:

✓ وجود رغبة سياسية واضحة من القيادة العليا للدول في التخلي التدريجي عن الطاقات التقليدية لصالح الطاقات المتجددة؛

✓ توفير السيولة المالية اللازمة لعملية الإنتقال عن طريق البحث عن سبل تمويل مشاريع الطاقة المتجددة باشراك القطاع الخاص، وتشجيع الإستثمار الأجنبي في هذا المجال؛

✓ توفر سوق جديدة للطاقات المنتجة عن طريق هذا الإنتقال؛

✓ تشجيع البحث العلمي والتكنولوجي في مجال الطاقات المتجددة؛

✓ فتح أسواق خاصة للطاقات المتجددة، تتسم بالمرونة والوضوح في التعاملات؛

استراتيجيات الإنتقال الطاقوي: [2] يمكن إجمالها في ثلاث خطوات:

1- **الاستهلاك الامثل للطاقة:** و يتم ذلك من خلال ما يلي:

✓ العمل على تخفيض استهلاك الطاقة الخاصة بعملية التدفئة، من خلال عزل المباني وتطوير وتحسين وسائط التدفئة؛

---

[1] senouci ben abou ,op,cit ,p ; 2

[2] Stratégie Régionale De Transition Energétique, p ;18 ,19 http://www.paysdelaloire.fr/uploads/tx_oxcsnewsfiles/ STRATEGIE_TRANS_ENERGIE. pdf

✓ تطوير وسائل النقل المتعددة عن طريق الاختيار الأمثل للمركبات المطابقة لمتطلبات الاستدامة، وانتهاج سبل جديدة لتشغيل المركبات بالطاقات البديلة، وخفض استهلاك المواد المنتجة من الطاقات الاحفورية؛

✓ تحقيق إستخدام الكهرباء في جميع مجالات الاستخدام، في العمليات الصناعية والمعدات الكهربائية والمنزل وتكنولوجيا المكاتب الالكترونية والمعلومات؛

2-**اعتبار الإنتقال الطاقوي المحرك الاساسي لعملية التنمية**: وذلك يجعل المنافسة الاقتصادية لكبريات الشركات المنتجة للمواد الطاقوية تتجه نحو الاستغلال الأمثل والكفؤ للموارد الطاقوية، والتي تمكنها من استغلال الطاقات المتجددة كبديل للطاقات التقليدية، بالإضافة الى تحسين صورتها وتوفير مناصب عمل جديد؛

3-**التخطيط لعملية الإنتقال الطاقوي**: وتتم هذه العملية بإدماج جميع المتعاملين في مجال الطاقة، وفق خطط وبرامج معدة مسبقًا تهدف الى توفير جميع الاحتياجات الطاقوية دون المساس بالبيئة وحقوق الأجيال المستقبلية والحالية؛

ثانيا: أهمية الإنتقال الطاقوي في تحقيق الأمن الطاقوي: يمكن تعزيز الأمن الطاقوي العالمي من خلال تنويع مصادر الطاقة بالإضافة الى مناطق العبور، فالدول الصناعية الكبرى وعلى رأسها الاتحاد الأوروبي تسعى الى ترقية وتحسين البنى التحتية للطاقة في المناطق المجاورة، بالإضافة كذلك الى البنى التحتية الجديدة بينما تساهم الطاقة النووية والمتجددة بشكل قليل في أمن الإمدادات ولكن يبقى الاعتماد الثقيل على الطاقة الاحفورية الى المدى البعيد، ففي سنة 2020 سيبقى النفط هو المستخرج المهيمن على استهلاك الطاقة الإجمالي بنسبة (33.8%) والغاز الطبيعي بنسبة (27.3%) ، والوقود الصلب (15.5%) اما نسبة كل من الطاقة النووية (12.2%) والطاقة المتجددة (11.1%) .

تعتبر سياسة الإنتقال الطاقوي استراتيجية واضحة المعالم، ولها دور فعّال في تحقيق أمن الإمدادات الطاقوية خاصة في ظل المستجدات الدولية من : تغير لأسعار الطاقة الأحفورية وتأثيراتها السلبية على البيئة، بالإضافة الى مشكلة نضوبها وذلك من خلال:

✓ الاستخدام التدريجي والمرحلي للطاقات المتجددة كبديل دائم عن الطاقة الأحفورية في مجال توليد الكهرباء، خاصة من عملية تحويل طاقة الرياح والطاقة الشمسية لسهولة استغلالها وتوفر التكنولوجية اللازمة لذلك؛

✓ تشجيع المنظمات الدولية لمثل هذا النوع من المبادرات (الإنتقال نحو الطاقات المتجددة) من خلال تقديم الإعانات والاستشارات؛

✓ العمل على فتح أسواق خاصة بمنتجات الطاقة المتجددة عن طريق عملية الإنتقال الطاقوي ما يساهم في تسويق هذه المنتجات وانخفاض تكلفتها، وبالتالي تصبح قادرة على منافسة الطاقات التقليدية؛

✓ انتقال تكنولوجيا الإنتقال الطاقوي بشكل سريع وعلى كافة المستويات يساهم في انخفاض سعرها، وبالتالي تمكن جميع الدول من اقتنائها، ما يرجح الكفة لصالح الطاقات المتجددة من ناحية التكاليف؛

المطلب الخامس: كفاءة الطاقة وتحويلها

أولاً: كفاءة الطاقة:[1] إن كفاءة الموارد تعني إستخدام الموارد الطبيعية المحدودة بصورة مستدامة مع تقليل التأثيرات على البيئة، مما تساهم في القيمة الاقتصادية الكلية، لذا تتطلب كفاءة الموارد استخراج واستخدام الموارد الطبيعية بصورة مستدامة؛ وكذلك تقليل تأثيرات إستخدام احدى الموارد على الموارد الطبيعية الاخرى.

يشهد الطلب على المواد الخام تزايدا مستمرا وذلك نتيجة النمو السكاني والازدهار الاقتصادي، والعولمة، ان إستخدام المجتمعات لموارد المياه، والطاقة، والمواد في الوقت الحاضر أصبحت غير فعّالة بصورة كبيرة، وهذا يؤدي الى تزايد الطلب بصورة كبيرة من الطبيعة، سواء بالنسبة للإمدادات الجديدة والمصارف لاستيعاب النفايات. كما يؤدي الى الهدر الاقتصادي الهائل بسبب التخلص من مواد توليد الطاقة عالية التركيز وشديدة الكثافة. كما أدى نمو الطلب العالمي على الموارد الى المزيد من انفصال لمولي الموارد ومستخدمي الموارد. يصاحبه تأثيرات اجتماعية واقتصادية كبيرة لتلك المناطق التي تمول تلك الموارد الطبيعية في الأسواق العالمية، كما أدت الى زيادة التكاليف وانعدام الأمن لتلك الموارد المطلوبة.

واستجابة لذلك، استثمرت الكثير من الحكومات الوطنية بوضع استراتيجيات سياسية لتحقيق التنمية المستدامة لاستخدام الموارد الطبيعية وتتضمن هذه الدول اوروبا والعديد من الاقتصاديات الأسيوية، أبرزها اليابان وكوريا الجنوبية والصين.

إن الإفراط في استغلال الدولة لمواردها المتجددة والغير متجددة، بوصفها استراتيجية لتعزيز القدرات الحيوية سوف يتسبب في استنزاف وخسائر لا يمكن التعافي منها من الناحية القيمة الاقتصادية لأصول رأسمال الموارد الطبيعية ."تقرير 2012 للمنتدى العربي للبيئة والتنمية (AFED)"

إن كفاءة الموارد في الدولة ما توفر العديد من الفرص لتحقيق النمو الاقتصادي، وفي الوقت نفسه تخفض معدل إستخدام الموارد والتدهور البيئي.

إن إستخدام الموارد بصورة غير فعّالة أثناء تزايد الطلب عليها يؤدي الى ضغوط بيئية متزايدة وتكاليف باهضه.

إن كفاءة إستخدام الطاقة، او إستخدام مواردها بصورة أكثر فعالية يساعد في تخفيف الطلب على الطاقة في المستقبل، وفي الحفاظ على عدم ارتفاع أسعارها.

ويعد توليد الطاقة هو أحد القطاعات التي تظهر فيها أهمية قوة الابتكار، اذ يسمح التقدم الملموس في تقنيات استخراج الطاقة وتوليدها من الطاقة الأحفورية، بينما تظل الأجيال القادمة على موعد مع مزيد من التقدم المستمر في توليد

---

[1] محمد احمد حزام العوه، مسؤول برنامج البيئة وعلوم الأرض، مكتب اليونوسكو الاقليمي بالقاهرة، اكتوبر 2013،"لماذا تحتاج المنطقة العربية لبرنامج كفاءة الموارد"، بيئة المدن، مجلة تصدر عن مركز البيئة للمدن العربي، العدد السابع/ يناير 2014، كفاءة استخدام الطاقة الطبيعية،ص؛9؛10. http://www.envirocitiesmag.com/articles/resource-efficiency/resource-efficiency-programme.php

الطاقة من الألواح الشمسية توربينات الرياح التي تعد منخفضة التكلفة، ان اتجاه القطاع نحو تعظيم الاستفادة من إستخدام المواد يقلل من الطلب على الموارد الطبيعية.[1]

ثانيًا: كفاءة تحويل الطاقة: [2] الطاقة لا تستحدث ولا تفنى وإنما تتحول إلى شكل آخر سواء كلياً أو جزئياً، [3]أي بمعنى آخر إذا تغيرت الطاقة الداخلية لمجموعة معزولة فإن الطاقة الداخلية الكلية تظل ثابتة (عند تشغيل جهاز كهربائي مثل المضخة فإن الطاقة الكهربائية تتحول إلى طاقة ميكانيكية بالإضافة إلى طاقة حرارية وهو عبارة عن جزء ضئيل يعمل على تسخين تلك المضخة).

عندما يتم تحويل الطاقة من شكل لآخر لسبب ما فإن الطاقة الناتجة بعد التحويل لن تكون مساوية للطاقة المتوفرة قبل التحويل، والنسبة بين الطاقة بعد وقبل التحويل تدعى الكفاءة او المردود.

تختلف قيمة الكفاءة بحسب طريقة تحويلها، فقد تصل إلى(90%) كما هو الحال في التوربينات المائية أو المحرك الكهربائي أو تكون أقل من ذلك بكثير فتتراوح بين (10%) الى(20%) في معدات الطاقة الشمسية وتحديدا الخلايا الشمسية، أو تتراوح بين(35%) الى(40%) في محطات توليد الطاقة الكهربية التي تستخدم الطاقة الأحفورية أو طاقة الرياح كمصدر للطاقة؛ وتصل الى (56%) في بعض التقنيات التي تستخدم الغاز الطبيعي او الفحم.[4] ويمكن التفريق بين أنظمة التحويل عالية الكفاءة وأنظمة التحويل منخفضة الكفاءة بأن الأخيرة تتضمن التحويل من حرارة إلى طاقة ميكانيكية أو كهربائية.[5]

اما فيما يخص الجزائر فضرورة التوجه الى الاعتماد على الطاقات المتجددة من خلال بناء نموذج للانتقال الطاقوي، قصد ضمان الامن الطاقوي يضمن اقتصاد الطاقة وترشيد الطاقات الاحفورية بالإضافة الى تنويع المصادر الطاقوية بالاعتماد على الطاقات المتجددة خلال سنة 2030 على بلوغ نسبة40%؛ و في ظل ذلك مهدت الجزائر لديناميكية الطاقة الخضراء بإطلاق برنامج طموح لتطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية قصد ايجاد حلول شاملة ودائمة للتحديات البيئية والمشاكل للحفاظ على الموارد الطاقوية ذات الاصل الاحفوري.

---

[1] جينيفر ساونبرج،" الابتكار: مفتاح مواجهة ندرة الموارد الطبيعية في القرن الواحد والعشرين، " مؤسسة كلينتك التقنية النظيفة،مركز مارس ديسكفري ديستريكت كندا،ص؛28،29

[2] محمد مصطفي محمد الخياط "الطاقة مصادرها،أنواعها، استخداماتها" pdf، القاهرة ،يوليو 2006 ص ؛14.

[3] حسن طه ،(مرجع سابق)،ص، 29

[4] Jean-Pierre Hansen; Jacques Percebois,(op ;cit), p; 4

[5] حقيبة الطاقات المتجددة http://portail.cder.dz/ar/spip.php?article400pdf

المطلب السادس: معايير تقييم مصادر الطاقة[1]

الفرع الأول: معايير تقييم مصادر الطاقة: تتعدد مصادر الطاقة منها في باطن الأرض، في أشعة الشمس، في الهواء، على قمم الجبال وفي أعماق البحار وفي الحيوانات والنباتات والأشجار،...كيفما اتّجهنا في بيئتنا الطبيعية، لكن مجردّ وجود هذه الطاقة لا يعني أنها قابلة مباشرة للاستهلاك البشري إذ لا بدّ أولاً من استخراجها في حالتها الطبيعية الأولى ثم تحويليها إلى مادة قابلة للاستهلاك كوقود أو كهرباء، ثم تخزينها، نقلها وتوزيعها. ويتم ذلك في ظل توافر عدّة عناصر جغرافية وجيولوجية وتكنولوجية ومالية وبشرية تمكّن المورد المستهدف الإنتقال إلى مصدر حقيقي للطاقة. وتتمثل هذه المعايير في:

المعيار الأول: العائد الصافي للطاقة Energy Return On Energy Invested (ENROI) : هو أهم معيار في عمليّة تقييم مصادر الطاقة، وهو يعني: كمية الطاقة الصافية التي نحصل عليها في نهاية عمليّة الاستخراج مقارنة مع كميّة الطاقة المبذولة للحصول عليها أي:

العائد الصافي للطاقة Enroi=مجموع كمية الطاقة التي حصلنا عليها عند نهاية عملية الاستخراج – كمية الطاقة التي صرفناها خلال عملية استخراج المورد.

الطاقة الصافية: هي الطاقة التي تبقى للاستهلاك المباشر بعد طرح الطاقة المبذولة أو المستثمرة في عمليّة الاستكشاف، الحفر، مدّ الأنابيب، الاستخراج والتكرير والتوزيع وبناء البنية التحتية لكلّ ذلك. وبالتالي، لكي يكون أي مصدر للطاقة "مصدرًا" بكل ما للكلمة من معنى، على عائد الطاقة الصافي أن يكون ايجابيًا وإلا فان الكمية المبذولة لاستخراج المورد سوف تكون اكبر من كمية الطاقة التي نحصل عليها في نهاية العملية أي أنها ستكلف صرف طاقة من دون أن تكون مصدرًا لها.

وفي العالم الاقتصادي، أن النسبة المقبولة للعائد الصافي للطاقة هي 1\10 على الأقل لكي يكون هنالك فائض كاف من الطاقة لإقامة وتشغيل منشئات مكلفة، ولكي يكون هنالك كذلك هامش للربح للحكومات والشركات.

وتخضع كل مصادر الطاقة، متجددة كانت أم غير متجددة، لمبدأ العائد الصافي للطاقة والمصدر الذي يستهلك في عمليّة الاستخراج طاقة أكبر من تلك التي نحصل عليها في نهاية العمليّة يكفّ عن كونه مصدرًا للطاقة.

ان الحفاظ على عائد صافي إيجابي لأي مصدر للطاقة هو بالتالي أمر شديد الأهمية لمنتجي الطاقة وللمجتمع ككل، فهذا المعيار الصامت كان عاملاً رئيسيًا في معظم الإنتقالات التاريخية التي شهدها المجتمع البشري؛ فإذا ما كان عائد الطاقة الصافي يساوي تمامًا الطاقة المبذولة للحصول عليه (واحد على واحد)، فهذا يعني أنه لا يوجد أي فائض للطاقة يمكن الاستفادة منه للقيام بأنشطة أخرى في المجتمع غير استخراج الطاقة.

---

[1] طوني صغيني، (مرجع سابق)،صفحات؛ 66؛126؛125؛118؛109؛136

عائد الصافي للبترول: ان العائد الصافي للطاقة في أفضل حقول النفط كان في الماضي 100 على واحد، أي أن الطاقة المصروفة لتشغيل البئر واستخراج مئة برميل نفط منه كانت فقط برميل نفط واحد. وان قلنا مثلاً أن العائد الصافي للطاقة لحقل ما هو 10 على واحد، فذلك يعني أيضا أن استخراج عشرة براميل نفط يتطلّب صرف طاقة تعادل برميل نفط واحد.

لذلك كلّما كان مجموع العائد الصافي للطاقة أعلى، كلّما كان مصدر الطاقة أفضل وأكثر كفاءة؛ ففي الحقل الثاني مثلاً الذي يبلغ عائده 1\10، يتطلّب استخراج مئة برميل نفط صرف ما يعادل عشرة براميل مقابل صرف برميل واحد فقط لاستخراج نفس الكميّة من الحقل الأول الذي يبلغ عائده 1\100.

عائد الصافي للفحم: عائد الصافي للنوعيات الجيدة من الفحم في بداية القرن 20 هو 1\177 أي للحصول على 177 وحدة طاقة من الفحم يتطلب صرف وحدة طاقة واحدة، وهو اليوم يتراوح بين 1\85 و 1\8 ومن المتوقع ان ينخفض بعد 3 عقود من الان إلى 1\2 .

عائد الصافي للغاز: إن مردود الطاقة الصافي من إنتاج الغاز غير التقليدي منخفض نظرًا لصعوبة عملية الاستخراج وما تتطلب من طاقة، وهو أقل من 1\10.

عائد الصافي للطاقة النووية: معدل عائد الطاقة الصافي للطاقة النووية هو 1\15.

عائد الصافي من الطاقة الشمسية: هو جيد نسبيًا لكنه ليس مرتفعًا، ويصل في حالة الخلايا الفولطاضوئية إلى ما بين 13.75 و 1\10 وهو مرشح للارتفاع مع التقدم التكنولوجي؛ أما العائد الصافي في اللوحات الشمسية الحرارية فيختلف بحسب المناطق وهو يصل الى ما فوق 1\10 في المناطق الاستوائية لكنه يصبح سلبيًا في المناطق التي لا تتعرض كثيرًا لأشعة الشمس كأوروبا وبالتالي لا يمكن تطبيقه فيها.

عائد الصافي للطاقة الجوفية: يقدر بـ 1\2و 1\13بحسب الموقع الجغرافي والتكنولوجيا المستخدمة.

عائد الصافي للتوربينات الهوائية: تتراوح بين 1\24 و1\18 وحسب مختلف الدراسات.

عائد الطاقة الصافي للوقود الحيوي: إن العائد الصافي للطاقة الوقود الحيوي هو من بين الأسوأ بين أنواع الطاقة البديلة ويعود ذلك يشكل أساسي إلى مصروف الطاقة الكبير خلال العملية الزراعية –الصناعية المركبة التي تطلبها صناعته، ويتفاوت العائد الصافي له بين منطقة زراعية وأخرى بحسب الاختلاف في خصوبة الأراضي، وأفضل عائد صافي من الايثانول هو في البرازيل التي تخصصت في إنتاج هذا النوع من الوقود منذ الصدمة النفطية الأولى عام 1973؛ وعائد الطاقة الصافي للوقود الحيوي البرازيلي هو بين 1\8 و1\10 أي أنه تقريبًا ضمن الحد الأدنى المطلوب ليكون مصدر للطاقة. لكن خارج البرازيل نسبة العائد الصافي هي متدنية جدًا، فهي في الو.م.أ مثلاً تصل الى1\8.1 أو حتى 1\1 في بعض الولايات (عائد

الطاقة الصافي هو صفر لأن الطاقة المطلوبة لتصنيع الوقود تعادل الطاقة التي يتم إنتاجها خلال العملية)، كذلك يتراوح العائد الصافي للبيوديزل بحسب الدراسات المختلفة بين 1\1.25 و 1\1.

عائد الطاقة الصافي للهيدروجين: عائد الصافي للهيدروجين سلبي يقدر بـ 1 \ 1.24 أي أن عمليّة تصنيفه تؤدي إلى خسارة الطاقة لا إلى توليدها.

الفرع الثاني: الإنتقادات: وقد وجهت لهذا المعيار بعض الإنتقادات مثل: [1]

- ✓ صعوبة حساب كل الطاقة المبذولة في عملية إنشاء البني التحتية والاستخراج والصيانة والتوزيع .
- ✓ توجد فروقات هامّة في عائد الطاقة الصافي بين موقع جغرافي و أخر بالنسبة لبعض المصادر المرتبطة بالجغرافيا كالطاقة الشمسية والهوائية.
- ✓ لا يأخذ الكلفة البيئية بعين الاعتبار، يهتم فقط بالكلفة الاقتصادية المباشرة ، فلا تدخل مثلاً الموارد المائية المصروفة والأثر البيئي وكلفة الانبعاثات الكربونية في حساباته.
- ✓ ولكن رغم هذه الانتقادات يبقى عائد الطاقة الصافي أحد أهم المعايير لتقييم مصادر الطاقة، لأنه يحدّد ما إذا كان مصدر الطاقة قادر بنجاح على دعم مجتمع بمستوى عالٍ من التعقيد.

المعيار الثاني: الكلفة المالية المباشرة: تهتم بها عادة الحكومات وشركات الطاقة لتحديد خياراتها الاستراتيجية، ويجب الأخذ بعين الاعتبار أن هذه الكلفة تنعكس مباشرة على المواطن عبر السعر الذي يجب أن يدفعه مقابل الكهرباء والوقود وكل شيء أخر، لكن الكلفة النهائية التي يدفعها المستهلك لا تعكس دومًا الكلفة المباشرة إذ أن معظم منشآت توليد الكهرباء في العالم تستفيد من الدعم الحكومي لتخفيض سعر الطاقة.

المعيار الثالث: الحاجة لموارد إضافية: تمرّ معظم مصادر الطاقة بعمليّة استخراج وتكرير وتوزيع معقدة قبل أن يكون بإمكان المستهلك النهائي استعمالها، فهذه العمليّة تكون أكثر تعقيدًا لدى بعض المصادر، وتصرف كميّات هائلة من الغاز والمياه والطاقة في مختلف مراحلها بالإضافة إلى حاجتها لموارد أخرى لصنعها، وتؤثر حاجة مصدر الطاقة لموارد إضافية على سعره، قابليته للاستعمال، أثره البيئي وقدرته على أن يكون مصدر مستدام للطاقة.

المعيار الرابع: الأثر البيئي: يترك كل مصدر للطاقة أثرًا بيئيًا يكون عادة سلبيًا، وقد يكون الأثر البيئي الأكثر سوءًا ناتج عن عمليّة الاستخراج(حالة اليورانيوم الذي يؤدي استخراجه إلى تدمير مساحات شاسعة من الأراضي)، ويمكن أن ينتج الأثر عن عمليّة الاستهلاك (حالة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الوقود الكربوني)، يمكن أن يكون الأثر البيئي ناتج عن المنشأة بحد ذاتها (حالة السدود المائية الضخمة التي تغمر أراضي زراعية واسعة وتؤثر على الثروة السمكية في الأزهار)، يمكن أن يكون ناتج أيضا عن عمليّة التوليد (حالة النفايات المشعّة التي تتركها المفاعلات).

---

[1] طوني صغيني (نفس المرجع)،ص؛70-73

المعيار الخامس: قابلية التجدّد: لكي يكون مصدر الطاقة مصدرًا مستدام يمكن الاعتماد عليه من جيل الى أخر بشكل دائم من دون تعريض قدرة الأجيال المستقبلية على الاستفادة منه، عليه أن يكون متجددًا؛ ومن مصادر الطاقة ما هو متجدد بشكل يومي ولا نهائي للطاقة مثل الشمس والهواء، ومنه ما يحتاج الى ملايين السنين لكي يتكون مثل النفط.

المعيار السادس: سهولة الاستخدام: اي ان يلائم مصدر الطاقة البنية الصناعية والتجارية والمنزلية وان يندمج بسهولة في البنى التحتية من دون الحاجة الى صرف مبالغ مالية كبيرة أو الى بذل عمليات تقنية معقدّة من جانب المستهلك لكي يتمكن من الاستفادة منه.

المعيار السابع: حجم المورد أو القدرة على المساهمة: كان من السهل نسبيًا في حالة الطاقة الأحفورية كالنفط والفحم والغاز، تقدير حجم الاحتياطات التي يمكن استخراجها واستهلاكها بناءًا على المسح الجيولوجي للحقول، وكذلك الأمر في حالة الطاقة النووية التي يمكن ربطها بحجم الاحتياطي المتبقي من اليورانيوم، الا أن تقدير حجم المورد يزيد صعوبة في حالة الطاقة المتجددة، فالطاقة الشمسية والهوائية هي طاقة لانهائية الا ان قدرتها على المساهمة كمصدر للطاقة مرتبط بالعناصر التكنولوجية والجغرافية الى درجة كبيرة ما يجعل وصفها بمورد لا نهائي.

المعيار الثامن: موقع المورد جغرافيًا: وهو يؤثر على القدرة على استخراج المورد اذ يمكن لبعض الموارد أن تقع في أماكن جغرافية صعبة كمصادر الطاقة المرتكزة على الحرارة الجوفية التي تتطلب الحفر عدّة كيلومترات في باطن الأرض، وبعض الموارد الأخرى موجودة في أماكن نائية بعيدة عن مراكز الإستهلاك كالطاقة الشمسية التي تشكل الصحراء أفضل أماكن إنتاجها او تلك الهوائية التي تتواجد غالبًا في المناطق غير المأهولة بالسكان. ويؤثر موقع المورد على حجم البنية التحتية التي يجب بناؤها لنقل وتوزيع الطاقة، ما يؤثر مباشرة على عدد من العناصر الأخرى مثل الكلفة والأثر البيئي وسهولة الاستخدام.

المعيار التاسع: كثافة الطاقة: وهي الطاقة التي تؤمنها كل وحدة للطاقة، ويمكن قياسها وفقًا للوزن: مثلاً، يمكن الحصول على ما بين (20 و35 ميغاجول من كيلوغرام واحد) من الفحم، فيما يمتلك الغاز كثافة أعلى اذ نحصل منه على (55ميغاجول من كل كيلوغرام)منه، ويمكن الحصول على (42 ميغاجول من كل كيلوغرام) من النفط. وتعتبر كثافة الطاقة في أنواع الطاقة الأحفورية عالية جدًا مقارنة مع المصادر البديلة.

وتؤثر بشكل مباشر على كلفة وصعوبة الاستخراج والنقل والتوزيع والاستهلاك حيث ان المصادر التي تمتلك كثافة عالية للطاقة هي الأكثر كفاءة اقتصاديا وماليًا بطبيعة الحال.

المعيار العاشر: سهولة النقل: هذا المعيار مرتبط بمعيار كثافة الطاقة إذ كلّما قلت الكثافة الطاقيّة للمورد كلّما ارتفعت الحاجة لاستخراج ونقل كميّات أكبر منه لتوليد نفس الكميّة من الطاقة. كذلك تؤثر طبيعة المورد على قابليته للنقل؛ فمثلا: النفط يعد أفضل مصدر قابل للنقل لأنه سائل سهل التخزين وسهل النقل بالأنابيب والسفن والقطارات والسيارات بعكس الفحم الذي لا يمكن نقله سوى بالبرّ او البحر لأنه غير سائل، أما بالنسبة للطاقة الشمسية والهوائية فلا يمكن نقلها مباشرة إلى كهرباء ونقل الكهرباء المولّدة عنها عبر كابلات مكلفة وهشّة لملايين الكيلومترات؛ ويطرح نقل الكهرباء لمسافات

كبيرة مشاكل ليست موجودة في حالة النفط والغاز او الفحم، لأن ذلك يستوجب بناء بنية تحتية ضخمة من العواميد والكابلات ومنشآت التحويل وما إلى هنالك ، فضلاً عن أن الكهرباء تخسر كميّات لا يستهان بها عند نقلها لمسافات كبيرة.

إن تقييم مصادر الطاقة اذًا يستوجب استعمال عدّة معايير علميّة ومالية واقتصادية وسياسية معقدّة، كان النفط أفضل مصدر للطاقة تنطبق عليه هذه المعايير باستثناء معياري التجدد والأثر البيئي اللذان تتضح اليوم خطورة إهمالهما. ولا بد لأي مصدر بديل للطاقة أن يستوجب كافة هذه المعايير ولو بدرجات متفاوتة وإلا فلا يمكن اعتباره مصدرًا رئيسيًا ومستدامًا للطاقة قادر على استبدال إدمان المجتمعات الصناعية على النفط.

إن الأخذ بهذه المعايير في ظل البحث عن مصدر رئيسي للطاقة لاستبدال النفط يضيّق خيارات سياسات الطاقة إلى حدّ كبير: الطاقة النووية لا تتمتّع بهذه الصفات لأنها مكلفة جداً وبناء منشأتها عملية بطيئة وهي ذات مخاطر أمنية مرتفعة وتعتمد على موارد غير متجددة (اليورانيوم) وأثارها البيئية وخيمة جداً، كذلك الأمر بالنسبة للطاقة الحيوية بسبب تدنّي عائدها الصافي من الطاقة ونظرًا لأثارها الاجتماعية غير المقبولة في حال التوسّع، فضلاً عن أنها لا تسهم بالفعل في خفض الانبعاثات بل العكس.

كذلك الأمر بالنسبة للطاقة الحيوية التقليدية (حرق الحطب) بسبب تأثيراتها البيئية والصحية السلبية، والأمر نفسه بالنسبة للطاقة من النفايات التي لها تأثيرات بيئية سلبية فضلاً عن أن إنتاجها يرتبط بإنتاج النفايات وهو بالتالي غير قابل للتوسيع وفقًا للحاجة، ولا يمكن للهيدروجين كذلك إن يشكل مصدرًا رئيسيًا للطاقة كما سبق وبيّنا ومن المستبعد أن يكون حتى مصدرًا ثانوياً للطاقة.

الفرع الثالث: العوائق: [1] بعد استبعاد هذه المصادر كمصادر رئيسية للطاقة يبقى لدينا الطاقات الشمسية، الهوائية، المائية والجوفية، التي تساهم حاليًا ب (2 %) من استهلاك الطاقة عالميًا، ويعاني كل مصدر من هذه المصادر المتجددة عوائق جدية غير موجودة لدى النفط وتحول دون تصنيفها كمصدر رئيسي للطاقة، وتتمثل هذه العوائق في:

العائد الصافي من الطاقة: إن المجتمعات الصناعية المعاصرة بنيت على فائض من الطاقة لمصدر كان عائده الصافي 100/1 وهو اليوم نحو 50/1 أما مصادر الطاقة المتجددة فعائد الطاقة الصافي الأعلى لها هو 24/1 في حالة الطاقة الهوائية.

عوائق الجغرافيا: تحدّ الجغرافيا من توسع هذه المصادر إذ أن منشأتها مرتبطة بشروط بيئية محدّدة ولا يمكن الاستفادة منها بشكل متساوٍ في كافة أنحاء العالم، فالطاقة المائية بكافة أنواعها مرتبطة بشروط الأنهار والمدّ والجزر ووجود الأمواج العالية كل أيام العام، كذلك إن الأماكن الملائمة للطاقة الشمسية تقع في الصحاري وفي المناطق الواقعة على خط الاستواء.

[1] طوني صغيني،(نفس المرجع)، ص؛147،145

والمناطق المثلى للطاقة الهوائية هي تلك التي يوجد فيها معدّلات سرعة رياح عالية، وهكذا أماكن هي غالبًا اما على السواحل او في المناطق الداخلية النائية ، وكذلك هنالك شروط جغرافية صعبة للطاقة الجوفية.

التقطّع في الإنتاج: باستثناء الطاقة الجوفية والطاقة الهيدروليكية المائية، يتفاوت انتاج الطاقات الشمسية والهوائية والمائية بنسب تصل الى(90%) بسبب العوامل المناخية كالليل والنهار والصيف والشتاء. وفي معظم الأحيان لا يتناسب توقيت التفاوت في الإنتاج مع الذروة في الطلب على الكهرباء كما في حالة الطاقة الشمسية التي تصل الى أدنى انتاج لها في الشتاء في الوقت الذي يكون الطلب على الكهرباء والتدفئة في أعلى مستوياته.

مشكلة التخزين: للتغلب على مشكلة التقطع في الإنتاج، يتطلب الاعتماد على الطاقة المتجددة بناء منشئات ضخمة لتخزين الكهرباء لاستهلاك الاخيرة حين تغيب الشمس وتهدأ الرياح وتتوقف التوربينات عن العمل، لكن المشكلة هنا هي أنه لا يوجد تكنولوجيا قادرة بعد على تخزين الكهرباء بكميات كبيرة، وان وجدت فهي عالية التكلفة.

مشكلة التكلفة والتكنولوجيا والبنية التحتية: في دراسة تناولت كلفة بناء توربينات هوائية وبنية تحتية مناسبة لتأمين(20%) من كهرباء الولايات المتحدة بحلول عام 2024 من مصادر متجددة، بلغت الكلفة(820 بليون دولار)، والسبب الرئيسي لذلك يعود الى بعد مصادر الطاقة المتجددة عن مراكز الإستهلاك وضرورة بناء خطوط إمدادات طويلة وإعادة هندسة شبكة الكهرباء واضافة منشأة لتخزين الكهرباء وتحويلها وما شابه، مع ما يستوجبه ذلك من بنية تحتية جديدة تتطلّب استثمارات هائلة قد لا تكون متوافرة للعديد من الدول، بالإضافة الى ذلك ان التكنولوجيا الفعّالة في هذا المجال هي في يد الدول المتقدمة التي تمتلك المال ومراكز الأبحاث، ونقل التكنولوجيات هذه الى الدول النامية هو معضلة سياسية وتنموية دولية مستقلة بحدّ ذاتها.

مشكلة قطاع النقل: تحويل قطاع النقل الى العمل على الكهرباء يستوجب رفع إنتاج الكهرباء أضعاف مستوياتها الحالية، وهو أمر ليس بمقدور أنواع الطاقة المتجددة مجاراته.

بعد إخضاع كافة مصادر الطاقة للتقييم العلمي يمكن استنتاج انه لا يوجد اي مصدر بديل عن الطاقة الأحفورية يمكنه استبداله او يمكن وصفه بالمصدر الرئيسي للطاقة، بل إن الطاقات البديلة تعاني من معضلات تقنية وجغرافية وفيزيائية ليست موجودة لدى أنواع الطاقة الأحفورية، ولولا أثرها البيئي الايجابي وكونها موردًا متجددًا لما تمتعت الطاقة البديلة بأي نفع على الإطلاق، ومعظم الدراسات التي تؤكد أنه يمكن للطاقة البديلة ان تكون بديلاً كاملاً عن الطاقة الأحفورية تعتمد في خلاصتها حصراً على الإمكانية النظرية للموارد المتجددة ككمية أشعة الشمس التي تسقط على سطح الأرض من دون أن تأخذ الشروط بعين الاعتبار فيخلص معظمها الى القول ان القدرة القصوى للطاقة البديلة على المدى البعيد هي تأمين نصف استهلاك المجتمع البشري للطاقة على الأكثر.

المطلب السابع: أهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة

الفرع الأول: الطاقة والتنمية المستدامة: ان الاهتمام بالبيئة أصبح أمرًا ضروريًا وملحًا، وهو مرتبط بالجهود المحلية والعالمية لموضوع الاستدامة وهو أحد المحاور التي تعتبر حديث الساعة اليوم، التي لا بد من الاستعداد لها قبل ان تفرض علينا بسبب التغيير المناخي والبيئي حيث يستخدم العالم كل يوم ما يقرب من(320 مليار كيلواط) من الطاقة أي ما يعادل(22 مصباح) يحترق بلا توقف لكل شخص على الكوكب وهذا يعني هدرًا للطاقة.[1]

ان توطين تكنولوجيا الطاقة المتجددة هو توجه تعمل إدارة المشاريع العامة في الدولة لتبنيه وذلك عن طريق التطبيق العملي لمشاريع على أرض الواقع منها مشاريع باستخدام أساليب تزيد من كفاءة إستخدام الطاقة والمياه والموارد الطبيعية بدأ باختيار أفضل المواقع لهذه المشاريع مرورًا بتصميمها وانشائها وتشغيليها وصيانتها الدورية وصولاً الى اعادة تدوير عناصرها.

تشجيع الممارسات المستدامة في كافة المشاريع التي تتبناها الدولة، والتي تقوم بالإشراف عليها، وذلك من خلال إتباع أفضل الممارسات والتقنيات الخضراء التي تساعد على تحقيق أهدافنا التنظيمية للاستمرار في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

من جهة اخرى يجب التركيز على أهمية رفع كفاءة استهلاك الطاقة في الدولة عن طريق خفض استهلاكها، وذلك باستخدام أحداث التقنيات في مراحل التخطيط والتصميم والتنفيذ والتشغيل لبناء مدينة متميزة تتوفر فيها رفاهية العيش ومقومات النجاح لخلق بيئة حضرية أكثر استدامة وتعزيز كفاءة البنية التحتية لتلبية احتياجات التطوير المستقبلية لدعم الخطة الاستراتيجية للدولة.

إن من أهم التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدامات الطاقة التقليدية ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري التي ارتبطت بظاهرة ارتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة لزيادة تركيز بعض الغازات في الغلاف الجوي وأهمها غاز ثاني أكسيد الكربون. وعلى العكس من ذلك، فلإستخدام الطاقة المتجددة أثر معروف في حماية البيئة نتيجة لما تحققه من خفض انبعاث تلك الغازات ومنه التلوث البيئي، حيث من المتوقع أن تبلغ الانبعاثات الناتجة عن الطاقة التقليدي حوالي(190 مليون طن) من غاز ثاني أكسيد الكربون سنة 2017 بالإضافة إلى الغازات الأخرى.[2]

---

[1] بلدية دبي تستخدم مصادر الطاقة الخضراء لتنفيذ مشاريع الحدائق العامة، العدد الاول-يناير 2012، ص15،16،17 مجلة تصدر عن مركز البيئة للمدن العربية. http://www.envirocitiesmag.com/articles/pdf/envirocities-article3.pdf

[2] سنوسي بن عبو، طيب سعيدة، مدى مساهمة الطاقة الشمسية كمورد اقتصادي مستدام في تحقيق التنمية بالجزائر، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، المجلد 11 / العدد:02 (2018)، ص: 112

الفرع الثاني: انبعاثات ثاني اكسيد الكربون CO2: تعد الدول المتقدمة الأكثر استهلاكًا للوقود الأحفوري اي أنها مسؤولة على(85%) من انبعاثات CO2 [1]، اذ تشكل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الصادرة عن حرق الفحم (70%)[2] من إنتاج قطاع الطاقة والكهرباء نفسها مسؤولة عن (43%) من إجمالي الانبعاثات في العالم عام 2012 بالمقارنة مع(35.2%) في 1995؛ ساهمت الصين في الجزء الأكبر من الانبعاثات حيث بلغت حصتها(47%)، بينما بلغت حصة الولايات المتحدة(33%)، وتليها الهند بـ(43%)[3]، وقد وصلت نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون العالمية من إستخدام الطاقة حوالي (0.5%) في عام 2014، هذا أدنى مستوى لها منذ عام 1998.[4] نوضح من خلال الجدولين التاليين(3-3-2)، (3-3-3): انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون حسب كل نوع من الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون حسب كل نوع من الطاقة خلال الفترة 2013-2030.

ان الغاز الطبيعي هو مصدر نظيف للطاقة حيث يشتمل على ثلث انبعاثات التي يسببها الفحم ولا يحتوي على الملوثات الخطرة مثل أكسيد النيتروجين والكبريت، ويمتاز الغاز الطبيعي ايضًا بانه مصدر وقود اقل كلفة ويساعد على تحقيق وفرات في ميزانية الطاقة، كما يمكن ان يلعب الغاز دورًا هاماً كوقود ملائم لمرحلة الانتقال من استخدام الوقود الصلب والسائل الى استخدام مصادر الطاقة المتجددة.[5]

الجدول (3-3-2): انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون حسب كل نوع من الطاقة

أنواع الطاقة	الفحم	البترول	المازوت	الغاز الطبيعي	الطاقة الفولطاضوئية	الرياح	الطاقة النووية
كيلو طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون	1123	856	830	651	316	32	19

Source : Jean-Pierre Hansen; Jacques Percebois,(Op;Cit),P, 511

الجدول(3-3-3): انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون حسب كل نوع من مصادر الطاقة خلال الفترة 2013-2030

	2013	2030	المتوسط السنوي (%)
الفحم	44	38	-1.2
البترول	35	36	-0.1
الغاز الطبيعي	20	26	1.2

Source : iea2014,(op,cit), p,155

---

(1) Jean Christian Lhomme, Les Energies Renouvelables – Préface D'alain Liébard, 2001, Systemes Solaires 2e Edition 2004 ,P ;39

(2) jean-pierre Hansen; Jacques percebois,(op ;cit),p, 511

(3) jrc-2015-trends-in-global-co2-emissions-2015-report-98184 , jos.olivier@pbl.nl, p;44

(4) نعمت أبو الصوف، مقال في الاقتصادية "بريتيش بتروليوم": تحولات كبيرة في الإنتاج والاستهلاك العالمي للطاقة، الأربعاء 17 يونيو 2015، http://www.alarabiya.net/ar/aswaq/2015/06/17/-%B8A%.html

(5) حكيم دربوش، مقال الغاز الطبيعي والتحول في قطاع الطاقة العربية، تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية2013، ص،42

ترتبط تكنولوجيا استراتيجيات الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالطاقة وفق أربع عوامل: عدد السكان- نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي- كثافة الطاقة أي اجمالي الإمداد بالطاقة الأولية بالنسبة للناتج المحلي الإجمالي- كثافة الكربون أي انبعاثات ثاني أكسيد بالنسبة لإجمالي الإمداد بالطاقة الأولية.[1]

فقد شهدت فترة السبعينات والثمانينات من القرن العشرين انخفاض كثافة الكربون نتيجة التحسينات في كفاءة الطاقة، والإنتقال من الفحم الى الغاز الطبيعي ، والتوسع في الطاقة النووية .

أما فيما يخص السنوات الأولى من الألفية الثالثة فأصبح الإمداد بالطاقة أكثر كثافة لاستخدام الكربون ممّا أدى الى تضخيم الزيادة نتيجةً لنمو نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي.

الفرع الثالث: أهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر: نظراً للإمكانيات التي تتوفر عليها الجزائر فنتيجة استغلالها الامثل لها تسهم في تحقيق التنمية المستدامة بشكل فعّال، وذلك عن طريق **امداد الطاقة لجميع السكان في الجزائر خاصة في المناطق الريفية والنائية المحرومة من الامدادات والخدمات الاساسية للطاقة،** ولذلك تم انجاز 1000 خط كهربائي لفائدة 2600 حي من اجل تموين 117000منزل وقد بلغ معدل الكهربة الى95%من اجل تحقيق الاطار المعيشي جيد ، بالإضافة الى الدعم الموجه للفلاحين الذي تجاوز 2500 الى 3500 دج للهكتار/سنة ، بما في ذلك تعزيز الانشطة الاقتصادية تسمح بخلق 3200 منصب شغل.

تعزيز التنمية المستدامة بتنويع مصادر الطاقة في الجزائر: ان تطوير استخدام الطاقات المتجددة يسهم فبتوفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة وتنويع مصادرها وفي اطار الاستراتيجية التي اعتمدت عليها من اجل الاستجابة للمتطلبات الداخلية وتحقيق الاطار المعيشي بما يسهم في التنمية المستدامة، بالإضافة الى زيادة القدرات الاحتياطية للجزائر واستقطاب رؤوس الاموال الاجنبية والتكنولوجيا الحديثة.

تعزيز التنمية المستدامة للحد من التأثيرات البيئية لقطاع الطاقة في الجزائر: شرعت الجزائر بفرض عدة اجراءات للحد من التأثيرات البيئية لقطاع الطاقة وعلى الاخص انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة، ومن بين القوانين التي وضعتها الدولة القانون رقم 09-04 الصادر في 14أوت 2004 المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في إطار التنمية المستدامة الذي ينص على صياغة برنامج وطني لترقية الطاقات المتجددة وتشجيع والدفع الى تطوير الطاقات المتجددة بالإضافة الى انشاء مرصد وطني للطاقات المتجددة يعود عليه ترقية الطاقات المتجددة وتطويرها.

---

[1] التقرير الخاص بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ ipcc"مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من أثار تغير المناخ" ملخص لصانعي السياسات وملخص فني،ص؛34

خلاصة الفصل الثالث:

تمتلك الجزائر إمكانيات طاقوية هامة متنوعة بين الطاقات الاحفورية و المتجددة أين تستفيد من شساعة إقليمها وتنوع ظروفها المناخية في تنوع مصادر الطاقة المتجددة و أهمها الطاقة الشمسية. لكن رغم هذا التنوع في مصادر الطاقة تبقى الطاقة الاحفورية السمة الغالبة على هيكل الاستهلاك الوطني للطاقة، هذه الوفرة في مصادر الطاقة والسيطرة الواضحة للطاقة الاحفورية و خاصة المنتجات البترولية، التي لها انعكاسات سلبية كبيرة على البيئة و الإطار المعيشي العام، من خلال ارتفاع حدة التلوث في المناطق الحضرية، وتلوث المياه، ممّا دفع السلطات إلى وضع الطاقة كواحدة من أهم الأولويات في إطار المخطط الوطني للبيئة و التنمية المستدامة.

وانطلاقا من هذه التحديات اتخذت الجزائر عدة خطوات من شأنها تنويع مزيج الطاقة الاولية، والتوجه نحو استغلال مصادر الطاقة المتجددة كطاقة الشمسية وطاقة الرياح، و.... ،وبالرغم من ان هذه المصادر ليست بديلاً عن الطاقة الأحفورية، الا انه يبقى لها دورًا هاماً ومكملاً في مزيج انتاج الطاقة الاولية، ومزيج توليد الطاقة الكهربائية، تساهم في انخفاض تكاليف التوليد مقارنة بالمحطات الحرارية العاملة بالنفط والغاز، كما انه لا تنتج اية انبعاثات عن تلك المصادر لكن يبقى ارتفاع التكاليف الاستثمارية اللازمة لإنشاء محطات الطاقة الشمسية او مزارع الريحية، عامل رئيسي وجوهري في تحديد اللجوء الى هذه الخيارات، وذلك لضمان تنمية متواصلة والاسهام في تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وتحقيق تطلعات الأجيال الحالية والمستقبلية.

الفصل الرابع
دراسة استشرافية لإستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر

الفصل الرابع

دراسة استشرافية لاستغلال الطاقة الشمسية في الجزائر – أفاق وتحديات–

تمهيد الفصل الرابع:

تعتبر الجزائر بموقعها الجغرافي وكبر مساحتها وتنوع مناخها أحد أهم البلدان المتوسطية، حيث تمثل قلب المغرب العربي والممّر الطبيعي بين أوروبا وإفريقيا، فهي بلد غني بالثروات الطبيعية مثل الثروة السمكية والثروات المعدنية والحيوانية، أبرزها مصادر الطاقة حيث يشكل النفط والغاز الطبيعي ثروة البلاد الرئيسية، على الرغم من مداخيل القطاع الكبيرة، الا أنه يبقى مورد اقتصادي غير مأمون وهذا راجع لإمكانية نفاذ الاحتياطي في السنوات القليلة القادمة، وكذا انخفاض أسعار المحروقات في كثير من الفترات، الأمر الذي يحتم على الدولة انتهاج استراتيجية تنوع مصادر الطاقوية والاعتماد على موارد متجددة وغير ناضبة، تسهم في ترشيد استغلال الطاقة الأحفورية وكذا تحقيق التنمية المستدامة، وفي هذا الإطار أشارت الحكومة الجزائرية للعديد من التشريعات والتنظيمات الخاصة بمجال الطاقات المتجددة، لاسيما التي أصدرتها تزامنا مع القانون الإطاري للبيئة، ومن المجالات الاقتصادية الهامة التي ركزت فيها على ضرورة ترشيد استغلال الطاقة واستخدام تقنيات الطاقة المتعددة لتشييد البناءات حيث اعتبرت مهمة تحسين إطار الحياة وحماية البيئة وحسن تصميم المباني، من أهم الأهداف التي يتحقق من خلالها مبدأ التنمية المستدامة.

سنفصل في ذلك من خلال المباحث التالية:

المبحث الاول: دراسة تحليلية لبرنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية

المبحث الثاني: واقع وأفاق استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر

المبحث الثالث: دراسة قياسية لمدى استغلال الطاقة الشمسية في الجزائر

ونختم هذا الفصل بعرض نماذج دولية في مجال استغلال الطاقة الشمسية، والجدوى من استغلالها.

المبحث الأول: دراسة تحليلية لبرنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية

ارتأت الجزائر ان ترسم خطة تنموية تعتمد فيها على مصادر الطاقات المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية منها؛ باعتبارها من الدول الواقعة في الحزام الشمسي وهذا خلال برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، بهدف ضمان تنمية متواصلة والاسهام في تخفيض غاز ثاني أكسيد الكربون، وتحقيق تطلعات الأجيال الحالية والمستقبلية وبالتالي تسهم في الانتقال الطاقوي.

المطلب الاول: برنامج الطاقات المتجددة

تستند رؤية الحكومة الجزائرية الى انتهاج سياسة طاقوية اقتصادية تتمحور حول تثمين الموارد الطبيعية المستديمة من اجل استعمالها لتنويع مصادر الطاقة، لضمان توازن العرض والطلب، والحفاظ على الاحتياط الوطني للوقود الاحفوري، فيتوقع أن يصل إنتاج الكهرباء إلى(90تيراواط ساعي) في 2020 و(170تيراواط ساعي) في 2030، الأمر الذي يتطلّب انتقال طاقوي تحسّباً لبدء تطبيق ميثاق الطاقة الأوروبي 2050 الذي يعني سلوكاً طاقوياً "صفر كربون". والجزائر في موقع تنافسي قوي من جانب الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في الهضاب العلىا،بالاضافة الى طاقة المياه بمناطق الساحلية. ما يستدعي تفعيل البرنامج الوطني للطاقات المتجددة ووضع قانون للاستهلاك والكفاءة الطاقوية.[1]الذي صادقت عليه الحكومة في مارس 2011، يتمحور اساسًا الى:

تأسيس قدرات ذات أصول متجددة مقدرة بحوالي(22.000 ميغاواط) في الفترة الممتدة بين 2011 – 2030 منها (12.000 ميغاواط) موجهة لتغطية الطلب الوطني على الكهرباء، و(10.000ميغاواط) موجهة للتصدير أي ما يعادل(40 %) من الإنتاج الوطني الإجمالي للكهرباء من المصادر المتجددة سنة 2030 (37 % من الطاقة الشمسية، 3% من طاقة الرياح).

يشمل البرنامج من 2011 إلى غاية 2022 إنجاز ستين محطة شمسية كهروضوئية وشمسية حرارية وحقول لطاقة الرياح ومحطات مختلفة تهدف إلى تطوير صناعة الطاقة الشمسية وتطويرها مرفقة ببرنامج تكويني وتجميع المعارف واستغلال المهارات المحلية وترسيخ الفعالية الفعلية على مستوى الهندسة والإدارة عبر المراحل التالية:

- ✓ المرحلة الأولى: بين 2011 –2013 : تخصص لإنتاج المشاريع الريادية (النموذجية) لاختبار مختلف التكنولوجيات المتوفرة.
- ✓ المرحلة الثانية: بين 2014 –2015 : وتتميز في المباشرة في نشر البرنامج.
- ✓ المرحلة الثالثة: بين 2015 –2022 : خاصة بالنشر على المستوى الواسع.

تطوير القدرات الصناعية ببلوغ نسبة إدماج(60%) في مجال الطاقة الشمسية كهروضوئية و(80 %) في 2020،ونسبة إدماج بـ(50%) إلى غاية 2020 بخصوص الأجهزة الخاصة بفرع الطاقة الشمسية الحرارية.

---

[1] بشير مصيطفى: الجزائر تمتلك مصادر متنوعة لإدارة اقتصادها، الجزائر _ محمد أبو عبد الله،7 سبتمبر2015 تاريخ الاطلاع 2017/4/12 على الساعة 14:39 https://www.alaraby.co.uk/supplementmoneyandpeople

تم تقييم هذا البرنامج وقامت الحكومة في فيفري 2015 بإصدار البرنامج الوطني المعدّل لتنمية وتطوير الطاقات المتجددة (2015 –2030)، فكان اعترافاً ضمنيًا لعدم التوفيق في البرنامج الذي سبقه، حيث ظهرت خلال المرحلة التجريبية والاختبار التكنولوجي للبرنامج الأول عناصر جديدة وملّحة على الساحة الطاقوية، سواء منها الوطنية او الدولية تتطلب مراجعة برنامج تنمية الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، ومن بين هذه العناصر تجدر الاشارة الى:

- ✓ معرفة أفضل للقدرات الوطنية في مجال الطاقات المتجددة من خلال دراسات اجريت خلال هذه المرحلة الاولى، خاصة القدرات الشمسية والرياح؛
- ✓ انخفاض تكلفة صناعات الخلايا الشمسية وتجهيزات طاقة الرياح التي باتت تفرض نفسها في السوق اكثر فاكثر لتشكل صناعات قابلة للاستمرار وجديرة بالاعتبار (النضج التكنولوجي، التكاليف التنافسية،...)؛
- ✓ تكلفة صناعات التقنية الشمسية التي تبقى مرتفعة ومرتبطة بتكنولوجية غير ناضجة، خاصة من ناحية التخزين اضافة الى نمو بطيء للغاية في سوقها؛

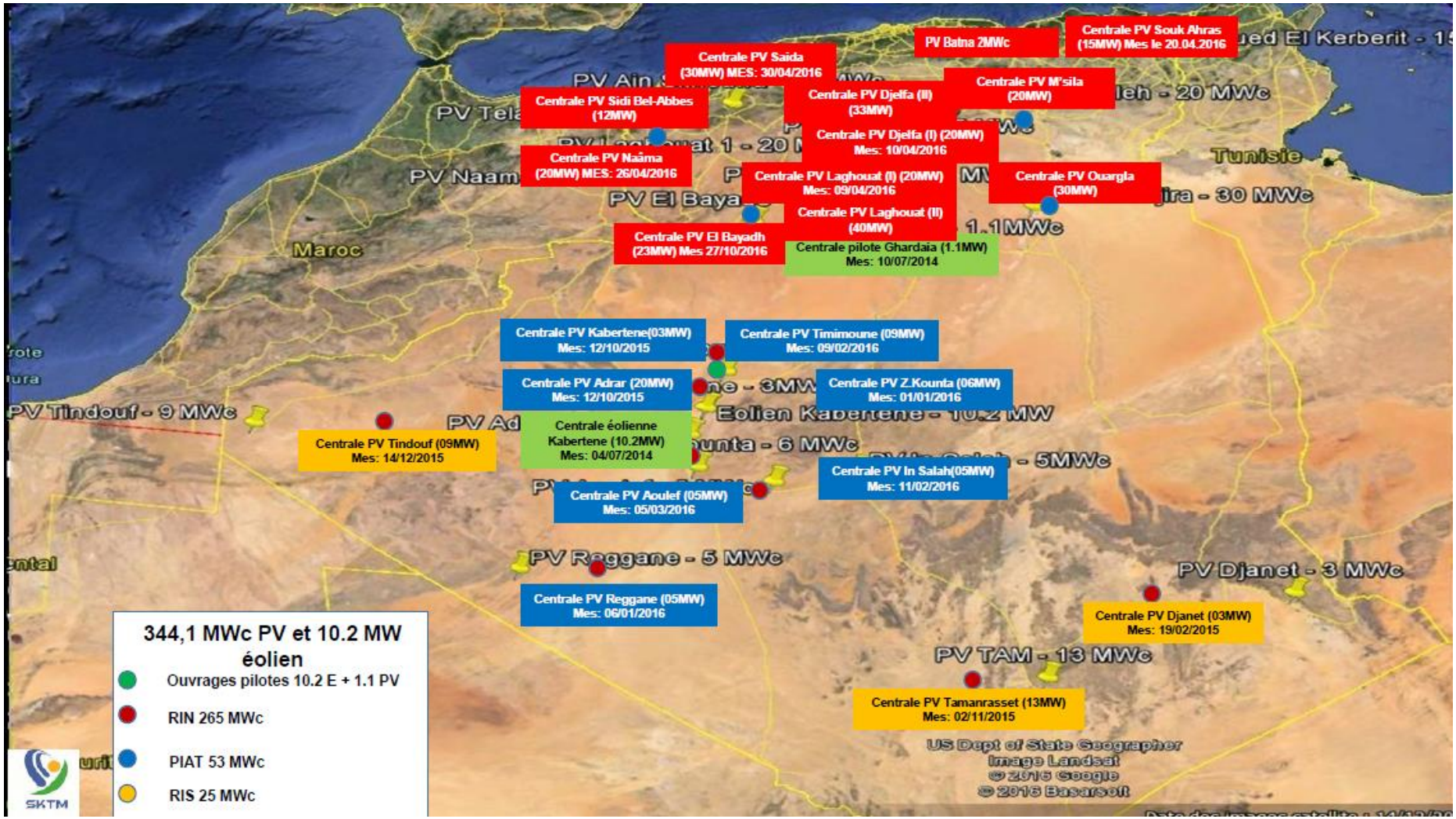
حينما نقيم ما أنجز من هذا البرنامج نجده بعيدا عن الطموح المأمول. حيث ما تم انجز الى حد الان في حدود(400 ميغاواط) فقط من خلال: محطة هجينة لتوليد الكهرباء SPPI (غاز – طاقة شمسية) بقدرة إنتاجية إجمالية تصل(150 ميغاواط) منها (25 ميغاواط) من الطاقة الشمسية وهي لا تنتج إلى حد الآن سوى (100 ميغاواط)، تفعيل حقل طاقة الرياح بولاية أدرار التابع للمؤسسة الجزائرية لإنتاج الكهرباء(SPE) ذي قدرة إجمالية (10 ميغاواط) في جوان 2014، المحطة النموذجية الكهروضوئية في غرداية في جويلية 2014 بقدرة إنتاجية (1.1 ميغاواط) (SPE ، (23محطة كهروضوئية) ذات تقنية الخلايا السليكونية متعددة البلورة بقدرة إجمالية تقدر بـ (343 ميغاواط) بعدة ولايات الوطن، منها (270ميغاواط) دخلت حيز الخدمة.[1] تندرج في إطار مخطط الطوارئ 2014 لتلبية الطلب المتزايد على الكهرباء. لتبلغ بذلك القدرة الإجمالية التي سيتم تركيبها عتبة(3000ميغاواط) من الأنظمة الشمسية الكهروضوئية،[2] بالإضافة الى محطة الخنق (الاغواط) لتوليد الكهرباء بقدرة(60 ميغاواط) يتم تجميعها عن طريق (240 ألف لوحة شمسية) و(60 محوّل) ، المحطة تمتد على مسافة(120هكتار) وتدعم الشبكة الوطنية للكهرباء، بالإضافة الى مساهمتها في تدعيم محطة توزيع الوقود بليل. تغطي حوالي(90%) من احتياجات الولاية من الكهرباء.

---

(1) https://portail.cder.dz/ar/spip.php?article3339 projet 343 mwc en photovoltaique, 2018/02/12

(2) http://www.sktm.dz/?page=article&id=56 14/02/2018

الشكل(4–1–1): توزيع مشاريع الطاقات المتجددة في الجزائر



وهكذا، فان برنامج الطاقات المتجددة المحيّن يتمثل في وضع طاقات متجددة منذ البداية بقدرة(22.000ميغاواط) أي ما يعادل (40%) في افق 2030 بالنسبة للسوق الوطني، مع التمسك بخيار التصدير كهدف استراتيجي بقدرة (10.000ميغاواط) منها، اذا سمحت ظروف السوق بذلك.

ويمثل ذلك ما يقارب(27%) من حجم الانتاج الاجمالي للكهرباء المتوقع في2030،[1] وضعف قدرات الانتاج التي تتوفر عليها حاليا الحظيرة الوطنية للكهرباء.

وبفضل هذا البرنامج فإنه المتوقع أن يتم ادخار حوالي (300 مليار متر مكعب) من الغاز الطبيعي أي ما يعادل (8مرات) الاستهلاك الوطني خلال سنة 2014 سيتم توجيهها نحو التصدير، حيث ستدار مداخيل إضافية هامة للدولة.[2]

يشتمل هذا البرنامج إلى غاية 2030 على إنجاز ستون مشروع منها محطات شمسية كهروضوئية وشمسية حرارية ومزارع لطاقة الرياح ومحطات مختلطة. ويسمح هذا البرنامج، بخلق ألاف مناصب الشغل المباشرة والغير المباشرة، وتقدر استثماراته بحوالي (120 مليار دولار). [3]

ستتم مشاريع الطاقة المتجددة للإنتاج الكهربائي الموجهة للسوق الوطنية وفق مرحلتين الجدول(4-1-1):

- المرحلة الأولى 2015-2020 سترى هذه المرحلة إنجاز طاقة قدرها (4000 ميغاواط)، بين الشمسية والرياح، و (500ميغاواط) بين الكتلة الحيوية والتوليد المشترك والحرارة الجوفية.
- المرحلة الثانية 2021-2030 تشمل هذه المرحلة تنمية الربط الكهربائي بين الشمال والصحراء ستمكن من تركيب محطات كبرى للطاقات المتجددة في مناطق عين صالح، أدرار، تيممون وبشار، ودمجها في منظومة الطاقة الوطنية.[4](4)

الجدول(4-1-1) يبين القدرات المتراكمة لبرنامج الطاقة المتجددة، حسب النوع والمرحلة، خلال المدة :2015-2030

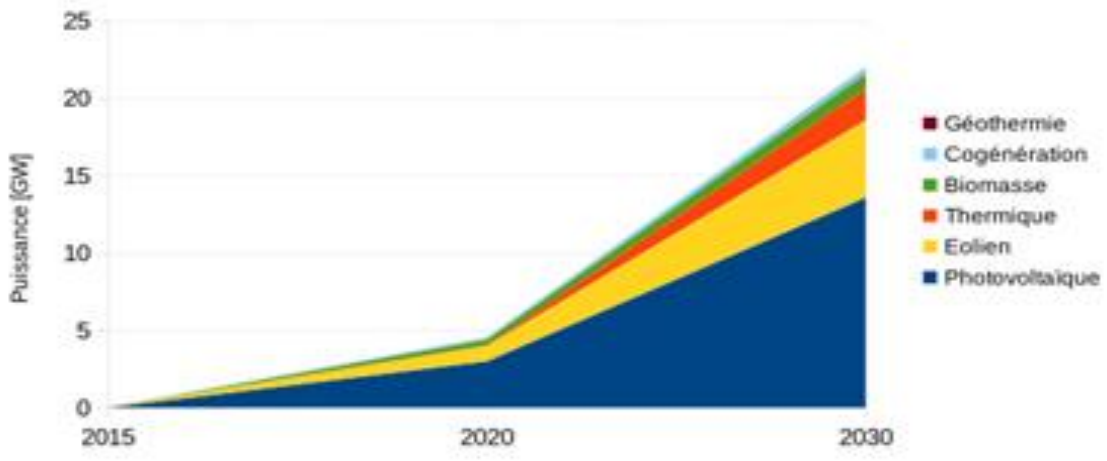
مصدر الطاقة	المرحلة الاولى 2015-2020	المرحلة الثانية 2021-2030	المجموع
الفولطاضوئية	3000	10575	13575
الرياح	1010	4000	5010
الحرارية الشمسية	-	2000	2000
التوليد المشترك	150	250	400
الكتلة الحيوية	360	640	1000

(1) http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables2016/5/16
(2) http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables2016/05/16
(3) http://www.djazairnews.info/regionale/44-2009-03-26-18-33-37/36606-2012-03-21-17-17-56.html النعامة/ مشروع محطة تعمل بالطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء الأربعاء, 21 مارس 2012 18:17
(4) برنامج الطاقات المتجددة (مرجع سابق)، ص، 20؛21.

الحرارة الجوفية	05	10	15
المجموع	4525	17475	22000

المصدر: برنامج تطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، وزارة الطاقة، جانفي 2016

الشكل(4–1–2): مراحل برنامج الجزائري للطاقات المتجددة



Source: https://www.cder.dz

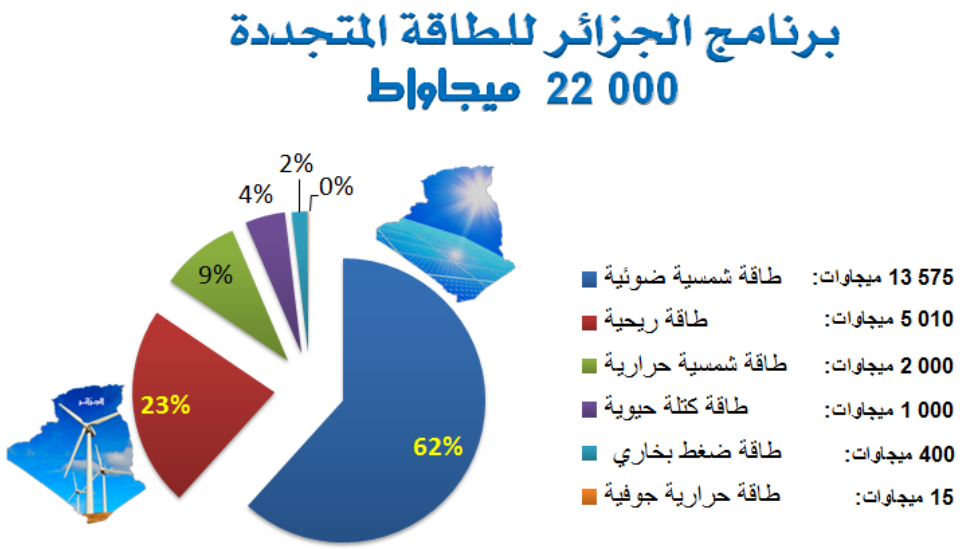
نلاحظ من خلال الشكل ان الطاقة الشمسية تستحوذ على غالبية القدرات المركبة خلال الفترة 2015 الى 2030،بنسبة (71%) بالمقارنة مع مصادر الاخرى، حيث تساهم الطاقة الشمسية الكهروضوئية منها بـ (3000 ميغاواط) في المرحلة 2015–2020 ما يمثل (66%) من اجمالي القدرات المركبة، فتهدف الحكومة خلال هذه المرحلة الاولى إلى انجاز وحدات صناعية عامة وخاصة، وبصفة أخص بناء مصانع لتصنيع الخلايا الشمسية بالشراكة لأجل الاستجابة لتحقيق برنامج في حدود (13575 ميغاواط) مع حلول 2030 ما نسبته (62%)، بالإضافة الى تقوية النشاط الهندسي ودعم تطوير مصنع لصناعة الخلايا الشمسية بقدرة (400ميغاواط في السنة)، قابلة للتوسع إلى (800ميغاواط في السنة) خلال 2022) في اطار الشراكة مع مختلف المتعاملين بإسهام مراكز البحث. كما ستتميز بتنمية شبكة من المناولة الوطنية لصناعة الاجهزة الضرورية التي تدخل في بناء محطات توليد الطاقة بالخلايا الشمسية لتحقيق هذا البرنامج. كما ينتظر أن تكون مميزة بالتحكم الكامل في نشاطات الهندسة وتوفير وبناء محطات ووحدات لتحلية المياه الراكدة، إذا ما توفرت الظروف لذلك، ويرتقب خلال نفس هذه الفترة القيام بالتصدير ليس للكهرباء المنتجة من الطاقات المتجددة فحسب، بل وأيضا للمهارة والأجهزة التي تدخل في إنتاج الكهرباء انطلاقا من الطاقات المتجددة.

أما الطاقة الشمسية الحرارية فستشهد خلال الفترة 2015–2020 مواصلة دراسات من أجل الصناعة المحلية للأجهزة الخاصة بفرع الطاقة الشمسية الحرارية، أما خلال الفترة الممتدة من 2021 الى 2030 اقامة الشراكة لتنفيذ مشاريع كبرى بقدرة (2000 ميغاواط) أي بنسبة (09%) ستتم في نفس الوقت مع عمليات تدعيم القدرات الهندسية والتصميم والتوريد والإنجاز لصناعة تجهيزات تدخل في محطة الطاقة الحرارية الشمسية بوسائل نظيفة.

بينما طاقة الرياح ستشارك بـ(1010 ميغاواط) في الفترة 2015-2020 ما يمثل نسبة (22%)من المقرر مواصلة المجهودات لإقامة صناعة بالشراكة خاصة بطاقة الرياح، ليرتفع حجم مشاركة طاقة الرياح الى (5010 ميغاواط) خلال المرحلة الثانية ما يمثل نسبة (23%) من اجمالي قدرات الطاقة المركبة من خلال تصميم وتوريد وإنجاز محطات توليد الطاقة من الرياح بوسائل نظيفة، وكذا التحكم في نشاطات الهندسة والتوريد وإقامة فضاءات طاقة الرياح في افق 2030.

في حين تبقى مشاركة باقي المصادر في هذا البرنامج ضئيلة بالنسبة للطاقة الشمسية وطاقة الرياح، حيث ستساهم الطاقة الكتلة الحيوية بـ(1000ميغاواط) ما يمثل نسبة(4%) بينما ستبلغ مساهمة الطاقة الحرارية الجوفية بقدرة (15 ميغاواط)، أما التوليد المشترك بقدرة (1000 ميغاواط).اي تحقيق ما يقارب (22000 ميغاواط).

الشكل(4–1–3) :توزيع نسب اجمالي القدرات الطاقة المركبة من مختلف مصادر الطاقات المتجددة في افق 2030



المصدر: برنامج الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية 2016(مرجع سابق)،ص؛ 34

سيتم تركيب قدرات الطاقة المتجددة وفقا لخصوصيات كل منطقة :

– منطقة الصحراء: لتهجين المراكز الموجودة والمشتغلة بالديزل، وتغذية المواقع المتباعدة حسب توفر المساحات وأهمية القدرات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في هذه المنطقة.

– منطقة الهضاب العليا: حسب قدراتها من أشعة الشمس والرياح مع إمكانية توفر الأراضي.

– المناطق الساحلية: حسب إمكانية توفر الاراضي مع استغلال كل الفضاءات التي تتوافر فيها مصادر الطاقات المتجددة.

هذه المراحل تجسد استراتيجية الجزائر التي تهدف الى تطوير صناعة تكنولوجيا الطاقة الشمسية مرفقة ببرنامج تكويني وتجميع للمعارف والتي تسمح باستغلال المهارات المحلية الجزائرية وترسيخ الفعالية المثلى لا سيما في مجال ادارة المشاريع ويسمح كذلك بخلق ألاف مناصب شغل.[1]

المطلب الثاني: برنامج الفعالية الطاقوية واقتصاد الطاقة

يهدف برنامج الفعالية الطاقوية واقتصاد الطاقة في الحصول على نفس المنفعة او الخدمة، باستهلاك أقل للطاقة، سواء على المستوى الفردي أو المنزلي أو على مستوى المؤسسات الصناعية والفلاحية والخدمية، ويتضمن هذا البرنامج اعمالاً تشجع على اللجوء الى اشكال الطاقة الاكثر ملائمة لمختلف الاستعمالات والتي تتطلب تغيير السلوكيات وتحسين التجهيزات، سيؤدي تطبيقه حتما إلى اقتصاد إجمالي للطاقة قدره(90مليون طن مكافئ نفط)، منها (60مليون) في الفترة 2015- 2030 و(30مليون طن مكافئ نفط) أي بحوالي(10%) بغضون 2030، ويتمثل هذا البرنامج أساساً في القيام بالعمليات التالية:[2]

- العزل الحراري: يتمثل في إدخال ونشر تكنولوجيات مبتكرة في العزل الحراري للبنايات الموجودة والجديدة بتنمية فروع صناعة العوازل الحرارية والغطاء (جدران، أسطح) والتزجيج المزدوج باستعمال المواد المحلية (صوف الحجارة، صوف الزجاج)، بهدف تحقيق ربح متراكم من الطاقة مقدّر بأكثر من (7مليون طن مكافئ نفط) في حدود 2030.
- تطوير مسخن الماء الشمسي: تشجيع احلال سخانات ماء شمسية بكثافة في قطاع السكن والقطاع الثالث مكان السخان التقليدي. كما ستسهل تنمية صناعة محلية مرفوقة بانخفاض مرتقب لتكاليف الإنتاج تعميم سخانات الماء الشمسية.
- تعميم استعمال المصابيح ذات الاستهلاك المنخفض من الطاقة: إحلال مصابيح ناجعة من حيث الطاقة محلّ كافة المصابيح ذات التوهج، الهدف هو تحقيق اقتصاد في الطاقة يقدر بـ(2مليون طن مكافئ نفط) في حدود 2030 ومن المنتظر تغطية ارباح تقدر بـ(20 مليون طن مكافئ نفط) كما سيتم تشجيع الانتاج المحلي للمصابيح ذات الاستهلاك المنخفض، خاصة باللجوء الى الشراكة، ووقف استيراد المصابيح ذات التوهج ومنع تسويقها.
- إدخال الأداء الطاقوي في الإنارة العمومية: يهدف برنامج الفعالية الطاقوية الموجه للمجموعات المحلية إلى استبدال مجموع المصابيح الزئبقية (مستهلكة للطاقة) بمصابيح أكثر نجاعة (ذات استهلاك منخفض) وهو ما سيمكن من تحقيق اقتصاد في الطاقة بحوالي(1مليون طن مكافئ نفط) في حدود، 2030 والتخفيف من الفاتورة الطاقوية على الجماعات المحلية.

---

[1] http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables2016/05/16

[2] programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique , 2016www.mem-algeria.org p,23

➢ ترقية الفعالية الطاقوية في القطاع الصناعي: يمثل القطاع الصناعي رهانا بالنسبة للنجاعة الطاقوية بسبب استهلاكها الطاقوي، وهي مدعوة إلى زيادة ذلك بفضل إعادة تنشيط القطاع. وبهذا الخصوص، فإن الهدف المنتظر في مجال اقتصاد الطاقة يقدر بـ(30مليون طن مكافئ نفط). ومن أجل مزيد من الفعالية الطاقوية، من المقرر:

– تعميم عمليات التدقيق الطاقوية 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؛

➢ ترقية (GPL/Cغاز البترول المميع/وقود) و(GN/C غاز طبيعي /وقود): استبدال وقود البنزين والمازوت في قطاع النقل وترقية المحروقات الأكثر وفرة والأقل تلويثا، وهما(C/GPL غاز البترول المميع/وقود) و(GN/Cغاز طبيعي/ وقود) ويبقى الهدف هو إثراء هيكل عرض الوقود والمساهمة في تحجيم آثارها على البيئة.

ان الفعالية الطاقوية، اذا ما ارتبطت بتنمية الطاقات المتجددة، تسمح بتخفيض الاستثمارات الضرورية لتلبية الاحتياجات الطاقوية، من خلال التحكم الأحسن في الاستهلاك وفي وتيرة نمو الطلب.

المطلب الثالث: اجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في اطار برنامج الفعالية الطاقوية

تسعى الحكومة الجزائرية الى تحقيق اقتصاد بـ (42 مليار دولار) بغضون 2030 مع خفض استهلاك الطاقة بـ(9 %) بفضل تجسيد البرنامج الوطني لتطوير الفعالية الطاقوية،[1] الذي يكتسي طابعاً وطنياً ويخص أغلبية القطاعات المستهلكة للطاقة، ومنها قطاع السكن، النقل والصناعة. لذا يجب أن تحظى الفعالية الطاقوية بمكانها اللائق في السياق الطاقوي الوطني المتميز بنمو كبير في الاستهلاك، خاصة من طرف القطاع المنزلي مع بناء مساكن جديدة وإنجاز الهياكل القاعدية ذات المنفعة العمومية وإعادة تنشيط الصناعة. ومن بين اهم الاجراءات المتبعة هي:

بالنسبة لقطاع السكن: يعتبر قطاع السكن من اكثر القطاعات استهلاكا للطاقة، اذ يمثل ما نسبته (41%) من اجمالي الاستهلاك الوطني، ومن اجل تحسين الوضعية الطاقوية للسكن قامت الدولة الجزائرية بتقديم عدة اقتراحات من اجل تحقيق الفعالية الطاقوية في قطاع المباني من خلال برنامج الفعالية الطاقوية لقطاع السكن، والتي تتمثل في:

- ✓ تطبيق التنظيم الحراري الجزائري في السكن؛
- ✓ استعمال مواد عزل حراري ونوافذ فعالة، ستساهم في تقليص استهلاك الطاقة بنسبة(50%)؛

[1] وكالة الأنباء الجزائرية، البرنامج الوطني للطاقات المتجددة يصبح أولوية وطنية، 20:41 - 22/02/2016
http://www.radioalgerie.dz/news/ar/article/20160222/69453.html

- ✓ تنفيذ مشاريع للعزل الحراري تشمل الألاف من المساكن سنويا،[1] تهدف إلى تحسين وسائل الراحة والتقليل من استهلاك الطاقة بتقنيات جديدة للبناء؛
- ✓ تنمية فروع صناعة العوازل الحرارية والغطاء(جدران، اسطح) والتزجيج المزدوج باستعمال المواد المحلية (صوف الحجارة، صوف الزجاج،..)؛
- ✓ تعميم الإنارة الفعالة، بتسويق أكثر من (7 مليون) مصباح اقتصادي على مستوى المنازل؛
- ✓ استبدال المصابيح التقليدية (ذات التوهج وذات الزئبق) بمصابيح ناجعة (مصابيح ذات استهلاك منخفض، صمامات ثنائية مضيئة، ومصابيح بالصوديوم)؛
- ✓ ادخال سخان الماء الشمسي في قطاع السكن لتلبية احتياجات تسخين الماء؛
- ✓ تنمية صناعة محلية مرفوقة بانخفاض تكاليف الانتاج تعميم سخانات الماء الشمسي (**الملحق رقم 2**)؛
- ✓ ادخال تجهيزات واجهزة(مكيفات، ثلاجات،...) فعّالة طاقوياً الى السوق الجزائرية لها تأثير واضح على توازن الطاقة؛
- ✓ تحفيز مراكز الدراسات الهندسية على اقتراح البناء وفق تقنيات العزل الحراري لشركات الترقية العقارية في القطاع الخاص وللمقاولين في قطاع البناء، للوصول إلى تقديم تشجيعات ضريبية؛

بالنسبة لقطاع النقل: يهدف البرنامج اجراءات ترشيد الطاقة بالنسبة لقطاع النقل الذي يشكل تقريبا (33%) ان الاستهلاك الوطني للطاقة، إلى ترقية المواد المتوفرة بكثرة والأقل تلويثاً مثل غاز البترول المسال والغاز الطبيعي المضغوط. وتعميم استعمالها في النقل الفردي والجماعي، خاصة في المراكز الحضرية الكبرى، وذلك من خلال تقليص حصة الديزل بتركيب تجهيزات على (50 ألف) سيارة في كل سنة، تعود بالمنفعة على صحة المواطن وعلى البيئة، بالإضافة الى تحويل مليون سيارة و(20 الف) حافلة إلى استهلاك الغاز الطبيعي المميّع.[2]

بالنسبة لقطاع الصناعة: يمثل القطاع الصناعي رهانا بالنسبة للنجاعة الطاقوية بسبب استهلاكه الطاقوي ما نسبته (19%) من الاستهلاك الوطني للطاقة، وتطمح الحكومة الجزائرية من خلال سياستها لتطبيق هذا البرنامج الى تدعيمه ليكون في مقدمة التحولات الإيجابية، من خلال الاقتراحات التالية:

- ✓ تشجيع المتعاملين الصناعيين على اقتصاد الطاقة، حيث تقوم الدولة، عبر الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة، بتمويل نسبة(70%) من كلفة دراسات الجدوى التي تساهم في تحسين الفعالية الطاقوية في المنشآت الصناعية؛

---

[1] وكالة الأنباء الجزائرية ، البرنامج الوطني للطاقات المتجددة يصبح أولوية وطنية، 22/02/2016-20:41
http://www.radioalgerie.dz/news/ar/article/20160222/69453.html

[2] وكالة الأنباء الجزائرية ، البرنامج الوطني للطاقات المتجددة يصبح أولوية وطنية، 22/02/2016-20:41
http://www.radioalgerie.dz/news/ar/article/20160222/69453.html

- ✓ تطوير كفاءة اجهزة التسخين والتبريد المختلفة؛
- ✓ ترشيد مصادر الطاقة المستخدمة في القطاع الصناعي وتنويعها وجعلها أكثر صداقة للبيئة، خاصة أن عمليات التسخين المستخدمة في الصناعة تعد من أكثر العمليات استهلاكاً للطاقة وأكثرها إنتاجاً لانبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون.
- ✓ تشجيع تطبيق تكنولوجيا الطاقة الشمسية في عمليات التسخين في الصناعة، والحد من استخدام مصادر الطاقة التقليدية في العمليات الصناعية، وتنويع مصادر الطاقة وتوفيرها للقطاع الصناعي، إلى جانب تقليل الأثر البيئي لعمليات التسخين في القطاع الصناعي، وخلق فرص عمل جديدة وتشجيع ريادة الأعمال في مجال تصنيع نظم الطاقة المتجددة.
- ✓ تدعيم الدولة الاستثمارات بتقديم مساعدات مالية في كل المشاريع التي تساهم في تقليص استهلاك الطاقة؛
- ✓ مرافقة الصناعيين والمصنعين لتطوير سوق الصناعات الوطنية ذات الاستهلاك المنخفض بهدف تحقيق أكبر عدد ممكن من الإدماج الصناعي الوطني؛
- ✓ ضمان تقليص تكاليف الإنتاج وتحسين الفعالية الطاقوية على مستوى المؤسسات الصناعية؛
- ✓ تعزيز الفعالية الطاقوية في المصانع العمومية المستهلكة للطاقة والحد من انبعاث الغازات المتسببة في الاحتباس الحراري؛
- ✓ دعم استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة في العمليات الصناعية من خلال وضع السياسات والحوافز اللازمة لذلك؛
- ✓ الترويج لهذه التكنولوجيا في عمليات الصناعة من خلال تنفيذ عدد من الأنشطة الترويجية وتوفير التمويل لمشروعات الطاقة الجديدة؛
- ✓ تشجيع التصنيع المحلى لخلايا الطاقة الشمسية المستخدمة في التسخين وتشجيع المصنعين المحليين والشركات الاجنبية وموردي هذه التكنولوجيا؛
- ✓ بناء الكوادر الفنية في تكنولوجيات الطاقة الشمسية عبر التكوينات التي تتضمن أفضل الأمثلة العملية في ذلك المجال؛
- ✓ تصنيع مواد ومكونات ألواح الطاقة الشمسية وتوفير الحوافز للمصنعين مما يساهم في تطوير الصناعة؛
- ✓ إضفاء الشفافية على استهلاك الطاقة الكهربائية للمصانع؛
- ✓ برمجة عمليات التوقف الإرادي للأجهزة ذات الاستهلاك العالي للطاقة خلال فترات ساعات الذروة التي ترتفع فيها تكلفة الطاقة الكهربائية؛
- ✓ استبدال المحركات الكهربائية ذات التيار المستمر بمحركات ذات تردد متغير من أجل استقرار التيار الكهربائي؛
- ✓ تطوير انظمة الانتاج المشترك واسترجاع الحرارة؛

كما اعلنت الوكالة الوطنية لترقية وعقلنة استعمال الطاقة أنه ستستفيد مصانع الاسمنت التي تعد من اكثر المؤسسات استهلاكا للطاقة واكثر تلويثا، من أجهزة جديد ذات نجاعة طاقوية رفيعة، ويتمثل ذلك إنشاء مغيرات سرعة تسمح سوى

باستهلاك كمية الطاقة وفق حاجيات الإنتاج على عكس المغيرات الحالية التي تسير بأقصى سرعة مهما كانت مستويات الإنتاج، ويسمح العتاد الجديد باقتصاد الطاقة وربح الوقت وتقليص التكاليف، وتخفيض نسبة انبعاثات الغازات الملوثة.

بالنسبة لقطاع الزراعة: أن ترشيد استهلاك الطاقة واستخدام مصادر الطاقة المتجددة يعد من الخيارات الجوهرية للقطاع الفلاحي الذي يمثل حوالي (7 %) من الاستهلاك الوطني للطاقة وذلك من خلال:

- ✓ استغلال الطاقة الشمسية للإنتاج الذاتي للكهرباء خصوصا في حظائر تربية الدواجن ومراكز جمع الحليب يمكن من اقتصاد(40%) من فاتورة الكهرباء؛
- ✓ استخدام السخانات الشمسية في الأنشطة الفلاحية التي تحتاج للمياه الساخنة توفر(70%)؛
- ✓ تحسين مردودية الإستثمار الفلاحي بفضل تقنيات جديدة؛
- ✓ نظام ضخ شمسي للري، هذا النظام للضخ الكهرو ضوئي يستعمل لسقي الحقول؛
- ✓ مساهمة التجفيف الشمسي في تنمية الفلاحة والقطاع الغذائي؛

المطلب الرابع: استراتيجيات مصادر الطاقات المتجددة

حرصاً على تحقيق الاهداف المبرمجة في برنامج الطاقات المتجددة في غضون 2030، قامت الحكومة الجزائرية بوضع استراتيجية بحث وتطوير حيوية تشمل مختلف مصادر الطاقات المتجددة التي تمتلكها. وتتمثل في: [1]

الفرع الأول: الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

- ✓ دمج الطاقات المتجددة في شبكة الكهرباء الوطنية؛
- ✓ تطوير خبرة ومعرفة فنية في مجال محطات الكهرباء للطاقات المتجددة المدمجة في شبكة الكهرباء ضمن منظور الانتقال الطاقوي؛
- ✓ ادماج الانظمة الكهروضوئية في المباني وربطها المباشر بشبكة الكهرباء؛
- ✓ تعزيز انظمة الجودة والحفاظ على ثقة المستخدمين النهائيين في المنتجات المتجددة؛
- ✓ تطوير التبريد الشمسي الكهروضوئي؛
- ✓ تطوير أنظمة تخزين الطاقة استجابة للإدخال المكثّف للطاقات المتجددة في شبكة نقل الكهرباء وللاحتياجات من الكهرباء في فترة الذروة؛

الفرع الثاني: الطاقة الشمسية الحرارية:

- ✓ ادخال كفاءة الطاقة في المباني؛
- ✓ تطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة؛

---

[1] سنوسي بن عبو، طيب سعيدة،(مرجع سابق)، ص؛212

- ✓ تطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية الحرارية المنخفضة درجات الحرارة؛
- ✓ استغلال الطاقة الحرارية الجوفية لباطن الارض؛

الفرع الثالث: طاقة الرياح

- ✓ تحديد المواقع المؤهلة لتركيب توربينات الرياح بالجزائر؛
- ✓ التحكم في تقنيات التصميم، والانجاز وعمل توربينات الرياح؛
- ✓ تطوير الدراية المعرفية وكذا التحكم التكنولوجي بغرض مرافقة مشاريع مزارع الرياح؛
- ✓ تطوير أدوات المراقبة والتوجيه لإنتاج كهرباء لأنظمة الطاقة المتصلة بالشبكة؛

الفرع الرابع: الهيدروجين كناقل للطاقة

- ✓ وضع انشطة البحث والتطوير التكنولوجي التي تسمح بإرساء الهيدروجين كناقل طاقوي؛
- ✓ تطوير الدراية المعرفية وكذا التحكم التكنولوجي لمرافقة المشاريع المتمحورة حول تكنولوجيات الهيدروجين؛
- ✓ التحكم في تكنولوجيات الانتاج، والتخزين وتثمين الهيدروجين المنتج كناقل للطاقة، وقوداً بديلاً وفي خلايا الوقود؛
- ✓ المشاركة في عمليات اعداد وتنفيذ اللوائح التنظيمية والمعايير وانظمة التصديق لانشطة الهيدروجين كناقل للطاقة؛

الفرع الخامس: الطاقة الحيوية والبيئة

- ✓ التحكم والأمثلية في عمليات انتاج واستخدام الاجيال الجديدة من الوقود النظيف (الايثانول الحيوي، الغاز الحيوي، الديزل الحيوي،...)؛
- ✓ تقييم واستغلال الكمون القابل للتثمين من الموارد الحيوية المحلية، مثل الطحالب، السليلوز، ومحاصيل الطاقة الغير غذائية، المخلفات،...
- ✓ التحكم في عمليات انتاج اشكال اخرى للطاقة الحيوية غير الوقود الحيوي، المستمد من الميثان، التغوير، الانحلال الحراري، خلايا الوقود الحيوية وغيرها...
- ✓ تثمين الكتلة الحيوية من اجل انتاج مواد ثانوية ذات قيمة مضافة عالية، والمتحصل عليها اثناء انتاج الوقود الحيوي وغيره من اشكال الطاقة الحيوية؛
- ✓ انتاج طاقة بديلة، خضراء ، متجددة ، مدمجة في عملية التنمية المستدامة، عبر الوحدات: الفلاحية، التربية الدواجن، الصناعة، وتسيير وتدوير النفايات؛

لو تقوم الدولة بتخصيص نسبة(1%) من الجباية المحصلة عليها من المحروقات في تطوير تكنولوجيا الطاقات المتجددة، ولترقية الاستعمال الأنجع للطاقات التقليدية. سينعكس ذلك بدوره على جعل المحروقات التي تملكها ترافق الاستثمارات اللازمة لتطوير الطاقات الجديدة والمتجددة لفائدة أجيال المستقبل". ومن بين طموحات المستهدفة من خلال هذا البرنامج هو تطوير استغلال الطاقة الشمسية في انتاج الكهرباء.

المبحث الثاني: واقع وأفاق استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر

المطلب الاول : أهمية استغلال الطاقة الشمسية في تصميم البنايات

أولاً: الجدوى الاقتصادية لمشروع الطاقة الشمسية: إن استثمار الطاقة الشمسية لوحدها يكفي لضمان أمن الطاقة العالمي، والإسهام في تحفيز التنمية الاقتصادية المستدامة وخلق فرص العمل، فضلا عن دعم الجهود المبذولة لحماية كوكب الأرض. ففي كل ساعة تزود الشمس كوكب الأرض بطاقة تزيد مليارات المرات عما يحتاج إليه البشر لتلبية احتياجات الطاقة الإجمالية لمئة عام.

تعد دراسة جدوى مشروع الطاقة الشمسية من المتطلبات الاساسية التي يجب أن يقوم بها المستهلك لكي يستطيع تنفيذ مشروع الطاقة الشمسية، الذي يعد من المشاريع المفيدة والتي تهدف إلى الاستفادة من الطاقة الشمسية بواسطة بعض الأدوات وتحويل هذه الطاقة إلى طاقة كهربائية يتم استخدامها في مختلف القطاعات.

أهمية مشروع الطاقة الشمسية :تتمثل أهمية مشروع الطاقة الشمسية في الطاقة الكهربائية النظيفة التي يمكن الحصول عليها، بالإضافة إلى قدرة الاستثمار فيها من خلال بيعها بأسعار مرتفعة، وفي نفس الوقت توفير الطاقة الأحفورية المكلف، مماّ يساعد على تخفيض ميزانية دولة.

كما أن أهمية هذا المشروع تكمن في الربح الكبير الذي يحصل عليه صاحب المشروع نتيجة الاستثمار فيه، بالإضافة إلى الحصول على طاقة نظيفة لا تنفذ، رغم تكلفة العالية أثناء انجازه.

المتطلبات اللازمة لمشروع الطاقة الشمسية: لإنجاز هذا المشروع لتوليد الكهرباء يتطلب بعض المتطلبات الضرورية والتي تتمثل في:

- اختيار المكان المناسب لإقامة المشروع الطاقة الشمسية، فاختيار مكان يتناسب مع امكانيات توفر الشمس، فوجودها هو الشرط الاساسي، حيث ان طاقتها هي من يشغل المشروع .
- الألواح الشمسية
- البطاريات الخاصة بالطاقة الشمسية
- منظم شحن

حساب تكلفة مشروع الطاقة الشمسية: تختلف تكلفة مشروع الطاقة الشمسية باختلاف الأجهزة التي يتم استخدامها بالإضافة إلى عدد الألواح والبطاريات التي يتم شراؤها، كما يتوقف على تكلفة مشروع الطاقة الشمسية على المساحة التي يمكن عمل المشروع عليها، وكذلك الطاقة المطلوبة، حسب احتياجات كل منزل.

وهذا المشروع لا يتطلب عمالة مستديمة، ولكن يجب الاستعانة بشركة أو مهندسين متخصصين في تركيب الألواح الشمسية وكذلك البطاريات الشمسية وغيرها من احتياجات المشروع، وهذه العمالة تتكلف المال، لذلك يجب البحث عن أفضل عمالة بأسعار منخفضة.

حساب الأرباح من هذا المشروع : يقوم صاحب المشروع بحساب التكاليف اللازمة لهذا المشروع، وذلك من خلال حساب عدد الألواح التي قام بشرائها وعدد البطاريات، ثم الحساب الدقيق لكمية الواط التي تم إنتاجها، وبيعها من خلال اتفاقيات في اطار قانوني.

يتم حساب الأرباح المتوقعة من خلال طرح التكاليف من الناتج العام من المشروع، وإذا كان الناتج أكبر فذلك دليل على نجاح المشروع، أما إذا كان العكس، فيجب مراجعة هذا المشروع مرة أخرى من خلال التعديل في دراسة جدوى مشروع الطاقة الشمسية.

مميزات هذا المشروع: يعتبر هذا المشروع مربح من الناحية المادية ومن الناحية الاقتصادية والبيئية، حيث أنه بالرغم من تكلفة الطاقة الشمسية المرتفعة، إلا أن هذه الطاقة تستمر لمدة 20–25 عاماً، وهو ما يجعلها الأفضل، اذا تم استثمارها بطريقة مثلى.

ثانياً: الجدوى الاقتصادية للسخانات الشمسية في توفير الطاقة: كانت فكرة تقديم السخانات الشمسية كمنتج اخضر يعتمد على الطاقة الطبيعية المتولدة من اشعة الشمس كبديل نظيف وامن بدلاً من استخدام الطاقة الكهربائية أو المصادر الأخرى في الطاقة لتوليد الماء الساخن الذي يستخدمه المستهلك في حياته اليومية،[1] حيث تساهم في التقليل من الغازات الدفيئة والمساهمة في تقليل تكاليف الكهرباء على الصعيد الفردي والوطني، وبما أنّ السخانات الشمسية تعتمد على الطاقة الشمسية فإنّ تكلفتها تكون عند الإنشاء فقط وعند الصيانة ممّا يقلل من المصاريف بشكل عام. وتعد اكثر امانا من السخانات الكهربائية وسخانات الغاز لعدم وجود احتمال حدوث تماس كهربائي، او تسرب غاز كما يعد الاقل تكلفة، حيث تقدر تكلفته بـ 226.100.00 دج فاستخدام سخانات الطاقة الشمسية بدلاً من الكهربائية في المنازل سيوفر ما لا يقل عن(30% إلى 40%) من فاتورة الكهرباء الشهرية.

لكى نحقق الفائدة الاقتصادية من انتشار السخان الشمسي هو زيادة الوعى من استخدام هذه السخانات على المستوى الفردي أو المنشآت خاصة السياحية والصناعية التي تستخدم التسخين الشمسي مثل صناعة الغزل والنسيج والصناعات الدوائية و المجازر الآلية ومع التركيز على المدن والمناطق الجديدة التي لم يصل إليها الغاز الطبيعي.

ثالثاً: تكاليف انشاء منزل شمسي ذكي باستهلاك منخفض للطاقة(المنزل الاخضر)، ويسمى كذلك المنزل الخامل "السلبي".

---

[1] ثامر البكري ، هديل لبشراونة، (مرجع سابق)،ص؛ 35

هو مشروع إيكولوجي وصديق للبيئة يعمل بالطاقة الشمسية بخصوص استهلاك الطاقة الكهربائية مستقل لدرجات كبيرة ويعمل وفق نظام كهروضوئي ويحتوي على كل التجهيزات التي تعمل بالطاقة الكهربائية على غرار تجهيزات التبريد (الثلاجة والمكيف الهوائي) إلى جانب سخان الماء والمدفئة إلى غيرها من التجهيزات الأخرى، بالإضافة الى تزويده بنظام يعمل على معالجة مياه الصرف الصحي.

هو ذو الاستهلاك المنخفض للطاقة، لأن مجموع الحرارة التي تأتي من أشعة الشمس، من الأجهزة المنزلية أي ان مجمل استهلاكه للطاقة خلال العام جد قليل مقارنة مع المنازل التقليدية. يمكن أن يشيد بأي من مواد البناء مثل الطوب، الخشب الهيكلي، ولدت فكرة المنزل الذكي بالسويد وانتشرت بصورة رئيسية في المانيا، النمسا وهولندا وفي بلدان أخرى في شمال أوروبا، وحتى في ايطاليا يوجد العديد من التجارب المهمة في النمسا انطلقت منذ عام 2015، كما سيكون هذا المنزل معياراً لجميع المباني.[1]

تكلفة الطاقة الشمسية للمنازل: هي تكلفة تلبية احتياجات المنزل من الطاقة باستخدام الطاقة الشمسية او حتى جزأ منها، طبعاً احتياجات المنزل العادي من الطاقة هو احتياجه للطاقة الكهربائية، حيث حوالي (20%)من استخدام الطاقة يتجه الى السخان الكهربائي والتدفئة المنزلية، لذا لبد اللجوء الى السخان الشمسي بدلاً من اعتماد تسخين المياه على الكهرباء.

ولمعرفة عدد الألواح الشمسية أو سعة البطاريات اللازمة لتزويد منطقة ما بالطاقة الكهربائية يجب أن يتم تزويد مصمم منظومات الخلايا الشمسية بالمعلومات التالية:

1-الاستهلاك اليومي والأسبوعي والسنوي للطاقة الكهربائية.

2-كمية الإشعاع الشمسي اليومي، الأسبوعي، الشهري، السنوي الواصل إلى المنطقة التي توجد فيها المنظومة.

3 -عدد الأيام الغائمة المتكررة التي يجب أن تقوم البطارية بها بتزويد الحمل.

فمعرفة مكونات منظومة الخلايا الشمسية اللازمة لتزويد حمل ما معقدة، ولهذا فإن معظم الشركات المنتجة للخلايا الشمسية أنتجت برامج حاسوبيّة لمساعدة المهندسين المصممين لحساب مساحات وسعات مكونات المنظومة وأسعارها بدقة كافية لتغطية متطلبات الأحمال في المناطق المختلفة.

وتوجد طريقتان لتركيب الالواح الشمسية في المنزل اما عن طريق نظام التخزين أي البطاريات، لتخزين الكهرباء تقوم بتغذية المنزل بالتيار الكهربائي في حال انقطاع الكهرباء، وهو الاكثر سهولة باعتباره غير خاضع لأي تنظيم قانوني خاص، وتتم بربط بسيط بين الاجهزة والالواح الشمسية ابتداءًا من التقاط الضوء الى غاية تحويلها الى كهرباء، ويتعين على الراغب في

[1] http://www.photovoltaique.guidenr.fr/cours-photovoltaique-autonome-1/maison-individuelle-alimentee-installation-photovoltaique-autonome.php

استخدام هذه الطريقة اللجوء الى تقني مختص للقيام بدراسة شاملة يتم من خلالها ضبط حاجيات المنزل من ناحية الاستهلاك الكهربائي قصد تحديد الوسائل الضرورية، بعدها يقوم بتخصيص وتأهيل المساحة التي ستضيف الالواح الشمسية والتي ينبغي ان تكون موجهة نحو الجنوب وفق الميل الصحيح الموجه لأشعة الشمس، كما انه من الضروري جهاز منظم الشحن للمكن من الحصول على طاقة ملائمة للأجهزة الكهرو منزلية.

اما فيما يخص كمية الكهرباء المختزنة في البطارية فلا يمكن الاعتماد عليها في تغذية استهلاك المنزل بالكامل، وانما في الاستخدامات الخفيفة فقط مثل الانارة، واجهزة التليفزيون وبعض الاجهزة الكهربائية وليس في الاجهزة كثيفة الاستهلاك للكهرباء، لذا يتطلب من المستهلك اتخاذ مجموعة من التدابير لرفع المردودية ومن بينها الحد من التبذير وعزل المنزل حيث ان الابنية المشيدة بمواد بناء عازلة مع نوافذ بزجاج مضاعف تجعل الاجهزة الكهرو منزلية اقل استهلاكاً للطاقة، تصلح هذه المحطة في المناطق النائية التي لا تصلها شبكة الكهرباء.

اما عن الطريقة الثانية فيتم ربط الالواح الشمسية مع الشبكة الوطنية التابعة لسونلغاز ، ويتم الاستغناء عن البطاريات، وهذه الطريقة اقل تكلفة وذات عائد اكبر نتيجة بيع فائض الكهرباء المنتجة للحكومة، وتقوم وزارة الطاقة بالتعاون مع لجنة ضبط الكهرباء والغاز بإعداد نص تنظيمي لتحديد سعر الكيلوواط،[1] ممّا يسمح بتسيير افضل لهذه التقنية.

لذا لو افترضنا منزل يتكون من الاجهزة التالية: بالاضافة الى تعميم ذلك من خلال المثال في (**الملحق رقم 4**)

الجدول(4–2–1) : قدرة الاجهزة الكهربائية بالواط والطاقة المستهلكة من كل جهاز

الخصائص / الجهاز	العدد	قدرة الجهاز بالواط/ساعة	متوسط كلفة الاستهلاك ل 3 أشهر	عدد الساعات التشغيل/يوم	الطاقة المستهلكة واط. ساعة /يوم	الطاقة المستهلكة واط. ساعة /شهر	متوسط كلفة الاستهلاك ل 3 أشهر دج
مصباح W40	4	40	103	6	960	28800	412
مصباح اقتصادي	3	20	51	6	360	10800	153
تلفزيون TV	2	90	233	6	1080	32400	466
جهاز ارسال	2	18	47	6	216	6480	94

[1] المرسوم التنفيذي رقم 17– 98 المؤرخ في 29 جمادى الأولى عام 1438 الموافق 26 فبراير سنة 2017، يحدد إجراء طلب عروض لإنتاج الطاقات المتجددة أو المنبثقة عن الإنتاج المشترك و إدماجها في المنظومة الوطنية للتزويد بالطاقة الكهربائية في الجريدة الرسمية رقم 15 المؤرخة في 6 جمادى الثانية عام 1438 الموافق ل 05 مارس سنة 2017.(**الملحق رقم 4**)

حاسوب	1	90	117	3	270	8100	117
حاسوب شخصي	1	30	39	3	90	2700	39
ثلاجة	1	150	1558	24	3600	108000	1558
مكيف	1	1500	3896	6	9000	270000	3896
غسالة	1	2200	952	1	2200	66000	952
	المجموع				17776	533280	7687

المصدر: بالاعتماد على بيانات شركة توزيع الكهرباء والغاز للغرب" متوسط استهلاك الآلات الكهرو منزلية للطاقة الكهربائية"(الملحق5)

ويمكن حساب اجمالي تكاليف المحطة كالتالي:

حساب كمية الطاقة المستهلكة في اليوم وذلك بتطبيق المعادلة التالية : **كمية الطاقة المستهلكة = العدد×قدرة الجهاز×ساعات العمل** بافتراض ان جميع الاجهزة في وقت واحد وهذا الافتراض غير واقعي، ومن ثم يقل الاستهلاك الفعلي للطاقة.

- ✓ اجمالي الاستهلاك اليومي من الطاقة =18كيلوواط. ساعة/اليوم
- ✓ اجمالي الاستهلاك الشهري من الطاقة =540 كيلوواط. ساعة/شهرياً
- ✓ اجمالي الاستهلاك الموسمي من الطاقة = 1620 كيلوواط. ساعة
- ✓ اجمالي الاستهلاك السنوي من الطاقة = 6480 كيلوواط. ساعة/سنوياً
- ✓ اجمالي تكلفة الاستهلاك لـ 3 اشهر=7687 دينار جزائري أي سنويا تقدر بـ 30748دينار جزائري.

بطبيعة الحال يوجد فاقد أثناء تركيب أي منظومة كهربائية، والفاقد قد يصل الى(30%) بسبب التوصيل وجودة الاسلاك ومقاومة البطاريات المستخدمة وكذلك كفاءة الألواح الشمسية، (كمية الضوء الساقط على الخلايا الشمسية بسبب اتجاه وعدم دورانها مع الشعاع الشمسي)، وعليه فإنه يجب اضافة هذا الفاقد لإجمالي الطاقة المستهلكة في اليوم وذلك بتطبيق المعادلة التالي:

إجمالي الطاقة المرادة = إجمالي الطاقة المستهلكة في اليوم × 1.3

فإن الطاقة المراد توليدها = 18×1.3 = 23.4 كيلوواط. ساعة

فهل تستطيع الالواح الطاقة الشمسية الفولطاضوئية انتاج الكهرباء طوال اليوم ، الاجابة بالطبع لا

لأنها تعمل اثناء النهار فقط لذلك لبد من الاخذ بعين الاعتبار البلد الذي سيتم فيه تركيب النظام الطاقة الشمسية بها (الموقع الجغرافي) فهو عامل مهم جداً في الحسابات، فيصل متوسط الاشعاع الشمسي بالجزائر الى(2040 كيلواط. ساعة/يوم لكل 1م^2). فالنظام الشمسي خلال هذه الفترة يقوم بانتاج كل الطاقة التي سيحتاجها هذا المنزل في اليوم ويقوم بتخزينها في البطاريات تعمل طوال اليوم.

الجدول(4–2–2): اجمالي تكاليف تدشين محطة الطاقة الشمسية

ALIMENTATION EN ENERGIE SOLAIRE D'UNE HABITATION AVEC LAMPES(7)+TV(2)+DEMO(2)+MICRO(1)+Portable(1)+FRIGO(1)+CLIMATISEUR(1)+LAVE LINGE(1) POUR UNE **CONSOMMATION JOURNALIERE TOTALE DE 17776 KWH**	**U**	**QTE**	**PUNITAIRE**	**PUNITAIRE-2**	**MONTANT**
Fourniture et installation des modules solaires d'une puissance de 250W	U	40	**29 900.00**	**28 000.00**	**1 196 000.00**
Convertisseur DC/AC 48v/5000	U	2	**300 000.00**	**250 000.00**	**600 000.00**
Parc de Batterie solaire stationnaire 12v/200ah(AGM)	U	10	**65 000.00**	**55 000.00**	**650 000.00**
Fourniture et pose Armoire pour onduleur+Distribution	U	1	**150 000.00**	**100 000.00**	**150 000.00**
Fourniture et pose structure pour panneaux solaires	U	1	**250 000.00**	**450 000.00**	**250 000.00**
Fourniture et pose Câble solaire 2*6 mm² souple	ml	300	**300.00**	**350.00**	**90 000.00**
TOTAL HT					**2 936 000.00**
TVA 19%					**557 840.00**
TOTAL TTC					**3 493 840.00**

Source : **d'entreprise MINA SOLAR Eclairage, a relizane, la visite le 15 /11/2017**

اذا تتكلف المحطة فردية غير متصلة بالشبكة الوطنية والتي يتم تدشينها على سطح احد المنازل وتنتج(17.776كيلوواط .ساعة/اليوم) بـ(3.493.840.00دج)، يتم توليدها عن طريق استغلال(40 لوح شمسي بقدرة 250واط من نوعmonocristallin 60 cellules)، الاكثر ملائمة بسبب ادائها الافضل(ذات كفاءة عالية)، ولا يمكن الحصول على طاقة اكثر من تلك التي تنتجها الالواح خلال النهار، لذا للحصول على استقلالية كافية لبد من تركيب بطاريات، ففي هذه الحالة نحتاج الى (10بطارية من نوع (12v/200ah(AGM) يتم توصيلها باستخدام جهاز التحويل ذات قدرة (48v/5000)، لتحويل التيار الناتج عن الالواح الشمسية الى تيار متردد المباشر لتشغيل الاجهزة المنزلية. ويستند اختيار المحول على المعايير التالية: [1]

- القدرة القصوى اللازمة والضرورية لتغذية الاجهزة؛
- انتاج التيار الكهربائي؛
- كفاءة التحويل؛
- الحماية من التصريف والافراط في التحميل؛
- استهلاك طاقة الحمولة في وقت التشغيل والتوقف؛

مع الآخذ بعين الاعتبار المساحة المطلوبة لذلك.

[1]Mohamed amjahdi, jean lemale, op,cit, P,118

المحطة المتصلة بالشبكة الكهرباء الوطنية: في حالة كون المحطة الشمسية المراد تركيبها على سطح المنزل متصلة بالشبكة الوطنية، فلن يحتاج المستهلك الى استخدام بطاريات ومنظم شحن، وتبلغ تكلفة المحطة في هذه الحالة 2.843.840.00دج، ولكن يلجأ الى استغلال الكهرباء الناتجة عن الشبكة الوطنية أثناء استفراغ البطاريات.

الشكل(4–2–1): نموذج لمحطة متصلة بشبكة الكهرباء الوطنية

المصدر: النصر للطاقة الشمسية،https://nasrsolar.com/%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AD%D8%B7%

كما يمكن ربط المحطة بالشبكة الوطنية وتغذي المنزل بالكهرباء اثناء انقطاع التيار الكهربائي من خلال مجموعة من البطاريات التي تختزن الطاقة الناتجة عن الشمس، ويتم بيع الفائض للشبكة الوطنية، ويفضل استخدام هذا النوع في المباني شديدة انقطاع التيار الكهربائي.

الشكل(4–2–2): نموذج لمحطة هجينة متصلة بالشبكة الكهرباء الوطنية

المصدر: النصر للطاقة الشمسية،https://nasrsolar.com/%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AD%D8%B7%

ويمكن حساب عائد من بيع الطاقة المولدة من المحطة للشبكة الوطنية بافتراض سعر الكيلوواط الساعي(8دج).

فان العائد السنوي= تكلفة إنشاء المشروع على مدة حياته المقدرة بـ25 سنة.

3.493.840.00/ 25=139753.60دج

139753.60-65020.00= 74733.60 دج

اذا العائد السنوي يقدر بـ 74733.60 دج

لتغطية 17.776 كيلوواط ساعي في اليوم للمنزل ، فانه يتطلب 10 كيلوواط من إنتاج الألواح الشمسية اي بقدرة انتاج تصل الى 20كيلواط ساعي مع الاخذ بعين الاعتبار ميل الزاوية الالواح وحرارتها، بالإضافة الى الظروف الجوية المناخية. حيث متوسط الاشعاع الشمسي 2040كيلوواط.ساعة سنويا في ولاية غليزان.(**الملحق رقم 6**)

20×2040×= 40800 كيلوواط. ساعة/السنة

40800 -6480 =34320كيلوواط ساعي سنويا

الذي يعتبر فائض الإنتاج ويمكن بيعه لمؤسسة سونلغاز لو نفترض سعر البيع 8دج للكيلوواط ساعي

kw34320 × دج 8= 274560.00دج

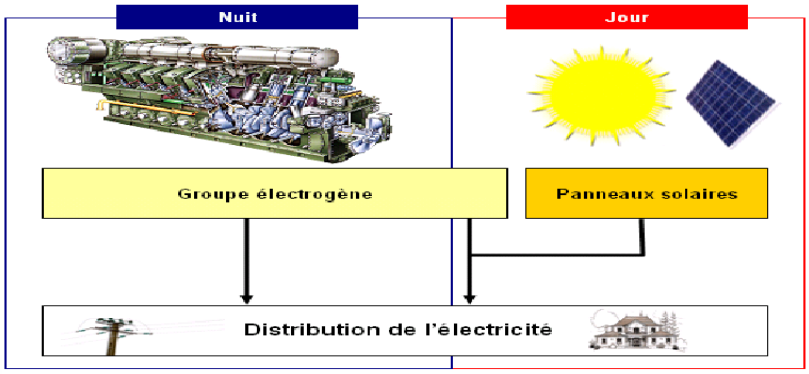
فتقدر القيمة بـ 274560.00دج

(274560.00دج/3493840.00دج)= 8 % نسبة استرداد رأس مال المستثمر من هذا المشروع. وفيما يخص فترة استرداد رأس المال المستثمر2/100= 13سنة فبإمكانه استرجاع رأس ماله في غضون 13 سنوات وبعدها يحقق ارباحاً صافية لمدة تزيد عن 12سنوات، بافتراض مدة حياة المحطة 25عام لأنه بعد هذه المدة تنقص مردوديتها.

ويمكن للمستهلك ايضاً تزويد المحطة بنظام تكميلي System d'appoint احتياطي وحدة انتاج اضافية، يمكننا الحفاظ على مولدات تعمل بالغاز للاحتياط. كطاقة احتياطية في حالة تعطل الشبكة عن تمديد الكهرباء بالطاقة الشمسية، نظرا لمشكل الى عدم توفر الاشعاع الشمسي طوال اليوم.[1]

[1]Mohamed amjahdi, jean lemale, op,cit, P,97

الشكل(4–2–3): المولد الاحتياطي



Source : Walid KREMIA, Pénétration des Energies Renouvelables dans les réseaux isolés du Sud, Direction Générale de la Stratégie et de la Prospective Direction de la Planification, Sonelgaz,p ;3

كفاءة الطاقة : قامت الوكالة الوطنية لترقية وترشيد استهلاك الطاقة pour Agence Nationale APRUE la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie لتحسين كفاءة الطاقة والحد من انبعاثات غازات الملوثة للبيئة، وذلك لضمان التزام الاجهزة بالمواصفات القياسية على حسب شروط الاختبار المعيارية، والالتزام بلصق بطاقة كفاءة الطاقة(الشكل 4–2–3) على الأجهزة الكهربائية المنزلية قبل طرحها بالأسواق.

فقد كشفت دراسة قامت بيها وكالة الانباء الجزائرية والوكالة الوطنية لترقية وترشيد استهلاك الطاقةAPRUE، ان الاسرة الجزائرية تستهلك ما بين (1800–2000 كيلوواط. سا/سنة)، حيث ان المعيار المحدد يقدر بـ(200–250كيلوواط .سا/سنة). ويعود هذا الاستهلاك المفرط نتيجة للمعدات الكثيفة للاستهلاك للطاقة فالمعدات ذات ثمن رخيص تمتاز باستهلاك اكبر للطاقة وبالتالي اكثر تكلفة اعلى بـ(10 اضعاف) على اساس المعيار لذا لبد من اتباع الاجراءات التالية:

الشكل(4–2–4) : بطاقة كفاءة الأجهزة الكهربائية في استهلاك الطاقة

المصدر: الوكالة الوطنية لترقية وترشيد استهلاك الطاقة APRUE http://www.aprue.org.dz/

- في فترة الذروة والتي تكون بين الساعة الخامسة مساءًا والتاسعة ليلاً يجب تخفيض الضغط على الشبكة الكهربائية باجتناب استعمال جميع الاجهزة الكهرو منزلية في ان واحد؛
- اطفاء الضوء في الغرف الشاغرة واستبدال المصابيح العادية باخري اقتصادية؛
- تجنب وضع الثلاجة بالقرب من مصدر حرارة واترك مساحة بين الجهاز والحائط. لابد ان تتراوح قدرتها 90 و130واط عند استغلال تكنولوجيا الطاقة الشمسية؛
- تذويب الثلج الموجود بالثلاجة أو المجمد؛
- عدم وضع الأكل الساخن بالثلاجة؛
- استعمال جهاز كمبيوتر محمول عوض كمبيوتر المكتب؛
- عند شراء الاجهزة يجب اختيار الفعّالة منها والاقتصادية؛
- تعديل مكيف الهواء على(25°) جد مناسب لتلطيف الجو؛

الفرع الثاني: تكلفة الانارة العمومية باستغلال الطاقة الشمسية: تسعى الدولة الى انجاز مشاريع الانارة العمومية من خلال الاعتماد على الطاقة الشمسية نظراً لوفرتها بكميات هائلة بالوطن، وذلك كخيار استراتيجي تعتمد عليه الدولة في الاقتصاد في استهلاك الطاقة الكهربائية، تسهم في تقليل فاتورة استهلاك الكهرباء التي تقدر بـ 300 مليون سنوياً بالإضافة الى تجاوز مشاكل الانقطاع في التيار الكهربائي والمصاريف الناجمة عن حدوث الاعطاب التي تصيب شبكة الانارة والتغيير المستمر للمصابيح وصيانة الاعمدة الكهربائية، او اعادة التهيئة لشبكة الانارة العمومية.

فيمكن تجنب هذه المشاكل في اعمدة الانارة العمومية المزودة بالطاقة الشمسية كونها تتطلب التوصيل بالشبكة، بل تحتاج الى لوحات للطاقة الشمسية توضع فوق مصابيح الانارة، كما انها تتوفر على بطاريات تكفي لتموين المصابيح بالطاقة طيلة ثلاث ايام كاملة، ناهيك عن سهولة صيانة اعمدة الانارة بتغيير بعض القطع التي تتعرض للتلف او يحدث بها اعطاب بعد مدة من الزمن.

تقدر تكلفة عمود الإنارة الواحد بالطاقة الشمسية يكلف حوالي 210الف دينار جزائري، مقارنة بتكلفة العمود الواحد للإنارة العمومية الكلاسيكية التي تقدر يقدر بحوالي 200 الف دينار جزائري للعمود الواحد، بالإضافة الى تكاليف انجاز شبكات الكهرباء سواء شبكة التوصيل الأرضية وكذا دعائم وضع الأعمدة وتزويدها بالمنابع الكهربائية، والمصاريف المترتبة عن وضع المصابيح وتصليح الأعطاب والصيانة الدورية للشبكات.

تكلفة عمود بالكهرباء الكلاسيكية:

تقدر تكلفة عمود انارة الواحد بالكهرباء الكلاسيكية بالإضافة الى الصيانة تقريباً بـ 200.000.00 دج

الجدول(4–2–3): تكلفة انجاز عمود للإنارة العمومية بالطاقة الكلاسيكية

الاجهزة	التكلفة (دج)
عمود (8م)	26.000.00
الحاملة:	5.000.00
كابل (30م)على بعدين: سعر المتر 2.000.00	120.000.00
جهاز الانارة بالصوديوم	10.000.00(متوسط)
جهاز الانارةLED (120واط،80 واط،150واط، 200 واط): ضمان3 سنوات	30.000.00(متوسط اسعار تتغير على اساس قدرة الواط)

المصدر : مديرية الصيانة التابعة لبلدية غليزان ،تاريخ الزيارة 19 نوفمبر 2017

تقدر متوسط تغطية كلفة فاتورة كهرباء الانارة العمومية لحوالي 22.000 عمود تقريبا ثلاثة مئة مليون دينار جزائري سنوياً أي بقيمة استهلاك 1.7دينار جزائري للكيلوواط الساعي للعمود الواحد.

اما استغلال الانارة بالطاقة الشمسية فتكلف 208.250.00دج للعمود الواحد بقدرة 30 واط

تقدر تكلفة 22الف عمود بـ 4.581.500.000.00 دج وهذه التكلفة ثابتة على مدار 20 –25 سنة فقط تحتاج الى صيانة في حالة تعرضها لعطب ما، بالإضافة الى تنظيف بصفة دورية حتى لا تفقد من حدة قدرتها.

بينما تنفق الحكومة ما قيمته 300 مليون سنوياً على تسديد فاتورة الكهرباء لـ22000 عمود بالإنارة العمومية. أي بفارق 4.281.500.000.00دج

الجدول(4–2–4): تكلفة عمود للإنارة العمومية بالطاقة الشمسية

ECLAIRAGE PUBLIC SOLAIRE		PUNITAIRE-1
Candélabres solaire 30w	U	**175 000.00**
Cross murale solaire 30w	U	**135 000.00**

Source : d'entreprise MINA SOLAR Eclairage, a relizane, la visite le 22 /11/2017

فالإنارة بالطاقة الشمسية اكثر جدوى اقتصادية من نظام الانارة بالطاقة الكهربائية الكلاسيكية، فلو يتم تثبيت هذه التكنولوجيا وتعميمها في كامل انحاء الوطن، خاصة في المناطق النائية. قد تسهم في تغطية فاتورة التي تستهلك الملايين في مشاريع اخرى ترقى بالاقتصادي الوطني في مصاف الدول المتقدمة. خاصة باستغلال الانظمة الذكية للإنارة العمومية باستغلال الطاقة الشمسية، او باستعمال الاعمدة ذات النظام الهجين رياح+ شمس.

الشكل(4–2–5): مكونات جهاز عمود الانارة العمومية ذات النظام الهجين

ثانياً: مميزات اعمدة الإنارة بالطاقة الشمسية [1]

1- خفض تكاليف التشغيل اليومي والصيانة.

2- عدم وجود كابلات تربط بين الأعمدة مما لا يعيق اي اعمال صيانه او حفر خاصه بأي اعمال اخري بالطريق.

3- لا يؤثر انقطاع التيار الكهربائي على إضاءة الشوارع.

4- عمر افتراضي طويل لكل مكونات النظام

5- عدم وجود فواتير كهرباء شهرية.

6- مصدر أفضل للإضاءة تتميز مصابيح LED بالضوء الأبيض الهادئ من غير ارتعاش وبكونها ناصعة أكثر من مصابيح الصوديوم والتي يزيد عمرها عن 50000 ساعة تشغيل.

7- صديقة للبيئة نظراً لاعتمادها بنسبة 100% على الطاقة الشمسية، فإن لوحات الطاقة الشمسية لـ اعمدة انارة الشوارع تقلل من استهلاك البترول وبذلك تقوم بالحد من التلوث وتقلل من انبعاثات غازCO2

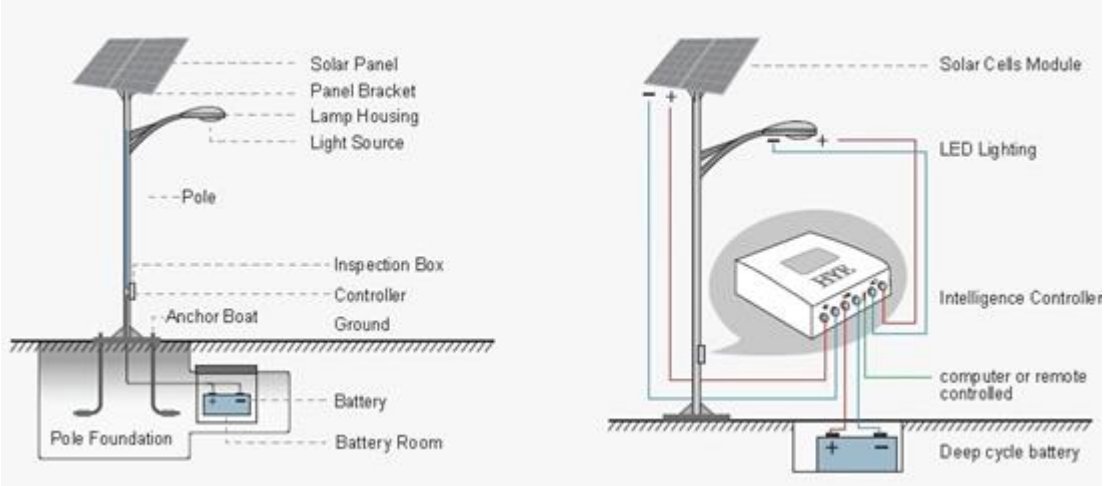
8- يتم التحكم في التشغيل والغلق من خلال الإحساس الذاتي بضوء النهار أو من خلال الضبط المسبق للتوقيت، بما يجعل النظام يعمل أوتوماتيكيا دون اي تدخل يدوي.

---

[1] http://ise-eg.com/ar/%D9%85%D9%86%D8%AA%D8%AC%D8%A7 %D8%AA%D9% 86D8%A7/%D8%A7% D8% B9%D9%85%D8%AF%D8%A9-%D8%A7%D9%86%D8%

ثالثاً: مكونات عمود انارة بالطاقة الشمسية: ممثلة في الشكل(4-2-6) الاتي:

الشكل(4-2-6): مكونات عمود الانارة بالطاقة الشمسية



✓ مصابيح LED: أعمدة الإنارة الشمسية متوفرة بأنواع وأحجام مختلفة من 4 واط إلى 100 واط لتلبية المتطلبات المختلفة. تبدأ بكفاءة اضاءة 80 لومن في الواط وتنتهى بأعلى نوعية وهي 140 لومن للواط متوسط الكفاءة السائد حاليا في الأسواق يعطي 100 لومن اضاءة لكل واط. بالمقارنة كفاءة لمبات المتوهجة كفاءتها لا تزيد عن 16 لومن في الواط، اي ان الواط من مصابيح LED تعطي اضاءة 7 اضعاف الواط من اللمبات التقليدية تتميز بعمر اكثر من 50000 ساعة عمل مصابيح LED .

✓ اللوح الشمسي: من خلال هذا النظام يتم تركيب الألواح الضوئية على هيكل العمود هناك نوعيين من الألواح: أحادية البلورية Mono Cristalline الاعلى كفاءة ومتعددة البلورية Poly Cristalline

✓ وحدة التحكم: تقوم وحدة التحكم Controller بشحن البطاريات لابد ان تكون وحدة التحكم Controller بسعة مناسبة للتحكم بالغلق والفتح ضوئيا عند الشروق والغروب او حسب برمجة المستخدم بالوقت وكذلك التحكم في شدة الاضاءة لعدة مراحل بعد الغلق ضوئيا سهولة البرمجة و كذلك الكفاءة العالية للشحن والتفريغ.

✓ البطاريات: هي اغلى عنصر من مكونات أعمدة الإنارة في النظم التقليدية يتم استخدام بطاريات طاقة شمسية ديب سيكل Deep Cycle Battery اما النظم الحديثة فتعتمد على بطاريات ليثيوم Lithium يصل عمرها الافتراضي الى 5 سنوات، بدلاً من سنتين فقط عمر افتراضي للبطارية التقليدية؛ يتم تصميم حجم البطارية على اساس سعة تخزينية للطاقة الكهربائية تكفي 10 ساعات على الأقل.

✓ الوحدات المدمجة Integrated Solar Street Light أعمدة الإنارة الشمسية المدمجة هي اخر صيحة في الأسواق العالمية ، وتستخدم للوحدات الصغيرة فقط التصميم هنا متكامل بدون اي كابلات.

يتم دمج جميع هذه العناصر في وحدة واحدة،[1] يكمن تركيبها على اي عمود او قطب مثل الحديد والخشب والخيزران والبلاستيك، تتميز بكفاءة نتيجة تقليل فاقد الأسلاك و التوصيلات. تحتاج الى تنظيف بصفة دورية حتى لا تفقد من حدة قدرتها.

الفرع الثالث: تكلفة بناء مزرعة باستغلال الطاقة الشمسية: يعتمد المزارعين على المولدات الكهربائية في توليد الطاقة الكهربائية التي تعد طاقة مكلفة وغير نظيفة، ما انعكس سلبا على المستثمرين والمنتجين والزراعيين والمستهلكين، نتيجة النقص في انتاج الكهرباء الضرورية لأجل استثمارها في القطاع الزراعي وسد الاحتياجات (الاضاءة، التهوية، التبريد، والماء، التجفيف ،...) اللازمة لذلك، ممّا استوجب التفكير بمصادر الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية وخاصة في المناطق النائية لبعدها عن مراكز التجهيز فضلاً عن الجهد والوقت والتكاليف التي تحتاج إليها، ولأنّها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة وغير ناضبة.

في اطار عصرنة تطور تكنولوجيا الطاقات المتجددة وترشيد استهلاك الطاقة يسعى كل مستثمر زراعي الى بناء وانشاء منظومة بالطاقة المتجددة في تسيير توفير الكهرباء في المزرعة والماء لتلبية احتياجات في المزرعة، خاصة منها الطاقة الشمسية لما تتوفر عليه الجزائر من مقومات هائلة وفي ظل ذلك يسعى المزارع بولاية الجلفة حيث تستقطب المنطقة اشعاعاً شمسياً سنوياً يصل الى لإنشاء منظومة شمسية لتوفير الكهرباء سعياً لترشيد استهلاك للطاقة وتوفير الفاتورة التي تصل عادة في السنة 20000000دج (4000000دج) فالمزارع يمتلك ارض بمساحة 15 هكتار هذه المساحة جزء منها زيتون والجزء الباقي قمح وشعير بالإضافة الى خضروات وفواكه موسمية.

يحتاج هذا المستثمر 12 ساعة في اليوم للسقي باستغلال المضخة ذات 15 حصان ببون 32 امبير يستهلك حوالي 6 كيلواط ساعي ايمرجي وبئر عميق 100متر مكعب.

فنقدم من خلال الجدول التالي مقومات مزرعة يرغب المستثمر الى تغطية الكهرباء التي تلبي احتياجاته بالطاقة الشمسية.

الجدول(4–2–5):تكلفة توليد الطاقة لمزرعة تعمل بالطاقة الشمسية

forniture et pose d'un système de popmage solaire pour une puissance de POMPE de 15 CHEVEAUX-Profondeur du puits:100m	U	QTE	PUNITAIRE	PUNITAIRE-2	MONTANT
Fourniture et installation des modules solaires d'une puissance de 250W	U	40	29 900.00	28 000.00	1 196 000.00
Fourniture et pose d'un Onduleur solaire renouvelable 10kw	U	1	350 000.00	250 000.00	350 000.00
Fourniture et pose structure pour panneau	U	1	280 000.00	55 000.00	280 000.00
Fourniture et pose Armoire pour onduleur+Distribution	U	1	60 000.00	100 000.00	60 000.00
Réalisation d'un Socle en béton armé dosé à 400 kg/m3 ciment CRS	U	2	60 000.00	450 000.00	120 000.00

[1] https://nasrsolar.com/%D8%A3%D8%B9%D9%85%D8%AF%D8%A9-%D8%A7%D9%84

Fourniture et pose Colonne montante en PEHD Diamètre 40mm PN10 avec tte sugestion de bonne exécution	ml	100	390.00		39 000.00
Fourniture et pose Câble solaire 2*6 mm² souple	ml	100	390.00		39 000.00
Fourniture et pose Câble de sécurité (16mm²)	ml	100	400.00		40 000.00
Fourniture et pose Capteur de marche à sec	U	1	5 000.00		5 000.00
Fourniture et pose Câble électrique pour connexion de section (souple 2*1.5) pour capteur de marche à sec	ml	100	155.00		15 500.00
Fourniture et pose d'un piquet de mise à la terre en cuivre avec câble 25mm²	U	1	2 000.00		2 000.00
Fourniture et pose Capteur de niveau pour réservoir	U	1	11 000.00		11 000.00
Fourniture et pose Câble électrique pour connexion de section (souple 2*1.5) pour capteur de niveau	ml	20	1 500.00		30 000.00
Fourniture et pose armoire de protection+Switch 3poles+Parafoudre+Porte fusible+fusible+Coupe courant DC	U	1	100 000.00	350.00	100 000.00
TOTAL HT					**2 287 500.00**
TVA 19%					434 625.00
TOTAL TTC					**2 722 125.00**

Source : **d'entreprise MINA SOLAR Eclairage, a relizane, la visite le 25 /11/2017**

تثقيف المستثمرين المزارعين بأهمية استخدام الطاقة الشمسية ومدى مساهمتها في الحفاظ على البيئة والتقليل من تكاليف الانتاج الزراعي، وذلك من خلال دعمهم في تقديم القروض الميسرة لاستخدام الطاقة الشمسية في تسبر ادرة مزارعهم واستيفاء منهم بحيث تكون طويلة الامد مساوية او اقل من فاتورة الكهرباء التي تدفع شهريا.

المطلب الثاني: توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية كبديل الديزل في المناطق النائية

يستند نظام الطاقة في القرى النائية بجنوب الجزائر(87% من الاراضي و7% من السكان)، الى انتاج وتوزيع الكهرباء محلياً، عن طريق مولدات الديزل وشبكات المعزولة[1]، تكون اقل تكلفة من الاتصال بالشبكة الوطنية، فضلاً عن أنها تفضل استقبال الطاقات المتجددة. والواقع ان الامكانيات الشمسية الكبيرة التي تضاف الى منطقة من الاراضي تجعل من الممكن تركيب اعمال انتاج الكهرباء من خلال العمليات المتجددة دون عائق.

وفي معظم هذه الحالات يصبح الامداد بوقود الديزل مكلفاً للغاية في حين يصبح الجيل الهجين من الديزل الطاقة الشمسية قادرًا على المنافسة مع توليد الديزل فقط.

[1] الشبكة المعزولة اي الشبكة الكهربائية متوسطة او عالية الجهد، تعمل بمحطة توليد الكهرباء (ديزل أو توربينات الغاز) قادرة على العمل بشكل مستقل، وتتكون القدرة المولدة للشبكات المعزولة الجنوبية اساسا من مولدات الديزل، ومع ذلك يتم تعزيزها بواسطة توربينات الغاز المتنقلة في مواقع معينة تتوفر فيها شبكات الغاز.

فالأنظمة الطاقة الشمسية والديزل الهجينة غالباً ما تمثل الحل الأمثل لتوفير الطاقة الكهربائية في المناطق النائية والمناطق المعزولة، بالإضافة الى حماية للبيئة ،[1] فهذه الانظمة تقلل من تشغيل مولد الديزل وكذلك تكاليف تشغيله اضافة الى تخزين البطارية يقلل من عدد دورات بدء/ايقاف مولدات ديزل ممّا يقلل الى حد كبير من استغلاله.

يستند لاختيار الطاقة الشمسية كبديل للديزل في الشبكات المعزولة بالجنوب الى التوزيع الواسع لهذا المورد الطبيعي الذي كان وفير في جميع انحاء الاراضي الجزائرية، لكن المشكل الرئيسي لهذه الطاقة هي اعتمادها على مورد متقطع الشمس لذلك فان ادخال نظام تكميلي ضروري لهذا الغرض.

يتكون تصميم محطة الطاقة الشمسية الهجينة من 3 وحدات:

- وحدة الانتاج الرئيسية
- وحدة التخزين
- وحدة الانتاج التكميلي d'appoint احتياطي وحدة انتاج اضافية، يمكننا الحفاظ على مولدات الديزل للاحتياط. كطاقة احتياطية في حالة تعطل الشبكة عن تمديد الكهرباء

خلال فترات التشميس تقوم بتزويد الشبكة الكهربائية، هذا الحل فعّال في وجود علاقة ايجابية بين امدادات الطاقة الشمسية والاستهلاك خلال فترات الاخيرة من الاستهلاك المرتفع(ذروة فترة ما بعد الظهر في الصيف) اما مولدات الديزل تعمل خلال فترات ضعف التشميس (منخفض) او في الليل.

تعتمد محطات الديزل على آلات الاحتراق الداخلي لتحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية دوارة يحولها المولد بدوره إلى قدرة كهربائية، تتكون كل وحدة من محرك ميكانيكي يشتغل حسب دورة الاحتراق الداخلي المعروفة بدورة الديزل ومولد كهربائي موصل بنفس العمود الأفقي، تشتغل هذه المحركات بوقود الديزل أو الزيت الثقيل ممّا يجعلها ذات قدرة عالية تصل إلى(10ميغاواط) للوحدة، وتحل مكان وحدة البخار في عديد من المجالات التي تحتاج هذه المحطات إلى صيانة دورية مكثفة نظراً لكثرة أجزائها المتحركة ونظام تشغيلها معقد، يتم التحكم في سرعة المحرك عن طريق نظام ضخ الوقود الذي يؤمن السرعة الثابتة للمولد رغم تغير الحمولة.

مجالات استخدام محطات الديزل: [2]

- تستخدم محطات الديزل كمحطات مركزية عندما تكون سعة المشروع غير كبيرة حيث لا تتجاوز(10ميغاواط)

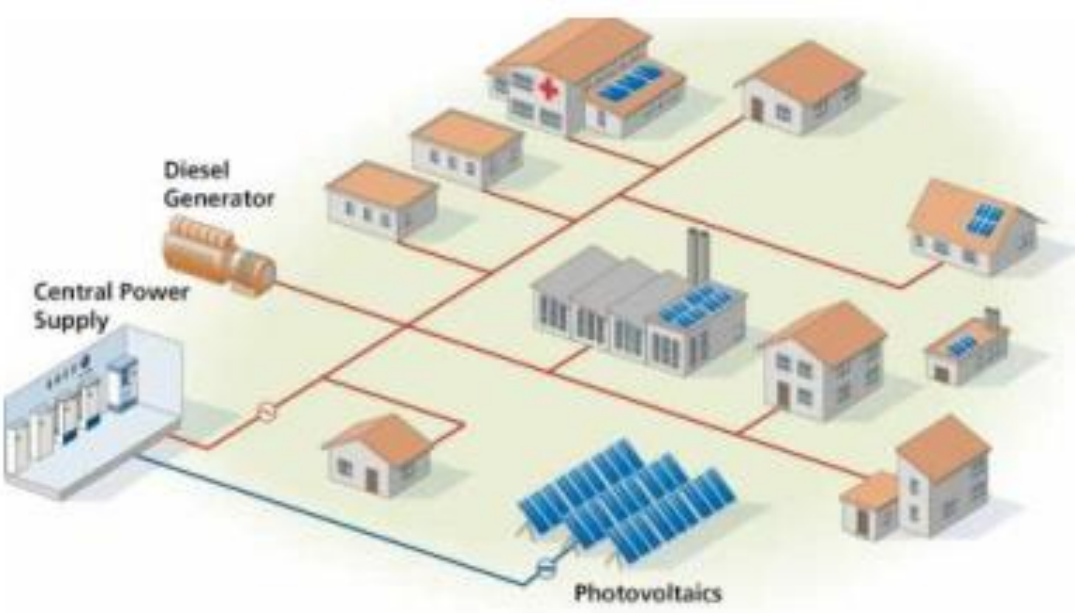
---

[1] ثامرالبكري ، هديل لبشراونة، (مرجع سابق)،ص؛ 25

[2] محرك الديزل ومستقبل توليد الطاقة الكهربائية، مظفر شعبان،كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية،جامعة حلب – سوريا

➢ تستخدم محطات الديزل لتغذية جزء من الحمل المطلوب في الشبكة الكهربائية وذلك لتعويض أي نقص في الطاقة ينتج عن خطأ أو زيادة فجائية في الحمل، فمن مميزات محطات الديزل إمكانية بدء عملها وإيقافها بسرعة.

➢ تستخدم محطات الديزل لدعم الشبكة الكهربائية في أوقات ذروة الحمل عندما تكون قاعدة الحمل مغذاه من محطات حرارية أو كهرومائية. ويؤمن ذلك احتياجات الطاقة إضافة إلى تحسين معامل الحمل القاعدي وتقليل تكاليف إنتاج الكيلوواط ساعة.



يوضح الشكل(4-2-7) هيكل وإمكانيات التوسع في النظام المقترن بالتيار المتردد الذي يوفر القدرة للقرية، وفي حالة زيادة الاحتياجات من الطاقة، يمكن بسهولة إضافة مولدات إضافية إلى هذا النظام المستقل. ميزة أخرى: يتم تخزين الطاقة التي لا تستهلك خلال النهار في البطاريات ليتم إرجاعها في الليل، على سبيل المثال للإضاءة العامة.

أفضل الحالات لاستخدام النظام الهجيني يمكن العثور عليها في المواقع النائية مثل قطاع التعدين والبترول، حيث نقل وقود الديزل لمسافات طويلة مكلف، ولكن في نفس الوقت محاولة الاستغناء التام عن الديزل والاكتفاء بالطاقة الشمسية فقط يعتبر خيار غير عملي ومكلف جدا في هذه الاستخدامات الكثيفة، فان إضافة مولد تقليدي إلى تشكيلة النظام الهجين ذو اهمية كبيرة مقارنة بالاكتفاء بخيار تأمين التغذية عن طريق الطاقة المتجددة فقط.

يتم استخدام هذا النظام بدل من المحطة المستقلة عن الشبكة عند وجود مصدر اضافي للطاقة، وهو خيار أفضل من الاستثمار في بنك بطاريات متضخم نادراً ما يعمل بكامل طاقته.

إذا كانت الطاقة المولدة من الألواح غير كافية لتزويد الأحمال والبطاريات في أوقات الذروة، يقوم النظام بإعادة شحن البطاريات من الشبكة أو المولد بصورة تلقائية.

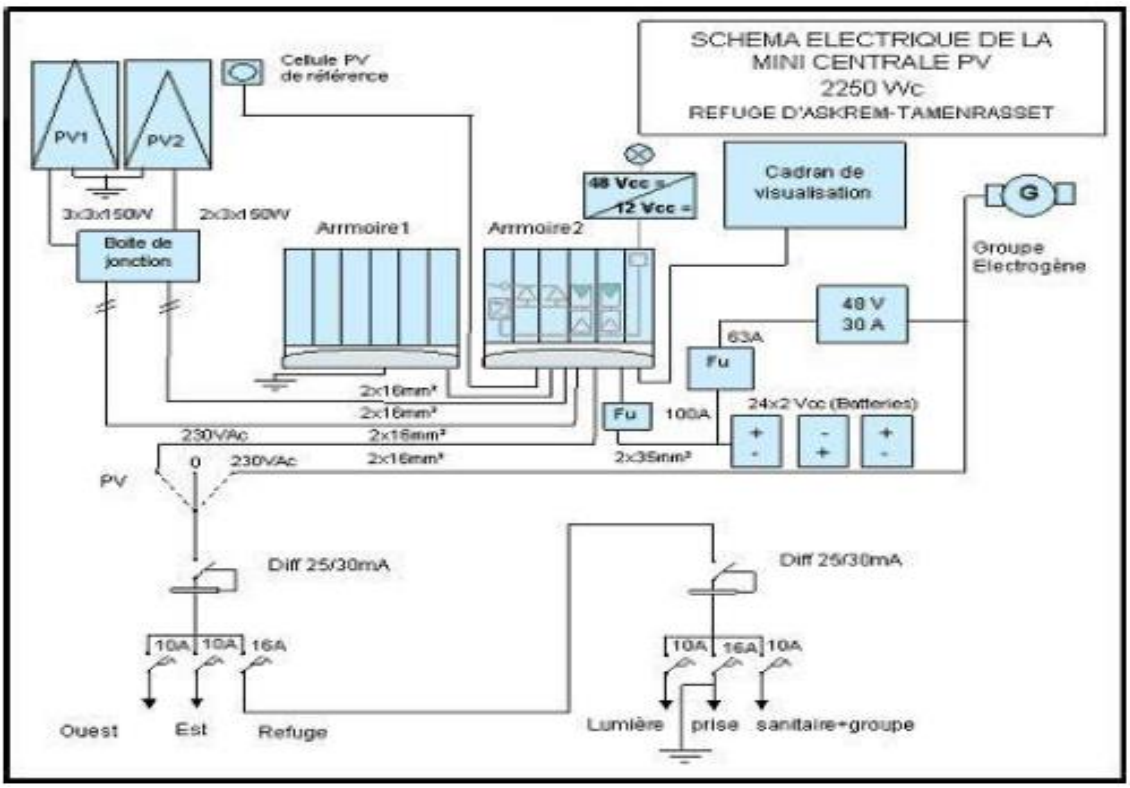
دراسة حالة: محطة كهربائية هجينة (كهروضوئي– ديزل) في اسكرام2006Assekrem

يقع مركز مصغر هجين (كهروضوئي– ديزل) لتوليد الكهرباء في ملجأ بمنطقة اسكرام بتمنراست، المتواجد بمنطقة معزولة ولا تحتوي على شبكة توزيع الكهرباء، حيث يتم الاعتماد على مولدات الكهرباء عن طريق الديزل من اجل ساعات عمل قليلة فقط. ومن اجل توفير الكهرباء في المنطقة تم باستخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى تحسين نوعية الحياة في هذا الملجأ من خلال توفير خدمة دائمة ذات جودة دائمة، على مدار 24 ساعة في اليوم.

لذلك تم الاعتماد على نظام الالواح الكهربائية الذاتية التي تعتمد على تقنية الشبكات الصغيرة لتوليد الشمسي الهجين Micro-réseau de Génération Solaire Hybride(MGS)، وهذا المصدر الطاقوي ليس له اثار سلبية على البيئة ويستعمل اجهزة فعالة وتجهيزات استهلاك ملائمة.

ويبين الشكل (4–2–8) الرسم البياني الكهربائي العام للمصنع الكهروضوئي المصغر المركب في Assekrem. يتكون هذا التركيب من مولد فولطا ضوئي ووحدة تحكم وتحكم معياري وبطاريات تخزين ومولد مساعد. ونوضحها من خلال الجدول(4–2–6) البيانات الكهربائية، ومكونات النظام.

الشكل (4–2–8) الرسم البياني الكهربائي العام للمصنع الكهروضوئي المصغر المركب في Assekrem



Source: Abderrahmane Hamidat, Etude et Réalisation d'une Mini centrale Photovoltaïque Hybride pour l'Electrification du Refuge Assekrem (Tamanrasset), Revue des Energies Renouvelables Vol,10 N°2(2007), Centre de Développement des Energies Renouvelables, Bouzaréah, Algéria, p,265

كما انه هناك مشروع للإنارة الريفية بالطاقة الشمسية بالمنطقة السياحية اسكرام التابعة لولاية تمنراست الجنوبية بما يكفل توصيل الكهرباء إلى 1500 حتى 2000 منزل ريفي سنويا ابتداءا من 2011.

ويحتوي على المولد الكهروضوئي على 15 وحدة أحادية كهروضوئية سلكونية ذات قدرة (150 واط) لكل وحدة، وتبلغ القدرات الاجمالية للمولد الكهروضوئي (2250 كيلوواط)، وتم انجاز هذا المشروع الشمسي الكهروضوئي في اطار اتفاقية بين مركز تنمية الطاقات المتجددة بالجزائر ومعهد الطاقة الاسباني بمشاركة ولاية وبلدية تمنراست، ويهدف مشروع توصيل الكهرباء الى ملجأ اسكرام من خلال الطاقة الشمسية الكهروضوئية الى تحسين نوعية الحياة في هذا الملجأ من خلال توفير خدمات الكهرباء خلال يوم كامل، وانتاج الكهرباء عن طريق نظام يعتمد على الطاقات المتجددة توفر استقلالية طاقوية للموقع، وتخفيض قيمة صيانة مولد الكهرباء الموجود بها وفي نفس الوقت تخفيض الاثار السلبية على البيئة.[1]

على أساس الموارد المتجددة يجعل من الممكن ضمان استقلالية الطاقة في الموقع، للحد من تكاليف الصيانة ونقل وقود المولد الحالي. في الوقت نفسه، فإنه يقلل من التأثير السلبي للديزل على البيئة.

وتهدف محطة الطاقة الكهروضوئية المصغرة (MGS) إلى توفير الطاقة الكهربائية في أي وقت، لإلقاء الضوء على داخل المباني وخارجها قليلاً، لاستخدام الأجهزة والاتصالات.

الجدول (4–2–6):اجهزة المستعملة في تركيب محطة كهربائية هجينة (كهروضوئي– ديزل) في اسكرام2006Assekrem

Composant	Désignation	Composant	Désignation
1) Module photovoltaïque		4) Batterie	
Marque	Isofoton	Marque	Hawker
Modèle	Si_mono	Tension	2 V
Puissance	150 Wc	Capacité	900 Ah
Nombre de module	15	Nombre de batteries	24
2) Contrôleur de charge		5) Chargeur de batterie	
Marque	TTA, Espagne	Marque	Cristec
Modèle	TApS (Centralita)	Modèle	48/30A
Tension	48 V du système	Tension sortie	53 V
3) Centrale de gestion et de contrôle			
Marque	TTA, Espagne		
Modèle	TApS (Centralita)		
Puissance	3,6 kW		

Source: Abderrahmane Hamidat, op,cit, p,265

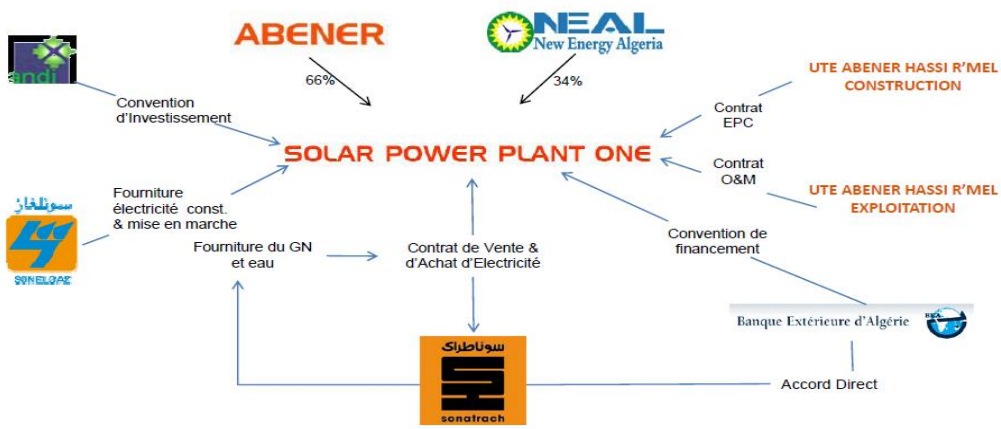
[1]Abderrahmane Hamidat, Etude et Réalisation d'une Mini centrale Photovoltaïque Hybride pour l'Electrification du Refuge Assekrem (Tamanrasset), Revue des Energies Renouvelables Vol,10 N°2(2007), Centre de Développement des Energies Renouvelables, Bouzaréah, Algéria, p266-270

المطلب الثالث: الجدوى الاقتصادية من انشاء محطة بالطاقة الشمسية «مشروع حاسي الرمل"

وفقا للقانون رقم 03-10 من 19 يوليو 2003 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة، تم اطلاق مناقصة مشروع محطة Solar Power Plant One سنة2004 تنفيذا للمرسوم التنفيذي رقم 04-92 في 04 صفر1425 الموافق 25 مارس 2004 المتعلقة بتنويع تكاليف إنتاج الكهرباء، ولإنجاز هذه المحطة تتطلب وسائل وتجهيزات متطورة ممّا فرض على الدولة اللجوء الى الشراكة الاجنبية بغية الاستفادة من تكنولوجيات وخبرات متخصصة للاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية، لذلك تم دعوة الشركات الاجنبية الى الشراكة في هذا المشروع مع تحديد الخيارات التكنولوجية المستخدمة، بعدها تم دراسة عروض جميع الشركات التي ابدت رغبتها في المشاركة ضمن هذا المشروع وفق الشروط المنصوص عليها.

وفي جوان 2005 تم اختيار شركةabengoa الاسبانية بهذا المشروع من خلال تقديمها افضل سعر لبيع الكيلوواط ساعي بـ 3.122دج، وفي عام 2006 تم توقيع اتفاقية الشراكة بين شركة ABENER الاسبانية بـ 51%، وشركة NEALالجزائر للطاقات المتجددة بنسبة 20%، بالإضافة الى المجموعة الاسبانيةCOFIDES بنسبة 15%، وشركة المحروقات الوطنية سوناطراك بنسبة 14%.[1]وقد أسند الى عقد من نمط (BOOT):تصميم، بناء، استغلال وصيانة(Built Operate Owner)، ويقوم المشروع على عقد بيع وشراء الكهرباء بين شركة (Solar Power Plant One)والشركة الجزائرية للنفط (sonatrach)، قدرت استثماراتها بـ 350 مليون اورو.

الشكل(4-2-9): الهيكل التعاقدي لمحطةSPP1



Source:New Energy Algeria, Etude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation d'une centrale électrique à énergie solaire dans la région de hassi r'mel,octobre 2004,

[1]Najla Gharbi, Le centrale hybride de Hassi R'mel, Bulletin des Energies Renouvelables, Centre de Développement des Energies Renouvelables, Bouzaréah, Algéria, N°21, 2011, p ;17.

تقع المحطة في تيلغميت على بعد(25كلم) شمال بلدية حاسي الرمل ولاية الاغواط، والتي تبعد بحوالي (120كلم) عن عاصمة الولاية.[1]

تم اختيار الموقع لتوفره على خصائص كثيرة من بينها:

- تبلغ نسبة الرطوبة في حدود(24 %)، والضغط مساو لـ(bar 0.928)، في حين تبلغ سرعة الرياح ما بين(2.14 الى 4.15 متر /ثانية).
- تبلغ درجات الحرارة ما بين(10م°) تحت الصفر في الشتاء الى(50م°) فوق الصفر صيفاً، يمكن ان يصل الى (950واط/م^2) كحد اقصى في الصيف.
- الموقع المختار يتميز بكونه يحظى بـ(9 ساعات ونصف) من الاشعاع الشمسي يومياً وتبلغ الاشعة المباشرة العادية على مساحة افقية في حدود(2263 كيلواط. ساعي/م^2/السنة).
- استواء الارضية وتواجد المشروع بالقرب من منطقة غازية وتوفر الموقع على شبكة كهربائية.
- توافر الماء المستعمل في التبريد في حدود(2500- 3000م^3/اليوم).
- يتميز بتساقط غزير للأمطار في حدود(100 ملل/السنة).

بالإضافة انها تعتبر من احسن المناطق استقبالا للإشعاع الشمسي في الجزائر حيث بلغ متوسط الاشعاع الشمسي بمنطقة حاسي الرمل حوالي(3000ساعة سنويا)، بالإضافة الى وجود ارضية مستوية التي تسمح بوضع المرايا الشمسية عليها، كما تتوفر المنطقة على امكانيات هائلة من الغاز الطبيعي مما يسمح بتزويد المحطة به، بالإضافة الى امكانية توصيل المحطة بالشبكة الكهربائية الوطنية.[2]

تعتبر المحطة الكهربائية بحاسي الرمل اول مركز هجين (شمس–غاز) بالجزائر، تدعى Solar Power Plant One SPP1 نسبة الى المؤسسة التي انشاتها، يتمثل تشكيلها في دورة مركبة من حقل شمسي من مركزات التقاط الحرارة الشمسية (تتمثل في المرايا الدائرية العملاقة مع الواح شمسية) بقوة (25 ميغاواط)وهي متصلة بالشبكة الكهربائية الوطنية، تبلغ طاقته الصافية المنشأة نحو (15 ميغاواط)، ويغطي مساحة (180ألف م^2) حيث يوجد بها (224 مجمع) للطاقة الشمسية يبلغ طول كل واحد منها(150م)،[3] مع محطة من التوربينات الغازية والبخارية بقوة

---

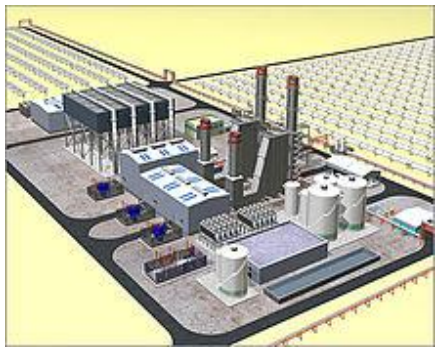
[1]New energy Algeria, Etude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation d'une centrale électrique à énergie solaire dans la région de hassi r'mel,octobre 2004,p ;25

[2]New energy Algeria, op,cit,p;14

[3]Portail Algerien des energie renouvelables, La première centrale solaire est née http://portail.cder.dz/IMG/article_PDF/article_a841.pdf

(120ميغاواط) كل من هذه التوربينات تحرك مولد للكهرباء. وتكمن فائدة هذا نوع من المحطات الشمسية الهجينة هو التحويل حرارة الآتية من مركزات الشمسية إلى كهرباء، وتخزين بعض من هذه الحرارة في مخزنات خاصة للتخزين الحرارة– البطاريات – تسمح بتلبية طلب الكهرباء أثناء الليل وضمان السير عمل محطة الطاقة الشمسية عند الإشعاع منخفض جداً وهكذا تولد هذا المفهوم استمرارية إنتاج الكهرباء أثناء الليل، أو عندما لا تكون أحوال الطقس ملائمة.

فالفكرة الاساسية لهذا المشروع هو دمج تقنيات انتاج الكهرباء من المصادر التقليدية للطاقة (الغاز الطبيعي)مع تقنيات انتاج الطاقة الشمسية الحرارية، بهدف الحد من استعمال الغاز الطبيعي وتثمينه واستكماله بالطاقة الشمسية، وهذه الخطوة بمثابة الوقاية فاذا تعذر استعمال الطاقة الشمسية يتم الاستعانة بالغاز لكونها محطات مزدوجة للطاقة ومزيجا من الغاز والطاقة الشمسية.



كما تساهم في تقليص انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون بحوالي(33ألف طن سنويا) فيما سيتم اقتصاد أكثر من (7 مليون م^3 سنويا) ليتم تصديرها او استغلالها في استعمالات أخرى.[1]

تعتمد المحطة على انتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية بقدرة (25ميغاواط) اي (20%)، وتصل ساعات التشميس بالمنطقة الى (3000ساعة سنويا)، اذا الطاقة الشمسية المنتجة بالمحطة تصل الى 75000ميغاواط في الساعة.

وتعتمد المحطة على حوالي (120 ميغاواط) من الغاز الطبيعي اي بنسبة (80%)، فالطاقة المنتجة باعتمادها على الغاز (6132ساعة) من العمل بالقوة القصوى تصل الى: (735.840 ميغاواط ساعي).

أما الطاقة السنوية المنتجة باعتمادها على الطاقة المنتجة من الطاقة الشمسية والغاز تقدر بـ (810.840ميغاواط ساعي) ما يعادل (478.784 برميل بترول).

يتم بيع هذه الطاقة لـ sonatrach بسعر 3.122 دج[2] لكل كيلواط ساعي لمدة 25عام.

اذا تقدر الأرباح متحصل بـ 810.840 × 3.122 = 2.531.442.48 دج

---

[1] Guide des energies renouvelables, op,cit ;p ;67

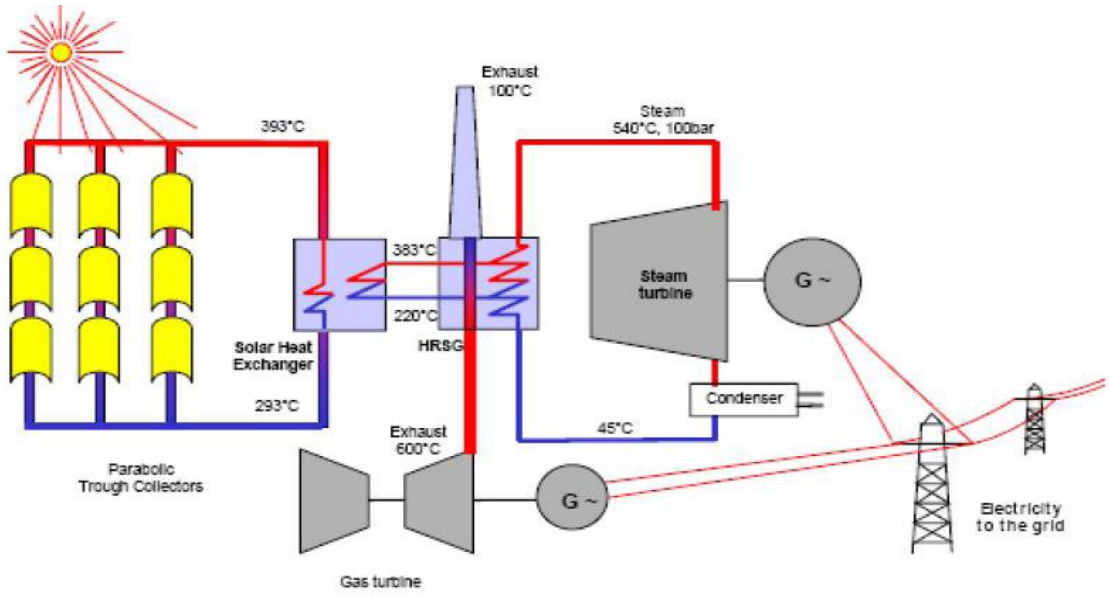
[2] Portail Algerien des energie renouvelables, Op, cit. 45

كمية الغاز المستهلكة سنويا فتقدر بـ = 211.840.000 م^3

كمية الماء المستعملة تقدر = 428.240م^3

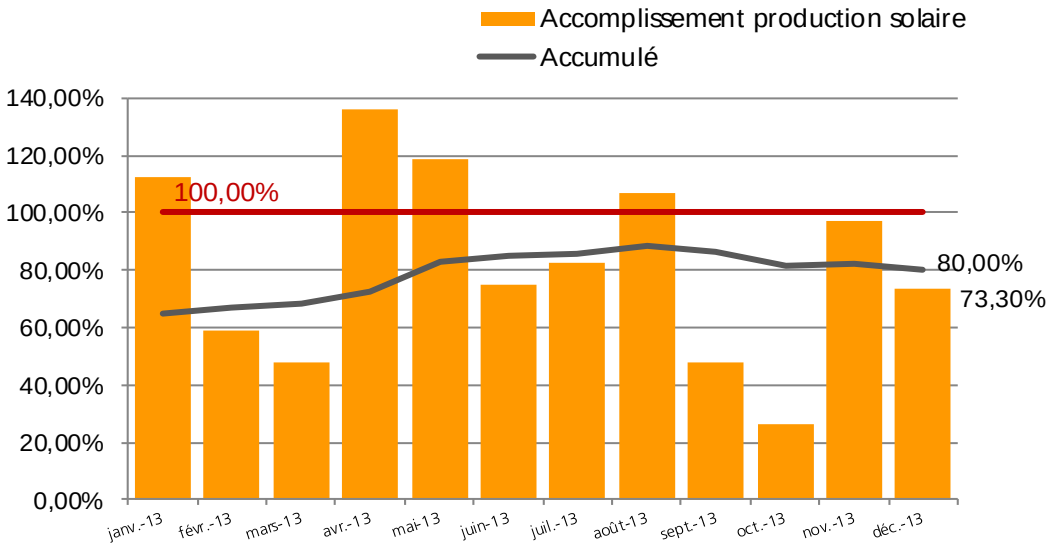
تكاليف الصيانة ليست معروفة لكن حسب الوكالة الدولية للطاقة فإنها تقدر بين و13 و30 دولار/MWh وهذا حسب حجم المحطة.

الشكل(4–2–10) :مخطط لمحطة الكهربائية الهجينة بحاسي الرمل



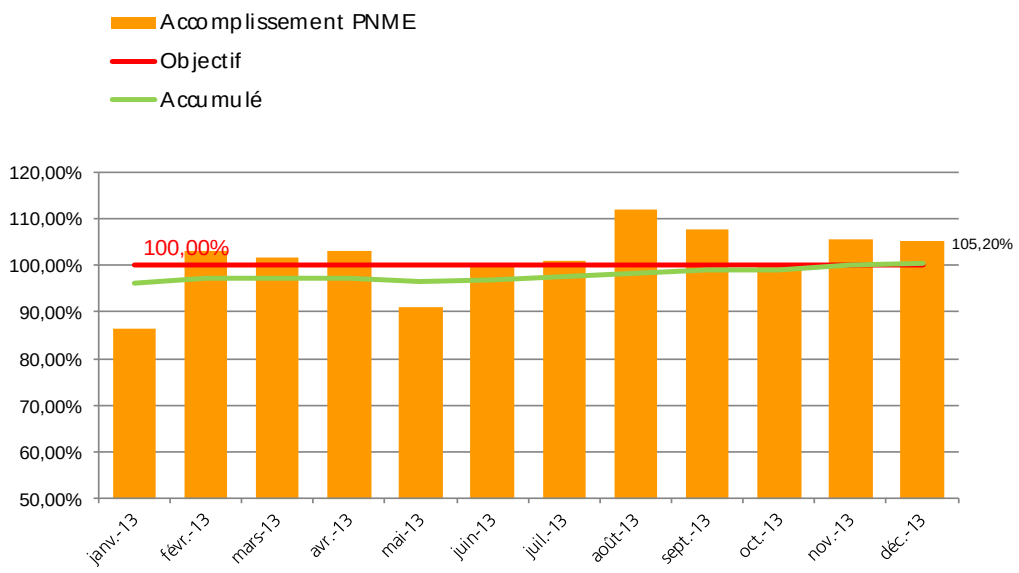
Source : New Energy Algeria, Etude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation d'une centrale électrique à énergie solaire dans la région de hassi r'mel, octobre 2004, p ; 17

الشكل(4–2–11) :انتاج الشمسي للمحطة



Source : New Energy Algeria, Etude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation d'une centrale électrique à énergie solaire dans la région de hassi r'mel,op ;cit

الشكل(4–2–12) :الانتاج الصافي للمحطة الهجينة



Source : New Energy Algeria, Etude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation d'une centrale électrique à énergie solaire dans la région de hassi r'mel, op ; cit

يعتبر مشروع محطة توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية والغاز في حاسي الرمل حل ايكولوجي وبديل طاقوي حيث ان هذه المحطة الهجينة تجمع بين الشمس والغاز، وتعتبر معلماً استراتيجيا هاماً في تجسيد سياسة ترويج الطاقات المتجددة واقتصاد الطاقة المبنية على تنويع المصادر وتطويرها، وكذا الاقتصاد في انواع الطاقة الأحفورية وتطوير مستدام تدعمه الطاقة الشمسية لمتوفرة بكثرة في الجزائر.

المطلب الرابع: انتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في الجزائر

تنتج الطاقة الكهربائية في الجزائر حاليا من ثلاثة مصادر رئيسية هي: الغاز الطبيعي، ويمثل (94.5%) في حين الطاقة المائية بـ(5%)، اما الطاقة الشمسية فتمثل (0.5%)؛ وقد وضعت الجزائر هدفا هو الوصول الى نسبة (5%)من الطاقة المتجددة بحلول عام 2017، ونحو(20%) بحلول عام 2030 بالاعتماد على الطاقة الشمسية المركزة بـ(70%)، والخلايا الكهروضوئية بنسبة(20%)، والرياح بنسبة (10%).[1] وللطاقات المتجددة في الجزائر سوق واحد وهو سوق الكهرباء.

الفرع الاول: واقع الطاقة الكهربائية في الجزائر لقد مارست سونلغاز دورا هاما في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلاد، ومساهمتها في تجسيد السياسة الطاقوية الوطنية، ترقى إلى مستوى برامج الانجاز الهامة في مجال الإنارة الريفية والتوزيع

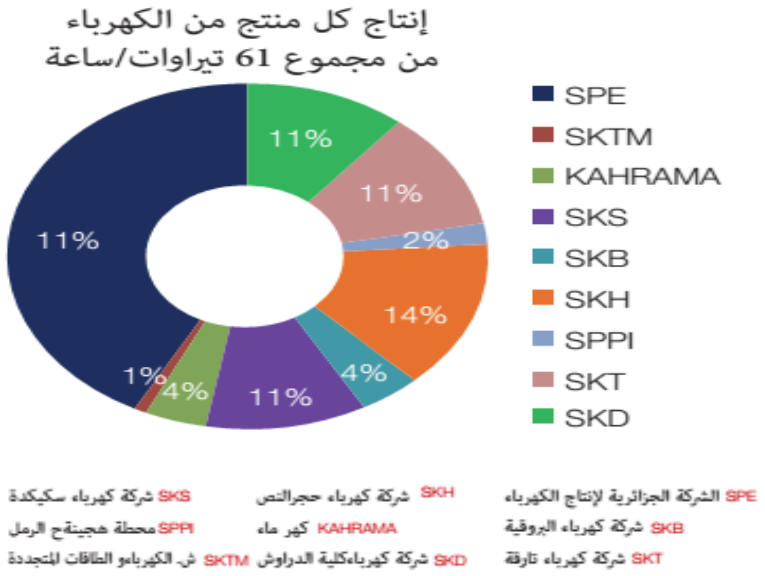
[1] مجلة سياسية اقتصادية استراتيجية تصدر عن "مركز الامارات للدراسات و البحوث الاستراتيجية" "الطاقة المتجددة ثروة عربية متنامية " السنة الثانية ،يوليو /اغسطس 2011ص؛ 37.

العمومي للغاز التي سمحت برفع نسبة التغطية من حيث إيصال الكهرباء إلى أكثر من 98 زبون بلغ الإنتاج الوطني (61تيراواط/ساعة)، أي بنسبة(7.7%) الذي لم يتعدى (2 تيراواط/ساعة) في الستينات.[1]

منها(59 تيراواط/ساعة) بالشبكة المترابطة و(0.9تيراواط/ساعة) بالنسبة لقطب أدرار و(0.9 تيراواط/ساعة) بشبكات الجنوب المعزولة.

ساهمت أيضا في هذا الإنتاج شركة كهرماء بارزيو وشركة كهرباء سكيكدة طوال سنة كاملة وشركة البرواقية انطلاقا من الربع لسنة 2007 من جهة أخرى يستغل بعض المنتجين الذاتيين من اجل احتياجاتهم الخاصة وسائل إنتاج مستقلة، أما للنجدة وإما لتزيد وحداتهم البعيدة عن الشبكة، ونوضح هذه النسب من خلال الشكل التالي(4-2-13):

الشكل (4-2-13): مساهمة كل منتج في الإنتاج الوطني 2014



Source :Rapport d'activiti Annuel2014. creg ,p ;8

ويتبين لنا من هذا الشكل أن سونلغاز تساهم بأكبر قدر من إنتاج الكهرباء وهو ما يبين هيمنتها على السوق الوطنية الجزائرية تليها على التوالي شركة كهرباء سكيكدة ثم شركة كهرماء ثم شركة كهرباء البرواقية.

في حين نجد أن مبيعات الكهرباء قدرت بـ (49تيراواط/ساعة)، بزيادة (9.2%)مقارنة بسنة 2013 أي (45.1تيراواط/ساعة)، خص هذا الارتفاع زبائن الجهد المنخفض بنسبة نمو(10.7%) مقابل (4.4%) في سنة 2013، وزبائن الجهد العالي بنسبة نمو(6.6%) مقارنة بنسبة (4.2%) في سنة 2013. بلغ نمو المبيعات للصناعات الكبرى (8.5%) مقارنة بنسبة (4.4%) في سنة 2013.[2]

---

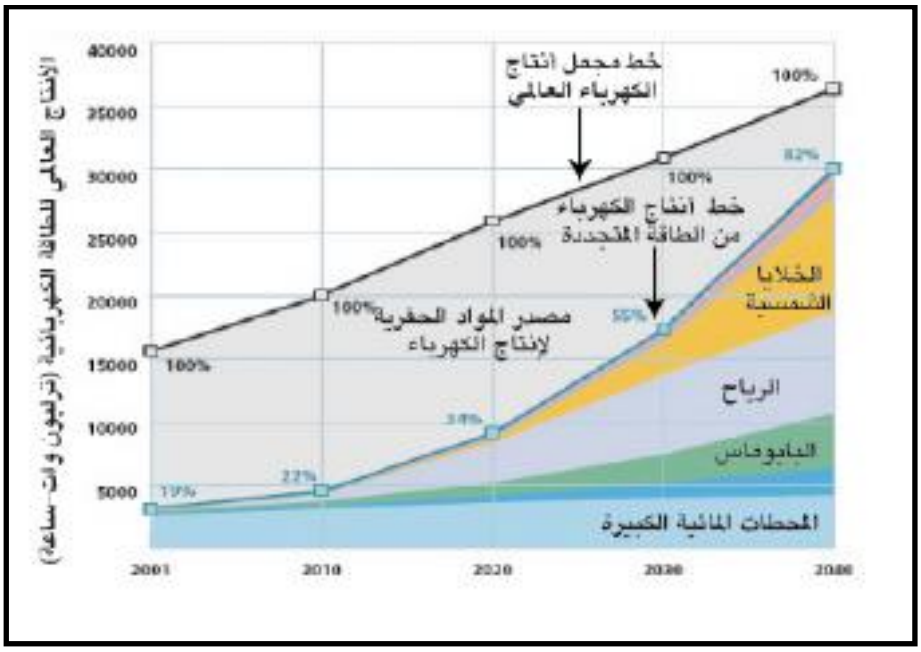
[1] الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، (نفس المصدر)، ص؛8

[2] Rapport d'activiti Annuel2014, creg ,p ;9

الفرع الثاني: إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة: إن الجزائر تزخر بإمكانات هائلة من الطاقات المتجددة، شمسية، هوائية وحرارة جوفية ...الخ، من هذا المنطلق بادرت الجزائر بسن قانون الطاقات المتجددة الصادر في أوت 2004، والذي يحدد سبل وكيفيات تطوير استغلال هذه الطاقات، وفي السياق نفسه تم إنشاء شركة "NEAL" في 28جويلية2002 وهي أول شركة عمومية–خاصة تتوزع حصصها بين سوناطراك سونلغاز ومجمع "SIM"،وهدفها تنمية وتطوير مشاريع لإنتاج الكهرباء والحرارة من طاقات متجددة.

فإنن توقعات نصيب مساهمة الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة بالجزائر ستبلغ حولي(5%)عام 2017 وإلى(35%) عام 2040. يبين الشكل (4–2–14) توقعات الحاجة الى الكهرباء من الطاقات المتجددة؛ نلاحظ ان الطاقة المتجددة تصل الى (34%) في عام 2020، والى (55%) عام 2030 ،والى (82%) عام 2040 من مجمل الحاجة للطاقة الكهربائية.[1]

الشكل (4–2–14): انتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة



المصدر: فؤاد قاسم الأمير، (مرجع سابق)، ص؛ 173.

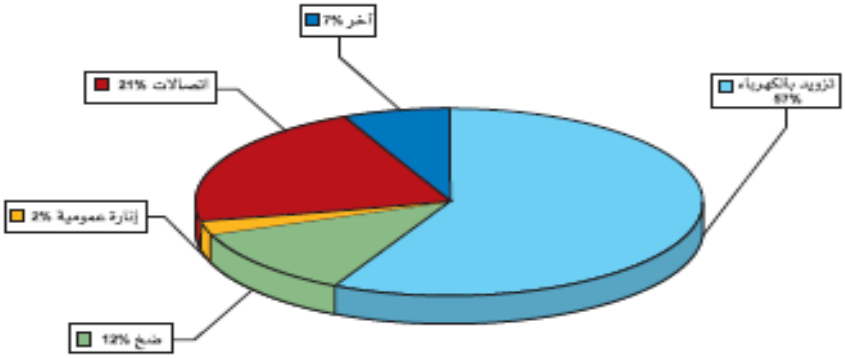
أولاً: حصيلة استغلال الطاقة المتجددة: في إطار التعاون والبحث والانجاز الذي قام به فريق المهندسين والمختصين في مجال الطاقة المتجددة التي تتصف بالاستدامة والمساهمة الفعالة في الميزانية الوطنية للطاقة في المستقبل، والتي تعوض الطاقة التقليدية، وهذه السياسة المتبعة يجب أن تغطي الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية للسكان من جراء استخدام الطاقة الشمسية، بالإضافة إلى طاقة الرياح، وسنوضح ذلك من خلال الجدولين (4–2–7)،(4–2–8).

[1] فؤاد قاسم الأمير " حل مشكلة الطاقة هو التحدي الاكبر للبشرية في القرن الحادي و العشرين"، مؤسسة الغد للدراسات والنشر– بغداد– العراق، أيلول 2005، ص؛ 173 .

الجدول(4–2–7):توزيع الاستطاعة الموجودة حسب التطبيق

تطبيقات	الاستطاعة الموجودة
تزويد بالكهرباء	1353
ضخ	288
إنارة عمومية	48
الاتصالات	498
آخر	166
المجموع	2353

الشكل (4–2–15): توزيع الاستطاعة الموجودة حسب التطبيق

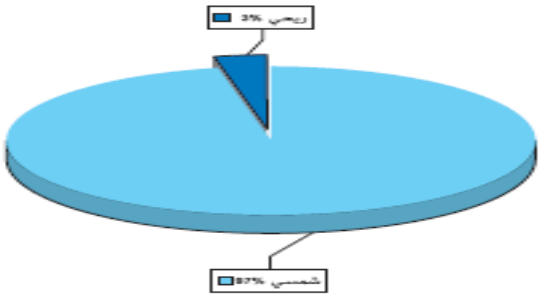


Source : Ministre de l'énergie et des mines algérie,Guide des Energies Renouvelables ,Edition 2007 ;53.

الجدول(4–2–8):توزيع الاستطاعة حسب مصدر الطاقة

مصدر الطاقة	استطاعة موجودة
شمسي	2280
ريحي	73
المجموع	2353

الشكل(4–2–16):توزيع الاستطاعة حسب مصدر الطاقة



Source : Guide des Energies Renouvelables 2007 (op,cit),54.

نلاحظ من خلال الجدول(4-2-9) أن نسبة(57%) وجهت للتزويد بالكهرباء و(21%) للاتصالات، أما عمليات ضخ المياه فقد بلغت الاستطاعة الموجهة لها بـ(288 كيلواط/ سا) أي بنسبة (12%) حظيت مشاريع الإنارة العمومية ومجالات أخرى سوى(10%) من مجموع الاستطاعة.

فلهذه الاستطاعة موردين الجدول(4-2-10): فقد بلغت (97%) من الاستطاعة المتأتية من مورد شمسي، بينما لا تتعدى مساهمة المورد الريحي سوى (3%)وهذا ناتج عن ميزات موقع الجزائر وما لها من ثروة شمسية هائلة، بالأخص المناطق الصحراوية .إذ سمحت هذه الميزة خلال العشرية الأخيرة بتنمية تكنولوجيات الطاقة الشمسية الفولطاضوئية ووسائلها التطبيقية في الإنتاج الصغير لتوفير الكهرباء، ويظهر أساسا في البرنامج الخاص بإيصال الكهرباء لـ (18) قرية نائية في الجنوب ذات المعيشة القاسية والبعد على الشبكة، بحيث يصعب إيصال الكهرباء لها بالوسائل التقليدية، كالبترول وهذه القرى المعنية متواجدة في ولايات الجنوب (تندوف، تمنراست، أدرار إليزي).

إذا تتمتع الجزائر بإمكانات هائلة للطاقات المتجددة تؤهلها لأن تكون من الدول المصدرة للطاقة النظيفة ، فهل يتم اليوم استغلال هذه الإمكانات؟ أم أنها بقيت إلى اليوم مهدورة؟

ثانياً: آفاق استغلال الطاقة المتجددة في الجزائر: إن السياسة الطاقوية المتبعة تهدف إلى أن تكون الطاقة المتجددة تشكل نسبة(40%) من الحصيلة الوطنية من إنتاج الكهرباء في أفق 2030، للوصول لهذه النسبة تسطر الجزائر برنامج خاص بكل مصدر من مصادر هذه الطاقة، التي تعادل (60 مرة) استهلاك بلدان الاتحاد الأوروبي، وحوالي (04مرات) استهلاك العالم وتتوفر على مساحات واسعة لوضع الألواح الشمسية المستعملة في تخزين الطاقة.كما تعتزم على اطلاق المناقصة المتعلقة بالمشروع الضخم المتمثل في توليد الطاقة الشمسية الضوئية بـ(4.025 ميغاواط) ابتداء من نهاية شهر مارس الجاري، ويتضمن المشروع الذي قسم إلى ثلاث حصص بـ (1.350ميغاواط) لكل حصة جزأين طاقوي وأخر صناعي. كما سيتم إنجاز محطات توليد الطاقة الشمسية في عدة ولايات على غرار بشار والوادي وورقلة وبسكرة والجلفة ومسيلة مشيرا إلى أن معدل إنتاج كل محطة سيتجاوز الـ(100 ميغاواط)، حيث تمتلك كل امكانيات التي تسمح لها باستغلالها ونوضح ذلك من خلال الشكل (4-2-17) ترتيب المناطق على اساس امكانيات الطاقة الشمسية التي تتمتع بها، والقدرة الممكن توفيرها.

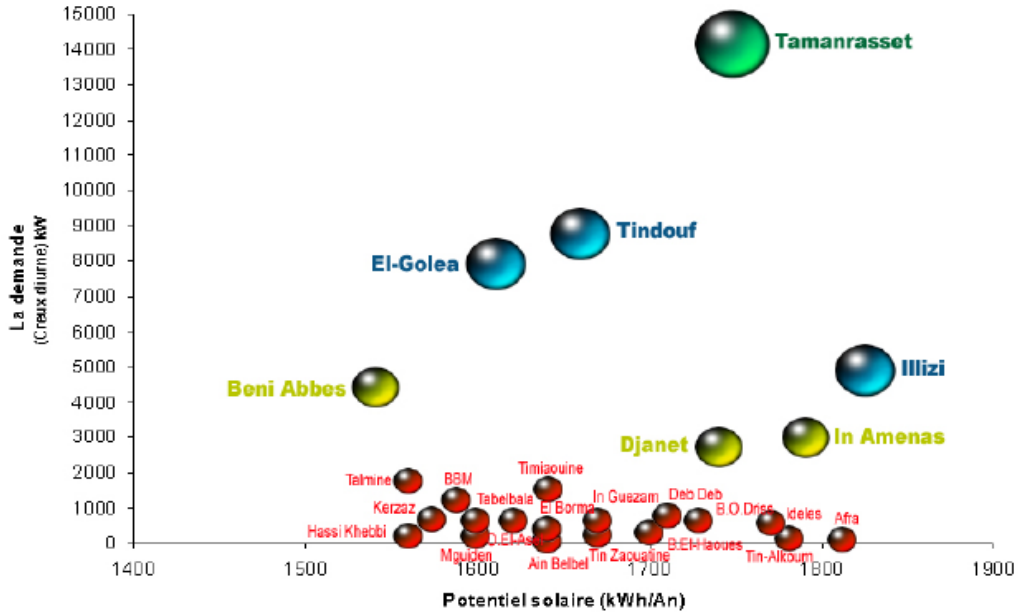
وفيما يخص الشق الصناعي للمشروع تعتزم شركة هندسة الكهرباء والغاز إنجاز مصنع أو عدة مصانع لإنتاج العتاد والتجهيزات المخصصة لهذه الوحدات.

سيساعد هذا المشروع تقليص حجم استهلاك الغاز الذي يستعمل في إنتاج الكهرباء في الجزائر، وستعمل محطات توليد الطاقة الشمسية في النهار بالتناوب مع محطات الغاز وستسمح بذلك باقتصاد كميات معتبرة من الطاقة.

أما الشق الطاقوي يتضمن إنشاء عدة مؤسسات مكلفة بالتمويل ومؤسسات تسيير المشاريع وتشغيل محطات الطاقة الشمسية وكذا تسويق الكهرباء المنتجة وسيتم توزيع رأس مال الاجتماعي لكل شركة طبقا للتنظيم المسير للاستثمار الأجنبي

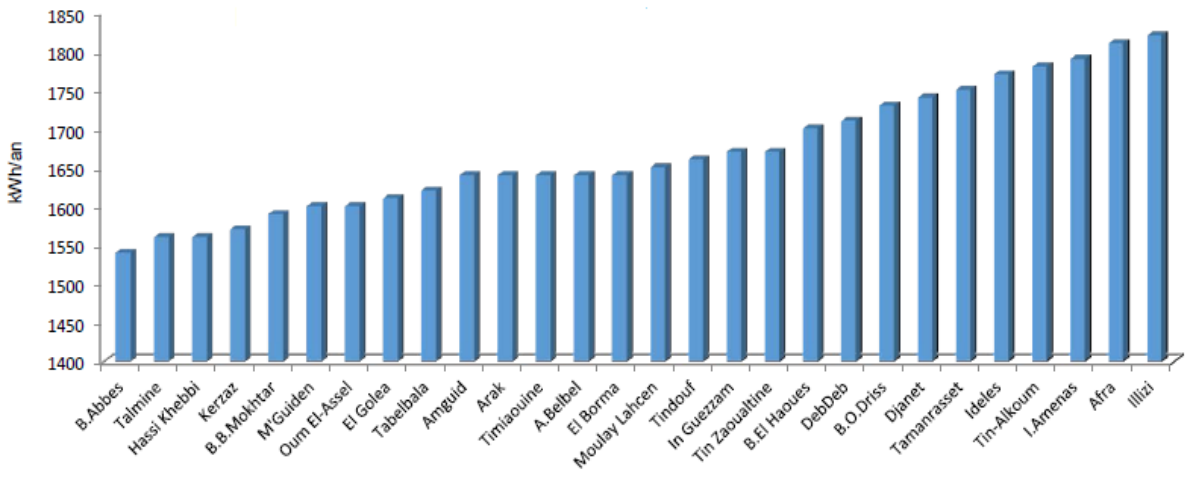
والذي يمنح مساهمة بنسبة (51%) للمستثمر الوطني(مؤسسة سوناطراك بنسبة (40%) وستشارك شركة سونلغاز والشركات العمومية والخاصة الوطنية بنسبة (11%) و(49%) للشريك الأجنبي.[1]

الشكل (4–2–17): ترتيب المواقع على اساس الطلب على الطاقة الشمسية



Source : Walid KREMIA, (op,cit), p,7

الشكل(4–2–18): تقديرات متوسط الانتاج السنوي لكل 1كيلواط من الالواح الشمسية المثبث على مواقع الانتاج



Source : Walid KREMIA, (op,cit), p,6

[1] مناقصة لتجسيد المشروع الضخم للطاقة الشمسيةhttps://portail.cder.dz/ar/spip.php?article3141

المبحث الثالث: دراسة قياسية لمدى استغلال الطاقة الشمسية

المطلب الاول: النماذج القياسية الانحدارية:

1– عموميات حول النمذجة الإقتصادية و الاقتصاد القياسي

1–1 : النموذج الاقتصادي : إن النموذج المستخدم لأي مشكلة اقتصادية ما هو إلا الشكل المبسط لها و الذي يأخذ على الأغلب شكل معادلات أو متباينات أو توابع تمثل العلاقة التي يمكن قياسها كميا ، لذا فقد وردت مجموعه من التعاريف عن النماذج جميعها تشترك في خاصية واحدة مستندة على الهدف الأساسي لعملية النمذجة، فنجد الباحث I.Lowry يذهب الى تعريف النمذجة على أنها فن تبسيط العلاقات أي أن النموذج هو تمثيل مبسط للوضع الحقيقي المستند على نظرية، كما يذهب Britton Harris في تعريف النموذج" على انه تصميم تجريبي يعتمد على نظرية"، كذلك يذهب الباحث محمد سالم الصفدي في تعريفه للنموذج الاقتصادي على انه تمثيل مبسط للوضع الاقتصادي من خلال علاقات رياضية كمية أو بيانية تساعد المهتمين على اتخاذ قراراتهم المثالية، فيما يذهب الباحث محمد نور برهان إلى تعريف النموذج على أنه صياغة المشكلة بشكل معين يمكن من خلاله إيجاد حل لها بالطرق الرياضية.[1]

ومن خلال جميع هذه التعاريف يمكن أن نستخلص ان النموذج الاقتصادي هو مجموعة من العلاقات بين المتغيرات الإقتصادية لتمثيل ظاهرة معينة بصورة خالية من التفاصيل لتعقيدات و لكنها ممثلة للواقع بهدف تحليلها أو التنبؤ بها، ولصياغة نموذج اقتصادي يتم استخدام رموز رياضية فمثلا تفترض النظرية الاقتصادية أ الاستهلاك الذي نرمز له بالرمز C دالة في الدخل الذي نرمز له بالرمز Y أي أن :

$$C = f(y) \quad \ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث : C : المتغير التابع

Y : المتغير المستقل

وبتحويل العلاقة(1) الى صيغتها الخطية التي تعتبر أبسط صيغة تحكم العلاقة بين المتغيرات الإقتصادية فتصبح من الشكل :

$$C = B0 + B1\, y + \xi \quad \ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث:

B0: هو عبارة عن الاستهلاك الذاتي عندما y=0

B1: هو عبارة عن الزيادة الحاصلة في قيمة المتغير C نتيجة زيادة قيمة المتغير Y بمقدار وحدة واحدة

ξ_t : هو عبارة عن الخطأ العشوائي للمعادلة والذي يمثل جميع العوامل الأخرى المحذوفة (حجم الأسرة، العادات، ...إلخ) المفسرة للاستهلاك C ماعدا الدخل Y.

---

[1] أ.قيس مجيد عبد الحسين علوش ، مفهوم وأهمية النماذج الإقتصادية ،كلية التربية للعلوم الانسانية جامعة بابل ، تاريخ النشر في الموقع /http://humanities.uobabylon.edu.iq 2013/03/15

ومع العلم أن العمليات التخطيطية تبدأ بتحديد مشكلة ما وتنتهي في الأخير بإتباع قرار واستراتيجية معينة، وبالتالي فإن استخدام النماذج الرياضية الاقتصادية يمكن إدراك أهميته من خلال ما يأتي:

- قدرة النموذج على تعريف المشكلة ووصفها بالشكل الذي يجعلها مبسطة ومستندة في ذلك على نظرية لتسهيل تصوير الوقع الحقيقي.
- إمكانية النموذج في التعريف على القيود والعوامل التي تحدد مدى الحلول المكونة للمسائل.
- يستطيع النموذج التنبؤ بظروف المستقبل من خلال التعرف على الغنى عنها في المشاكل الحالية.
- يستطيع النموذج تقييم الكميات وتكاليفها ومدى تأثيرها ضمن محيط نظام لفهم مستوى الانجاز الكلي.
- تساعد النماذج في تبيان نتائج مختلفة للبدائل في القرارات وما يترتب على هذا من تزويدنا بأساس واعي للاختيار بين هذه البدائل.
- تساعد البدائل المختلفة التي يتوصل إليها النموذج من إعطاء مبادئ وأساسيات مهمة لرسم السياسات الاقتصادية والإقليمية والحضرية.
- يعد استخدام النماذج أساسا للحكم على مدى كفاءة نظام معين نحو الوصول إلى أهداف محددة

و إذا كانت النماذج الرياضية الاقتصادية في استخدامها هذا تعتبر أداة مهمة من أدوات التحليل ، وأنها أداة لا غنى عنها في دراسة معظم المشاكل وتحليلها، فإن استخدامها في نفس الوقت يوفر لنا جانبين مهمين:

الجانب الأول: هو تجنب مخاطر التغيير أو إجراء أي تعديل في حقيقة الظاهرة المدروسة (أي التحديد الدقيق للعناصر في المشكلة) دون السماح لأي إضافات لعناصر أخرى يمكن أن تضاف بقصد التحيز لحالة معينة.

الجانب الثاني: هو توفير عاملي الوقت والمال، حيث باستخدام أسلوب النمذجة الرياضية الاقتصادية يؤدي إلى اختصار كل الجهود والتكاليف التي كانت ستحدث لو اتبع الأسلوب الوصفي مثلا لجميع القوى والفعاليات المؤثرة في مشكلة ما.

1–2 : التعريف بالاقتصاد القياسي، أهدافه و علاقته بالفروع الأخرى :

أ) **التعريف بالاقتصاد القياسي**: لقد استخدم مصطلح الاقتصاد القياسي لأول مرة سنة 1926 م ويرجع الفضل في ذلك إلى الاقتصادي النرويجي Ranger Frisch ، ويعرف على أنه القياس في الاقتصاد وهو مصطلح مترجم عن الكلمة الانجليزية Econometrics أو بالفرنسية Econométrie وبصورة أكثر هو العلم الذي يهتم بقياس العلاقات الاقتصادية من خلال بيانات واقعية بغرض اختبار مدى صحة هذه العلاقات كما تقدمها النظرية الاقتصادية، أو تفسير بعض الظواهر، أو رسم بعض السياسات، أو التنبؤ ببعض المتغيرات الاقتصادية.[1]

[1] عبد القادر محمد عبد القادر عطية ،الاقتصاد القياسي بين النظرية و التطبيق ط 2 ، الاسكندرية مصر ، الدار الجامعية 2000 ص؛ 03

ب) أهداف الاقتصاد القياسي: من خلال التعريف يمكننا أن نستخلص ثلاثة أهداف رئيسية:

- بناء النماذج القياسية الاقتصادية في شكل قابل للاختبار الميداني.
- تقدير و اختبار هذه النماذج باستخدام البيانات المتوفرة.
- استخدام النماذج في التنبؤ و اتخاذ القرارات.

ج) العلاقة بين الاقتصاد القياسي و الفروع الأخرى: [1] يرتبط الاقتصاد القياسي بثلاث فروع من المعرفة هي النظرية الإقتصادية والاقتصاد الرياضي بالإضافة الى الإحصاء، حيث تعتبر من بين أهم الركائز الأساسية التي يستخدمها الاقتصاد القياسي في قياس العلاقات الاقتصادية.

❖ **النظرية الاقتصادية والاقتصاد القياسي**: تقدم لنا النظرية الاقتصادية فروضا مفسرة توضح العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية المختلفة و تفسر بعض الظواهر الاقتصادية، ومن الأمثلة على ذلك قانون الطلب القائل "كلما ارتفع ثمن السلعة كلما انخفضت الكمية المطلوبة منها مع ثبات العوامل الأخرى على حالها، و العكس صحيح" ، و بالتالي تعتبر هذه الفرضية التي تحدد العلاقة بين الكمية المطلوبة من السلعة و سعرها كإحدى جزئيات النظرية الاقتصادية.

أما فيما يخص الاقتصاد الرياضي ما هو إلا إعادة صياغة العلاقات الاقتصادية كما تحددها النظرية من أسلوب لفظي الى أسلوب رياضي، وهذا يعني أنه لا يوجد هناك اختلاف بين النظرية الاقتصادية والاقتصاد الرياضي إلا في وسيلة التعبير عن العلاقات الاقتصادية، فلو أخذنا المثال السابق الخاص بقانون الطلب في النظرية الاقتصادية يمكن صياغته رياضيا كما يلي:

$$D1 = a_0 + a_1P_1 + a_2P_2 + a_3Y + a_4S + \mu\ \mu$$

حيث : D1 : الكمية المطلوبة من السلعة 1

P1 : سعر السلعة 1

P2 : سعر السلعة 2

Y : الدخل

S : الذوق

μ : الخطأ العشوائي

❖ **الاقتصاد القياسي و الإحصاء** : يمكن تعريف الإحصاء على أنه "مجموعة النظريات و الطرق العلمية التي تهدف إلى جمع البيانات التي يتم قياسها رقميا و عرضها و تحليلها لاستخلاص النتائج و من ثم استعمال هذه النتائج في التنبؤ أو التحقق من بعض الظواهر المدروسة"،[2] ومن خلال هذا التعريف نستطيع القول أن علم الإحصاء يرتكز على عنصرين أساسيين هما الإحصاء الوصفي و الإحصاء الرياضي، فالأول يهتم بجمع البيانات الخاصة بالمتغيرات الاقتصادية كالدخل، الاستهلاك، الاستثمار، ....إلخ ثم يقوم بتبويبها في جداول وعرضها بيانيا لوصف سلوك هذه المتغيرات عبر الزمن، أما الإحصاء الرياضي فهو يتكون من طرق القياس و التحليل كاستخدام الاحتمالات و التقديرات اللازمة التي تلائم طبيعة

[1] عبد القادر محمد عبد القادر عطية الحديث في الاقتصاد القياسي ، الاسكندرية مصر ، الدار الجامعية 2005 ص؛ 04

[2] تومي صالح، مدخل لنظرية القياس الاقتصادي ، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر 1999 ج 1 ص؛ 07.

العلاقات الاقتصادية، ومثل هذه الطرق القياسية هي التي يستخدمها الاقتصاد القياسي في قياس العلاقات الاقتصادية باستخدام الأساليب الإحصائية.

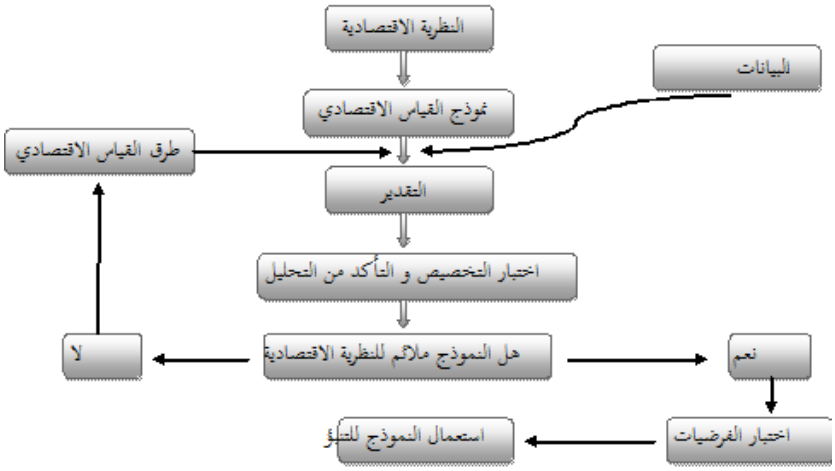
3-1 : **منهجية الاقتصاد القياسي** : قبل التطرق إلى منهجية الاقتصاد القياسي، سنقوم بتعريف وجيز لبعض المفاهيم التي ترتكز عليها هذه المنهجية : [1]

❖ **التقدير ESTIMATION**: هي عملية إدراك الواقع و صياغته في شكل نموذج رياضي يوضح العلاقة السببية أو الارتباطية بين المتغير التابع و المتغيرات المستقلة .

❖ **التوقع PREVISION**: يعتمد التوقع على النموذج الناتج عن التقدير، وهو يعني الحصول على المستويات المستقبلية للظاهرة المدروسة ، و عادة ما تعطى هذه القيمة المستقبلية في شكل قيمة وسطى ضمن مجال معين.

❖ **التنبؤ PREDICTION** : يهتم بالتغيرات الطارئة و بالظواهر الاقتصادية و الاجتماعية المعقدة مثلا كاكتشاف مصدر جديد للطاقة أو انهيار اقتصاد دولة معينة، بينما يقتصر التوقع على المؤشرات الكمية كما تم التطرق إليه سابقا. و بالتالي يمكن تلخيص منهجية الاقتصاد القياسي في الشكل التالي :

الشكل (4–3–1): مراحل التحليل القياسي لنموذج اقتصادي



المصدر : تومي صالح ، (مرجع سابق) ص،07 .

ومن خلال الشكل نلاحظ أهم المراحل التي يبنى عليها الاقتصاد القياسي ابتداء من النظرية الاقتصادية و توفر البيانات الرقمية، مروراً بمرحلة التقدير والتحليل واستخدام الأساليب الإحصائية اللازمة، لنصل في الأخير إلى مرحلة ملائمة النموذج واستخدامه في التنبؤ أو عدم ملائمته و إعادة استخدام الطرق القياسية لصياغة النموذج المصحح.

2– النماذج القياسية المطبقة في المالية

من بين أهم النماذج القياسية المطبقة في المالية نجد:

[1] عبد العزيز شرابي ، طرق احصائية للتوقع الاقتصادي، ديوان المطبوعات الجامعية –الجزائر – 2000، ص؛ 09.

2-1 : النماذج الانحدارية : تحليل الانحدار من أكثر الأدوات المستعملة في التحليل القياسي فهو يهتم بوصف وتقييم العلاقة بين متغير (عادة يسمى المتغير التابع) و واحد أو أكثر لمتغيرات أخرى (تسمى عادة المتغيرات المفسرة آو المتغيرات المستقلة) ويرمز للمتغير المفسر بـ y والمتغيرات المفسرة بـ x_1 x_2 x_3....x_n .

وكلمة انحدار استخدمت من قبل Sir Francis Galton من إنجلترا و الذي كان يدرس العلاقة بين طول الأبناء وطول الآباء والذي لاحظ أن الطول يميل إلى المعدل، مع أن الآباء الطوال يكون أبنائهم طوال والآباء القصار يميل أبنائهم لأن يكونوا قصارا، أي أن هناك ميل عند الأبناء للمعدل (انحدار نحو المعدل).

بالعودة إلى الرموز التي استخدمناها حيث رمزنا للمتغير المفسَر بـ Y والمتغيرات المفسرة بـ X_1 X_2 X_3...X_n ، إذا كانت $k=1$ ، أي إن هناك متغير مستقل واحد فقط من المتغيرات المفسرة(x واحدة فقط) يعرف هذا بالانحدار البسيط (مثال : Y = المبيعات ، X = نفقات الإشهار)، وإذا كانت $k \geq 2$ آي أن هناك اكثر من x واحد و متغير مستقل، نحصل على ما يعرف بالانحدار المتعدد (مثال : Y = استهلاك الأسرة، X_1 = دخل الأسرة، X_2 = الأصول المالية للأسرة، X3 = حجم الأسرة.)

و إذا افترضنا أن المتغيرات X هي المتغيرات التي تؤثر على المتغير Y، فهناك العديد من المصطلحات التي يمكن أن نطلقها على X , Y كما هي مبينة في الجدول التالي :

الجدول (4-3-1): مصطلحات المتغير التابع و المتغير المستقل.

X	Y
مُتنبأ	متَنبأ به
مفسر	مفَسر
مستقل	تابع
مسبب	متأثر
خارجي	داخلي
المتغير المتحكم	المتغير الهدف

كل من هذه المصطلحات يستخدم حسب الغرض من تحليل الانحدار فالمصطلح الأول يستخدم في عملية التنبؤ بينما المصطلحات الأخرى تستخدم في مناقشة الانحدار، أما المصطلح خارجي وداخلي تستخدم فقط من قبل القياسيين، بينما المصطلح الأخير يستخدم في التجارب الخاصة بدراسة تأثير مسببات معينة على متغير مستهدف.

وتنقسم النماذج الانحدارية إلى عدة أنواع فنجد الانحدار الخطي والانحدار غير الخطي، والانحدار البسيط والانحدار المتعدد، وتحدد درجة الخطية على أساس درجة العلاقة المرد قياسها، ففي حالة الانحدار الخطي تكون المعادلة الممثلة للعلاقة من الدرجة الأولى، وفي حالة غير الخطي تكون المعادلة من الدرجة غير الأولى (معادلة لوغاريتمية أو أسية ....إلخ) ، وقبل تقدير العلاقة بين المتغير التابع والمتغير المستقل (أو المتغيرات المستقلة) يجب أولا البحث عن أنسب الصيغ الرياضية التي تعبر عن هذه العلاقة و ذلك بالتعرف على الشكل البياني لها، فإذا كانت الصيغة المختارة غير خطية نقوم بتحويلها إلى صيغة خطية لإجراء عملية التقدير و ذلك باستخدام وحدات اللوغاريتم الطبيعي.

ويمكن ملاحظة مختلف الصيغ الرياضية في الجدول التالي و ذلك باستخدام معادلة ذات متغير مستقل واحد

الجدول (4–3–2): مقارنة بين الصيغ الرياضية لمختلف النماذج الانحدارية

نوع الصيغة	الصيغة غير الخطية	الصيغة الخطية
الصيغة الخطية	/	Y =ß0 + ß1 X
الصيغة العكسية	/	Y =ß0 + ß1 (1/ X)
الصيغة التربيعية	/	Y =ß0 + ß1 X + ß2 X2
الصيغة اللوغاريتمية المزدوجة	Y =ß0 + X ß1	Ln Y =Ln ß0 + ß 1 Ln X
الصيغة نصف اللوغاريتمية	e Y = e ß0 X ß1	Y =ß0 + ß 1 Ln X
الصيغة الأسية	Y = e ß0+ß1X	Ln Y = ß0 + ß 1 X

المصدر : أموري هادي كاظم الحسناوي ، طرق القياس الاقتصادي ، عمان، دار وائل للنشر 2002، ص 60.

2-1-1 :الانحدار الخطي البسيط: هو عبارة عن علاقة دالية من الدرجة الأولى تربط متغيرين مأخوذين من واقع اقتصادي أو اجتماعي معين خلال فترة محددة، احدهما تابع نرمز له بـY و الثاني مستقل نرمز له بـ X بحيث يتم إيجاد معالم الدالة الخطية (ثابتها) بعدة طرق أهمها طريقة المربعات الصغرى العادية.

والعلاقة الموجودة بين المتغيرين Y و X يمكن كتابتها من الشكل : [1]

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + u$$

حيث تمثل: α ; β معاملات الانحدار، u : الخطأ العشوائي

والهدف هو الحصول على تقدير للمعاملات الغير المعروفة αو β ، وللقيام بعملية التقدير يجب الارتكاز على بعض الافتراضات الخاصة بالخطأ العشوائي:

1- $E(u)=0$: وسـط التوزيع الاحتمالي الخاص بالمتغير العشوائي تساوي الصفر أي أن قيم u تتمركز حول الصفر.

2- $V(u) = \sigma^2$: تباين التوزيع الاحتمالي الخاص بالعناصر العشوائية u يساوي قيمه ثابتة وموجبة.

3- استقلالية الخطأ العشوائي: أي أنها مستقله عن بعضها $COV(u_i, u_j) = 0$

4- التوزيع الطبيعي للخطأ العشوائي $u_i \sim N(0, \sigma^2)$

و هناك عدة طرق لتقدير معاملات معادلة الانحدار أهمها طريقة المربعات الصغرى العادية ، حيث تعتمد هذه الطريقة في الحصول على مقدرات الانحدار α، β ، بحيث يتم تصغير مجموع مربعات البواقي إلى أدنى قيمه لها. وبعد ذلك يشرع في الحصول على , α , β

حيث انطلاقا من المعادلة الخاصة بالبواقي: $\boldsymbol{u_t^2 = (\hat{Y} - (\hat{\alpha} + \hat{\beta}X))^2}$

و مجموع مربعات البواقي : $\sum u_i^2 = \sum (Y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta}X)^2$

و بعد إجراء الأساليب الرياضية اللازمة نقوم باستخراج قيم α و β منها :

---

[1] Rachid BENDIB, ECONOMETRIE, Théorie et applications (Alger OPU 2001 P 32)

$$\hat{\beta} = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \sum^{n} X_i \sum Y_t}{n\sum X_i^2 - (\sum X)^2} =$$

$$\hat{\alpha} = \overline{Y} - \hat{\beta}\overline{X}$$

و من بين أهم الخصائص الإحصائية التي تتميز بها مقدرات المربعات الصغرى العادية :

1) الخطية: $\hat{\alpha}$ تعتبر داله خطية للعنصر العشوائي التابع Y ، أهمية هذه الخاصة أنها تعطينا درجه من البساطة في أجراء الحسابات حيث انه لحساب α و β نستعمل المتغير التابع في صوره خطيه فقط هذه لتبسيط الحسابات.

2) عدم التحيز: مقدرات (م ص ع) $\hat{\alpha}$ مقدرة غير متحيزة للمعلمة α، عدم التحيز يتطلب بأن القيمة المتوقعة لـ $\hat{\alpha}$ و التي هي قيمة المعلومة الحقيقية بمعنى آخر متوسط $\hat{\alpha}$ = α ، إذا جمعت عينات كثيرة وفي كل عينه نحسب $\hat{\alpha}$ يتم أخذ المتوسط، ذلك المتوسط نظريا يجب أن يتساوى مع المعلمة الحقيقية. $E(\hat{\alpha}) = \alpha$ ونفس الشيء بالنسبة لـ $\hat{\beta}$ مقدرة غير متحيزة للمعلمة β حيث أن $E(\hat{\beta}) = \beta$. أي أن توقع $\hat{\beta}$ يجب أن يساوي المعلمة الحقيقية بمعنى آخر متوسط قيم $\hat{\beta}$ تساوي القيمة الحقيقية للمعلمة β.

3- الكفاءة (أدنى تباين): هذه الخاصية لها أهمية بالغة في الاقتصاد القياسي لأن أدني تباين يعتبر مؤشر إلى دقة القياسات، حيث هناك علاقة عكسية بين التباين ودقة القياسات كلما زاد التباين كلما انخفضت دقة القياسات وكلما قل ارتفعت دقة القياسات، و بالتالي فان مقدرات (م ص ع) $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$ هي مقدرات تمتلك أدني تباين مقارنه بمقدرات أخرى تقاس بطريقه مختلفة عن (م ص ع).

2-1-2 :الانحدار الخطي المتعدد: نموذج الانحدار المتعدد ويسمى أحيانا النموذج الخطي العام هو امتداد للنموذج البسيط حيث انه يتضمن أكثر من متغير مستقل واحد، في حالة النموذج البسيط كان الأمر يعتمد على متغيرين متغير تابع والآخر متغير مستقل، لكن في حالة النموذج المتعدد قد يتضمن عدد من المتغيرات من بينها قد يكون هناك تابع واحد والعديد من المتغيرات المستقلة.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots\ldots + \beta_k X_k + u_i$$

في حين أن الفروض الأساسية التي يرتكز عليها نموذج الانحدار الخطي المتعدد هي نفسها التي يستند عليها النموذج البسيط بالإضافة إلى فرضية أنه لا توجد علاقة خطية بين المتغيرات المستقلة وذلك من أجل التقدير بطريقة المربعات الصغرى العادية، على سبيل المثال إذا كانت $2X_1 + X_2 = 4$ فإننا نستطيع أن نعبر عن $X2$ بقيمة $X1$ ويمكن استخدامها في علاقة الانحدار $X_2 = 4 - 2X_1$

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 (4 - 2X_1) + u$$
$$Y = (\alpha + 4\beta_2) + (\beta_1 - 2\beta_2) X_1 + u$$

و بالتالي نستطيع أن نقدر القيم بين الأقواس ولا نستطيع أن نقدر المعالم β_1, β_2, α بمفردها.

و يمكن الحصول على تقديرات معالم المربعات الصغرى العادية MCO بتصغير مجموع مربعات البواقي الى أدنى قيمه لها : $\text{Min}\sum u_i^2$

$$\text{Min}\sum u_i^2 = \text{Min}\sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_1 ..... \hat{\beta}_k X_k)^2$$

وباستخدام الطرق الرياضية اللازمة و إنحرافات المتغيرات عن وسطها نتحصل على المعلمات المقدرة بطريقة MCO:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{(\sum x_1 y)(\sum x_2^2) - (\sum x_2 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{(\sum x_2 y)(\sum x_1^2) - (\sum x_1 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}_1 - \hat{\beta}_2 \bar{X}_2$$

حيث : $x2 = X2 - X2$ ، $x1 = X1 - X1$ ، $y = Y - Y$

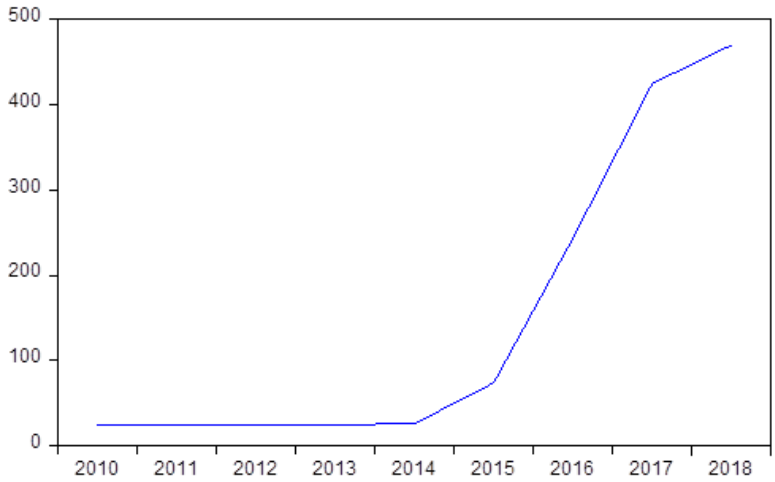
حيث يقيس المقدر $\hat{\beta}_1$ التغير في Y بالنسبة لتغير الوحدة في X1 مع تثبيت X2 ، وتعرف $\hat{\beta}2$ على نفس النمط.

المطلب الثاني: التعريف بمتغيرات الدراسة القياسية :

في هذه الدراسة التطبيقية القياسية سنركز على ستة متغيرات (متغير تابع و05 متغيرات مستقلة)وهي على التوالي:

LPS: انتاج الطاقة الشمسية في هذا النموذج يعبر عن انتاج الطاقة الشمسية في الجزائر كمقياس لمدى استخدامها ضمن المزيج الطاقوي الوطني خلال الفترة 2010- 2018، وتقاس بالميغاواط تم الحصول على الاحصائيات من الوكالة الدولية للطاقات المتجددة. نلاحظ من خلال الشكل التالي ان انتاج الطاقة الشمسية في تطور ملحوظ.

الشكل (4–3–2): انتاج الطاقة الشمسية في الجزائر خلال الفترة 2010–2018



المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الوكالة الدولية للطاقات المتجددة

LPIB: الناتج المحلي الاجمالي في الجزائر بالقيم الحقيقية بمليار دولار امريكي وهي إحصائيات صادرة عن البنك الدولي خلال الفترة 2010-2018

LCO2: تعبر عن انبعاثات ثاني اكسيد الكربون كمقياس لاستخدام تكنولوجيا الطاقة النظيفة والمعبر عنه مليون طن ومن المفترض أن تكون العلاقة بين هذا المتغير والمتغير التابع علاقة عكسية.

LPP: تعبر عن سعر البترول حيث تم الاعتماد على التقارير السنوية لمنظمة الأوابك بأعداد مختلفة.

LPPET : تعبر عن انتاج البترول مقاساً بالف برميل وتم الحصول على احصائيات بالاعتماد على بيانات bp statistical review of world energy خلال الفترة 2010-2018.وتعتبر علاقة عكسية بين انتاج البترول باعتباره المصدر الناضب وانتاج الطاقة الشمسية حيث تسعى الدولة الجزائرية لاستغلال الطاقة الشمسية وترشيد استغلال الطاقة الاحفورية.

LPGAZ : تعبر عن انتاج الغاز الطبيعي مقاساً بمليون طن مكافئ نفط، وتم الحصول على احصائيات بالاعتماد على بيانات bp statistical review of world energy خلال الفترة 2010-2018.وتعتبر علاقة عكسية بين انتاج البترول باعتباره المصدر الناضب وانتاج الطاقة الشمسية حيث تسعى الدولة الجزائرية لاستغلال الطاقة الشمسية وترشيد استغلال الطاقة الاحفورية.

وتم استخدام الصيغة اللوغارتمية للمتغيرات وذلك للتخلص من مشكل عدم تجانس وحدات القياس .

وقد تم الارتكاز على الفترة الزمنية (2010- 2018) لمختلف المتغيرات نظراً لعدم توفر المعطيات الخاصة بالسنوات السابقة .

القيم بالصيغة اللوغاريتمية

	lPS	lPIB	lCO2	lPP	lPPET	lPGAZ
	انتاج الطاقة الشمسية (ميغاواط)	الناتج المحلي الاجمالي(مليار دولار امريكي)	انبعاثات ثاني اكسيد الكربون (مليون طن)	سعر البترول (دولار للبرميل)	انتاج البترول (الف برميل / اليوم)	انتاج الغاز الطبيعي (مليون طن مكافئ نفط)

المطلب الثالث: تقدير النموذج الانحداري الخطي المتعدد

في هذه المرحلة سنركز على النموذج الانحداري الخطي المتعدد والذي يربط متغير تابع بمجموعة من المتغيرات المستقلة (اكثر من 2) وعلى هذا الاساس يمكن ان نحدد المتغير التابع في الدراسة والذي يعبر عن المتغير LPS، اما المتغيرات المستقلة فهي على التوالي: (LPGAZ، LPIB ،LCO2، LPPET، LPP).

وبالتالي يمكن كتابة النموذج الخطي الانحداري المتعدد في الشكل التالي:

$$\mathbf{LSP = B_0 + B_1 LPIB + B_2 LCO2 + B_3 LPP + B_4 LPPET + B_5 LPGAZ + \sum_t}$$

3–1/ تقدير النموذج: في هذه المرحلة نقوم بتقدير النموذج الانحداري الخطي المتعدد بطريقة المربعات الصغرى العادية (MCO)، والنتائج مدرجة في جدول التقدير التالي:

الجدول (4–3–3) : نتائج تقدير النموذج الخطي الانحداري المتعدد

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.65588	4.943459	2.155551	0.3863
LPIB	8.951211	1.379152	6.490373	0.0475
LCO2	-7.346700	1.307905	-5.617149	0.0308
LPP	-5.229919	1.444543	-3.620466	0.0289
LPPET	-5.343736	0.897481	-5.954146	0.0104
LPGAZ	-10.24009	1.413278	-7.245627	0.0413

R-squared	0.973502	Mean dependent var	4.237739
Adjusted R-squared	0.929338	S.D. dependent var	1.306793
S.E. of regression	0.347375	Akaike info criterion	0.957897
Sum squared resid	0.362008	Schwarz criterion	1.089380
Log likelihood	1.689462	Hannan-Quinn criter.	0.674157
F-statistic	22.04312	Durbin-Watson stat	2.937649
Prob(F-statistic)	0.014298		

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج E.views

ومن خلال جدول التقدير يمكن كتابة **النموذج المقدر** على النحو التالي:

$$\widehat{LSP} = 10.65 + 8.95LPIB - 7.34LCO2 - 5.22LPP - 5.34LPPET - 10.24LPGAZ$$

3–2/ دراسة صلاحية النموذج المقدر:

في هذه المرحلة نقوم بدراسة الصلاحيات بالاعتماد على :

أ. مصفوفة الارتباطات: من خلال ملاحظتنا لمصفوفة الارتباطات التالية:

الجدول (4–3–4): مصفوفة الارتباطات

Correlation	LPS	LPIB	LCO2	LPP	LPPET	LPGAZ
LPS	1.000000					
LPIB	0.731448	1.000000				
LCO2	-0.702081	-0.193576	1.000000			
LPP	-0.881412	0.862552	-0.653413	1.000000		
LPPET	-0.799243	-0.294391	-0.643922	0.092325	1.000000	
LPGAZ	-0.973046	-0.539516	0.720079	-0.828117	-0.310791	1.000000

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج E.views

نلاحظ من خلال معاملات الارتباطات بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع ما يلي:

-ارتباطات عكسية قوية بين كل من LPGAZ، LPPET ، LPP، LCO2 والمتغير التابع LPS

-ارتباط طردي قوي بين LPIB و LPS

معامل تحديد R2 : من خلال جدول التقدير نلاحظ ان R2 =98,00% أي المتغيرات المستقلة(LPGAZ، LPIB ،LCO2، LPPET ،LPP) تفسر المتغير التابع بنسبة 98,00% ، وهي نسبة تفسيرية جيدة.

2. اختبار معنوية المعلمات المقدرة:

من خلال ملاحظتنا لنتائج جدول التقدير نقوم في هذه المرحلة بدراسة اختبار معنوية المعلمات من خلال المقارنة بين الاحتمالات الخاصة بالمعلمات ومستوى المعنوية ($\propto = 5\%$)

وعلى هذا الاساس نلاحظ ان كل المتغيرات المستقلة $\propto = 0,05 >$ وبالتالي قبول فرضية معنوية للمعلمات.

ما عدا المتغير الثابت $prob = 0,3 > \propto = 0,05$

اي قبول فرضية عدم المعنوية

وبالتالي يجب اعادة تصحيح النموذج وحذف المتغير الثابت من النموذج النهائي.

المطلب الرابع : تقدير النموذج المصحح

من خلال جدول التقدير التالي:

الجدول (4–3–5): النموذج المصحح

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPIB	7.080423	1.970610	3.593009	0.0451
LCO2	-5.963988	1.225579	-4.866259	0.0352
LPP	-4.312325	0.893982	-4.823725	0.0364
LPPET	-4.539933	0.707394	-6.417823	0.0129
LPGAZ	-11.16802	3.414601	-3.270666	0.0457
R-squared	0.979288	Mean dependent var		4.237739
Adjusted R-squared	0.946576	S.D. dependent var		1.306793
S.E. of regression	0.302046	Akaike info criterion		0.743708
Sum squared resid	0.364928	Schwarz criterion		0.853277
Log likelihood	1.653313	Hannan-Quinn criter.		0.507258
Durbin-Watson stat	2.954788			

المصدر : من اعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج E.views

من خلال نتائج الجدول يمكن كتابة النموذج المقدر على النحو التالي:

$$LSP = +7.08\text{LPIB} - 5.96LCO2 - 4.31\text{LPP} - 4.54LPPET - 11.17LPGAZ$$

التحليل الاحصائي: من خلال المؤشرات الاحصائية الخاصة بمعامل التحديد R2 =98,00% بالاضافة الى معنوية المعلمات نستطيع القول ان النموذج مقبول احصائياً.

التحليل الاقتصادي:

من خلال النموذج المقدر نلاحظ:

– يتضح من خلال المعادلة وجود علاقة طردية بين الناتج المحلي الخام وانتاج الطاقة الشمسية من خلال الاشارة الموجبة للمتغير حيث تؤدي الزيادة في انتاج الطاقة بالاعتماد على الطاقة الشمسية بمقدار واحد كيلوواط الى زيادة الناتج المحلي الاجمالي، ايان التغير بوحدة واحدة يقابله التغير بـ(19.45).

– وجود علاقة عكسية بين كثافة انبعاثات ثاني اكسيد الكربون وانتاج الطاقة الشمسية وهذا ما يفسر اقتصادياً انخفاض حجم الانبعاثات الغازات الدفيئة نتيجة استخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية وهذا باعتبارها طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة على عكس الطاقة الأحفورية حيث ان معامل التغيير قدر بـ (–5.96). ما يتوافق مع النظرية الاقتصادية.

–كما يبين النموذج المقدر وجود علاقة عكسية بين ارتفاع اسعار الطاقة وانتاج الطاقة الشمسية حيث قدر معامل المتغير LPP والذي يساوي (–4.31) اي التغير في المتغير بوحدة واحدة يقابله التغير بـ(9.76) وحدة في LPP وهذا ما لا يتوافق مع الدراسة الاقتصادية، فان زيادة اسعار النفط يساهم في زيادة انتاج والاعتماد على البديل له وهي الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية منها في الجزائر، ولكن يمكن تفسير الامر الى محدودية الدولة الجزائرية في الاستثمار في هذا المجال التي تتخبط في مشاكل تنموية نتيجة تكاليف العالية عديدة وعدم انتشار هذا نوع من طاقات بها. بالإضافة الى مشكلة التكاليف الباهظة، حيث تتوجه الكثير من دول العالم نحو استغلال الطاقات المتجددة بغية المحافظة على استقرارها الاقتصادي وكذلك من اجل تحقيق الاستقلالية في مجال الطاقة.

معامل المتغير LPPET والذي يساوي (–4.54) اي التغير في المتغير بوحدة واحدة يقابله التغير بـ(15.95) وحدة في LPS(علاقة عكسية) وهذا ما يبين العلاقة ما بين انتاج البترول وانتاج الغاز الطبيعي LPGAZ وانتاج الطاقة الشمسية، فان الزيادة والتطور في تكنولوجيا الطاقة الشمسية يؤدي الى التقليل وترشيد استغلال الطاقة الأحفورية باعتباره احدى الموارد الناضبة، ونتيجة ذلك يتطلب استخدام وتثمين الطاقة الشمسية باعتبارها احدى مصادر الطاقة المتجددة والتي من الممكن ان تعقد عليها الآمال مستقبلا كبديل له، ومن المتوقع ان تصبح تكلفة الحصول على الطاقة المتجددة وبشكل الطاقة الشمسية بكثير مقارنة بالمصادر التقليدية.

المطلب الخامس: تقييم القدرة التنبؤية للنموذج

ان التنبؤ العلمي هو تقدير كمي للقيم المتوقعة للمتغيرات التابعة في المستقبل القريب بناءًا على ماهو متاح لدينا من معلومات عن الماضي والحاضر، ويلاحظ ان التنبؤ العلمي يفترض ان اسلوب الظواهر الاقتصادية في المستقبل القريب ماهو الا امتداد لسلوك هذه الظواهر في الماضي القريب؛ ومن ثم حدوث تغيرات فجائية لم تكن متوقعة من الممكن ان تؤدي الى عدم دقة التنبؤات العلمية الخاصة بمستقبل الظواهر الاقتصادية.

ومن من خلال الدراسة التي قمنا بها توصلنا الى انه من الممكن استخدام هذه المتغيرات المستقلة التي لها ارتباط وتاثير على قيمة المتغير التابع في التنبؤ بقيمة هذا المتغير، وبما ان معامل التساوي لثايل Theil Inequality Coefficient قريب

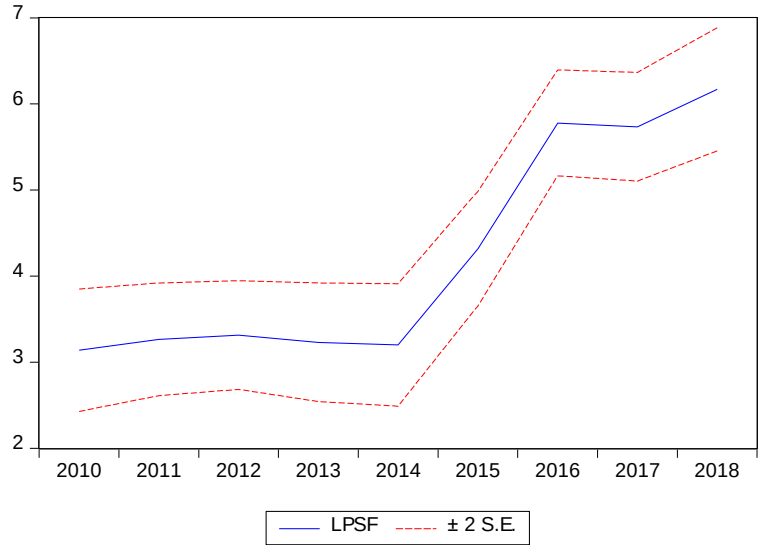
من الصفر فان النموذج المتبع له القدرة التنبؤية للسنوات القادمة، ولذلك توصلنا الى النتائج التالية نوضحها في الجدول الموالي ان قدرة انتاج الطاقة الشمسية سوف تزيد من 478.1883 MW عام 2018 الى 1177.292MW عام 2020

فوفق ما هو مخطط له في برنامج الجزائري لاستغلال الطاقات المتجددة تهدف الى تحقيق حوالي 3000 ميغاواط من استغلالها للطاقة الشمسية، خلال الفترة 2015-2020 ، فحسب النتيجة التي توصلنا اليها متوافقة تقريبا مع النتيجة المقدرة، ولكن هذا لا يتوافق وفق الامكانيات التي تتوافر عليها من الطاقة الشمسية مقارنة مع الدول الاخرى، فإن إستغلالها ضئيل جداً لا يتعدى بعض التطبيقات البسيطة.

الجدول (4–3–6): التنبؤ بالمتغير التابع "انتاج الطاقة الشمسية"

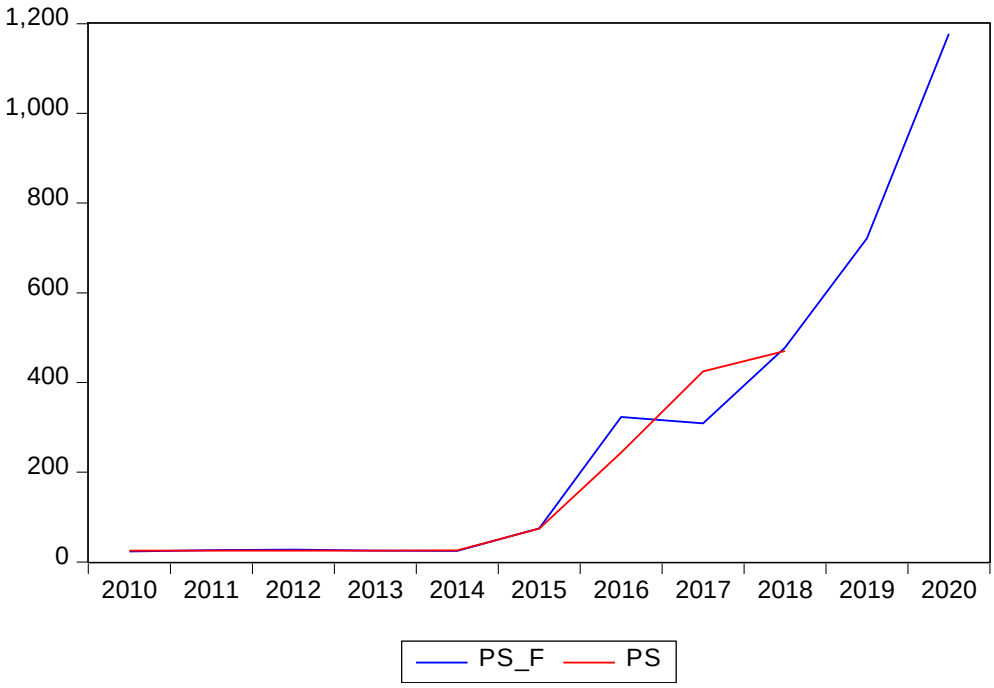
2010	23.06316 MW
2011	26.14966 MW
2012	27.45894 MW
2013	25.26217 MW
2014	24.49273 MW
2015	74.86979 MW
2016	323.1666 MW
2017	308.9820 MW
2018	478.1883 MW
2019	721.4034 MW
2020	1177.292MW

المصدر : من اعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج E.views



Forecast: LPSF	
Actual: LPS	
Forecast sample: 2010 2020	
Adjusted sample: 2010 2018	
Included observations: 9	
Root Mean Squared Error	0.149827
Mean Absolute Error	0.102037
Mean Abs. Percent Error	2.211695
Theil Inequality Coefficient	0.016980
Bias Proportion	0.000000
Variance Proportion	0.003725
Covariance Proportion	0.996275
Theil U2 Coefficient	0.217900
Symmetric MAPE	2.212918

الشكل (4–3–3): منحنى التنبؤ بالمتغير التابع "انتاج الطاقة الشمسية"



المصدر : من اعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج E.views

خلاصة الفصل الرابع:

من أجل تأمين الطلب العالمي المتزايد على الطاقة يحتاج العالم إلى كل موارده والتي تكون اقتصادية ومسؤولة بيئيا، وبالنظر إلى احتمال نضوب المصادر الطاقات التقليدية فإنه يتطلب المضي في تطوير طرق جديدة للاستخدام الفعال للطاقة، وايجاد حلول تسمح بخفض استهلاك الطاقات الاحفورية وهذا لا يتطلب فقط تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وإنما أيضا تطوير مصادر جديدة تكون ذات ميزة بيئية إيجابية بمعنى تكون نظيفة، تتميز بالتجدد والاستمرارية مع عدم تلويثها للبيئة، وتسخير موارد متجددة بأسلوب اقتصادي، وذلك من أجل خلق قطاع للطاقة قابل للاستمرار والتجدد قادر على تلبية احتياجات الجيل الحالي والمستقبلي، وأجدى اقتصاديا لو اعتمدنا بشكل كبير على الطاقة المتجددة في استهلاكها في مختلف القطاعات، فيمكن استخدام الطاقة الشمسية في تزويدنا بالكهرباء من خلال الاستفادة من أسطح المباني لتركيبها باعتبارها طاقة نظيفة لا تضر بالبيئة، بالإضافة ليست مكلفة على المدى البعيد حيث تعتبر أوفر بكثير لأنها تساهم في إلغاء الفواتير الكهربائية المستقبلية. كما تساهم في ترشيد استهلاك الطاقة الأحفورية من خلال التنويع الطاقوي. كما يمكن الأخذ بعين الاعتبار الطاقة المصروفة لتسخين المياه فهي تأخذ نسبة عالية من الفاتورة لكن باستخدام السخان الشمسي يمكن إلغائها تماما وخاصة في البلدان المشمسة فهذه التقنية ذات انتشار واسع جدًا بفضل أسعارها المشجعة والمقبولة.

الخاتمة العامة

خاتمة عامة

إن استخدام الطاقة التقليدية بكافة مصادرها أدى إلى تعرض كوكب الأرض إلى تلوث بيئي خطير ترتبت عنه مشكلة عالمية وهي زيادة ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات الخطيرة والسامة على البيئة، ممّا تسبب في احتباس حراري ومشكلات بيئية مست العالم بأسره. وفي ظل ذلك تسعى بعض الدول للبحث عن استخدام الطاقات المتجددة والملائمة للبيئة والتي أضحت اليوم مطلباً عالمياً وأساسياً في تحقيق التنمية المستدامة من مختلف جوانبها، اذ تشكل امداداتها عاملاً اساسيًا في دفع عجلة الانتاج وتحقيق الاستقرار والنمو في حال نضوب الطاقة الاحفورية؛ ممّا يوفر فرص العمل الدائمة ويساهم في تحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر عبر العالم. كما ان استغلالها يستلزم الاستعانة بوسيلة لتخزين الطاقة اثناء توافرها ثم استعادتها وقت الحاجة اليها.ومن أهم هذه المصادر الطاقة الشمسية التي تعتبر في الأصل هي الطاقة الرئيسية في تكوّن مصادر الطاقة.

يمكن استغلال الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء من خلال توليد جهد كهربائي نتيجة الضوء الساقط على الخلايا الكهروضوئية وبالتالي الحصول على تيار كهربائي، و يمكن أيضا الاستفادة من حرارة الشمس في تطبيقات مختلفة كتبخير المياه و الاستفادة من البخار في تدوير العنفات اللازمة لتوليد الطاقة الكهربائية، ولا تقتصر استخدامات الطاقة الشمسية فقط على توليد الكهرباء بل يمكن الاستفادة منها في عملية الطبخ وتجفيف المحاصيل الزراعية و التبريد، تحلية المياه...الخ.

والجزائر كغيرها من الدول مطالبة حالياً بإيجاد بدائل استراتيجية للاستغلال المستدام لمواردها الطاقوية لتأمين احتياجات ومتطلبات التنمية المحلية، وتفي بمتطلبات الأجيال الحالية، دون الإخلال بمصالح الأجيال اللاحقة، وأن تحقيق ذلك يستدعي تطوير علاقة شراكة تضمن الأمن الاقتصادي المستدام.

وفي هذا الاطار أشارت الحكومة الجزائرية للعديد من التشريعات والتنظيمات الخاصة بمجال الطاقات المتجددة، لاسيما التي أصدرتها تزامنا مع القانون الإطاري للبيئة، ومن المجالات الاقتصادية الهامة التي ركزت فيها على ضرورة ترشيد استغلال الطاقة واستخدام تقنيات الطاقة المتعددة لتشييد البناءات حيث اعتبرت مهمة تحسين إطار الحياة وحماية البيئة وحسن تصميم المباني، من أهم الأهداف التي يتحقق من خلالها مبدأ التنمية المستدامة.

يعتمد تطوير النجاعة الطاقوية على عدة مناهج منها العزل الحراري للمساكن ومسخنات الماء العاملة بالطاقة الشمسية، وتعميم الانارة باستغلال تكنولوجيا ذات الاستهلاك المنخفض للطاقة، بالإضافة الى استهلاك الطاقة في القطاع الصناعي بالاعتماد على تحفيزات عمومية، وتطوير وسائل النقل العمومية والخاصة التي تعتمد على الغاز وقودا، هذا ما يتطلب استثمارات هامة، تمكننا من توفير ما يقارب 600 مليار متر مكعب من الغاز في ظرف 25 سنة. ما يسهم في الاحتفاظ بنصف هذا الحجم للعقود القادمة، بينما سيدر النصف الآخر المصدر إيرادات إضافية لبلادنا لا تقل عن 200 مليار دولار خلال السنوات 25 المقبلة.

كما سترفق هذه السياسية الطاقوية الجديدة بتطوير صناعة مناولة محلية في مجال الطاقات الجديدة والمتجددة تكون قادرة على إحداث ما لا يقل عن 100.000 منصب شغل بقيمة مضافة عالية.

من هذا المنطلق ومن خلال هذه الدراسة، نلخص إلى النتائج التالية، والتي تتضمن في ثناياها إجابات عن التساؤلات المطروحة في إشكالية الدراسة، كما تعتبر اختباراً لفرضياتها:

اتباث صحة الفرضيات:

بالنسبة للفرضية الاولى: تعتبر الطاقات المتجددة هي الطاقات التي تلبي احتياجات الجيل الحالي والمستقبلي؛ بحيث تكون مكمّلة للوقود الاحفوري على المدى القصير والمتوسط، والبديل المستقبلي والأنجع له.

فرضية صحيحية حيث تعتبر الطاقات المتجددة احد اهم البدائل المتاحة لتحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة، اذ تشكل امداداتها عاملا اساسيًا في دفع عجلة الانتاج وتحقيق الاستقرار والنمو في حال نضوب الطاقة الاحفورية؛ ممّا يوفر فرص العمل الدائمة ويساهم في تحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر عبر العالم.

بالنسبة للفرضية الثانية: تعد الطاقة الشمسية بمثابة ثروة يمكن تحويلها الى محرك للتطور الاقتصادي والاجتماعي، من خلال تشجيع الاستثمار فيها، ما يدعم خلق فرص عمل ومؤسسات جديدة، تساهم في تحقيق الاهداف الانمائية للألفية الثالثة.

فرضية صحيحة حيث إن استخدام الشمس كمصدر للطاقة هو من بين المصادر البديلة للنفط التي تعقد عليها الآمال المستقبلية لكونها طاقة نظيفة لا تنضب، لذلك نجد دولا عديدة تهتم بتطوير هذا المصدر وتضعه هدفا تسعى لتحقيقه، حيث تعتبر محرك للتحول الطاقوي بالجزائر.

بالنسبة للفرضية الثالثة: تعتبر مشاريع الطاقة الشمسية بالجزائر أحد أهم الاستراتيجيات الفعّالة لتحقيق استدامة الطاقة الأحفورية، وتحقيق تنمية مستدامة، فالتوجه نحو استغلالها يعد فرصة بالنسبة للجزائر التي يجب ان تؤمن انتقالها الطاقوي للتحضير لما بعد عهد النفط.

فرضية صحيحة حيث تمتلك الجزائر إمكانيات طاقوية هامة متنوعة بين الطاقات الاحفورية والمتجددة ، وخاصة الطاقة الشمسية باعتبارها من الدول الواقعة في الحزام الشمسي، وانطلاقا من التحديات التي تواجهها الجزائر في القطاع الطاقوي لا بد لها من الاعتماد على تنويع مزيج الطاقة الاولية، والتوجه نحو استغلال مصادر الطاقة المتجددة ،بالرغم من ان هذه المصادر لا يمكن تعويض الطاقة الاحفورية، الا انه يبقى لها دورًا هاماً ومكملاً في مزيج انتاج الطاقة الاولية، ومزيج توليد الطاقة الكهربائية، وذلك لضمان تنمية متواصلة والاسهام في تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وتحقيق تطلعات الأجيال الحالية والمستقبلية.

نتائج الدراسة:

☜ تتواجد الطاقات المتجددة اليوم في قلب السياسات الطاقوية والاقتصادية في الجزائر وقد اعتبر تطويرها اولوية وطنية خصوصاً وان استغلالها سيضمن حتماً استقلال طاقوي مستقبلي لبلادنا ويولد ديناميكية في التنمية الاقتصادية من خلال انشاء صناعات ابداعية ومؤسسات صغيرة ومتوسطة وايجاد فرص عمل جديدة ويساهم ايضا في الحفاظ على السد ومكافحة تغيير المناخ؛

☜ ان تنمية الطاقات المتجددة ستمكن من الحفاظ على مواردنا الاحفورية ارتفاع قدراتنا التصديرية تطوير الاستعمالات خلايا الوقود لا سيما في صناعة البلاستيك المواد التجميلية، الطبية وكذا الصناعات الغذائية،لذا تتطلب التكفل بإشكالية النجاعة الطاقوية تأطيراً نوعياً من الموارد البشرية في مستوى أهداف وطموحات برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية؛

☜ ان الطاقات المتجددة، مباشرة عن الشمس وعن الرياح وعن الماء وعن الكتلة الحيوية، لا تلوث ولا تنفذ وهذه الطاقات بإمكانها منذ اليوم، وأكثر من ذلك غداً، أن يستبدل بها قسط وافر من الطاقة التقليدية، وتعتبر الطاقة الشمسية محرك لتحول الطاقوي، فهي فرصة مناسبة وركيزة للتطوير الاقتصادي والاجتماعي، لا سيما من خلال إنشاء صناعات تنتج الثروة ومناصب الشغل، فاستغلالها بات مطلباً ضرورياً في ظل الاستهلاك المتزايد للطاقة المرتبط بالارتفاع السريع لعدد السكان والتطور الصناعي، والاقتصادي العالمي المتسارع، الذي رافقه المزيد من الانبعاثات الكربونية الملوثة والمهددة لتوازن النظام البيئي لكوكبنا الأرض؛

☜ تم اعتماد الحكومة للبرنامج الوطني لتطوير الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، الذي يهدف الى بلوغ نسبة تفوق 37% في غضون سنة 2030 من الإنتاج الوطني للكهرباء بالاعتماد على الطاقة الشمسية، حيث تحظى الطاقة الشمسية– الحرارية والفولطاضوئية بالجزء الأساسي منه، يسمح هذا البرنامج للجزائر ان تموضع كفاعل مصمم في إنتاج الطاقة من الوسائل الشمسية ومن الرياح مع إدماج الكتلة الحيوية والتوليد المشترك والحرارة الجوفية.

☜ أما فيما يتعلق بالفعالية الطاقوية التي تعد مبدأ صائباً، فهي التي تجعلنا نقلل من استهلاك الطاقة من أجل تلبية نفس الخدمات (من تدفئة وإنارة وتنقل واتصال وما إلى ذلك).

☜ يعتبر دعم البحث العلمي والتطوير في مجال الطاقات المتجددة اولوية وطنية وخياراً استراتيجيا قادراً على ايجاد حلول طاقوية جديدة وفي نفس الوقت طاقة مستدامة وموثوقة ونظيفة وبأسعار مناسبة مما يؤدي الى تطوير تكنولوجي بناء وسريع وخلق منافسة قوية وانتشار واستغلال واسع للطاقات المتجددة؛

☜ من خلال دراستنا لنماذج استخدام الطاقة الشمسية في الجزائر نستنتج على انها افكار ناجعة وتستحق التشجيع على الاستثمار وفق السياسة الطاقوية في الجزائر، وتعميمها ليس بالعمل الصعب، وهذا لتوفرها في البلاد خاصة المادة الاولية، الا ان الشرط الاساسي لنجاحها وتثبيتها هو سعي الحكومة الى اتباع بعض الاجراءات التي يمكن ان تسهم في نمو هذه الطاقة مستقبلاً، وتسهم في خلق المزيد من مناصب الشغل وتخفيف من حدة البطالة التي يعاني منها الاقتصاد.

التوصيات:

☜التوصل الى افضل السبل من اجل تحقيق كفاءة استخدام الطاقة والطاقة النظيفة، من خلال تعزيز سياسات الطاقة المستدامة التي تدفع النمو الاقتصادي وحماية البيئة في اطار عالمي، خاصة فيما يتعلق بتقليل الانبعاثات، وكذا وضع نظام قانوني ملائم وفعّال لتنظيم قطاع الطاقة؛

☜تشجع الجزائر للبحث العلمي في مجال الطاقة لكي تجعل من برنامج الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية مبلورا حقيقيا لتنمية صناعة وطنية تقوم مختلف الطاقات الجزائرية (بشرية، مادية، علمية وغيرها....)، من خلال البحث في الحصول على التكنولوجيات، وتنمية المهارات وتحسين النجاعة الطاقوية؛

☜على الحكومة فتح المجال للمتعاملين الخواص إلى الاستثمار في هذا المجال، مع تقديم التحفيزات والإجراءات القانونية تجذب المستثمرين؛

☜القيام بإنشاء بنك لمعلومات الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وشدة الرياح وكمية الغبار وغيرها من المعلومات الدورية الضرورية لاستخدام الطاقة الشمسية؛

☜ إنشاء محافظة للطاقات الجديدة واتخاذ الترتيبات اللازمة لجمع الكفاءات والخبرات الوطنية المتوفرة في مراكز البحث العلمي ذات الصلة بهذا الملف.

☜القيام بمشاريع رائدة وكبيرة نوعا ما وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر اخر من الطاقة وتدريب الاطارات عليها بالإضافة الى عدم تكرارها بل تنويعها في البلدان العربية للاستفادة من جميع تطبيقات الطاقة الشمسية؛

☜الاطلاع على مجهودات وتجارب الدول الرائدة في هذا المجال ومحاولة استنباط من هذه التجارب لتطوير مجال الطاقات المتجددة في الجزائر.

☜تشجيع التعاون مع الدول المتقدمة في هذا المجال والاستفادة من خبراتها على ان يكون ذلك مبنيا على اساس المساواة و المنفعة المتبادلة؛

☜ادماج الانظمة الكهروضوئية في المباني وربطها مباشرة بشبكة الكهرباء؛

☜تطوير انظمة تخزين الطاقة استجابة للإدخال المكثف للطاقات المتجددة في شبكة نقل الكهرباء وللاحتياجات من الكهرباء في فترة الذروة؛

☜ تثمين وتنويع الموارد الطاقوية لمواكبة التطورات المستقبلية وهذا سعياً لترشيد استغلال الطاقات التقليدية والتوجه نحو استخدام الطاقات المتجددة؛

☜ التحول الطاقوي في إطار السياسة الطاقوية وذلك بالاستعانة بالموارد الطاقات المتجددة وعلى رأسها بالطاقة الشمسية باعتبارها محرك للتحول الطاقوي؛

☜ ادخال الطاقة الشمسية في معالجة المياه الملوثة عبر تطوير وانجاز النماذج الاولية المبتكرة لمعالجة مياه الصرف الصحي وكذا في انتاج البرودة(التجميد التكييف والتبريد) عبر تطوير وانجاز النماذج الاولية لإنتاج البرودة؛

☜ تكليف الحكومة تشجع تقديم أفضل التحفيزات المتضمنة في قانون الاستثمار، الشراكة مع المجمعات الصناعية الدولية المتخصصة من أجل إنتاج التجهيزات والتكنولوجيات التي تحتاجها الطاقات الجديدة والمتجددة بالجزائر.

☜ على الحكومة ايضاً الاهتمام بمجال الطاقات المتجددة أي توفر الإرادة السياسية لدعم هذا الميدان على اعتبار أن المنازل العائلية تستهلك (44%) من الطاقة الكهربائية سنويا؛

☜ تعزيز الشراكة الدولية من أجل تيسير الوصول إلى بحوث وتكنولوجيا الطاقة النظيفة، بما في ذلك تلك المتعلّقة بالطاقة المتجددة، والكفاءة في استخدام الطاقة وتكنولوجيا الطاقة الأحفورية المتقدمة والأنظف، وتشجيع الاستثمار في البنى التحتية للطاقة وتكنولوجيا الطاقة النظيفة، بحلول عام 2030؛

☜ عقد مؤتمرات لاثراء باهمية مصادر الطاقات المتجددة وتثمين استغلالها، وذلك بهدف زيادة الوعي لدى فئات المجتمع المختلفة بمدى أهميتها؛

☜ اجراء المزيد من الدراسات حول موضوع الطاقات المتجددة وربطها بالبعد الاقتصادي والبيئي والاجتماعي.

قائمة المراجع

المراجع

1- المراجع باللغة العربية:

اولا: الكتب:

1. ابراهيم عبد الجليل، محمد العشري، نجيب صعب،الطاقة المستدامة (التوقعات، التحديات،الخيارات) بيروت،لبنان 2013
2. ابراهيم محمد مصطفى، مبادئ اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة، كلية التجارة، جامعة الاسكندرية (ناشر)، 1992
3. ابراهيم محمد مصطفى، مبادئ اقتصاديات الموارد الطبيعية و البيئة، جامعة الاسكندرية، مصر، 2001 .
4. اسلام احمد "الطاقة و مصادر مختلفة "مركز الاهرام للترجمة و النشر ،القاهرة، 1995 .
5. أكثم محمد ابو العلا، كاميليا يوسف، فيولا جميل، شاهر انس، ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية، الأهداف والمسئوليات والاجراءات، لجنة الترشيد" جمهورية مصر العربية وزارة الطاقة والكهرباء، القاهرة / مصر 2013
6. ايفانزل روبرت ترجمة فيصل حردان، شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل الى الطاقة المستدامة، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الاولى، بيروت، لبنان، 2011 .
7. إيمان عطية ناصف، اقتصاديات الموارد والبيئة، كلية التجارة–جامعة الاسكندرية– دار الجامعة الجديدة، 38شارع سوتير– الازاريطة–الاسكندرية 2007.
8. أيوب أبو دية،"الطاقة النووية، ما بعد فوكوشيما"،المملكة الأردنية الهاشمية، عمان ، 2011.
9. بيتر هوفمن مصادر الطاقة المستقبلية الهيدروجين وخلايا الوقود و التوقعات لكوكب انظف ،ترجمة د.ماجد كنج مؤسسة محمد بن راشد ال مكتوم ، دار الفارابي ،لبنان ،الطبعة 2009.
10. بيته ساندر، بيتر فاث، انكا لينر وترجمة د. حسام الشيمي، التنمية المستدامة لمصادر الطاقة المتجددة ، الطبعة الاولى دار النشر مجموعة النيل العربية،القاهرة –مصر– 2014
11. تومي صالح، مدخل لنظرية القياس الاقتصادي ، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، الجزء الاول،1999
12. ثامر البكري، هديل الشراونة، المزيج التسويقي الاخضر والطاقة المتجددة، دار أمجد للنشر والتوزيع،عمان ، الاردن 2015
13. جيرمي ريفكن، ترجمة ماجد كنج ، 2009 اقتصاد الهيدروجين بعد نهاية النفط،الطبعة الاولى 2009، دار الفارابي، مؤسسة محمد بن راشد ال مكتوم، بيروت–لبنان.
14. حاتم الرفاعي، البترول.. ذروة الإنتاج وتداعيات الانحدار، دار النشر: نهضة مصر للطباعة والنشر.2008
15. حسن احمد شحاته ،"التلوث البيئي ومخاطر الطاقة" مكتبة الدار العربية للكتاب ،مصر،2002.
16. حسن طه، ترشيد استهلاك الطاقة ،دار النهضة العربية،بيروت، 1980.
17. داليا محمد يونس، تقييم سياسات تصدير وتصنيع الغاز الطبيعي محليا ومقارنته بنظيراته عالما" دراسة تحليلية واستشرافية"،الدار الجامعية، الاسكندرية، 2011
18. دينس هيز، ترجمة حاتم نصر فريد، عالم ما بعد البترول، مكتبة غريب، القاهرة 1981
19. رامي لطفي كلاوي، هدي الاسلام في التنمية المستدامة، ادارة البحوث، دائرة ادارة الشؤون الاسلامية والعمل الخيري، الطبعة الاولى2012، الامارات العربية المتحدة.
20. رضا عبد الجبار الشمري، الاهمية الاستراتجية للنفط العربي، الطبعة الاولى 2014، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، الاردن.
21. روبرت ايفانز؛ شحن مستقبلنا بالطاقة(مدخل الى الطاقة المستدامة)؛ترجمة د.فيصل حردان؛ دار النشر –المنظمة العربية للترجمة؛ الطبعة الاولى جانفي 2011.
22. سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة البديلة، عالم المعرفة(سلسلة كتب ثقافية) ،الكويت، 1981.

23. سليم زيدان، البترول والغاز الطبيعي من الجيولوجيا الى الاستكشاف والانتاج، دار الفكر العربي، شركة مساهمة مصرية للطباعة والنشر والتوزيع – الطبعة الاولى2013- القاهرة –مصر.

24. سمير سعدون مصطفى، بلال عبد الله ناصر، محمود الخضر سلمان، "الطاقة البديلة مصادرها واستخداماتها" الطبعة الاولى 2011، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع،عمان الاردن.

25. طارق مراد ، موسوعة محيط المعرفة والعلوم "الفيزياء" دار الراتب الجامعية، بيروت- لبنان.

26. طوني صغيبني، الأزمة الأخيرة، الدار العربية للعلوم ناشرون، الطبعة الاولى، 2011 بيروت.

27. عبد المطلب النقرش، رئيس قسم الاحصاء والمعلومات/مديرية التخطيط"الطاقة مفاهيمها، انواعها،مصادرها" pdf،وزارة الطاقة والثروة المعدنية،المملكة الاردنية الهاشمية،2005.

28. عبد القادر محمد عبد القادر عطية ،الاقتصاد القياسي بين النظرية و التطبيق ، الطبعة 2 ، الاسكندرية مصر ، الدار الجامعية، 2000

29. عبد القادر محمد عبد القادر عطية، الحديث في الاقتصاد القياسي ، الاسكندرية مصر ، الدار الجامعية 2005

30. عبد العزيز شرابي ، طرق احصائية للتوقع الاقتصادي، ديوان المطبوعات الجامعية –الجزائر- 2000

31. فرهاد محمد علي الادهن، الموارد الاقتصادية وموارد الطاقة والبترول،مكتبة الانجلو المصرية 1999.

32. فؤاد قاسم الأمير " حل مشكلة الطاقة هو التحدي الاكبر للبشرية في القرن الحادي و العشرين"، مؤسسة الغد للدراسات والنشر- بغداد- العراق، أيلول 2005.

33. محمد بن محمد ال الشيخ، اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئية، الطبعة الاولى، مكتبة العبيكان، الرياض، 1428هـ،2007.

34. محمد خميس الزوكة، جغرافية الطاقة، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية-مصر، 2001.

35. محمد رأفت اسماعيل رمضان&علي جمعان الشكيل "الطاقات المتجددة"، دار الشروق، لبنان،1988.

36. محمد ماضي، كمال الديب، اقتصاديات الطاقات الناضبة والمتجددة، النشر الجامعي الجديد، 2017 .

37. مظهر بايرلي (مترجم)، ادخار الموارد: تقانات النفط والغاز من اجل أسواق الطاقة المستقبلية، وكالة الطاقة الدولية، الطبعة الاولى 2011، بيروت.

38. محمد مصطفي محمد الخياط "الطاقة مصادرها،أنواعها، استخداماتها" pdf، القاهرة ،يوليو 2006

39. نبيل جعفر عبد الرضا، اقتصاد النفط، دار احياء التراث العربي للطباعة والنشر والتوزيع، الطبعة الاولى،2011 بيروت، لبنان.

40. هاني عمارة، الطاقة ومصادر القوة، الطبعة الأولى، دار غيداء للنشر والتوزيع 2011 عمان.

41. هشام حريز، دور انتاج الطاقة المتجددة في اتخاذ هيكلة سوق الطاقة، مكتبة الوفاء القانونية، الطبعة الاولى2014،الاسكندرية-مصر.

42. كتيب مجمع محمد بن راشد ال مكتوم للطاقة الشمسية ، المستقبل يبدأ هنا ، هيئة كهرباء ومياه دبي، حكومة دبي

ثانياً: القوانين و المراسيم التنفيذية:

43. وزارة الطاقة والمناجم، حوصلة قطاع الطاقة والمناجم 2000-2005

44. مجمع النصوص التشريعية والتنظيمية ، لجنة ضبط الكهرباء والغاز، وزارة الطاقة والمناجم

45. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، القانون99-9 المتعلق بالتحكم بالطاقة، العدد51،المؤرخ في28يوليو1999.

46. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، القانون02-01المتعلق بالكهرباء والتوزيع العمومي للغاز عن طريق القنوات ، العدد8، المؤرخ في05 فبراير2002.

47. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية ،القانون04-09المتعلق بترقية الطاقات المتجددة في اطار التنمية المستدامة ، العدد52،المؤرخ في14 اوت2004.

48. الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، العدد 50، الصادرة بتاريخ 19 جويلية2005

49. الجريدة الرّسميّة للجمهوريّة الجزائريّة، العدد48، 4 رجب 1427 الموافق لـ 30 يوليو سنة 2006

50. الجريدة الرّسميّة للجمهوريّة الجزائريّة /العدد14، 11ربيع الثاني عام 1434هـ الموافق لـ 24فبراير 2013

51. برنامج الطاقات المتجددة والفاعلية الطاقوية، أعدت هذه الوثيقة من قبل وزارة الطاقة والمناجم، وطباعة صات انفو، شركة سونلغاز، مارس 2011، ص28.

52. برنامج تطوير الطاقات المتجددة والنجاعة الطاقوية، وزارة الطاقة، جانفي 2016

53. الورقة القطرية للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، مؤتمر الطاقة العربي العاشر،الطاقة والتعاون العربي، ابوظبي –دولة الامارات العربية المتحدة، 27-29 اكتوبر 2014

54. المرسوم التنفيذي رقم 17- 98 المؤرخ في 29 جمادى الأولى عام 1438 الموافق 26 فبراير سنة 2017.

ثالثاً: البحوث الأكاديمية:

55. خالد عبد الحميد محمد عمر سليمة، اقتصاديات الطاقة الشمسية في مصر" دراسة مقارنة ودراسة قياسية" **اطروحة دكتوراه** في علوم الاقتصاد ، بكلية التجارة قسم الاقتصاد، جامعة عين الشمس، سنة 2012

56. كتوش عاشور،" الغاز الطبيعي في الجزائر وأثره على الاقتصاد الوطني"، **أطروحة دكتوراه** دولة في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر،2003 -2004.

57. عمر شريف، استخدامات الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة، **اطروحة دكتوراه** في العلوم الاقتصادية،كلية العلوم الاقتصادية والتجارية جامعة باتنة،2006-2007.

58. نذير غانية، استراتجية التسيير الامثل للطاقة لأجل التنمية المستدامة، **اطروحة لنيل شهادة دكتوراه** دولة في العلوم التسيير تخصص تجارة دولية 2015 جامعة قاصدي مرباح ورقلة -2014

59. احمد احمد، "النمذجة القياسية للاستهلاك الوطني للطاقة الكهربائية في الجزائر خلال الفترة 1988-2007"، **مذكرة ماجيستر** في العلوم الاقتصادية فرع الاقتصاد الكمي جامعة الجزائر كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير ، السنة الجامعية: 2007-2008

60. بوعشير مريم، "دور وأهمية الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستديمة"، **مذكرة ماجيستر** كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة منتوري قسنطينة،2010 /2011.

61. بلقاسم سرايري، دور ومكانة قطاع المحروقات الجزائري في ضوء الواقع الاقتصادي الدولي الجديد وفي افق الانضمام الى المنظمة العالمية للتجارة، **مذكرة ماجيستير** في العلوم اقتصادية فرع اقتصاد دولي، جامعة الحاج لخضر باتنة، 2007-2008

62. خلود حسام حسنين حسن، اقتصاديات الطاقة الجديدة والمتجددة وامكانية استثمارها في مصر، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في الاقتصاد، كلية التجارة، جامعة عين الشمس،مصر، 2004

63. ذبيحي عقيلة،"الطاقة في ظل التنمية المستدامة، دراسة حالة الطاقة المستدامة في الجزائر"**مذكرة ماجيستر** في العلوم الاقتصادية، فرع التحليل والاستشراف الاقتصادي،كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير ،جامعة منتوري، قسنطينة، سنة 2008-2009

64. طيب سعيدة، **مذكرة ماجيستير**، حول موضوع "الطاقة الشمسية كنموذج للطاقات المتجددة بالجزائر- مشروع ديزرتيك-" في العلوم التجارية ، تخصص ادارة الاعمال، فرع الاستراتجية، بالمدرسة الدكتورالية للاقتصاد وادارة الاعمال جامعة وهران 2، السنة 2014-2013

65. شرين السيد أحمد منشاوي، الاقتصاد الاخضر ودوره في تعزيز التنمية المستدامة في مصر بالتركيز على الموارد المائية، **رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجيستير** في الاقتصاد، كلية التجارة، جامعة عين الشمس، 2016

66. علي ناجي حمودي دراسة وتنفيذ وتحسين أداء محطة ضخ مياه تعمل بالطاقة الشمسيةجامعة تشرين، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، قسم القوى الميكانيكية دراسة أعدت لنيل **درجة الماجستير** في هندسة القوى الميكانيكية،2008-2009

67. معتز عزت عبد الغني الشيمي، **رسالة** الاقتصاد الاخضر: نحو امكانيات استخدام الطاقة الشمسية لتحقيق التنمية المستدامة (بالتطبيق على مصر)،كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة،2015.

68. مشدن وهيبة ،أثر تغيرات أسعار البترول على الاقتصاد العربي خلال الفترة 1973-2003، **مذكرة ماجيستير** معهد العلوم الاقتصادية، فرع النقود والمالية، جامعة الجزائر، 2004-2005 .

69. لطفي مزياني، " الامن الطاقوي للاتحاد الاوروبي وانعكاساته على الشراكة الاوروجزائرية" **مذكرة ماجيستير** في العلوم السياسية ، جامعة الحاج لخضر–باتنة- 2011-2012

70. نورهان عبد الرحمن محمود عبد الرحمن، امكانية التوجه نحو الاقتصاد الاخضر مع التركيز على المباني الخضراء للحد من مشكلة استهلاك الطاقة في مصر،"دراسة مقارنة"، **رسالة ماجيستير** في الاقتصاد، كلية التجارة، عين الشمس ،قسم الاقتصاد، 2018

رابعاً: الدوريات، المؤتمرات والندوات:

71. اقتصاديات الطاقة المتجددة والاثار الاقتصادية لمجالات استخدامها، عمر شريف ،**المؤتمر العلمي الدولي،" التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة"**، 7-8 افريل 2008، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس-سطيف-

72. اقتصاديات الهيدروجين وامكانيات التطبيق لتحقيق التنمية المستدامة، امال رحمان و سلمى عائشة كيحلي، **الملتقى الدولي الثاني حول الاداء المتميز للمنظمات والحكومات** ،كلية العلوم الاقتصادية والتجارية،علوم التسيير، جامعة ورقلة-الجزائر- 22-23 نوفمبر 2011

73. مهماه بوزيان، هل الطاقات المتجددة ليست احفورية وغير ناضبة، مداخلة في **الملتقى الدولي الثاني** حول **الاستثمار في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة**، يومي 5 و6 ديسمبر2018 ،كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية، علوم التسيير، جامعة البليدة2 .

74. عمرو إبراهيم، متطلبات إستخدام الأراضي لمحطات الطاقة الشمسية، ديسمبر 2013، حقوق الطبع والنشر ©المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2013RCREE .

75. استخدام الطاقات المتجددة في التاريخ البشري، الطاقات المتجددة ورهان المستقبل (الطاقة الشمسية والطاقة الريحية نموذجا). عماد إعشيش، طلال بالخيري، الحسين أطركي، خالد مربو، سعيد بوزكراوي.

76. التعاون الإقليمي وأمن الطاقة في المنطقة العربية، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) ،الأمم المتحدة نيويورك،2015

77. سمر خان، باحثة دكتوراة في أمن الطاقة باحثة دكتوراه في أمن الطاقة@Sam_Tardi

78. الابتكار: مفتاح مواجهة ندرة الموارد الطبيعية في القرن الواحد والعشرين مؤسسة، جينيفر ساونبرج، كلينتك التقنية النظيفة، مركز مارس ديسكفري ديستريكت كندا.https://www.envirocitiesmag.com/articles/resource-efficiency/the-key-to-mitigating-resource.php

79. الاستفادة من التجارب العربية الرائدة في الاستثمار في الطاقات المتجددة بالجزائر لتحقيق التنمية المستدامة، اسامة معمري، انور عيدة، محمد الدينوري سالمي، **مجلة اقتصاد المال والاعمال**، المجلد الثالث ،العدد الاول، جوان 2018، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي ، الجزائر

80. الاهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة (دراسة في جغرافية الطاقة)، عبد الرؤوف رهبان، **مجلة جامعة دمشق**-المجلد 27- العدد الاول+ الثاني2011.

81. الغاز الطبيعي والتحول في قطاع الطاقة العربية، حكيم دربوش، تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية2013

82. توفير الوقود الحيوي المستدام ومزياه وعقبات استخدامه، فاطمة مبارك، **مجلة بيئة المدن الالكترونية**، العدد 12 سبتمبر 2015، بلدية دبي.

83. الطاقة الريحية، ايمان صالحي ، **مجلة المغرب العلمي**– العدد الخامس يناير – مارس 2014

84. الطاقة المتجددة ثروة عربية متنامية، **مجلة سياسية اقتصادية استراتجية** تصدر عن "مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتجية" السنة الثانية، يوليو /اغسطس 2011 https://mawdoo3.com/%D9%85%D9%81%D9%87%D9%88%D9%85_

85. الطاقة والبيئة، التنمية المستدامة، افاق ومستجدات نجاة الشيش، المعهد العربي للتخطيط،2001 .تقييم معدلات استهلاك الطاقة في محافظة بابل (2004- 2006) وسياسات الاستدامة البيئية المطلوبة"، محمد علي الانباري، عبد الصاحب ناجي البغدادي، المهندسة لادن طه محمد، **مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والادارية**، العدد20.

86. الاقتصاد الأخضر وأثره علي التنمية المستدامة في ضوء تجارب بعض الدول: دراسة حالة مصر، ساندي صبري ابو السعد، مارينا ماهر عبد المسيح، منى أمام حسين، ميرنا ملاك عبد المسيح، نانسي محسن ناجي ؛ المركز الديمقراطي العربي في قسم الدراسات الاقتصادية، مشاريع اقتصادية، مشاريع بحثية.

87. بلدية دبي تستخدم مصادر الطاقة الخضراء لتنفيد مشاريع الحدائق العامة، العدد الاول-يناير 2012، **مجلة تصدر عن مركز البيئة للمدن العربية**. http://www.envirocitiesmag.com/articles/pdf/envirocities-article3.pdf

88. تحسين كفاءة ووثوقية وديمومة توليد ونقل الكهرباء، محمد سليمان اليماني، Programme 2011, Environment Nations United © Copyrigh

89. توقعات استهلاك الطاقة الاولية في الدول العربية حتى عام 2035 ، مؤتمر الطاقة العربي العاشر،"الطاقة والتعاون العربي"، ابوظبي، دولة الامارات العربية المتحدة، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (اوابك)؛21-23 ديسمبر 2014.

90. خيار الطاقة النووية، هانز هولغر روغنر، عدنان شهاب الدين، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة والتنمية "البيئة العربية

91. ممدوح فتحي، الطاقة النووية و إنتاج الطاقة، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد22 جانفي 2002.

92. "طاقة المستقبل للعالم العربي –مقارنة الطاقة الشمسية بالطاقة الذرية"، المركز الدولي لانظمة المياه والطاقة، أبوظبي، دولة الامارات العربية المتحدة،2010

95. صيانة نظم إنتاج الطاقة الشمسية الفولطاضوئية المستخدمة في الإنارة المنزلية، pdf، فتح الله عفاني & نايسة عبد المولى.www.crid.industry.gov.iq/ar/images/ktb/ktb2009.pdf

94. مدى مساهمة الطاقة الشمسية كمورد اقتصادي مستدام في تحقيق التنمية بالجزائر، سنوسي بن عبو، طيب سعيدة، **مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية**، المجلد 11 / العدد الثاني (2018).

95. مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية (عربيًا وعالميًا) ، هشام الخطيب، **مؤتمر الطاقة العربي الثامن**، المملكة الاردنية الهاشمية، ماي 2006

96. مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من أثار تغير المناخ، **التقرير الخاص بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ ipcc**، ملخص لصانعي السياسات وملخص فني.

97. موقع النفط من مصادر الطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة، مخلفي امينة، **الملتقى الدولي حول الطاقة والتنمية المستدامة**، جامعة ورقلة – الجزائر– العدد 9 –2011.

98. نحو اقتصاد أخضر، مسارات إلى التنمية المستدامة والقضاء على الفقر، مرجع لواضعي السياسات، برنامج الأمم المتحدة للبيئة،03 جوان 2011،نيويورك-http://www.un.org/ar/development/desa/news/sustainable/path-towards-green-economy.html

99. لماذا تحتاج المنطقة العربية لبرنامج كفاءة الموارد، محمد احمد حزام العوه، مسؤول برنامج البيئة وعلوم الأرض، مكتب اليونوسكو الاقليمي بالقاهرة، اكتوبر 2013،" بيئة المدن، **مجلة تصدر عن مركز البيئة للمدن العربي**، العدد السابع/ يناير 2014، كفاءة استخدام الطاقة الطبيعية http://www.envirocitiesmag.com/articles/resource-efficiency/resource-efficiency-programme.php

100. التقرير السنوي 2017منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) ، الكويت http://oapecorg.org/ar/Home

101. التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخIPCC، يوبا سوكونا و ويمون بيش ،ماد خوقان، عثمان ادنهوفر، واخرون، معهد Potsdam لبحوث تاثير المناخ، ، المانيا 2011

102. متطلبات إستخدام الأراضي لمحطات الطاقة الشمسية، عمرو إبراهيم، ديسمبر 2013، حقوق الطبع والنشر ©المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة 2013RCREEE .

103. "الفصل الثاني عشر خزن الطاقة المتجددة "renewable-http://www.taqat.org/energy/953 energy-training.zip

104. الوكالة الالمانية للطاقة، الطاقة المتجددة، تقنيات الطاقة المتجددة قصة نجاح المانيا www.renewables-made-in-germany.com

105. الورشة الدولية الأولى حول الهيدروجين: المتجه الطاقوي ذي المصدر المتجدد "إعلان الجزائر حول الهيدروجين ذي المصدر المتجدد" الجزائر– مدينة العلوم، في 23 جوان، 2005، مركز تطوير الطاقات المتجددة.

106. دليل احصاءات الطاقة، منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكالة الطاقة الدولية 2005، مكتب الاحصاء الاوروبي 2920eurostat – الكسمبورغ.

107. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 2012،3710-1999 ISSN المجلد 28 العدد 2

108. محمد أحمد الدوري، محاضرات في الاقتصاد البترولي، ديوان المطبوعات الجامعية، جامعة عنابة،1983.

109. مخلفي امينة، محاضرات حول مدخل الى الاقتصاد البترولي،2013 –2014العلوم الاقتصادية، جامعة ورقلة .

110. حقيبة الطاقات المتجددة http://portail.cder.dz/ar/spip.php?article400pdf

111. منظمة الدول العربية المصدرة للبترول OAPEC التقرير السنوي، العدد 33 ،2007

112. منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، وكالة الطاقة، الترجمة العربية لدليل احصائيات الطاقة، مارس 2009

113. ملف حول "الطاقة المستدامة" المتجددة، علي عبد الله العرادي، قسم البحوث والدراسات–ادارة الشؤون واللجان والبحوث–مجلس الشورى، 30جانفي 2012
http://www.shura.bh/InformationCenter/Researches/DocLib2/%D9%85%D9%84pdf

114. مايكل ايكهارت رئيس المجلس الأميركي للطاقة المتجددة المجموعة التجارية للصناعة الطاقة المتجددة: التطلع إلى طاقة لا تنضب،19فبراير 2019، https://defense-arab.com/vb/threads/16365/

115. اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية،مركز الدراسات والبحوث غرفة الشرقية، http://www.chamer.org.sa/arabic/information center/studies/documents

116. أنظمة الطاقة الشمسية في الأردن: خفّض فاتورتك وصدّر الكهرباء للشركة ،عباس العقاد، الأحد 12 أيار 2013، https://www.7iber.com/2013/05/home-solar-system/

117. قيس مجيد عبد الحسين علوش ، مفهوم وأهمية النماذج الإقتصادية ، كلية التربية للعلوم الانسانية جامعة بابل ، تاريخ النشر في الموقع 2013/03/15 http://humanities.uobabylon.edu.iq/

118. http://www.radioalgerie.dz/news/ar/article/20160222/69453.html
وكالة الأنباء الجزائرية، البرنامج الوطني للطاقات المتجددة يصبح أولوية وطنية، 20:41 - 22/02/2016

119. http://www.djazairnews.info/regionale/44-2009-03-26-18-33-37/36606-2012-03-21-17-17-56.html النعامة/مشروع محطة تعمل بالطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء 18:17 2012 الأربعاء, 21 مارس

120. https://www.alborsanews.com/2016/01/26/798837
دراسة أمريكية: التحول نحو الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء أرخص من المتوقع،الثلاثاء 26 -1- 2016

121. https://mostaqbal.ae/california-solar-mandate
قانون كاليفورنيا الجديد للطاقة الشمسية سيغير مستقبل الطاقة النظيفة،مرصد المستقبل

122. https://www.albayan.ae/across-the-uae/news-and-reports/2016-06-03-1.2736000?service=mobile&amppagelayout=amp
جريدة الإمارات اليوم - «دبي تُنتج 1000 ميغاواط كهرباء بـ «الطاقة الشمسية المركّزة.

123. https://www.government.ae/ar-AE/information-and-services/environment-and-energy/water-and-energy/energy-#need-for-energy-efficiency
البوابة الرسمية لحكومة الامارات العربية المتحدة ،حكومة امارات، الطاقة

124. www.annabaa.org/nbanews/61/195.htm هل تصلح الطاقة المتجددة ما افسدته الطاقة التقليدية مقال

125. http://www.env-news.com/?p=5442
سهيل كيوان، مدير مركز الطاقة،جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية،اربد–الاردن– (مركز البيئة للمدن العربية) ، يوليو9, 2013

126. https://www.philadelphia.edu.jo/philadreview/issue6/no6/17.pdf
مقال هندسة الطاقات المتجددة لوكاع محمد

127. https://portail.cder.dz/ar/spip.php?article662 كامل الشيرازي، مقال الجزائر تحوّل الهيدروجين لإنتاج الطاقة بالوقود والماء، البوابة الجزائرية للطاقات المتجددة ، تاريخ النشر الأحد 12 جوان 2011 على الساعة 19:55 ، تم الاطلاع يوم13 ماي 2016 على الساعة 14:37

128. http://www.khayma.com/madina/m1-eng/disel-eng.htm
محرك الديزل ومستقبل توليد الطاقة الكهربائية، مظفر شعبان،كلية الهندسة الكهربائية والالكترونية،جامعة حلب - سوريا

129. https://www.alaraby.co.uk/supplementmoneyandpeople
الجزائر تمتلك مصادر متنوعة لإدراة اقتصادها، الجزائر لبشير مصيطفى _ محمد أبو عبد الله،7 سبتمبر2015

130. https://www.djazairess.com/elkhabar/277902
أدرار تحتضن أكبر مشروع في مجال الطاقة المتجددة حقل لإنتاج الكهرباء عبر الرياح بقوة (850 ميغاواط)

131. https://www.djazairess.com/eloumma/11279
سعر الكهرباء المستخرجة من الطاقة الشمسية سيكون مدعما، الجزائر، 07-05-2010، ق.

132. https://portail.cder.dz/ar/spip.php?article3141مناقصة لتجسيد المشروع الضخم للطاقة الشمسية

133. http://resourcecrisis.com/conservation/15-5

ترشيد استهلاك الطاقة ضرورة حتمية لإستمرار التنمية، لحمدي البنبي، وزير البترول المصري الأسبق. 17فبراير،2011،

134. http://www.zoomtunisia.tn/article/10/30940.html

فيديو.. كيف تنتج كهرباء فى منزلك وتبيعها للحكومة؟زووم تونيزيا | الإثنين، 6 أبريل، 2015 على الساعة 19:19

135. http://www.envirocitiesmag.com/articles/renewable-energy-the-power-of-the-future/sustainable-harvested-bio-fuels-availability-advantages-and-obstacles-for-promotion.phpمقال توفير الوقود الحيوي المستدام ومزاياه وعقبات استخدامه، فاطمة مبارك

136. www.iraqi-datepalms.net موسى الفياض، عبير ابو رمان، الوقود الحيوي الأفاق والمخاطر والفرص، 2009 المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، المملكة الاردنية الهاشمية

137. http://www.envirocitiesmag.com/articles/renewable-energy-the-power-of-the-future/ renewable-energies.php مقال انواع الطاقات المتجددة –هل تعد حلا لتلبية الطلب العالمي على الطاقة– الطاقة الكهرومائية،

138. https://www.alkhafji.news/2017/07/01/343967.html

التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيير المناخ، انخفاض إنتاج تكاليف الكهرباء بالوقود مقارنة بالطاقة الشمسية قد تحد من استخدامها، 1 يوليو 2017على الساعة 5:51

139. http://www.envirocitiesmag.com/articles/pdf/envirocities-article2.pdf

الطاقة المتجددة سر الاهتمام! و الى اين؟ الاستاذ الدكتور سهيل كيوان ، مدير مركز الطاقة، جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية، اربد–الاردن، مركز البيئة للمدن العربية ،العدد الاول–يناير 2012

140. http://www.chamer.org.sa/arabic/information center/studies/documents

اقتصاديات الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية،مركز الدراسات والبحوث غرفة الشرقية

141. http://science.ma/%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7 إيمان الصالحي / مراجعة : الحسين اطركي، مقال الطاقة الشمسية الحرارية المركزة، 2015/03/06

142. http://Science.Ma/%D8%B3%D9%84%D8%B3%D9%84%D8%A9-%

إيمان الصالحي/مراجعة : الحسين اطركي، سلسلة الطاقة الشمسية الحرارية المركزة (3): لواقط التركيز من خلال البؤرة، 2015/04/30

143. http://science.ma/%D8%B3%D9%84%D8%B3%D9%84%D8%A9-

إيمان الصالحي/مراجعة: الحسين اطركي، سلسلة الطاقة الشمسية الحرارية المركزة(2): لواقط التركيز الخطية، 2015/04/10

144. http://www.aljazeera.net/news/scienceandtechnology/2015/4/19

البرك الشمسية مصدرا للطاقة المتجددة، لوحيد محمد مفضل

145. http://kawngroup.com/solar-cells/#more-8مقال الخلايا الشمسية ،إعداد م.محمد نور زوكار

146. https://www.swissinfo.ch/araمعرض ذكريات مشمسة بجامعة هارفارد الأمريكية في مدينة كامبريدج

147. http://solarsnipers.com/pages/article_details/photovoltaic-systems

انظمة توصيل الطاقة الشمسية لفولطاضوئية، الكاتب كريم رشدي، رقم 2481

148. http://solarsnipers.com/pages/article_details/photovoltaic-systems

الخلايا الكهروضوئية: الأنواع و الفعالية، يوسف همو/مراجعة– الحسين اطركي ، 2015/04/03

149. http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16678

تقرير حول قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، مشروع رقم(IMC/ PS 217)2006 ديسمبر

150. http://www.envirocitiesmag.com/articles/energy-efficiency/renewable-energy-in-gulf.php

مقال استخدام الطاقات المتجددة في دول الخليج ،احمد مصطفى امام، هيئة التنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، وزارة الكهرباء والطاقات المتجددة ، التقرير السنوي 2012–2013.

151. http://www.taqat.org/energy/696 كارثة فوكوشيما النووية ومستقبل الطاقة المتجددة في العالم

152. http://www.france24.com/ar/20110531-germany-end-civil-nuclear-energy-reactors-offline-2022، البرنامج النووي،2011/05/31. كيف ستتخلى ألمانيا عن الطاقة النووية؟ علاء الدين بونجار

153. http://www.akhbarak.net/articles/7136510 05:22 ،15.02.2012 ، شأ أ–الجـ زاءُ ر

154. http://www.elkhabar.com/ar/economie/277902.html الأحد 22 جانفي 2012أدرار: م. طوهرية

155. http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%AE%D8%B5%D9%A8" تخصيب اليورانيوم"

156. http://www.alarabiya.net/ar/aswaq/2015/06/17/-b1% d9%8a%.html
مقال في الاقتصادية "بريتيش بتروليوم": تحولات كبيرة في الإنتاج والاستهلاك العالمي للطاقة، لنعمت ابو الصوف، الأربعاء 17 يونيو 2015.

157. http://www.alarabiya.net/ar/aswaq/2015/06/17/-%B8A%.html
تحولات كبيرة في الإنتاج والاستهلاك العالمي للطاقة، بريتيش بتروليوم، نعمت ابو الصوف ، الأربعاء 17 يونيو 2015.

المراجع باللغة الاجنبية:

158. Acket claud, vaillant Jacques,les énergies renouvelables etat des lieux et prespectives, edition technip,paris 2011

159. Anne labouret, michel villoz, energie solaire photoviltaique 4eme edition le moniteur, dunod, paris2009

160. Anne – Marie Dupuy,les energies renouvelables et leur utilisateur, editeur ; canopé – CRDP du limousin ,français, 2010.

161. Bernard Wiesznfeld, "L'énergie en 2050 :Nouveaux défis et faux espoirs", Editeur EDP Sciences, 2005 ,France.

162. Bermard wiesenfeld, promesses et réalites des energies renouvelables, inter section, France, 2013 .

163. Brendan foxet coll, énergie éolienne et intégrationau reseau, l »usine nouvelle, dunod2009 paris.

164. Bernadette Le Baut-Ferrarese, Isabelle Michallet «Droit des énergies renouvelables», editions moniteur,paris 2008

165. Bernadette Mérenne-Schoumaker,"Géographie de l'énergie", Edition Nathan, 1997.

166. Chems-Eddine Chitour,Géàpolitique Du Pétrole Et Stratégie Des Etats.

167. Chems-Eddine Chitour, (2003), Pour une strategie ènergetique de l'Algerie à l'orizon 2030, Office des publication universitere , Algerie.

168. Chems-Eddine Chitour : L'energie ,Les Enjeux De L'an 2000, OPU, Alger,1994 ,

169. François Houtart et Geneviève Lemercinier , l'énergie et la culture l'harmattan, paris centre tricontinental Louvain –la – neuve 1990.

170. Jacques percebois "L'énergie solaire prespectives economiques « éditions du centre natonal de la recherche scientifique 15 ,quaianatola – France- 75700 paris. l'énergie d'aujourd'hui et de demain,septembre 2010

171. Jacque Bernard, génie énergétique, energie solaire,calculs et optimisation, ellipses, paris2004.

172. jean christiane l'homme , les energies renouvelables,editeur Delachaux et miestle, 2001 Alain liebaro , Broché

173. Jean christian lhomme, - les énergies renouvelables –préface d'alain liébard, systemes solaires 2eme edition 2004

174. Jean-pierre Hansen; Jacques percebois , Energie, l'énergie et politique, 1er édition,3eme tirage, 2011, de boeck ,Belgique.

175. Jean Hladik, H .Adam, J.Bernard, D.Bonnell,… et les autres "les énergies renouvelables aujourd'hui et demain ", édition, ellipses,7 juin2011

176. Jean Luc Léonard, Demain, l'hydrogène, ATHENA, N°213,jombes, Septembre 2005

177. Hussen Ahmed, Principles of Environmental Economics, Published by Routledge, second edition,New York, 2004.

178. Mohamed amjahdi, jean lemale, adopter le solaire, thermique et photovoltaique , dunod, pais,2011

179. Mohamed benhaddadi et guy olivier, dilemmes energetiques,ed presses de l'univ de québec, canada 2008

180. Mats Karlsson,chair,UN-Energy,The energy challenge for achieving the millennium development goals,united nations,New Yourk 2015

181. M.king hubbert, Nuclear energy and the fossil fuels,American petroleum institute, texas, 1956

182. Ottmar Edenhofer, Ramón Pichs-Madruga, Youba Sokona, And Others, Renewable Energy Sources And Climate Change Mitigation Special Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change(Ipcc),Canbridge University Press,Usa Firste Published 2012.

183. y. mainguy , L'économie de l'énergie, préface de j.ullmo ,dunod paris 1967.

184. wood mackenzie, gdf suez upstream coal integration study, final report 04 /12/09 (l'energie et politique)

185. Abderrahmane Hamidat, Etude et Réalisation d'une Mini centrale Photovoltaïque Hybride pour l'Electrification du Refuge Assekrem (Tamanrasset), Revue des Energies Renouvelables Vol,10 N°2(2007), Centre de Développement des Energies Renouvelables, Bouzaréah, Algéria

186. Boudghene Stambouli, H. Koinumab Renewable and Sustainable Energy Reviews 2011Elsevier Ltd. All rights reserved ARTICLE IN PRESS.

187. Données & Indicateurs, Consommation Energétique Finale de l'Algérie, Chiffres clés Année 2007, Edition 2009

188. Najla Gharbi, Le centrale hybride de Hassi R'mel, Bulletin des Energies Renouvelables.

189. Centre de Développement des Energies Renouvelables, Bouzaréah, Algéria, N°21, 2011

190. Rachid BENDIB, ECONOMETRIE, Théorie et applications, Alger OPU 2001

191. Sari Hassoun Salaheddine ,Mékidiche Mohammed, Etudier l'Impact des Energies Renouvelables sur le Facteur Economique du Développement Durable en Algérie : Essai de Modélisation . June 2018,https://www.researchgate.net/publication/325896748

192. Senouci ben abou ,Les enjeux de la transition énergétique en Algérie, Le Premier Colloque sur les politiques d'utilisation des ressources énergétiques : entre les exigences du développement national et la sécurité des besoins internationaux, Faculté des Sciences Economiques, Sciences Commerciales et Sciences de Gestion,univ sétif 1 ; 7 – 8 avril 2015

193. The Nuclear Energy Agency And The International Atomic Energy Agency, Oecd 2016,Uranium 2016: Resources, Production And Demand.

194. International Energy Agency, World Energy Outlook 2004

195. Walid KREMIA, Pénétration des Energies Renouvelables dans les réseaux isolés du Sud, Direction Générale de la Stratégie et de la Prospective Direction de la Planification, Sonelgaz

196. Guide des Energies Renouvelables, Ministre de l'énergie et des mines algérie, Edition 2007

197. programme des énergies renouvelables et de l'éfficacité énergétique ,mars 2011www.mem-algeria.org.

198. Renewables 2018 Global Status Report; Rapport Sur Le Statut Mondial Des Énergies Renouvelables 2018, Ren21,

199. Renewable Energy Resource Atlas Algerian ; 1st edition 2019 ,edition, noureddine yassaa, said diaf, rahma bessah, CDER, mars 2019

200. BP Statistical Review of World Energy,June 2018 , 67th edition.

201. Bilan energetique national année 2016-2015

202. International renewable Energy Agency "IRENA",solar photovoltaics,volume 1 power sector ,issue 4/5, Abu Dhabi, 2012

203. International Energy Agency,World Energy Investment Outlook 2003-2004

204. New energy Algeria, Etude d'impact sur l'environnement préalable à la réalisation d'une Centrale électrique à énergie solaire dans la région de hassi r'mel,octobre 2004

205. Rapport d'activiti Annuel 2014, creg

206. Rapport Mondial 2010 sur l'Energie Eolienne ; www.wwec2011.net

207. wind-energy-training.zip http://www.taqat.org/energy/953

208. Bulletin n° 63 de l'ASPO, Mars 2006, Association for the Study of Peak Oil & Gas (ASPO) ,www.peakoil.net

209. rc-2015-trends-in-global-co2-emissions-2015-report-98184 , jos.olivier@pbl.nl

210. http://solarsnipers.com/pages/article_details/solar-panels-price

211. http://ademe.typepad.fr/files/guide_ademe_energie_eolienne.pdf؛l'énergie éolienne

212. https://solargis.info/imaps/

213. http://www.arabsolarenergy.com/2015/10/solar-energy-storage.html? 1444391524114=1

214. https://www.teslamotors.com/fr_FR/powerwall?redirect=no,TESLA,12-07-2016

215. http://www.arabsolarenergy.com/2014/12/solar-energy-battries.html

216. http://www.photovoltaique.guidenr.fr/cours-photovoltaique-autonome-1/maison-individuelle-alimentee-installation-photovoltaique-autonome.php

217. Portail Algerien des energie renouvelables, La première centrale solaire est née http://portail.cder.dz/IMG/article_PDF/article_a841.pdf

218. El Watan économie ,énergies nouvelles ,du 12 au 18 septembre 2011.

219. *www.lshc.co.uk/downloads/ nonrenewable*.pdf london hydrogen artnership

220. https://portail.cder.dz/ar/spip.php?article3339 projet 343 mwc en photovoltaique

221. http://www.sktm.dz/?page=article&id=56

222. http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables

223. http://www.andi.dz/index.php/ar/les-energies-renouvelables

224. http://web.archive.org/web/20180129140344/http://www.constructionweekonline.com/article-16983-afdb-helps-fund-144bn-moroccan-solar-project/ AfDB helps fund $1.44bn Moroccan solar project by John Bambridge on May 22, 2012

225. http://www.paysdelaloire.fr/uploads/tx_oxcsnewsfiles/ STRATEGIE_TRANS_ENERGIE. pdfStratégie Régionale De Transition Energétique

226. http://www.sonatrach.com/index.php?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=105, 03/08/2017a 09:03

المواقع الالكترونية:

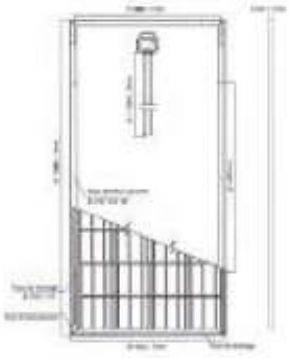
http://www.andi.dz	Agence Nationale de Développement de l'Investissement
https://www.cder.dz	Le Centre de Développement des Energies Renouvelables
https://portail.cder.dz	Portail des Energies Renouvelables en Algérie
http://www.sonelgaz.dz	
https://www.sonatrach.dz	
www.neal-dz.net	New energy algeria
http://www.energy.gov.dz	Ministere de l'energie
http://www.naftal.dz	
http://www.creg.dz/	La Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz
http://www.credeg.dz/	Centre de recherche et de développement de l'electricité et du gaz
http://www.meer.gov.dz/ar/	Ministere de l'environement et des energies renouvelables
https://www.bp.com	Statistical review of world energy
www.sktm.dz	Shariket Kahraba wa Taket Moutadjadida
http://oapecorg.org	Organization of Arab Petroleum Exporting Countries
https://www.iea.org/	International energy agency
http://www.oecd.org/	Organisation for Economic Co-operation and Development
http://www.rcreee.org/	Centre régional pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique
www.uncp.org	Programme des nations unies pour l'environnement
http://www.ons.dz/-Demographie-.html	Office National des Statistiques

الـمـلاحـق

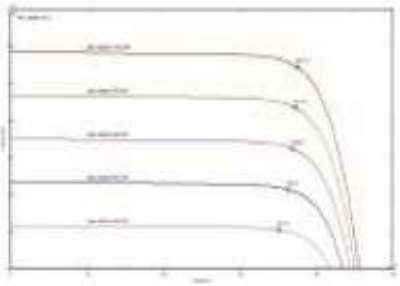
Module solaire photovoltaïque

Monocristallin 72 cellules

310/315/320Wc



Courbe I-V



Caractéristiques électriques

Type de module	Unité	CEM310M-72	CEM315M-72	CEM320M-72
Puissance nominale	Wc	310	315	320
Tension en circuit ouvert (Vco)	V	45,60	45,73	45.90
Courant de court Circuit Isc	A	9,80	8.92	9,26
Tension mpp Vmpp	V	36,20	37.15	36,60
Courant mpp Impp	A	8,56	8,48	8,74
Tension maximale du système VDC	V	1000		
Charge maximale De fusibles (A)	A	15		
Facteur de température (cellule):				
Température nominale de fonctionnement		NOCT	45±2°C	
Coefficient de température de puissance		%/°C	-0.41	
Coefficient de température de courant		%/°C	+0.06	
Coefficient de température de voltage		%/°C	-0.32	

Caractéristiques mécaniques

Type de cellule	Cellule monocristalline avec anti-reflection
Nombre de cellules par module	72 cellules (6x12)
Dimensions de la cellule	165x165 mm
Dimensions du module	1956x992x50mm
Poids du module	23.5 Kg
	Alliage en aluminium anodisé
Type de verre	Verre trempé, 3.2 mm d'épaisseur
Boite de jonction et connecteur	IP65;3 Diodes By-passe et câbles compatibles avec un connecteur MC4
Température d'utilisation	- 40°C à 85°C

STC Irradiation 1000w/m² Température de la cellule 25°C AM =1.5

NOCT Irradiation 800w/m² Température Ambiante 20°C AM =1.5 Vitesse de vent 1m/s

Condor

Prenez votre envol !

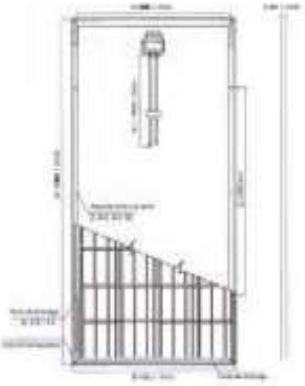
N°Vert 3075

www.condor.dz

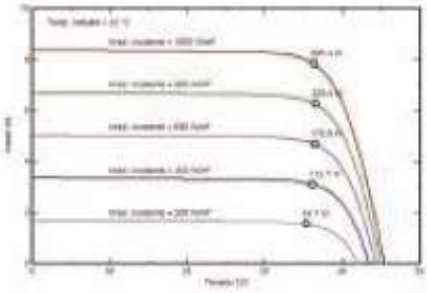
Module solaire photovoltaïque

Polycristallin 72 cellules

280 / 285 / 300Wc



Courbe I-V



Caractéristiques électriques

Type de module	Unité	CEM280P-72	CEM285P-72	CEM300-72
Puissance nominale	Wc	280	285	300
Tension en circuit ouvert (Vco)	V	43.30	44.67	45.60
Courant de court Circuit Isc	A	8.24	8.55	8.88
Tension mpp Vmpp	V	35.61	35.81	36.80
Courant mpp Impp	A	7.93	7.95	8.15
Tension maximale du système VDC	V	1000		
Charge maximale De fusibles (A)	A	15		
Facteur de température (cellule):				
Température nominale de fonctionnement		NOCT	45±2°C	
Coefficient de température de puissance		%/°C	-0.39	
Coefficient de température de courant		%/°C	+0.06	
Coefficient de température de voltage		%/°C	-0.33	

Caractéristiques mécaniques

Type de cellule	Cellule polycristalline avec anti-reflection
Nombre de cellules par module	72 cellules (6x12)
Dimensions de la cellule	156x156 mm
Dimensions du module	1956x992x50 mm
Poids du module	23,5 Kg
Cadre	Alliage en aluminium anodisé
Type de verre	Verre trempé, 3.2 mm d'épaisseur
Boite de jonction et connecteur	IP65;3 Diodes By-passe et câbles compatibles avec un connecteur MC4
Température d'utilisation	- 40°C à 85°C

STC Irradiation 1000w/m² Température de la cellule 25°C AM =1.5

NOCT Irradiation 800w/m² Température Ambiante 20°C AM =1.5 Vitesse de vent 1m/s

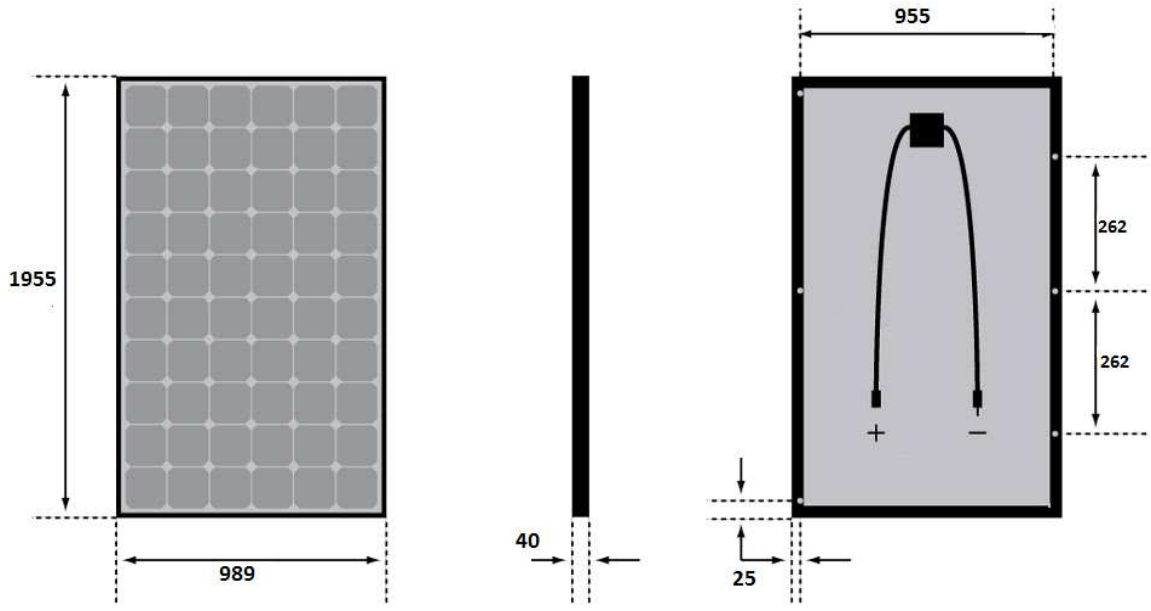
Condor
Pensez votre envol !

N°Vert 3075
www.condor.dz

UNITE PHOTOVOLTAÏQUE

Caractéristiques mécaniques		Caractéristiques techniques (avec une tolérance de -/+ 3%)	
Type de cellules	Polycristalline 156*156	**Pmax**	**320Wc**
Nbr de cellules	72 (6*12)	**Vmp**	31 V
Dimensions	1955*989*40	**Imp**	8.1 A
Poids	21Kg	**Vco**	46 V
Le verre	3.2mm, haute transparence, faible teneur en fer, verre trempé	**Icc**	8.6 A
		Température et coefficient	
Cadre Al	Aluminium anodisé	**Température de fonctionnement**	-40°C~ + 85 °C
Boite de jonction	IP65	**Coefficient de température de Pmax**	-0.413 (%/°C)
		Coefficient de température de Vco	-0.334 (%/°C)
Câblage	TUV 1*4.0mm²/UL12AWG	**Coefficient de température d'Icc**	0.0509 (%/°C)

Schéma du module



Entreprise Nationale des Industries Electroniques
Unité photovoltaïque
Route de Mascara Z.I BP 101, Sidi Bel Abbés, 22000 – ALGERIE
Tél : +213 48 75 95 29 Tél/Fax : +213 48 75 91 18
Email : dir_enr@enie.dz

LISTE DES INSTALLATEURS CESI

- **Alger**
  EURL ENER PLUS
  Tel. : 021 85 47 77
  Mob. : 05 50 01 97 22
  05 61 63 86 38
- **Alger**
  SARL IRIS
  JC INDUSTRIAL
  Tel. : 021 48 05 60
- **Alger**
  EURL D'ONE
  Tel. : 021 98 50 35
  Mob. : 06 71 55 20 02
- **Alger**
  EURL ALGERIAN SOLAR COMPANY (ASC)
  Tel. : 021 82 42 89
  Mob. : 05 55 04 82 43
  05 50 59 53 96
- **Alger**
  EURL GES ENGINEERING
  Mob. : 05 54 32 20 83
  06 72 40 70 56
- **Alger**
  SARL LEADER SOLAR ALGERIA (Soliner)
  Mob. : 05 60 40 80 73
  05 60 40 51 02
  05 60 40 37 74
- **Bejaia**
  EURL ETDER
  Mob. : 05 53 25 20 80
- **Biskra**
  EURL NGT MEZIANI
  Tel. : 033 52 30 10
  Mob. : 06 61 37 42 68
- **Boumerdès**
  SNC SUNDOUS ENERGY
  Mob. : 07 72 63 59 42
  05 56 98 72 51
  05 59 43 38 39
- **Boumerdès**
  EURL MATRELEC
  Tel. : 024 91 28 61
  Mob. : 05 55 04 50 48
- **Djelfa**
  MEDJHOUM ZOUHIER NEW SOLAR
  Tel. : 021 69 09 58
  Mob. : 06 63 90 99 37
- **Ghardaia**
  ELECT WORK BAAMARA MOHAMMED
  Mob. : 06 99 99 64 16
  05 51 60 33 71
- **Laghouat**
  MEK ENERGIE
  Mob. : 05 50 41 25 61
- **Laghouat**
  TEGGARI TAHAR
  Mob. : 05 50 05 52 75
- **Oran**
  SARL SETORKIEV INVEST
  Mob. : 06 65 13 50 69
- **Oran**
  EURL ALTIME SERVICES
  Mob. : 05 55 62 36 93/95
  05 61 79 03 54
- **Oum El Bouaghi**
  EURL CLIMAT ECO
  Tel. : 032 69 73 73
  Mob. : 06 96 89 46 22
- **Tizi Ouzou**
  IGUENANE MOHAMED
  Mob. : 06 61 76 97 17
  06 57 45 43 90

APRUE
Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie
Adresse : 02 Rue de Cheraga -Hydra
Tél. : 021 60 27 11
Email: info@aprue.org.dz

وزارة الطاقة
الوكالة الوطنية لتطوير استخدام الطاقة و ترشيدها
Ministère de l'Energie
L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie

سخان الماء الشمسي
اقتصادي و ايكولوجي
Le chauffe-eau solaire,
c'est Economique
et Ecologique

استفيدوا من
دعم مالي بنسبة

Bénéficiez d'une
aide financière de

45%

من قيمة تزويد و تركيب
جهاز سخان
الماء الشمسي

sur la fourniture et
l'installation d'un
chauffe-eau solaire

بتدعيم الصندوق الوطني للتحكم في الطاقة و الطاقات المتجددة و المشتركة
Avec le Soutien du Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie et pour les Energies renouvelables et de la Cogénération « FNMEERC »

CONDOR ELECTRONICS
SPA au Capital de 2 450 000 000 DA
Fabrication, commercialisation et SAV d'appareils électroménagers, électroniques
produits informatiques panneaux photovoltaïques
Conception et développement de produits frigorifiques et de climatisation

ISO 9001:2008
ISO 14001:2004
OHSAS 18001:2007
TÜVRheinland CERTIFIED
www.tuv.com ID 9105081967

KITS SOLAIRE DE 2000Wc

Branchement simultané de :		Pendant :
	10 Lampes à LED de 18W	**08** heures/jour
	01 Television LED de 85 W	**06** heures/jour
	01 Récepteur de satellite de 35W	**06** heures/jour
	01 Frigo d'une consommation de 1200 Wh/jour	**24** heures/jour
	01 Micro-ordinateur de 120 W	**06** heures/jour
	01 Machine a lave de 400W	**01** heures/jour
	03 Chargeurs portables de 5W	**06** heures/jour
	Autre charge de 400 W	**02** heures/jour

Montant totale du kit Fourniture :…….587 300.00…….DA/TTC

Zone d'activité Route de M'sila Lot 70, Section 161, Borj Bou Arréridj 34 000 – Algérie.
Tél. : +213 (0) 35 87 63 14 / +213 (0) 35 87 63 00/04 Fax : +213 (0) 35 87 63 84 / 63
R.C. N°: 34/00-0462772B02 – NIS : 000234010086358 – NIF : 000234046277228
www.condor.dz / e-mail : ddp.condor@condor.dz ddp.marche@condor.dz info@condor.dz
N°Vert 3075

CONDOR ELECTRONICS

SPA au Capital social de 4 277 000 000 DA
Fabrication, commercialisation et SAV d'appareils électroménagers,
électroniques produits informatiques et panneaux photovoltaïques
Conception et développement de produits frigorifiques et de climatisation

Zone Industrielle Ilot 70 Route de M'Sila — Zone d'act. Bordj Bou Arreridj
Tél. 036 87 33 99 - Fax 0 35 87 61 61 — Email = info@condor.dz

Bordj Bou Arreridj le : 01.10.2018

DEVIS Nº : 1218004489

CLIENT: VENTES DIVERS PANNEAUX SOLAIRES
ADRESSE: Bordj-Bou-Arréridj
RC Nº:
ID FISCALE:
VILLE: Bordj-Bou-Arréridj
ART. IMP. Nº:
C.POSTAL: 34000
N.I.S:
Début validité: 01.10.2018
Fin de validité: 05.10.2018

NOTES:

Code	Désignation	Quantité	Unité	PU HT	TVA (%)	RTA	Montant HT
CEM250P-60	PANNEAU SOLAIRE POLY 250W / 60 CELLULES	54	PCE	23.361,34	19	0	1.261.512,36
CSI3-9K2	INVERTER POMPE SOLAIRE 9,2KW /380V	1	PCE	217.394,96	19	0	217.394,96
CSP3-38095	POMPE SOLAIRE SUBMERSIBLE 9,2KW-38M3/H	1	PCE	139.327,73	19	0	139.327,73
PVBX32	COFFRET DE PROTECTION POMPAGE PVBX32	1	PCE	42.593,59	19	0	42.593,59
400701000794	CONNECTEUR MC4 SIMPLE	5	PCE	168,07	19	0	840,35

Nos produits sont garantis mois pièces de rechange et main d'oeuvre auprès de nos SAV.

Disponibilités:
Mode de règlement:

Délai de paiement:
Pour établir la facture veuillez ramener:
Copie du RC et la carte fiscale
La validité de cette offre est de 4 jours.

Remise	**0,00**
Total HT	**1.661.668,99**
Total RTA	**0,00**
T.V.A.	**315.717,11**
Timbre	**0,00**
Total TTC	**1.977.386,10**

Arrêté le présent devis à la somme:
UN MILLION NEUF CENT SOIXANTE-DIX-SEPT MILLE TROIS CENT QUATRE-VINGT-SIX DINAR ALGERIEN DIX CENTIMES

L'ENTREPRISE

– .....(بدون تغيير حتى)

– المساهمة في تسجيل الشهادات الحية المرتبطة بموضوعها، لا سيما شهادات المجاهدين،

– المساهمة في ترقية كتابة التاريخ وتلقينه للأجيال الناشئة،

– تقديم المساعدة لمختلف القطاعات والمؤسسات في المواضيع ذات الصلة بمهامها،

– المساهمة في المحافظة على الذاكرة الوطنية وإبراز المثل العليا للأمة،

– العمل على عصرنة النشاطات المتحفية من خلال استخدام تكنولوجيات الإعلام والاتصال الحديثة، لا سيما إدراج التقنيات التفاعلية،

– تأسيس بنك معطيات يتعلق بالتراث التاريخي والثقافي،

– .....(الباقي بدون تغيير)....."

المادة 3 : تتمم أحكام المرسوم التنفيذي رقم 08 – 170 المؤرّخ في 7 جمادى الثانية عام 1429 الموافق 11 يونيو سنة 2008 والمذكور أعلاه، بمادة 6 مكرر، تحرر كما يأتي :

"*المادة 6* مكرر : تحدد حقوق الدخول للمتاحف والمتاحف الولائية للمجاهد بموجب قرار مشترك بين وزير المجاهدين ووزير المالية.

غير أن الدخول للمتاحف والمتاحف الولائية للمجاهد مجاني بالنسبة لتلاميذ المؤسسات المدرسية والطلبة".

المادة 4 : تعوض تسمية "ملحقات المتاحف الجهوية للمجاهد"، بتسمية "متاحف ولائية للمجاهد" في جميع أحكام المرسوم التنفيذي رقم 08 – 170 المؤرّخ في 7 جمادى الثانية عام 1429 الموافق 11 يونيو سنة 2008 والمذكور أعلاه.

المادة 5 : ينشر هذا المرسوم في الجريدة الرّسميّة للجمهوريّة الجزائريّة الدّيمقراطيّة الشّعبيّة.

حرر بالجزائر في 27 رمضان عام 1438 الموافق 22 يونيو سنة 2017.

عبد المجيد تبون

مرسوم تنفيذي رقم 17–204 مؤرّخ في 27 رمضان عام 1438 الموافق 22 يونيو سنة 2017، يتمم المرسوم التنفيذي رقم 17–98 المؤرّخ في 29 جمادى الأولى عام 1438 الموافق 26 فبراير سنة 2017 الذي يحدد إجراء طلب عروض لإنتاج الطاقات المتجددة أو المنبثقة عن الإنتاج المشترك وإدماجها في المنظومة الوطنية للتزويد بالطاقة الكهربائية.

إنّ الوزير الأول،

– بناء على تقرير وزير الطاقة،

– وبناء على الدستور، لا سيما المادتان 99 – 4 و143 (الفقرة 2) منه،

– وبمقتضى المرسوم الرئاسي رقم 17– 179 المؤرخ في 27 شعبان عام 1438 الموافق 24 مايو سنة 2017 والمتضمن تعيين الوزير الأول،

– وبمقتضى المرسوم الرئاسي رقم 17– 180 المؤرخ في 28 شعبان عام 1438 الموافق 25 مايو سنة 2017 والمتضمن تعيين أعضاء الحكومة،

– وبمقتضى المرسوم التنفيذي رقم 15 – 302 المؤرّخ في 20 صفر عام 1437 الموافق 2 ديسمبر سنة 2015 الذي يحدد صلاحيات وزير الطاقة،

– وبمقتضى المرسوم التنفيذي رقم 17 – 98 المؤرّخ في 29 جمادى الأولى عام 1438 الموافق 26 فبراير سنة 2017 الذي يحدد إجراء طلب عروض لإنتاج الطاقات المتجددة أو المنبثقة عن الإنتاج المشترك وإدماجها في المنظومة الوطنية للتزويد بالطاقة الكهربائية،

يرسم ما يأتي :

المادّة الأولى : يتمم هذا المرسوم بعض أحكام المرسوم التنفيذي رقم 17–98 المؤرّخ في 29 جمادى الأولى عام 1438 الموافق 26 فبراير سنة 2017 والمذكور أعلاه.

المادّة 2 : تتمم أحكام المادة 20 من المرسوم التنفيذي رقم 17–98 المؤرّخ في 29 جمادى الأولى عام 1438 الموافق 26 فبراير سنة 2017 والمذكور أعلاه، وتحرر كما يأتي :

"المادة 20 : يصرح بعدم جدوى طلب عروض المستثمرين، في الحالات الآتية :

- .....(بدون تغيير).....،

- إذا تم إقرار مطابقة تعهد واحد، باستثناء الحالة التي يحدد فيها سعر أقصى لسعر بيع الكيلو واط ساعي، في وثائق ملف طلب العروض، ويمثل أحد معايير الأهلية للتعهد،

- .....(الباقي بدون تغيير)....."

المادة 3 : تتمم أحكام المادة 41 من المرسوم التنفيذي رقم 17 - 98 المؤرّخ في 29 جمادى الأولى عام 1438 الموافق 26 فبراير سنة 2017 والمذكور أعلاه، وتحرر كما يأتي :

"المادة 41 : يصرح بعدم جدوى طلب العروض بالمزاد، في الحالات الآتية :

- .....(بدون تغيير).....،

- إذا تم إقرار مطابقة تعهد واحد، باستثناء الحالة التي يحدد فيها سعر أقصى لسعر بيع الكيلو واط ساعي، في وثائق ملف طلب العروض، ويمثل أحد معايير الأهلية للتعهد،

- .....(الباقي بدون تغيير)....."

المادة 4 : ينشر هذا المرسوم في الجريدة الرّسميّة للجمهوريّة الجزائريّة الدّيمقراطيّة الشّعبيّة.

حرر بالجزائر في 27 رمضان عام 1438 الموافق 22 يونيو سنة 2017.

عبد المجيد تبون

ش.ش.ع

SDO

شركة توزيع الكهرباء والغاز للغرب

Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Ouest

Consommation moyenne des appareils électroménagers en énergie électrique

متوسط استهلاك الآلات الكهرومنزلية للطاقة الكهربائية

Appareil جهاز	Puissance (w/h) الطاقة بالواط /الساعة	Prix moyen de consommation/ trimestre متوسط كلفة الاستهلاك / 3 اشهر
RÉFRIGÉRATEUR ثلاجة	150 w/h	1558 DA 24 h/jour
TÉLÉVISEUR تلفاز	90 w/h	233 DA 6 h/jour
LAMPE مصباح	40 w/h	103 DA 6 h/jour
LAMPE ÉCONOMIQUE مصباح اقتصادي	20 w/h	51DA 6 h/jour
FOUR ÉLECTRIQUE فرن كهربائي	2000 w/h	865 DA 1 h/jour

Appareil جهاز	Puissance (w/h) الطاقة بالواط /الساعة	Prix moyen de consommation/ trimestre متوسط كلفة الاستهلاك / 3 اشهر
MICRO ONDE ميكرو اوند	1300 w/h	562 DA 1 h/jour
MACHINE À LAVER غسالة	2200 w/h	952 DA 1 h/jour
CLIMATISEUR مكيف هوائي	1500 w/h	3896 DA 6 h/jours
FER À REPASSER مكواة	1600 w/h	692 DA 1h/jour
RADIATEUR مسخن كهربائي	1200 w/h	1038 DA 2 h/jours

Appareil جهاز	Puissance (w/h) الطاقة بالواط /الساعة	Prix moyen de consommation/ trimestre متوسط كلفة الاستهلاك / 3 اشهر
MICRO ORDINATEUR حاسوب	Bureau 90 w/h portable 30 w/h	117 DA 39 DA 3 h/jours
SÈCHE CHEVEUX مجفف الشعر	2000 w/h	432 DA 30mn/jour
DÉMODULATEUR جهاز ارسال	18 w/h	47 DA 6 h/jour

Ne laissez pas les appareils en mode de veille car ils consomment de l'électricité inutilement 7 à 15 % de la facture

لا تترك الاجهزة الكهربائية في حالة تأهب لانها ستستهلك الطاقة من دون داع 7 الى 15 %

Quelques gestes pratiques pour rationaliser l'énergie :

- Durant la période de pointe qui se situe entre 17H et 21H, il faut éviter d'utiliser les appareils électriques en même temps
- Éteindre les lumières dans les espaces inoccupés et remplacer les lampes classiques par des lampes économiques
- Utiliser le Gaz naturel pour les cuissons et le chauffage, car il est plus économique
- Eviter d'installer le réfrigérateur à proximité d'une source de chaleur et laisser l'espace entre le mur et l'appareil.
- Dégivrer fréquemment le réfrigérateur et le congélateur.
- Ne jamais introduire d'aliment encore chaud dans le réfrigérateur.
- Adopter un ordinateur portable.
- Choisir des appareils performants et économiques au moment de l'achat
- Régler le thermostat de votre climatiseur à température ambiante de 25°.

سلوكات بسيطة لاقتصاد الطاقة :

- في فترة الذروة والتي تكون بين الساعة الخامسة مساءا و التاسعة ليلا يجب تخفيض الضغط على الشبكة الكهربائية باجتناب استعمال جميع الأجهزة الكهرومنزلية في آن واحد
- اطفاء الضوء في الغرف الشاغرة و استبدال المصابيح العادية باخرى اقتصادية
- استعمال الغاز الطبيعي من اجل الطبخ و التدفأة لانه اقتصادي اكثر
- تجنب وضع الثلاجة بالقرب من مصدر حرارة و اترك مساحة بين الجهاز و الحائط
- تذويب الثلج الموجود بالثلاجة أو المجمد
- عدم وضع الأكل الساخن بالثلاجة
- استعمال جهاز كمبيوتر محمول عوض كمبيوتر المكتب
- عند شراء الأجهزة يجب اختيار الفعالة منها و الاقتصادية
- تعديل مكيف الهواء على 25 درجة جد مناسب لتلطيف الجو

ش ش غ

SDO

شركة توزيع الكهرباء والغاز للغرب

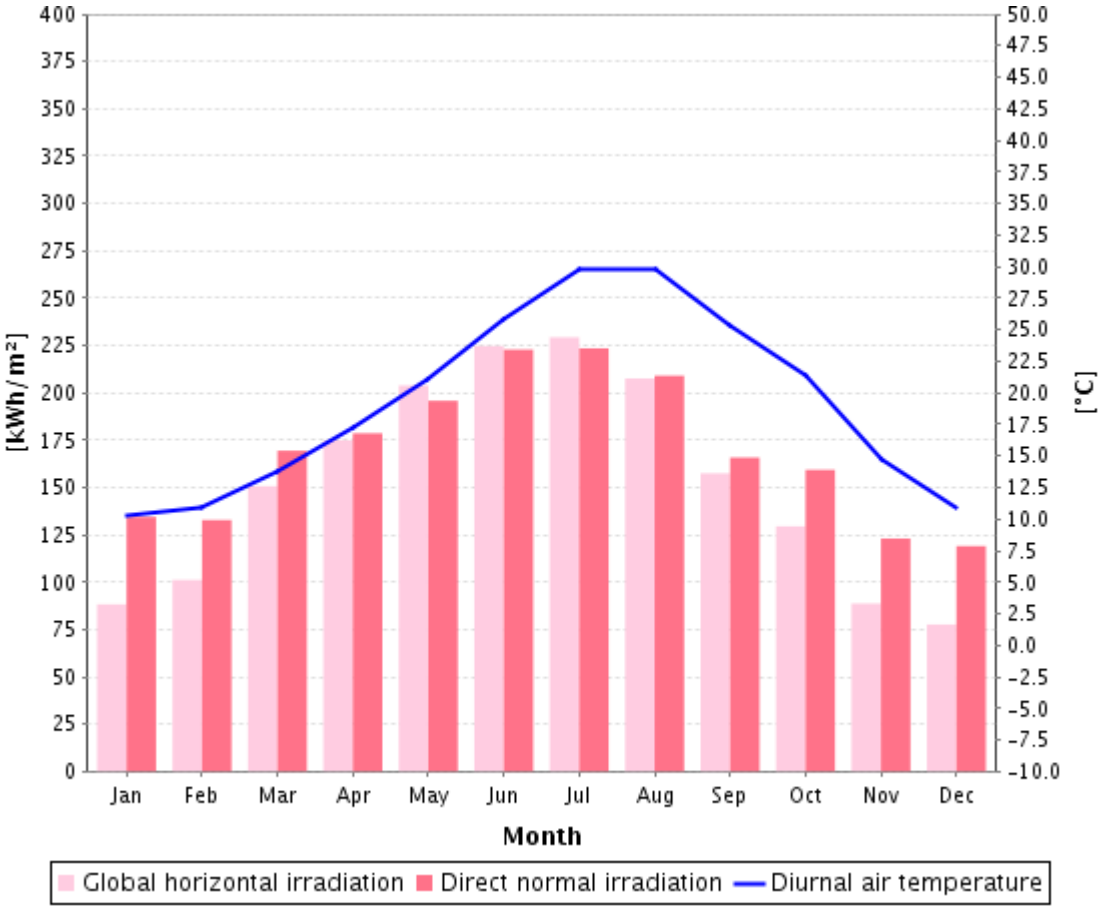
Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Ouest

Consommation moyenne des appareils électroménagers en énergie électrique

متوسط استهلاك الآلآت الكهرومنزلية للطاقة الكهربائية

WWW.SDO.DZ

Solar-Med-Atlas



Mois	GHI	DNI	TEMPER
Jan	88	134	10,2
Fév	101	133	10,9
Mar	151	169	13,8
Avr	175	179	17,3
Mai	204	196	21,1
Juin	225	223	25,9
Juil	229	224	29,8
Aout	208	209	29,7
Sep	158	166	25,3
Oct	130	159	21,3
Nov	89	123	14,8
Dec	78	119	10,9
Année	1834	2034	19,3

GHI: irradiation globale horizontale [kWh/m²]
DNI: irradiation directe normale [kWh/m²]
TEMPER: Température diurne de l'air [°C]

ملخص:

تهدف الدراسة إلى تحديد مدى مساهمة الطاقة الشمسية كمورد استراتيجي مكمّل في ترشيد استغلال الطاقة الأحفورية في الجزائر في سياق انتقال الطاقة، مع مراعاة الإمكانيات التي تتمتع بها الدولة على وجه الخصوص الطاقة الشمسية باعتبارها احدى دول الواقعة في الحزام الشمسي، وبعد الاهتمام بقطاع الطاقة المتجددة المعبر عنه في برنامج الحكومة الجزائرية المعتمد في 2011 والمحيّن في عام 2015، في سياق سياسة تنموية تهدف بشكل رئيسي إلى تنويع الاقتصاد، كعامل مهم لتأمين إمدادات الطاقة على المدى المتوسط والطويل ، باعتبارها جانبًا إيجابيًا وضروريًا في ضوء عدم كفاية الموارد الناضبة، والحفاظ على موارد الطاقة لتحقيق هذا الهدف. لقد قمنا بدراسة وقياس تأثير العلاقة بين توليد الطاقة الشمسية والمتغيرات الاقتصادية المستقلة مثل إنتاج المحروقات والناتج المحلي الإجمالي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون باستخدام برنامج E.views.

كلمات مفتاحية: الطاقة الأحفورية؛ التنمية المستدامة؛ الطاقات المتجددة؛ الطاقة الشمسية؛ المورد الاستراتيجي.

Résumé :

L’étude vise à identifier l’ampleur de la contribution de l’énergie solaire en tant que ressource stratégique complémentaire dans la rationalisation de l’exploitation des énergies fossiles en Algérie dans le cadre d’une transition énergétique, compte tenu en particulier des possibilités qu’elle possède dans le domaine de l’énergie solaire en tant que pays de la ceinture solaire, et après l’intérêt pour le secteur des énergies renouvelables exprimé dans le programme du gouvernement algérien adopté en 2011 et revu en 2015, dans le cadre d’une politique de développement visant principalement à diversifier l'économie, en tant que facteur important pour la sécurisation des approvisionnements en énergie à moyen et à long terme, en tant qu'aspect positif et nécessaire à la lumière de l'insuffisance de sources d'énergie fossile et pour la conservation des ressources énergétiques. Afin d'atteindre cet objectif. Nous avons étudié et mesuré l'impact de la relation entre la production d'énergie solaire et des variables économiques indépendantes telles que la production d'hydrocarbures, le PIB et les émissions de dioxyde de carbone, en utilisant le logiciel E.views.

***Mots clés** : Énergie fossile ; développement durable ; énergies renouvelables ; énergie solaire ; ressource stratégique.*

Abstract :

The study aims to identify the extent of the contribution of solar energy as a complementary strategic resource in the rationalization of the exploitation of fossil fuels in Algeria in the context of an energy transition, taking into account in particular the possibilities solar energy as a country in the solar belt, and after the interest in the renewable energy sector expressed in the program of the Algerian government adopted in 2011 and reviewed in 2015, in the context of a development policy aimed mainly at diversifying the economy, as an important factor for securing energy supply in the medium and long term, as a positive and necessary aspect in the light of insufficient sources of fossil energy and for the conservation of energy resources to achieve this goal. We investigated and measured the impact of the relationship between solar power generation and independent economic variables such as hydrocarbon production, GDP, and carbon dioxide emissions, using E.views software.

***Key words** : Fossil energy; sustainable development; renewable energie; solar energy; strategic resource*.