فريق عمل إعداد مقترح الإستراتيجية الوطنية للطاقة

التقرير النهائي

البرنامج الوطني للطاقة في إطار إستراتيجية متكاملة

National Energy Program in an Integrated Strategy Frame

طرابلس ديسمبر 2013

قائمة المحتويات

أولا : المقدمة.

ثانياً : النفط والغاز .

2-1. الوضع الحالي للنفط والغاز الطبيعيفي ليبيا 2

2-2. الوضع الحالي للنفط والغاز والمؤشرات المستقبلية 6

2-3. ملامح الوضع المستقبلي للنفط والغاز في ليبيا 7

2-4. التحليل الرباعي للوضع الحالي للنشاط النفط والغاز 11

2-5. تحديد الأهداف الإستراتيجية والفرعية لقطاع النفط والغاز بليبيا 12

2-6. الوضع التنموي لقطاع النفط والغاز والاستمارات المالية المطلوبة.....13

ثالثاً : الطاقة الكهربائية .

3-1.الوضع الحاليللطاقة الكهربائية 2

- الحمل الاقصي والطلب علي لطاقة.....2
- قدرات التوليد الكهربائية المركبة 2
- تطو الطاقة الكهربائية المنتجة 3
- الوقود المستخدم للإنتاج الكهرباء 4
- تطور نصيب استهلاك الفرد من الطاقة الكهربائية 5
- شبكات نقل الطاقة الكهربائية 6
- شبكات توزيع الطاقة الكهربائية 7
- الطاقة الكهربائية المستهلكة.....7
- مراكز التحكم والمراقبة 8
- الربط الكهربائي 9

3-2.موازنة الطلب بالقدرات المتاحة والمؤشرات المستقبلية لقطاع الكهرباء 9

- الطلب المتوقع على الكهرباء للفترة ((2013- 2030)) 9
- موازنة الطلب المتوقع بالقدرات المتاحة للفترة ((2013-2030)) 11

3-3. ملامح الوضع المستقبلي لقطاع الكهرباء 12

3-4. أهم التحديات التنتواجة القطاع 13

3-5. الاستثمارات اللازمة لتنمية وتطوير قطاع الكهرباء 14

رابعاً : كفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك

4-1.تقديم.....2

4-2. كفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك.....2

4-3.فوائد كفاءة الطاقة 4

4-4.كثافه الطاقة 4

4-5. الوضع الحالي لكفاءة الطاقة فى ليبيا 6

- كفاءة الطاقة فى قطاع التحويل 6
- كفاءة الطاقة عند المستخدم النهائي 8

4-6 الوضع الحالي والمؤشرات والتوجيهات والسيـــاسات والتشريعات العالمـــيةفى مجـــال كفاءةالطاقـــــة 12

- الوضع الحالي لكفاءة الطاقة فى العالم 12
- كفاءة الطاقة فى قطاع التحويل 13
- كفاءة الطاقة فى القطاعات المستخدمة 17
- الوضع المستقبلي العالمي للطاقة فى ظل جهاز كفاءة الطاقة.....19
- حوار كفاءة الطاقة فتوقعات الوكالة الدولية للطاقة 19
- كفاءة الطاقة الصناعية 21
- السياسات والتشريعات 22

4-7 الوضع المستقبلي لكفاءة الطاقة فى ليبيا 24

- الخطة الوطنية لكفاءة الطاقة فى ليبيا 24
- توصيات بالسياسات والإجراءات الخاصة بتطبيق كفاءة الطاقة فى ليبيا...26

خامساً : الطاقات المتجددة

5-1.تمهيد.....2

5-2.الوضع المحلي للطاقات المتجددة 2

- القدرات المتاحة 2
- الاستخدام الحالي ومبادرات تطويره 3
- المشروعات تحت التنفيذ 5

5-3.التقنيات المتاحة 6

- تقنيات الطاقة الشمسية 6
  - تقنيات التحول الحراري 6
  - تقنيات التحول الكهروضوئي (الخلايا الشمسية) 12
- تقنيات طاقة الرياح 19
  - التدريبات الريحية.....20
  - تكلفة منظومات طاقة الرياح 21

5-4.التوجهات والمؤشرات العالمية 23

- القدرات المركبة 23
- الاستثمارات 26

5-5.سياسات الطاقة المتجددة 27

- السياسات الدولية 27
- السياسات الإقليمية 29
- مقترح بالسياسات على المستوي المحلي 31

5-6.البرنامج التنموي 33

- الاستثمارات المطلوبة للبرنامج التنموي 34

سادسا: الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء

6-1.تمهيد 1

6-2.الوضع الحالي للطاقة النووية في ليبيا 1

- الوضع المؤسسي 1
- الدوافع لاستخدام التقنيات النووية 2
- متطلبات إدخال الطاقة النووية في مزيج الطاقة 2
- الخطوات التي اتخذتلإدخال الطاقة النووية ضمن مزيج الطاقة الوطني 4
- القدرات والإمكانيات المتوفرة 6
- العلاقة بالمؤسسات والمنظمات الدولية 7

3-6.تحليل وتقييم الوضع الحالي 7

- التحليل الرباعي.....7
  - نقاط القوة 7
  - نقاط الضعف 14
  - الفرص 18
  - التحديات 18
- التقييم 19

4-6.المؤشرات المستقبلية للطاقة النووية في ليبيا 20

- إدخال الطاقة النووية 20
- البرنامج الزمني لإدخال الطاقة النووية 20
- الأنشطة المستقبلية وتوقعات مساهمة الطاقة النووية في مزيج الطاقة الوطني....22

5-6.التقنيات النووية المتوفرة.....22

- أنواع المفاعلات النووية.....23
- التقنيات المتاحة 25
- تقييم تقنيات المفاعلات النووية.....26
- التقنيات الملائمة لليبيا 28

6-6.التوجهات المحلية والعالمية في مجال الطاقة النووية للفترة القادمة 29

- التوجهات العالمية المستقبلية 29
- التوجهات المحلية المستقبلية 30
- الأهداف والسياسات والتشريعات 30
  - الأهدافالإستراتيجية 30

- الأهداف النوعية 31
- السياسات 31
- التشريعات 33

6-7.البرنامج التنموي 33

- البرنامج القصير والمتوسط المدي(2014-2020) 33
- البرنامج الطويل المدي(2020- 2030) 34
- الاستثمارات المطلوبة 34
- آليات التمويل 35

سابعاً :موائمة وتكامل مخططات الطاقة

7-1.تقديم 2

7-2.حوار "سيناريو" الأساس.....4

- موازنة الطلب علي الطاقة 5
- موازنة الطلب الاقصي علي الطاقة الكهربائية "ميجاوات" 6
- موازنة الطلب علي الوقود الاحفوري بالمتاح من الكميات المتوقع انتاجها 5
- موازنة الطلب علي الوقود الاحفوري بالمتاح بالكميات المتاح إنتاجها لقطاعات الاستهلاك المختلفة ماعدا الكهرباء 6
- موازنة كميات الوقود الاحفوري المتاح بالطلب المتوقع لقطاع الكهرباء خلال الفترة (2013-2030) 23

7-3.تقييم الوضع الحالي لمنظومة الطاقة الليبية 26

- عناصر القوة 27
- نقاط الضعف 27
- الفرص المتاحة 28
- تهديدات الوضع الحالي 28

7-4.المرتكزات والأهداف 28

7-5.التوجه المستقبلي لمنظومة الطاقة 29

7-6.الحوارات المستقبلية الممكنة لمنظومة الطاقة الوطنية 31

- سيناريو الترشيد ورفع كفاءة الطاقة 31
- سيناريو إدخال الطاقات المتجددة ضمن مزيج الطاقة الوطني 36
- سيناريو إدخال مساهمة الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء 42

7-7.تلخيص واستنتاج 48

ثامناً : الاستثمارات المطلوبة واليات التحويل واللوائح والتشريعات

8-1.الاستثمارات المطلوبة 2

- النفط والغاز سيناريو الأساس.....2
- الطاقة الكهربائية سيناريو الأساس 2
- الطاقة المتجددة 3
- الطاقة النووية 3
- إجمالي الاستثمارات المطلوبة لتنمية وتطوير قطاعات الطاقة في ليبيا 4

8-2.آليات ومصادر التمويل 4

8-3.القوانين والتشريعات المطلوبة لتنظيم سوق الطاقة المفتوح 5

تاسعاً : الخلاصة الاستنتاجات والتوصيات

9-1.الإبعاد السياسية والاقتصادية والاجتماعية للبرنامج الوطني للطاقة 3

9-2. الاستنتاجات والتوصيات..... 4

- الاستنتاجات 4
- التوصيات 6

عاشراً :المراجع

الملاحق

الباب الاول
المقـــدمـــــة

1. المقدمة

تولي دول العالم اليوم أهمية كبيرة للطاقة بمختلف صورها وأشكالها، نظرا لأرتباطها الوثيق بكافة الانشطة الاقتصادية والحياتية، حيث أن الطاقة تمثل عصب الحياة العصرية وشريانها، توفرها وضمان التزود بها، يعني تقدم وتطور وإزدهار اقتصادي واجتماعي، وعدم توفرها يعني التخلف والركود الاقتصادي، ولأن الطاقة بمختلف أنواعها هي المحرك الاساسي لأي نشاط إقتصادي وإجتماعي، أصبح تقدم الشعوب وتطورها يقاس بمعدلات إستهلاكها للطاقة؛ فالدول الصناعية المتقدمة تستهلك شعوبها معدلات عالية من الطاقة، وعلى النقيض من ذلك نجد أن بعض الشعوب الافريقية وبعض المناطق العربية لا تتمتع حتى بأدنى مستوى من استخدام الطاقة الحديثة، وعلى سبيل المثال في إفريقيا وحدها أكثر من 600 مليون نسمة لايمكنهم الحصول على أي مصدر للطاقة الحديثة، وهذا بدوره انعكس على مستوى حياتهم المتدني جدا وتدهور كافة الخدمات لديهم وصعوبة الوصول إلى مستويات مناسبة من التنمية.

منذ اكتشاف النفط والغاز وتطور صناعاتهما، اعتمدت اغلب دول العالم على هذا المصدر للتزود بالطاقة بالإضافة إلى الفحم لتلبية الاحتياجات المتزايدة منها خصوصا في دول العالم النامية وذات الكثافة السكانية والنهضة الصناعية كالصين والهند والبرازيل، وتفيد الدراسات أن الانتاج العالمي الحالي من النفط يبلغ حوالي 84 مليون برميل في اليوم (BP Statistics – June 2012)ومن المتوقع أن يبلغ حوالي 104 مليون برميل خلال العام 2030 (حسب دراسات الوكالة الدولية للطاقة IEA).

إن تزايد الطلب العالمي على الطاقة لتلبية متطلبات التنمية والدفع بعجلة النمو الاقتصادي، جعل دول العالم الصناعي في تنافس شديد للسيطرة على مصادر النفط والغاز لتأمين احتياجاتها من هذه السلعة الاستراتيجية واصبحت الدول المنتجة للنفط والغاز تدخل في الحسابات الجيوسياسية للدول الكبرى، الامر الذي قد يؤثر على سياسات هذه الدول سلبا أو ايجابا.

مما تقدم تتضح الاهمية الاستراتيجية للتخطيط المبكر للطاقة لأي دولة وذلك لتحقيق جملة من الاهداف نذكر منها:

- مواجهة الطلب وتلبية الاحتياجات المتزايدة من الطاقة بمختلف صورها
- تأمين التزود بالطاقة وصولا لتحقيق تنمية مستدامة

- **تفادي التقلبات السياسية والاقتصادية التي يواجهها سوق الطاقة العالمي**
- **المحافظة على البيئة وخفض الانبعاثات الكربونية الضارة للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري**

أخذ اهتمام العالم يتزايد لايجاد بدائل ذات جدوى فنية واقتصادية لمصادر الطاقة التقليدية (النفط والغاز) نتيجة لإرتفاع أسعار هذه الطاقة وتذبذبها وحتمية نضوبها والتاثيرات السلبية على البيئة وظهور ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري، من هذه المصادر الاستراتيجية التي شرع في تطبيقها في اغلب دول العالم مصادر الطاقات الجديدة (النووية) والمتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)، حيث بلغ اجمالي القدرات الكهربائية المركبة من الطاقة النووية 372 ألف ميجاوات باستخدام 473 مفاعل نووي مختلفة الانواع والسعات، كما بلغ إجمالي طاقة الرياح المركبة حدود 350 الف ميجاوات والقدرات المركبة من محطات الخلايا الشمسية (التحويل الضوئي – PV) حوالي 70 الف ميجا وات بنهاية العام 2010.

اما فيما يتعلق بتقنية التحويل الحراري للطاقة الشمسية او ما يعر ف بمحطات المركزات الشمسية لإنتاج الكهرباء (CSP) فقد بلغ إجمالي القدرات المركبة حوالي 2500 ميجا وات بنهاية العام 2010، ويجري تطوير السعات التخزينية لهذه التقنية للرفع من معدلات السعة والقدرة على المساهمة في احمال الذروة.

وفي هذا الخصوص تعتبر ليبيا من دول العالم المهمة، المنتجة والمصدرة للطاقة التقليدية (النفط والغاز)، حيث تتمتع بإحتياطي مهم من النفط يقدر بحوالي 47 بليون برميل ويقدر إحتياطي ليبيا من الغاز الطبيعي بحوالي 53 تريليون قدم مكعب خلال العام 2010، وبطبيعة الحال هذا الموقع يضع ليبيا في منطقة النفوذ والتنافس العالمي للسيطرة على مصادر الطاقة الامر الذي يرفع من أهمية ليبيا الجيوسياسية.

يتمحور هذا التقرير حول الاستراتيجية الوطنية للطاقة التي ينبغي اتباعها خلال الفترة القادمة أفاق 2030 والذي تمت دراسته وإعداده من قبل فريق من الخبراء والمختصين، ضم في عضويته كافة القطاعات ذات العلاقة بإنتاج ونقل وتوزيع واستهلاك الطاقة على إختلاف صورها وأشكالها، تحت إشراف مجلس التخطيط الوطني.

وللتسهيل على القارئ والمختصين ومتخذي القرار في الاطلاع على هذا العمل وفهمه بالشكل الصحيح، نوضح فيمايلي محتويات هذا التقرير، وهدف كل باب من ابوبه التسعة:

الباب الاول: المقدمة

تمهيد عام عن أهمية الطاقة والتخطيط الاستراتيجي المبكر لها

الباب الثاني: النفط والغاز

يتناول هذا الباب الوضح الحالي لصناعة النفط والغاز في ليبيا، الاحتياطي والطلب على مختلف المشتقات النفطية والغاز، الوضع المستقبلي والاستثمارات المطلوبة

الباب الثالث: الكهرباء

يبين هذا الباب الوضع الحالي للطاقة الكهربائية في ليبيا بما يشمل تطور الطلب والانتاج وشبكات النقل والتوزيع ومراكز التحكم والمراقبة، المخطط المستقبلي لتطوير القطاع ومجابهة النمو المظترد في الطلب، الاستثمارات المطلوبه وأهم التحديات

الباب الرابع: كفاءة الطاقة والترشيد في الاستهلاك

في هذا الباب تم استعراض موضوع كفاءة الطاقة والترسيد في الاستهلاك لمختلف القطاعات وبيان أهمية تطبيق برامج رفع الكفاءة عند مختلف المستويات ابتداء من الانتاج مرورا بالنقل وعند الاستخدام النهائي للطاقة

الباب الخامس: الطاقات المتجددة

الامكانيات المتاحة من مصادر الطاقات المتجددة في ليبيا خصوصا الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، الوضع الحالي والملامح المستقبلية البرنامج التنموي والاستثمارات المطلوبة، التقنيات المتاحة والتوجهات العالمية

الباب السادس: الطاقة النووية

أهمية الطاقة النووية في المساهمة في تلبية الطلب على الكهرباء، تطور تقنيات انتاج الكهرباء بالوقود النووي والجيل الجديد من المفاعلات النووية، أهمية إدخال الطاقة النووية في ضمن مزيج الطاقة الوطني خصوصا إنتاج الكهرباء، التوجهات المستقبلية

والبرنامج التنموي، الاستثمارات المطلوبة واللاتزامات تجاه البرنامج الوطني لإدخال الطاقة النووية والمؤسسات والمنظمات الدولية

الباب السابع: الموائمة وتكامل مخططات الطاقة

يوضح هذا الباب موازنة الطلب بالقدرات المتاحة والعجز المتوقع في تغطية الطلب للفترة (2013 -2030)، والحلول المناسبة لهذه المعضلة، يتناول كذلك عدد من السيناريوهات الممكن تطبيقها للوصول إلى مزيج طاقة وطني يلبي الاحتياجات ويضمن التزود بالطاقة ويحافظ على الثروات الطبيعية، تتمثل هذه السيناريوهات في:

- سيناريو الاساس: استمرار الوضع الحالي لطاقة
- سيناريو تطبيق برامج رفع الكفاء والترشيد في الاستهلاك
- سيناريو إدخال ورفع مساهمة الطاقات المتجددة
- سيناريو الطاقة النووية

الباب الثامن: الاستثمارات المطلوبة وأليات التمويل اللوائح والتشريعات

هذا الجزء من التقرير يناقش بشئ من الاجاز الاستثمارات المطلوبة لتنمية وتطوير مختلف قطاعات الطاقة في ليبيا وأليات التمويل الممكنة، تمويل الميزانية العامة للدولة الميزات والعيوب والقدرة على مواجهة التحديات؛ التمويل الاستثماري وبناء شراكة مع القطاع الخاص، متطلبات فتح السوق وكسر الاحتكار والتحول إلى السوق التنافسية، القوانين واللوائح المنظمة لقطاع الطاقة (النفط والغاز، الكهرباء، المتجددة والنووية)

الباب التاسع: الاستنتاج والتوصيات

وأخيرا يتناول هذا الباب أهم الاستنتاجات واتوصيات بالاضافة إلى الابعاد الاقتصادية والاجتماعية والسياسية التي يمكن أن تنتج من تطبيق هذا البرنامج والخطوات المستقبلية المطلوبة لإجراء دراسات وتحاليل أكثر دقة وتفضيل

الباب الثاني
النفط والغاز

1.2. الوضع الحالي للنفط والغاز الطبيعي في ليبيا

1.1.2. الاحتياطي

- **احتياطي النفط**

يقدر اجمالي احتياطي ليبيا النفطي الأصلي القابل للاستخراج في 1/1/ 2012 بـ 48 بليون برميل علما بأن الاحتياطيات في العادة متغيرة غير ساكنة ويتم تحديثها واعادة احتسابها بصفة مستمرة فقد ارتفع الاحتياطي من حوالي 22.8 بليون برميل عام 1994 إلى 48.5 بليون عام 2012.

- **احتياطي الغاز الطبيعي**

يبلغ احتياطي الغاز الطبيعي في ليبيا حوالي (54.7) ترليون قدم مكعب في 1/1/ 2012 وهو رقم متغير وقد تطور من 22 ترليون قدم مكعب عام (1985)، ويتوزع احتياطي الغاز الطبيعي حاليا بنسبة 34٪ غاز مصاحب للنفط 66٪ غاز حر، كما يتوزع بنسبة 65٪ بالمناطق اليابسة و 35٪ بالمناطق المغمورة (أي البحرية)

2.1.2. الانتاج

يخضع انتاج النفط والغاز في العادة لعدة عوامل منها:

- الظروف التشغيلية والبنية التحتية لقطاع الإنتاج
- طبيعة اداء المكامن وكفاءة إنتاجها
- سقف انتاج النفط الذي تحدده منظمة الأوبك

- **انتاج النفط**

تراوح انتاج ليبيا من النفط الخام في الفترة (2006 -2010) بين (1.5 -1.7) مليون برميل يوميا وانخفض سنة 2012 إلى 1.45 مليون برميل يوميا، وبلغ متوسط انتاج المكثفات خلال نفس السنة 80 ألف برميل يوميا.

- **انتاج الغاز الطبيعي**

تراوح انتاج ليبيا من الغاز الطبيعي في الفترة من (2006 -2010) بين (2.6 -3.0) بليون قدم مكعب في اليوم، وبلغ حوالي 2.3 بليون قدم مكعب في اليوم خلال العام 2012 .

1.2. 3. التصدير

- **تصدير النفط الخام**

تراوحت معدلات تصدير النفط الخام خلال الفترة (2006 -2010) من (1.15– 1.25) مليون برميل يوميا، وبلغت حوالي 1.28 مليون برميل في اليوم خلال العام 2012.

- **تصدير الغاز الطبيعي**

بلغ متوسط صادرات ليبيا من الغاز الطبيعي خلال الفترة (2006 - 2010) 883 مليون قدم مكعب يوميا ، وبلغت حوالي 630 مليون قدم مكعب يوميا خلال العام 2012.

1.2. 4. انتاج مصافي تكرير النفط والاستهلاك المحلي من المنتجات النفطية

الجدول رقم (1.2) يبين الاستهلاك المحلي من المنتجات النفطية خلال الفترة (2006 - 2010)

	السنة	غاز مسال	جازولين	نافثا	كيروسين بنوعيه	ديزل	زيت ثقيل	الإجمالي
الإنتاج	2006	195	758	2725	1396	4103	7053	16230
الاستهلاك		297	2463	1206	681	3645	2931	11223
الموازنة		-102	-1705	1519	715	458	4122	5007
الإنتاج	2007	199	813	2676	1470	4136	7005	16299
الاستهلاك		295	2597	1091	599	3800	2095	10477
الموازنة		-96	-1784	1585	871	336	4910	5822
الإنتاج	2008	197	775	2575	1511	3845	6955	15858
الاستهلاك		307	2787	1223	539	4335	2277	11468
الموازنة		-110	-2012	1352	972	-490	4678	4678
الإنتاج	2009	203	816	2473	1877	4164	6720	16253
الاستهلاك		324	2868	1092	621	4942	2479	12326
الموازنة		-121	-2052	1381	1256	-778	4241	3927
الإنتاج	2010	191	585	2457	1812	4278	7103	16426
الاستهلاك		331	3043	1027	551	5221	2768	12941
الموازنة		-140	-2458	1430	1261	-943	4335	3485

بمقارنة الانتاج والاستهلاك من المنتجات الواردة في الجدول اعلاه ، نستخلص الآتي:

- تحقق ليبيا اكتفاءها الذاتي من منتجات الكيروسين بنوعيه وزيت الوقود الثقيل والنافثا غير المعالجة ويصدّر الفائض من هذه المنتجات إلى الخارج مع العلم بأن زيت الوقود الثقيل يستخدم كوقود بمحطات الكهرباء البخارية ووقود للسفن والنافثا تستخدم لقيم لمصنع الإيثلين بمجمع راس لانوف.
- هناك عجز كبير في انتاج الجازولين 95 (بنزين السيارات) الذي يستورد من الخارج ويزداد هذا العجز تفاقما.
- بدأ يظهر في السنوات الأخيرة عجز في منتج الديزل الذي يستخدم وقودا بمحطات توليد الكهرباء الغازية بديلا للغاز الطبيعي الذي لا تتوفر منه الكميات المطلوبة وهو يستخدم أيضا وقودا بقطاع المواصلات والآليات الزراعية والصناعية.
- بالنسبة لغاز النفط المسال (غاز الطهي) يتم تغطية العجز في انتاج المصافي المحلية عن طريق مصانع انتاج سوائل الغاز القائمة بالبريقة والزويتينه ومليته.

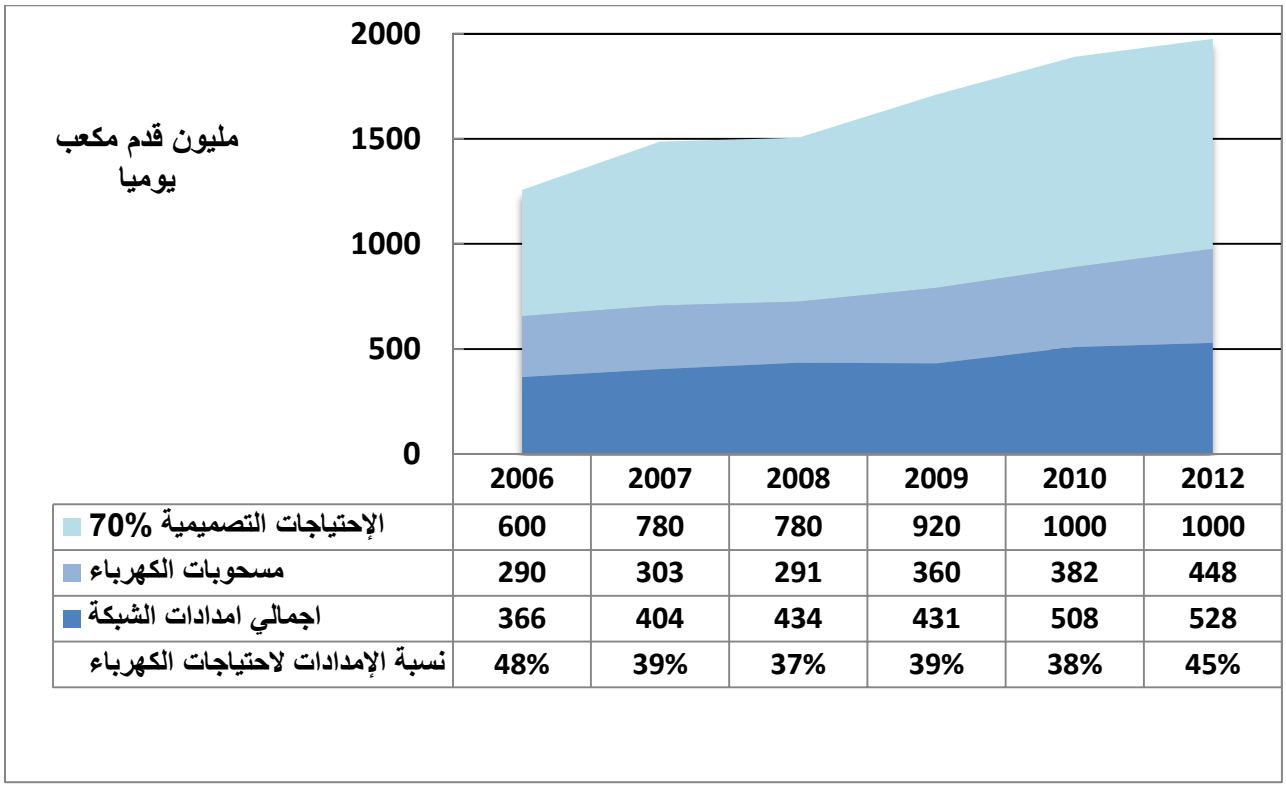
5.1.2. إستخدامات الغاز الطبيعي

بلغ متوسط استعمالات الغاز الطبيعي المنتج خلال الفترة (2006 – 2012) على النحو المبين بالجدول رقم(2.2) ويجب التنويه إلى أنه لم يتم الاخذ في الاعتبار بيانات العام 2011 نتيجة لعدم توثيق البيانات بشكل دقيق نظرا للظروف الطارئة بسبب أحداث ثورة فبراير.

الجدول رقم (2.2) استعمالات الغاز الطبيعي (2006 -2012) مليون قدم مكعب يوميا

	اجمالي الإنتاج	الحرق	الحقن	المكثفات	التصدير	مجمع البريقة	الشبكة الساحلية	مسحوبات الكهرباء من الشبكة
2006	2652	288	352	702	754	190	366	290
2007	2829	282	326	742	891	185	404	303
2008	2969	381	341	672	955	185	434	291
2009	2835	316	346	633	890	220	431	360
2010	2956	337	329	637	925	220	508	382
2012	2261	375	315	380	630	33	528	448

ويوضح الشكل رقم (1.2) إمدادات الغاز للشبكة الساحلية وسحوبات قطاع الكهرباء الذي يمثل أكبر المستهلكين للغاز الطبيعي والوقود الاساسي لتشغيل محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، حيث تطورت امدادات الغاز الطبيعي عبر الشبكة الساحلية لإهم قطاعات الاستهلاك (الكهرباء، الإسمنت، الحديد والصلب، محطات تحلية مياه البحر وغيرها) من (366) مليون قدم مكعب يوميا خلال العام 2006 إلى (528) مليون قدم مكعب يوميا خلال العام 2012 وارتفعت مسحوبات الكهرباء خلال نفس الفترة من (290) مليون قدم مكعب يوميا إلى (448) مليون قدم مكعب يوميا ، ومع ذلك لازالت امدادات الغاز للشبكة الساحلية لا تفي بالاحتياجات فقد تذبذبت نسبتها خلال نفس الفترة بين 37٪ - 48٪ من اجمالي احتياجات محطات الكهرباء القائمة



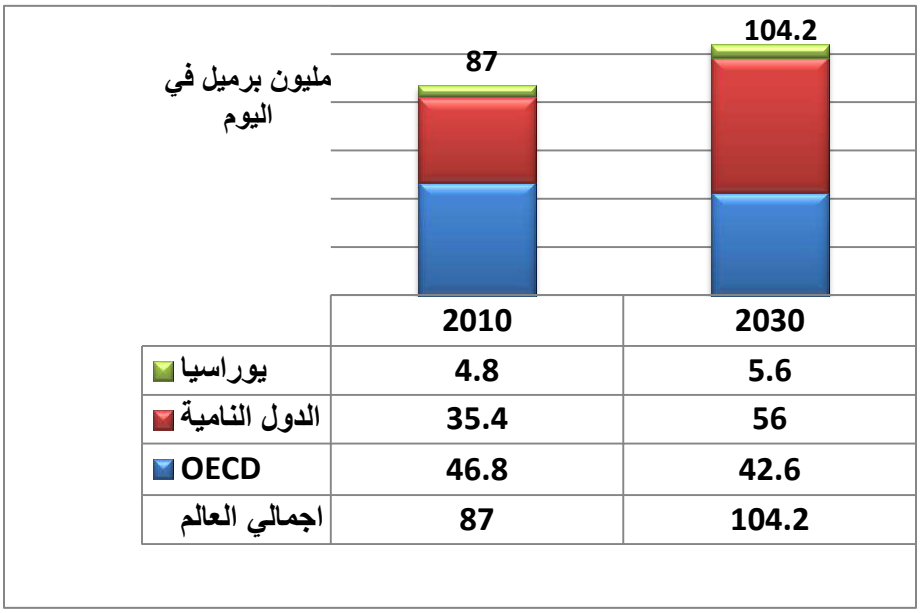
	2006	2007	2008	2009	2010	2012
الإحتياجات التصميمية 70%	600	780	780	920	1000	1000
مسحوبات الكهرباء	290	303	291	360	382	448
اجمالي امدادات الشبكة	366	404	434	431	508	528
نسبة الإمدادات لاحتياجات الكهرباء	48%	39%	37%	39%	38%	45%

الشكل رقم (1.2) إمدادات الغاز من خلال الشبكة الساحلية

2.2. الوضع العالمي للنفط والغاز والمؤشرات المستقبلية

بالرغم من الأزمة المالية العالمية التي ألقت بضلالها على الطلب الحالي وتوقعات الطلب المستقبلي على الطاقة ، لازال النفط والغاز يمثلان المصدرالرئيسي للطاقة في العالم وسوف يستمر الاعتماد على النفط والغاز مصدر أساسي اقتصادي وملائم لمختلف أغراض الاستهلاك حتى على المدى البعيد.

بلغ الطلب العالمي على النفط عام 2010 معدلا يوميا قدره 87 مليون برميل (وفقا لمنشورات الوكالة الدولية للطاقة IEA)، توزعت بنسبة حوالي 53.8٪ لدول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، ونسبة (40.7٪ للدول النامية) والباقي (لدول يوراسيا بنسبة 5.5٪)، ويتوقع أن يرتفع الطلب على النفط ليصل عام 2030 إلى 104.2 مليون برميل يوميا تنخفض فيها نسبة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية إلى (40.9٪) وترتفع نسبة الدول النامية إلى (53.7٪) ونسبة دول يوراسيا إلى (5.4٪)، كما هو موضح بالشكل رقم (2.2).

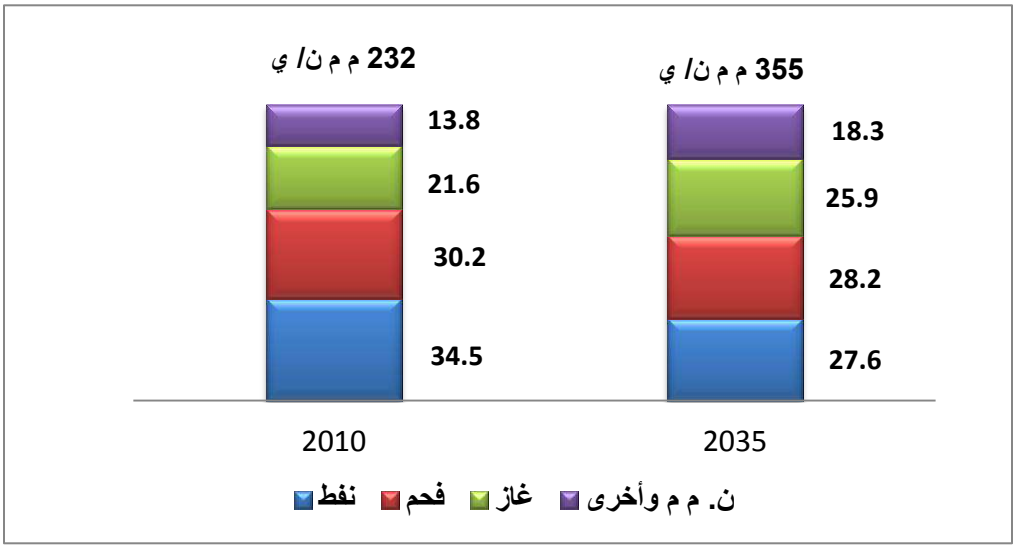


	2010	2030
يوراسيا	4.8	5.6
الدول النامية	35.4	56
OECD	46.8	42.6
اجمالي العالم	87	104.2

الشكل(2.2) الطلب العالمي على النفط الخام (2010 -2030)

كما بلغ اجمالي امدادات العالم من مصادر الطاقة الأولية (النفط، الفحم ، الغاز، الطاقة النووية، المساقط المائية، والأخرى) عام (2010) 232 مليون برميل مكافئ نفطي يوميا منها 34.5٪ نفط 30.2٪ فحم، 21.6٪ غاز، 13.8٪ (نووية / مساقط مائية / وأخرى) ويتوقع أن ترتفع إلى 355 مليون برميل مكافئ نفطي يوميا عام 2035 بنسبة زيادة قدرها 53٪ خلال الفترة منها نسبة 27.6٪ نفط ، 28.2٪ فحم، 25.9٪ غاز، 18.3٪ (نووية/مساقط مائية/ وأخرى)، الشكل (3.2) يوضح ذلك.

شكل (6) امدادات العالم من مصادر الطاقة الأولية عام (2010) وتوقعات (2035)



الشكل رقم (3.2) مدادات العالم من مصادر الطاقة الاولية لعام (2010) والمتوقعة لعام (2035)

3.2. ملامح الوضع المستقبلي للنفط والغاز في ليبيا

3.2. 1. التوقعات المستقبلية لاحتياطيات النفط والغاز

تبقى كميات الاحطياتي المتوقعة من النفط والغاز في إطار التقديرات، وان كانت مبنية على دراسات وعلى المستوى العالمي، لا تزيد النسبة التي من الممكن استخراجها من المخزون الأصلي على 35٪ وفقا للتقنيات المتبعة حاليا، ويعمل قطاع النفط على تطوير ورفع الاحتياطي النفطي من خلال:

- اكتشاف احتياطيات جديدة بمناطق غير مكتشفة
- تطوير احتياطيات مكتشفة وغير مطورة

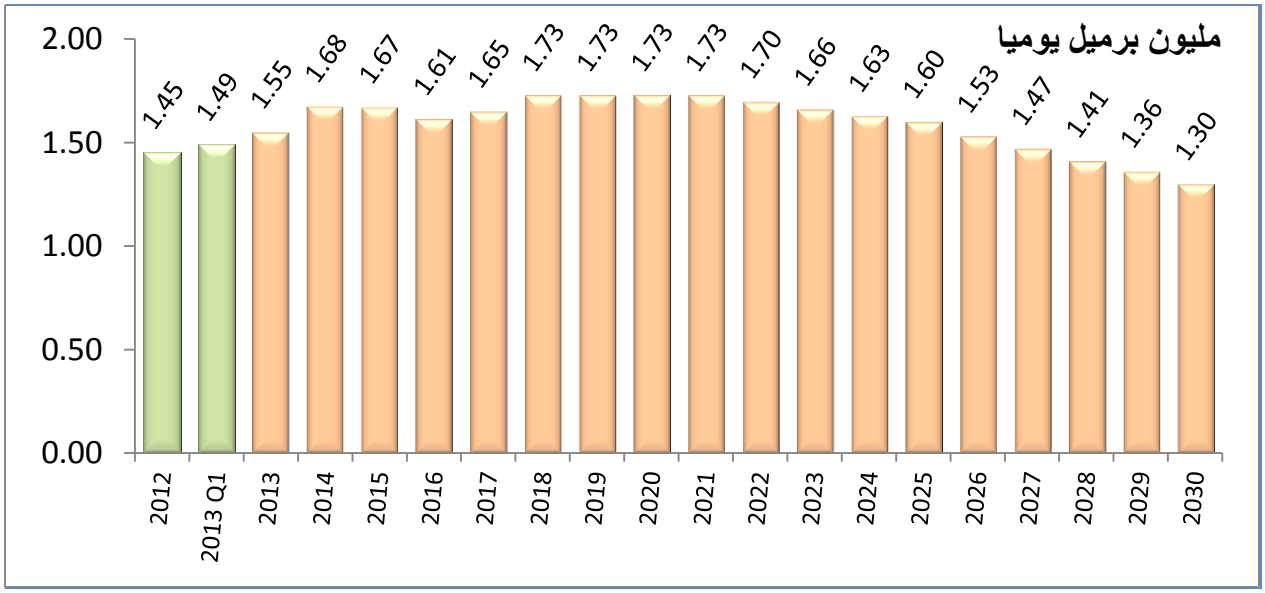
- زيادة الاسترداد الإضافي من الاحتياطيات المطورة
- الحفر التحديدي والتطويري وتحديث الدراسات المكمنية
- توفير الاستثمارات اللازمة للاستكشاف والتطوير
- جذب شركات عالمية والاستفادة من التقنيات الجديدة في عمليات الاستكشاف والتطوير والاسترداد الاضافي

• توقعات انتاج النفط

بنيت توقعات الانتاج خلال الفترة (2013 – 2030) على أسس وافتراضات أهمها:

- ◄ الاستمرار في حفر الآبار التطويرية وصيانة الابار وإعادة المقفل منها إلي الانتاج
- ◄ التغلب على المشاكل التشغيلية المتعلقة بالمعدات السطحية وامدادات الكهرباء
- ◄ استكمال مشروعات المحافظة على ضغط المكامن ورفع معدلات الإنتاج
- ◄ استكمال البرامج التطويرية للاكتشافات والتراكيب الجديدة والحقول غير المطورة
- ◄ الاستمرار في تنفيذ تقنية الاسترداد الإضافي ومنظومات الرفع الصناعي.

والشكل رقم (3.2) يبين هذه التوقعات للفترة (2013 – 2030)، حيث يتضح إنخفاض الانتاج إعتبارا من العام 2022 نتيجة للاداء الطبيعي للمكامن الحقول النفطية، وبيلغ الانتاج ذروته خلال السنوات 2018 – 2020 ليصل إلى حدود 1.73 مليون برميل يوميا.



الشكل رقم (3.2) توقعات انتاج النفط الخام للفترة (2013 . 2030)

- **توقعات انتاج واستهلاك المنتجات النفطية خلال الفترة(2013 -2030)**

بنيت توقعات الإنتاج على أحد السيناريوات المتوقعة لتطوير مصفاتي راس لا نوف والزاوية مع زيادة طاقات تكريرهما وانشاء مصفاتين لتكرير النفط جديدتين، الاولى بالجنوب الليبي وتحديدا بمنطقة (اوباري)، والثانية بمدينة بطبرق شرق ليبيا وذلك على النحو التالي:

- استمرار الوضع الحالي كما هو عليه حتى سنة 2016
- إنشاء مصفاة الجنوب بطاقة 30 ألف برميل/يوم ويتوقع بدء الإنتاج في 2017.
- تطوير مصفاة الزاوية وتوسيعها لتصبح (300 الف ب/ي) ويتوقع ان تبدأ الإنتاج في 2019
- تطوير مصفاة راس لا نوف حسب مخطط شركة "ليركو" لتصبح (380 الف ب/ي) ويتوقع بدأ الإنتاج بها في 2020
- انشاء مصفاة طبرق بطاقة 300 ألف برميل/يوم ويتوقع بدء الإنتاج في 2021

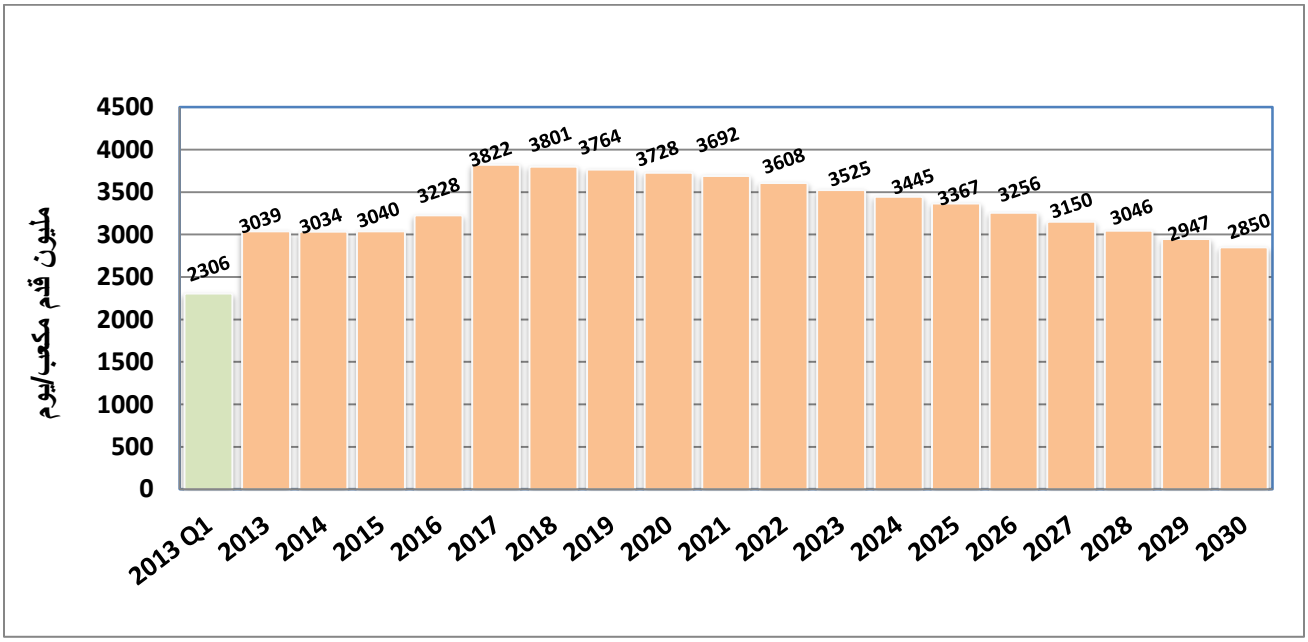
والجدول رقم (3.2) يبين توقعات انتاج المصافي من المشتقات النفطية بانتهاء خطط وبرامج التطوير المتوقعه في العام 2021 :

الجدول رقم (3.2) توقعات إنتاج مختلف المشتقات النفطية للفترة (2013 -2030)

ألف طن متري	وقود ثقيل	ديزل	كيروسين	جازولين 95	غاز نفط مسال
2013	7103	4278	1812	585	191
2014	7103	4278	1812	585	191
2015	7103	4278	1812	585	191
2016	7103	4278	1812	585	191
2017	7525	4623	2004	910	227
2018	7525	4623	2004	910	227
2019	6544	6089	2935	2896	370
2020	4781	9780	3668	5395	1340
2021	4530	12387	5025	8795	1692
2022	4530	12387	5025	8795	1692
2023	4530	12387	5025	8795	1692
2024	4530	12387	5025	8795	1692
2025	4530	12387	5025	8795	1692
2026	4530	12387	5025	8795	1692
2027	4530	12387	5025	8795	1692
2028	4530	12387	5025	8795	1692
2029	4530	12387	5025	8795	1692
2030	4530	12387	5025	8795	1692

- **توقعات انتاج الغاز**

يتوقع أن يزداد انتاج الغاز خلال الفترة (2013 -2030) من (2306) مليون قدم مكعب يوميا في الربع الأول من عام 2013 إلى (3822) مليون قدم مكعب يوميا عام 2017 ثم ينخفض تدريجيا إلى (2850) مليون قدم مكعب يوميا عام 2030 كما هو مبين بالشكل رقم (4.2):



الشكل رقم (4.2) توقعات انتاج الغاز للفترة (2013 . 2030)

- **توقعات المتاح من الغاز للشبكة الساحلية والكهرباء**

بإعتبار الكميات المتوقع إنتاجها من الغاز خلال السنوات (2013 -2030) وكما هو مبين أعلاه بالشكل رقم (4.2)، وبإعتبار استخدمات قطاع النفط والغاز لعمليات التشغيل والحقن والتسييل والتصنيع والتصدير ، فإن الكميات المتاحة المتوقعة للسوق المحلية عبر شبكات نقل الغاز تتراوح ما بين (617 إلى 1225) مليون قدم مكعب يوميا.

جدول رقم (4.2) توقعات توزيع الغاز المنتج علي الاستعمالات (2013 -2030) مليون قدم مكعب يوميا

السنة	المتاح للشبكة	السنة	المتاح للشبكة
2013	756	2022	1183
2014	903	2023	1224
2015	938	2024	1958
2016	1011	2025	1894
2017	1085	2026	1803
2018	1097	2027	1716
2019	1109	2028	1631
2020	1136	2029	1550
2021	1178	2030	1470

4.2. التحليل الرباعي للوضع الحالي لنشاط النفط والغاز (SWAT Analysis)

نقاط القوة

- احتياطيات نفطية وغازية مؤكدة
- موقع ليبيا الجغرافي المتميز وقربها من السوق الأوروبية
- توفر بنى تحتية مناسبة لمعدلات الانتاج الحالية والمتوقعة من النفط والغاز على المدى القريب والمتوسط
- مساحات شاسعة لم تستكشف بعد وامكانية وجود احتياطيات كبيرة من النفط والغاز
- هنالك شراكات راسخة مع شركات نفط عالمية
- النفط الليبي خفيف ويعتبر أحد أجود انواع النفط في العالم

نقاط الضعف

- ضعف التخطيط الاستراتيجي
- شح الميزانيات وتأخر اعتمادها والبيروقراطية الموروثة في التنفيذ
- فوضى ما بعد الثورة وتأخر الدستور وتكوين الدولة المدنية
- ارتفاع متطلبات الاستثمار وغياب القوانين والتشريعات المنظمة لها وقلة مغريات جذب الاستثمار الأجنبي
- عدم عودة شركات النفط والشركات المقاولة العالمية بسبب الأوضاع الأمنية

الفرص

- **زوال انطواء ليبيا بعد الثورة واتجاهها نحو الديموقراطية وانفتاحها على الأسرة الدولية يشجع على جذب الشركات العالمية والاستثمارات الخارجية إليها ورفع الحظر على التقنيات سيسهم في تنشيط الاستكشاف والتطوير والانتاج والتصنيع والتسويق وغيرها**
- **فرص كبيرة لزيادة انتاج النفط والغاز**
- **نمو الاستهلاك المحلي وتطوير قطاع التكرير والتصنيع المحلي زيادة الطلب على النفط والغاز وظهور اسواق جديدة مثل الصين والهند وغيرها**

التهديدات:

- **التخوف من عدم احتواء الاتفاقيات الجديدة على حوافز كافية قد تشكل عائقا دون جذب الاستثمارات في مجالات النفط والغاز**
- **عدم جاهزية البنى التحتية لزيادة الانتاج المتوقعة على المدى البعيد**
- **الوضع الأمني المهزوز والخط السياسي الغامض**

5.2. تحديد الأهداف الاستراتيجية والفرعية لقطاع النفط والغاز بليبيا

◄ المبادئ الأساسية للاستراتيجية

- **تنمية الثروة النفطية من أجل مواكبة مشاريع التنمية وبناء قاعدة اقتصادية قوية**
- **احكام سيطرة الدولة على صناعاتها النفطية اقتصاديا وفنيا واداريا**
- **تنمية المهارات الفنية والمالية والإدارية للعناصر الوطنية**

◄ معالم الاستراتيجية

- **استخدام التقنيات الحديثة لزيادة نسبة الاسترداد الإضافي**
- **اعطاء الأولوية للشركات المملوكة كليا للدولة للإسهام في تنمية قطاع النفط والغاز باعتماد مبدأ التشغيل الاقتصادي العالمي**
- **منح مزايا تعاقدية لتشجيع الشركات العالمية على الاستثمار في مجالات النفط والغاز في الأماكن ذات المخاطرة العالية لزيادة الاحتياطي النفطي والغازي**
- **تفعيل القطاع الأهلي في مجال النفط والغاز وخاصة الخدمات**
- **تطوير البنية التحتية لإنتاج وتوزيع الغاز واجراء التكامل بين استخدامات الغاز وتصنيعه للحصول على اقتصاديات أفضل**

- العمل على تعدد مصادر التمويل ووضع سياسات اقتصادية لخلق مناخ اقتصادي مشجع على الإنتاج والتنمية
- الحفاظ على الصحة والسلامة وحماية البيئة

◄ الأهداف الاستراتيجية للنفط والغاز (الاحتياطيات، الانتاج، التكرير والتصنيع)

الاحتياطيات والانتاج

تكثيف عمليات الاستكشاف لرفع الاحتياطي من النفط والغاز وكحد ادنى تعويض ما يتم انتاجه ، اضافة الى وضع البرامج الكفيلة بتحسين معاملات الاسترداد وتطوير الحقول الجديدة والرفع من الطاقة الانتاجية للنفط والغاز

1 -التكرير والتصنيع

تطوير المصافي والمصانع القائمة وانشاء مصافي جديدة لتغطية السوق المحلي من كافة المنتجات كحد ادنى والتوسع في الصناعات البتروكيميائية بالتكامل مع التكرير مع فتح المجال للمشاركة الأجنبية في مجال التكرير والتصنيع لضمان المواصفات والتسويق والجدوى الاقتصادية للمشاريع وخاصة مع شركات الاستكشاف والإنتاج

6.2. البرنامج التنموي لقطاع النفط والغاز والاستثمارات المالية المطلوبة

فيما يتعلق بالبرنامج التنموي تم اعتماد عدد من مشاريع الاستكشاف والانتاج بالبرنامج التنموي (2010 – 2014) ونظرا للتوقف بالسنوات الاستثنائية 2011 -2012 تم تحريك البرنامج للفترة (2013 -2017) وذلك لتطوير الحقول المكتشفة التي بها احتياطيات مؤكدة وإعادة تأهيل وتطوير حقول قائمة والتقييم الفني وتطوير إنتاج واستغلال الغاز وصيانة المعدات وتحسين الأداء.

وتهدف هذه المشاريع إلى زيادة انتاج النفط والغاز وصيانة معدات الإنتاج والحد من حرق الغاز وتحسين نظم السلامة ومكافحة الحرائق وحماية البيئة وزيادة توليد الطاقة

الكهربائية المستخدمة في انتاج النفط والغاز وقد قدرت ميزانية هذا البند بالخطة بـ 15 مليار دينار.

اما قطاع تصنيع النفط والغاز فقد تم تشكيل فريق عمل من قبل وزارة النفط والغاز من نخبة من خبراء قطاع النفط والغاز والكهرباء والصناعة والتخطيط لإجراء دراسة كاملة بغرض وضع خطط لتطويره على أسس اقتصادية وفنية وأجل النظر في ميزانية هذا النشاط إلى حين انتهاء الفريق من عمله.

ويواجه تنفيذ البرامج التنموية بشكل عام مجموعة من الصعوبات منها:

- الوضع الأمني في البلاد وعزوف المقاولين عن العودة لتنفيذ المشاريع.
- الأضرار التي لحقت بالبنية التحتية خلال حرب التحرير.
- النقص في الخبرات الفنية المؤهلة بالشركات الوطنية في مجال الهندسة والتصاميم.
- ارتفاع الاستثمارات المطلوبة وشح التمويل.

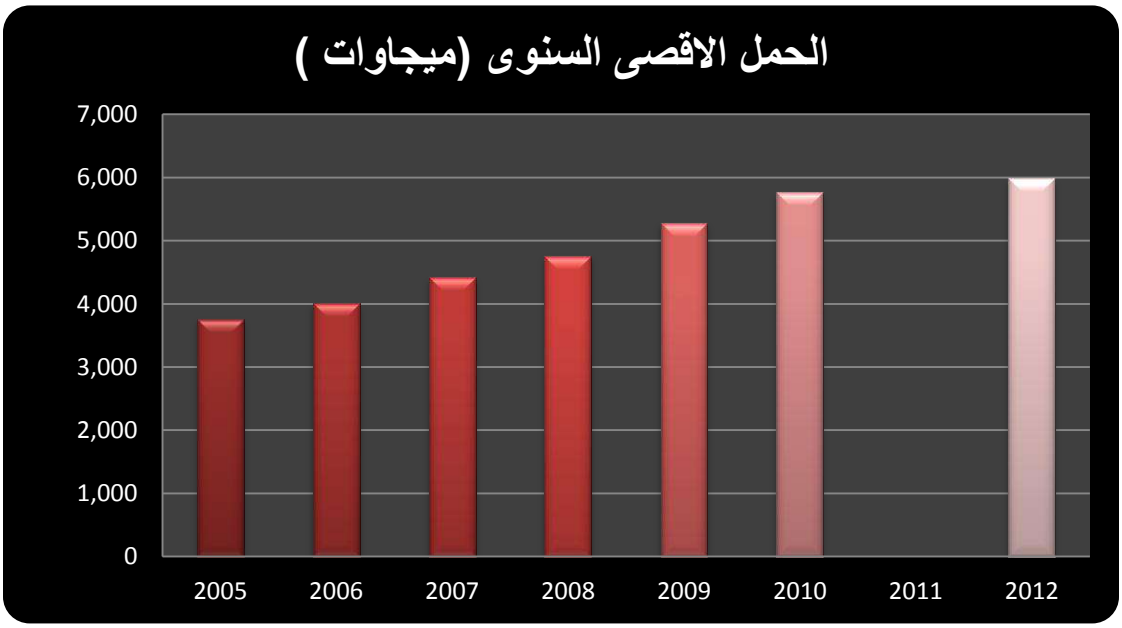
أما على المدى الطويل تقدر ميزانية قطاع الاستكشاف والانتاج للنفط والغاز بـ 40 مليار دينار وتقدر ميزانية التكرير والتصنيع بـ 40 مليار دولار.

الباب الثالث
الطاقة الكهربائية

1.3. الوضع الحالي للطاقة الكهربائية

1.1.3. الحمل الأقصى والطلب على الطاقة

شهد الطلب على الكهرباء خلال العقدين الماضيين نموا متزايدا، حيث بلغ الطلب (الحمل الكهربائي الأقصى)حوالي6000ميجاوات خلال العام 2012، مقارنة بحوالي 2000 ميجاوات عام 1995 أي بمعدل يصل إلى ثلاثة أضعاف في فترة زمنية تقل عن عقدين وبمتوسط نسبة نمو سنويةتزيد على 8٪ ، ويوضح الشكل رقم (3-1)تطور الطلب على الكهرباء (الحمل الاقصى خلال الفترة المشار إليها.

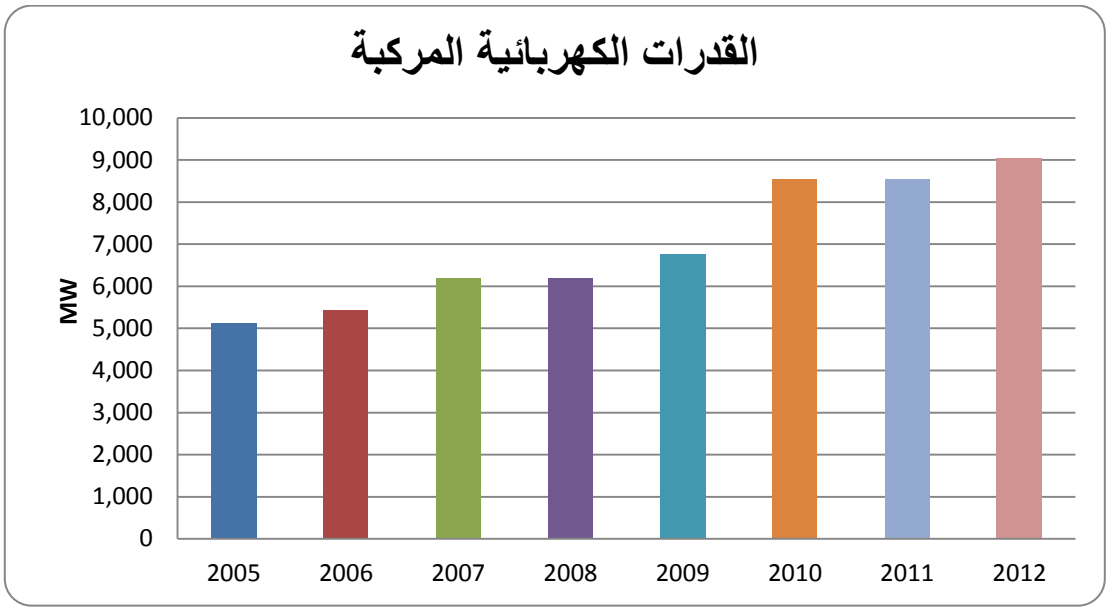


الشكل رقم (3-1) تطور الطلب على الكهرباء خلال الفترة (2005-2012)

2.1.3 قدرات التوليد الكهربائية المركبة

لتغطية الطلب على الكهربء ارتفعت القدرات الكهربائية المركبة من حوالي 5000 ميجاوات عام 2005 إلى حدود 9000 ميجاوات بنهاية العام 2012، حيث تمكن قطاع الكهرباء من استكمال تنفيذ وتشغيل عدد من وحدات التوليد في مواقع مختلفة بالشبكة الكهربائية الليبية. تعتمد هذه القدرات على مزيج من تقنيات التوليد المتاحة البخارية والغازية ذات الدورة البسيطة ومحطات الدورة المركبة، تستخدم هذه التقنيات الغاز الطبيعي والوقود السائل بنوعية الخفيف والثقل

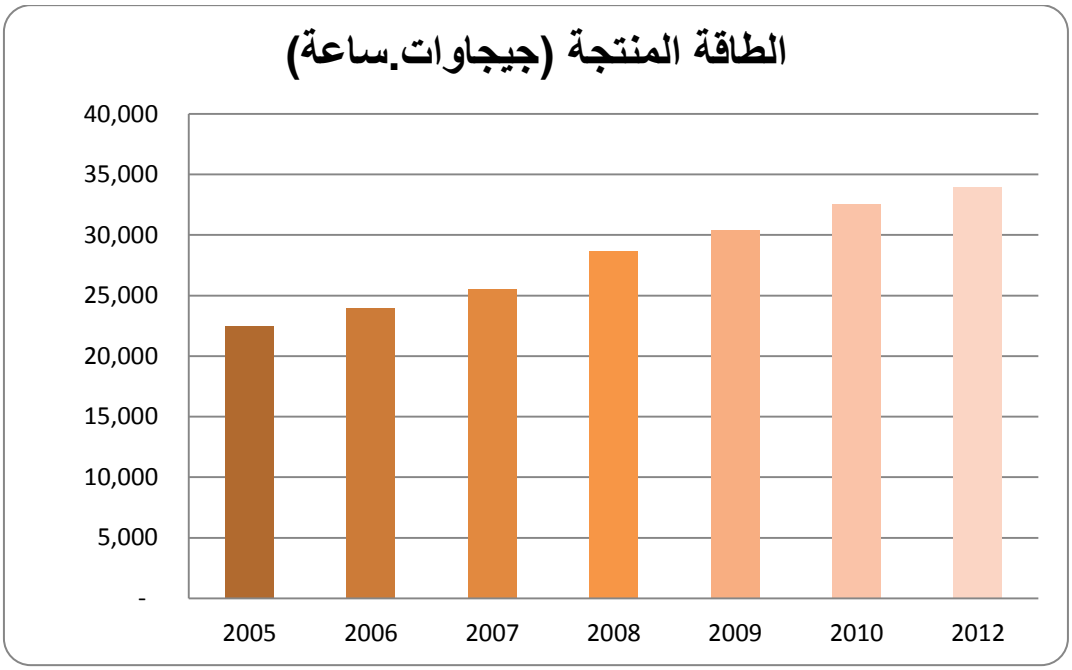
كوقود اساسي لتشغيل هذه المحطات، والشكل رقم(3-2) يبين تطور القدرا الكهربائية المركبة خلال الفترة الماضية.



الشكل رقم (3-2) تطور القدرات الكهربائية المركبة خلال الفترة (2005-2012)

3 . 1.3 تطور الطاقة الكهربائية المنتجة

بلغت الطاقة الكهربائية المنتجة بمختلف محطات التوليد العاملة بالشبكة الكهربائية العامة حدود 34,000 جيجاوات.ساعة بنهاية العام 2012، مقارنة بطاقة أجمالية منتجة خلال العام 1995 وصلت إلى 12000 جيجاوات ساعة أي تضاعفت الطاقت المنتجة حوالي ثلاثة أضعاف في أقل من عقدين من الزمن (1995 -2012)، وقد بلغ معدل متوسط النمو السنوي للطاقة الكهربائية المنتجة حوالي 7.7٪ لنفس الفترة. الشكل رقم (3-3) يوضح تطور الطاقة الكهربائية المنتجة بمحطات التوليد للفترة 1995 – 2013.



الشكل رقم (3-3) تطور الطاقة الكهربائية المنتجة بمختلف محطات التوليد خلال الفترة (2005-2012)

1.3 . 4 الوقود المستخدم لإنتاج الكهرباء

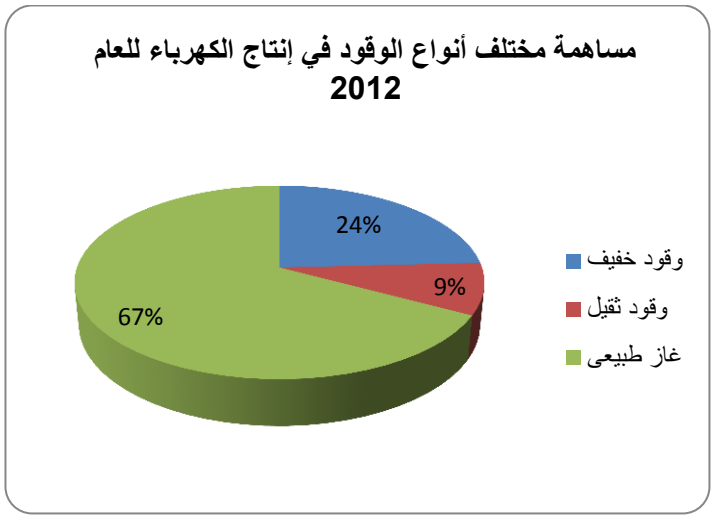
تعتمد وحدات توليد الكهرباء على حرق الوقود السائل بنوعيه الخفيف والثقيل في عملية إنتاج الكهرباء بإعتبار أن ليبيا دولة منتجة لهذا النوع من الوقود علاوة على عدم توفر مصادر أخرى للوقود في الفترة الماضية وبالتحديد قبل علم 2000.

وقد شرع في استخدام الغاز كوقود اساسي لتشغيل وحدات التوليد العاملة بالشبكة في السنوات الاخيرة من القرن الماض وبدجأت كميات الغاز تتوفر خلال السنوات القليلة الماضية،ى حيث بادر قطاع الكهرباء في احلال الغاز الطبيعي عوضا عن زيت الوقود الخفيف كلما توفرت كميات الغاز المطلوبة، ويعتبر هذا التوجه من الامور الايجابية جدا، نظرا لمزايا استخدام الغاز الفنية والاقتصادية والبيئية.

وبدراسة الاحصائيات الرسمية المتوفرة يلاحظ ارتفاع نسبة إنتاج الكهرباء باستخدام الغاز إلى حوالي 62٪ عام 2012 أدى ذلك إلى إنخفاض استخدام الوقود الخفيف إلى حدود 24٪ خلال

نفس السنة، وهذا من شأنه خفض الانبعاثات الكربونية بالاف الاطنان من غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوفير كميات من زيت الوقود الخفيف مرتفع الثمن في الاسواق العالمية ويؤدي كذلك إلى إطالة عمر وحدات التوليد وتقليل عدد العمرات الجسيمة المطلوبة لتلك الوحدات.

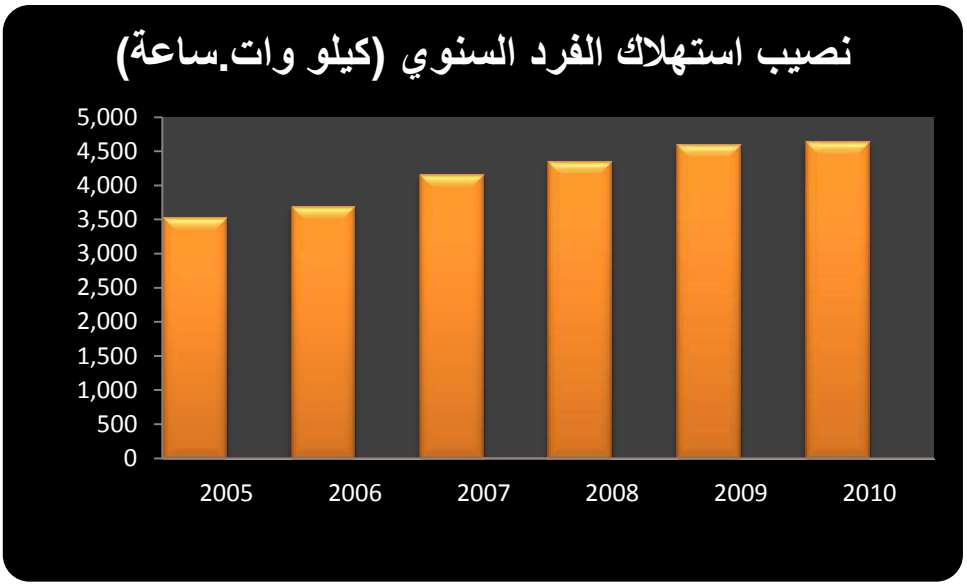
الشكل رقم (3-4) يبين نسب الوقود المستخدم في انتاج الكهرباء للعام 2012.



الشكل رقم (3 -4) مساهمة أنواع الوقود في إنتاج الكهرباء خلال العام 2012

1.3 . 5 تطور نصيب استهلاك الفرد من الطاقة الكهربائية

تضاعف نصيب استهلاك الفرد الليبي من الطاقة الكهربائية عدة اضعاف خلال الفترة الماضية حتى وصلى إلى حوالي 4,650 كيلو وات ساعة للفرد، عام 2010 وهذا مؤشر على تطور مستوى المعيشة وأن السكان الليبيين يتمتعون بمستويات جيدة من استخدام الطاقة الكهربائية وأن لديهم الامكانيات المناسبة للوصول إلى مستويات لا بأس بها من استخدام وسائل الطاقة الحديثة، بالمقارنة مع الكثير من الدول النامية وأغلب الدول الافريقية وعدد من الدول العربية حيث يوجد في افريقيا وحدها حوالي 600 مليون نسمة لا يتمتعون بأدنى مستوى للوصول إلى استخدام الطاقة الحديثة (الكهرباء). والشكل رقم (3 -5) يبين تطور نصيب استهلاك الفرد من الطاقة الكهربائي خلال الفترة (2005 – 2010).



الشكل رقم (3 -5) نصيب استهلاك الفرد من الطاقة الكهربائية خلال الفترة (2005 – 2010)

6 . 1.3 شبكات نقل الطاقة الكهربائية

يتم نقل الطاقة الكهربائية المنتجة بمختلف محطات التوليد إلى مراكز الاحمال المختلفة عبر خطوط نقل الطاقة ذات الجهد الفائق 400 ك.ف. والعالي 220 ك.ف.، ويتم تصريف هذه الطاقة من خلال شبكات الجهد المتوسط 66 و 30 ك.ف.، تغطي كافة أنحاء ليبيا، حيث تشير الاحصائيات الرسمية لقطاع الكهرباء نهاية العام 2012 ألى أن:

- إجمالي أطوال خطوط نقل الطاقة 400 ك. ف. بلغ قرابة 2300 كم، وإجمالي خطوط النقل جهد 220 ك.ف. وصل حدود 14000 كم بما في ذلك الكوابل الارضية
- إجمالي أطوال شبكات الجهد المتوسط 66، 30 ك. ف. وصل إلى حوالي 28300 كم
- عدد محطات التحويل جهد 400 بلغ 13 محطة بسعة إجمالية مركبة تبلغ حوالي 18000 ميجافولت أمبير، في حين وصل عدد محطات التحويل 220 ك. ف. إلى أكثر من 80 محطة تحويل بسعة إجمالية بلغت 16000 ميجا فولت أمبير، وعدد محطات شبكة الجهد المتوسط 66، 30 ك.ف. بلغ 655 محطة بسعة 18240 ميجا فولت أمبير.

هذه البيانات توضح ضخامة هذه الشبكات نظرا لإتساع الرقعة الجغرافية لليبيا، وأهميتها في نقل الطاقة الكهربائية إلى مراكز الاحمال بشرق وغرب وشمال وجنوب البلاد، وعلى الرغم من ذلك

فالحاجة ملحة لدعم وتطوير هذه الشبكات حتى يمكن مجابهة الطلب المتزايد على الكهرباء بالمعايير الفنية والاقتصادية الطلوبة.

6 . 1.3 شبكات توزيع الطاقة الكهربائية

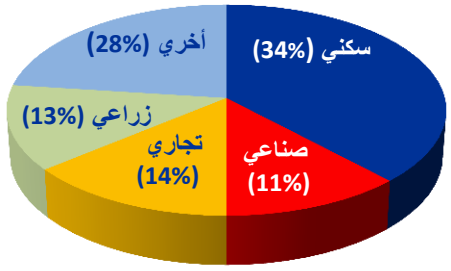
تعتبر شبكات التوزيع حلقة الوصل الرئيسة لتوزيع الطاقة الكهربائية على مختلف مراكز الاحمال وتلبية إحتياجات مختلف قطاعات الاستهلاك، لذلك تكتسي هذه الشبكات أهمية كبيرة في تأمين التزود بالكهرباء وتوفير الطاقة الكهربائية بالجودة والمواصفات المطلوبة.

تغطي هذه الشبكات كافة مناطق ليبيا الحضرية والريفية وتوضح بيانات الشركة العامة للكهرباء أن:

- إجمالي أطوال الخطوط الهوائية لشبكات التوزيع جهد 11 ك. ف. تبلغ حوالي 43,230كيلومتر،و أطوال الكوابل الآرضية تقريباً 8,250 كم.
- وبلغ عدد محطات التوزيع جهد 11 ك. ف. 12,800 محطة تحويل وما يقارب من 62000 محول ما بين أرضي وهوائي .

7 . 1.3 الطاقة الكهربائية المستهلكة

خلال العام 2010بلغت كمية الطاقة المستهلكة في مختلف قطاعات الاستهلاك حوالي 25 مليون ميجاوات.ساعة توزعت على شرائح الاستهلاك كما هو موضح بالشكل رقم حيث يلاحظ أن القطاع المنزلي يمثل أكبر المستهلكين بنسبة تبلغ 34٪ تقريبا.



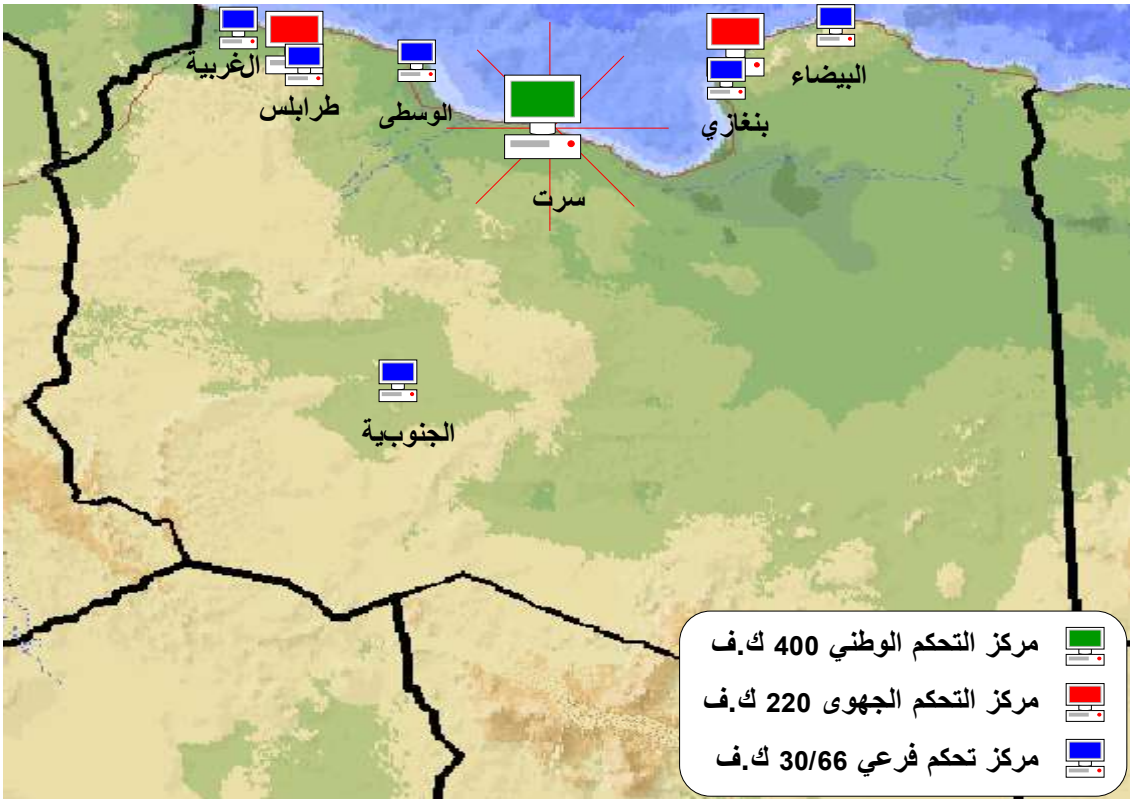
الشكل رقم (2) توزيع الطاقة الكهربائية حسب شرائح المستهلكين

8 . 1.3 مراكز التحكم والمراقبة

يتم السيطر ة والتحكم في تشغيل المنظومة الكهربائية من محطات توليد وشبكات نقل وتوزيع وفقا لجودة خدمات ومعايير فنية وإقتصادية محددة بواسطة سلسلة من مراكز التحكم والمراقبة الحدثية والتي تتكون من:

- مركز التحكم الوطني: يتولى السيطر والتحكم في وحدات التوليد الرئيسية وشبكة الجهد الفائق 400 ك.ف. وتابدل الطاقة مع شبكات الدول المجاورة عبر خطوط الربط الكهربائي مع هذه الدول
- مركز التحكم الجهوي طرابلس: يتم من خلاله التحكم في تشغيل شبكة الجهد العالي 220 ك.ف. بالمنطقة الغربية والجنوبية الغربية (سبها وما حولها)
- مركز تحكم بنغازي الجهوي: يقوم بمراقبة وتشغيل شبكة الجهد العالي 220 ك.ف. بالمنطقة الشرقية والجنوبية الشرقية (السرير والكفرة)
- عدد عشرة مراكز تحكم فرعية: يتم من خلالها التحكم والسيطرة على تشغيل شبكات التوزيع بالمناطق

والشكل رقم (3-6) يوضح التوزيع الجغرافي لمراكز التحكم والمراقبة.



الشكل (3 -6) المواقع الجغرافية لمراكز التحكم والمراقبة

1.3 . 9 . الربط الكهربائي

يعتبر الربط الكهربائي بين مختلف الشبكات المتجاورة، سواء داخل البلد الواحد أ و بين الدول المتجاورة من الوسائل المهمة والاستراتيجية لتأمين التزود بالطاقة الكهربائية وتبادلها بكميات مناسبة بين هذه الشبكات، حيث يساهم الربط الكهربائي في توفير:

- إحتياطي استراتيجي يمكن استخدامة عند الحاجة خصوصا في حالات الطوارئ والاغاثة
- يمكن من برمجة وإجراء الصيانات الدورية والعمرات الجسيمة لوحدات الانتاج في مواعيدها
- تبادل الطاقة على اسس تجارية ووفقا لعقود بيع وشراء

وعلى هذا الاساس تم تنفيذ الربط الكهربائي على مستوى الجهد العالي 220 ك.ف. مع شبكات تونس من الغرب ومصر من الشرق، كما هو موضح بالشكل رقم (8)، إلا ان هذا الربط لا يمكن من تبادل كميات عالية من الطاقة نظرا لمحدوديته الفنية وتباعد المسافات بين مراكز الاحمال ومحطات التوليد بهذه الدول، وهنا يجب التنويه إلى ضرورة العمل على تقوية هذا الربط على مستوى الجهد الفائق 400 ك. ف. واستخدام التقنيات الحديثة لشبكات النقل الذكية، حتى يمكن من استغلال الربط في كل الاحوال والاستفادة منه في نقل كميات كبيرة وربما تصدير الطاقة الكهربائي من الدول الغنية بالمصادر الاولية إلى الدول المحتاجة للطاقة.

2.3. موازنة الطلب بالقدرات المتاحة والمؤشرات المستقبلية لقطاع الكهرباء

1.2.3. الطلب المتوقع على الكهرباء للفترة (2013 -2030)

يعتبر تحديد الطلب على الطاقة الكهربائية والحصول على توقع مناسب للأحمال الكهربائية أمرا مهما لكافة الدول والمؤسسات التي تعنى بشئون الطاقة، وذلك لأن الطلب على الطاقة الكهربائية يمثل حجر الأساس لتحديد نوع وحجم وحدات التوليد المطلوب إضافتها لتلبية الطلب وكذلك نوع وحجم وسعة المعدات المطلوب إضافتها للشبكات الكهربائية، حيث تبدأ عمليات تخطيط التوسع في المنظومات الكهربائية القائمة واستحداث منظومات كهربائية جديدة بمعرفة الطلب على الطاقة الكهربائية.

والتنبؤ الجيد بالطلب على الطاقة هو الذي يكون فيه الطلب المتوقع قريباً جداً من الطلب الفعلي. فإذا كان الطلب المتوقع قليلاً جداً، ينتج عنه خسارة مالية نتيجة لانخفاض مبيعات الطاقة. والعكس، إذا كان الاحتياج المقدر كبيراً جداً ومبالغاً فيه، ينتج عنه مبالغة في حجم الاستثمارات المطلوبة لتنفيذ المشروعات الكهربائية، وبالتالي قد يؤدي هذا إلى صعوبة توفير التمويلات اللازمة لتلك المشروعات.

تتبع مختلف الشركات والمؤسسات الكهربائية في العالم طرق وأساليب مختلفة لتحديد الاحتياج الأنسب وتقدير الأحمال الكهربائية للوصول إلى أقرب توقع لتلك الأحمال، وتختلف هذه الأساليب باختلاف طبيعة ونمط الاستهلاك الكهربائي لكل دولة، وتعتمد دراسات التوقع في الطلب على الكثير من العوامل والمتغيرات من أهمها:

- **التطور التاريخي في الطلب على الكهرباء**
- **التطور الاقتصادي والسكاني (النمو الديموغرافي)**
- **أحمال المشروعات الكبرى**

وتوضح بيانات قطاع الكهرباء أن النمو في الطلب على الكهرباء خلال السنوات الأخيرة تزايد بنسب نمو سنوية تتراوح ما بين 6٪ و 10٪، وهذا يمثل النمو الطبيعي للحمال الكهربائية، لذلك تم اعتبار متوسط نسبة نمو سنوية 8٪ عند إجراء الدراسات والتحليلات للتوقع في الطلب على الكهرباء، وحيث أن الطلب على الكهرباء يتغير بتغير العوامل المؤثرة فيه (الاقتصادية والديموغرافية)، فإنهيتم تحديث دراسات التنبؤ بالطلب على الكهرباء في مدة تتراوح ما بين 2 و3 سنوات لتفادي عدم الدقة في التوقعات المستقبلية في الطلب على الكهرباء.

وطبقا لنتائج دراسات الطلب على الكهرباء التي قام بها القطاع ، أخذا في الاعتبار تلك المؤشرات وإضافة أحمال المشروعات الكبرى كمشروع النهر الصناعي ومجمع الحديد والصلب،حيث بينت تلك الدراسات أن الطلب سيصل إلى قرابة 8500 ميجاوات خلال العام 2015 وسيصل إلى حوالي 18000 ميجاوات خلال العام 2030، وكما هو مبين تفصيلا بالجدول التالي:

السنة	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
الحمل الأقصى (م.وات)	6,632	7,480	8,478	9,828	11,798	12,696	13,433	13,839	14,253
السنة	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
الحمل الأقصى (م.وات)	14,664	15,082	15,496	15,879	16,263	16,651	17,043	17,441	17,847

2.2.3 موازنة الطلب المتوقع بالقدرات المتاحة للفترة (2013 -2030)

بموازنة الطلب المتوقع على الطاقة الكهربائية بالقدرات الانتاجية المتاحة من محطات التوليد القائمة، نلاحظ ازدياد العجز في تغطية الطلب حيث من المتوقع أن يبلغ العجز في القدرات المطلوبة حوالي700 ميجاوات خلال العام الحالي 2013 ويرتفع إلى حدود 2750 عام 2015 هذا العجز سيكون على حساب الاحتياطي الضروري للتشغيلوالصيانة وحالات الطوارئ ، يزداد العجز بعد ذلك ليصل إلى حوالي 9500 ، 12000، 15000 ميجاوات خلال السنوات 2020، 2025، 2030 على التوالي، ويحتم ذلك إضافة قدرات توليد جديدة إعتبارا من العامين القادمين واتخاذ تدابير إضافية للترشيد في الاستهلاك والتحكم في الطلب ورفع كفاءة محطات التولي القائمة وخفض الفاقد، للتمكن من السيطرة على الطلب وتغطية الاحتياجات الفعلية. الجدول التالي يبين موازنة الطلب بالقدرات المتاحة وإجمالي القدرات المركبة المطلوبة لمواجهة الطلب.

السنة	2013	2014	2015	2016	2017	2018
الحمل الكهربائي العام	6,632	7,480	8,478	9,828	11,798	12,696
إحتياطي التشغيل والطوارئ	1,326	1,496	1,696	1,966	2,360	2,539
إجمالي القدرات اللازمة لتغطية الطلب	7,958	8,976	10,174	11,794	14,158	15,235
القدرات المتاحة من محطات التوليد القائمة	7,235	7,465	7,415	7,245	7,165	7,085
العجز في القدرات	723	1,511	2,759	4,549	6,993	8,150

السنة	2019	2020	2021	2022	2023	2024
الحمل الكهربائي العام	13,433	13,839	14,253	14,664	15,082	15,496
إحتياطي التشغيل والطوارئ	2,687	2,768	2,851	2,933	2,866	2,789
إجمالي القدرات اللازمة لتغطية الطلب	16,120	16,607	17,104	17,597	17,948	18,285
القدرات المتاحة من محطات التوليد القائمة	7,085	7,085	6,625	6,565	6,505	6,505
العجز في القدرات	9,035	9,522	10,479	11,032	11,443	11,780

السنة	2025	2026	2027	2028	2029	2030
الحمل الكهربائي العام	15,879	16,263	16,651	17,043	17,441	17,847
الاحتياطيالضروري للتشغيل والطوارئ	2,699	2,602	2,498	2,556	2,616	2,677
إجمالي القدرات اللازمة لتغطية الطلب	18,578	18,865	19,149	19,599	20,057	20,524
القدرات المتاحة من محطات التوليد القائمة	6,505	5,465	5,465	5,465	5,465	5,465
العجز في القدرات	12,073	13,400	13,684	14,134	14,592	15,059

3.3. ملامح الوضع المستقبلي لقطاع الكهرباء

الطاقة الكهربائية تمثل عصب الحياة العصرية في ليبيا نظرا لدورها الهام وارتباطها بكافة الانشطة الحياتية والاقتصادية، فبدون الكهرباء لا يمكن الحصول حتى على مياه الشرب، فالكهرباء في هذا العصر أصبحت القوى المحركة لعجلة الاقتصاد والتجارة والحياة بشكل عام.

لذلك يواجه قطاع الكهرباء تحديات كبيرة لمواجهة الطلب المتزايد وبشكل (دراماتيكي) بسبب تطور المستوى المعيشي للفرد في ليبيا والتوسع في استخدام الاجهزة الكهرومنزلية والنمو في القطاعات الخدمية والانتاجية الاخرى.وطبقا لبيانات القطاع، فإن متوسط نسبة النمو في الطلب الطبيعي على الكهرباء تصل إلى حدود 8٪ سنويا خلال الفترة الاخيرة، وإذا ما أخذ في الاعتبار المشروعات التنموية التي تهدف إلى تطوير القطاعات الاقتصادية المختلفة، فإن الطلب سيزداد بنسب إعلى من ذلك بكثير.

ولتلبية الطلب خلال السنوات القادمة، يتوجب التوسع في محطات إنتاج الكهرباء وشبكات النقل والتوزيع وتطوير صناعة الكهرباء بشكل عام. وفي هذا الخصوص، أولى قطاع الكهرباء اهتماماً كبيرا

لتطوير المنظومة الكهربائية وفق دراسات فنية واستراتيجية، حيث تضمن مخطط القطاع للتوسع في قدرات انتاج الطاقة الكهربائية لتغذية مختلف الأحمال، التعاقد على تنفيذ ما يقارب من 7000 ميجاوات قدرات كهربائية مركبة موزعة على عدد من محطات الانتاج بمناطق مختلفة في شرق وغرب وجنوب البلاد وتم بالفعل تشغيل بعض الوحدات في محطات الانتاج بمناطق (السرير، الزويتينة، الجبل الغربي، شمال بنغازي ومصراتة)، والبعض في طور التنفيذ (محطة الخليج، محطة غرب طرابلس، محطة أوباري) وكذلك تم اقتراح عدة أماكن لتنفيذ عدد من محطات التوليد خلال السنوات القادمة. الجدول رقم (3.3) يبين قدرات الانتاج المطلوب إضافتها لمجابهة الطلب خلال الفترة (2013 -2030).

وقد تبنت الشركة العامة للكهرباء خيار استخدام الغاز الطبيعي كوقود اساسي لتشغيل محطات إنتاج الكهرباء خلال السنوات القادمة، نظراً لمزاياه الفنية والاقتصادية والبيئية، مقارنة بالوقود الخفيف والثقيل، وعلى هذا الأساس تم حساب كميات الوقود المتوقع استعمالها بمحطات إنتاج الكهرباء، فكانت لبعض السنوات كما يلي:

- سنة 2015 سيتم استهلاك ما يقارب 1.5 مليون متر مكعب من الوقود الثقيل سنوياً وتقريباً 1.0 مليون متر مكعب من الوقود الخفيف سنوياً وتقريباً 1,375 مليون قدم مكعب من الغاز يومياً.
- بحلول سنة 2030 من المتوقع أن يزداد حجم استخدام الغاز في إنتاج الكهرباء إلى حدود 2,500 مليون قدم مكعب يومياً.

ولنقل الطاقات المنتجة من مختلف محطات التوليد إلى مناطق الاستهلاك يستوجب تنفيذ عدد من محطات التحويل وخطوط النقل إلى جانب دعم وتوسيع وتقوية شبكات التوزيع بالمناطق.

4.3. أهم التحديات التي تواجه القطاع

- مواجهة الطلب المتزايد على الكهرباء والتغطية الكاملة لأحمال الذروة الكهربائية
- إرتفاع الاستثمارات المطلوبة لمشروعات الكهرباء خصوصا محطات إنتاج الطاقة
- خفض الفاقد بنوعية خصوصا التجاري الذي يشكل نسبة مرتفعة معظمها الاستجرار غير القانوني للتيار الكهربائي

- رفع كفاءة المنظومة الكهربائية ودعم وتقوية شبكات توزيع الطاقة لإيصال التيار الكهربائي بالجودة الفنية والاقتصادية المطلوبة
- ارتفاع نسبة القوى العاملة بالقطاع مقارنة بالشروط المعيارية والحاجة إلى إعادة تأهيل وتدوير العناصر غير الضرورية لحاجة القطاع

5.3. الاستثمارات اللازمة لتنمية وتطوير قطاع الكهرباء

ستشهد ليبيا في الفترة القليلة القادمة نهضة تنموية كبرى في جميع المجالات والانشطة الاقتصادية وتطوير البنية التحتية (الصناعة، التجارة، السياحة، مشاريع الاسكان والمرافق، ...الخ) وهذا يتطلب توفير الطاقة الكهربائية اللازمة لهذه المشاريع، وقد وضع قطاع الكهرباء برامج ومخططات قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل لتغطية الطلب على الكهرباء وهذه البرامج تحتاج إلى استثمارات في محطات الانتاج وشبكات النقل ذات الجهد العالي والفائق وشبكات الجهد المتوسط والتوزيع بمختلف المناطق، وبمستوى الأسعار الحالية تقدر إجمالي الاستثمارات المطلوبة بحوالي (40 مليار دولار) ما يعادل (50 مليار دينار) للفترة (2013 -2030) موزعة على مجالات القطاع على النحو التالي:

- في مجال إنتاج الكهرباء 24 مليار دينار
- في مجال شبكات النقل والتحكم والتوزيع 26مليار دينار

الباب الرابع
كفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك

1.4 تقديم

ظهرت فكرة تحسين كفاءة الطاقة وترشيد الإستهلاك كأولوية فى جدول أعمال صانعي سياسات الطاقة فى جميع أنحاء العالم خاصة بعد ازمة النفط سنة 1973 نظراً للحاجة الملحة لتأمين الاحتياجات المستقبلية من الطاقة، ومما لاشك فيه أن الدول النامية والمتقدمة على حد سواء تواجه في يومنا هذا العديد من التحديات الكبرى منها الزيادة المضطردة للسكان والأزمات الاقتصادية الحادة والنمو المتزايد في الطلب على موارد الطاقة، الأمر الذي يحتم ضرورة وضع سياسات وقوانين ولوائح وطنية وإقليمية فعالة للتحكم فى معدل استهلاك الطاقة، بما يحقق العديد من الفوائد الاقتصادية والاجتماعية منها إطالة فترة نفاذ الوقود الأحفوري وتحقيق التوازن في الموازنات الحكومية المخصصة لإمداد وتوفير الطاقة وخلق فرص عمل جديدة ونقل المعرفة والتقليل من التأثير السلبي لانبعاثات الغازات الدفيئة على البيئة.

ولتحديد مجالات رفع كفاءة الطاقة على المستوي الوطني فإننا سنحتاج لاجراء الدراسات الفنية حول أوجه استهلاك الطاقة بكافة أشكالها في القطاعات المختلفة وتحديد أماكن الهدر والاستخدام غير الكفء لها، يلي ذلك وضع الوسائل والأساليب التي تكفل الوصول إلى الاستخدام الأمثل للطاقة.

وبالنظر إلى الوضع الحالي لاستهلاك الطاقة الكهربائية في ليبيا فإننا نري أن القطاع السكني هو أكبر القطاعات المستهلكة للطاقة الكهربائية على المستوي المحلي، حيث يستهلك هذا القطاع أكثر من ثلث الطاقة الكهربائية المنتجة ويتركز هذا الاستهلاك في تسخين المياه والتكييف والاضاءة، ولعل من أهم إجراءات رفع كفاءة الطاقة في القطاع السكني هي العزل الحراري للمباني والتوسع في استخدام المصابيح الموفرة للطاقة بدلاً من المصابيح المتوهجة وتسخين المياه بالطاقة الشمسية، واستخدام الأجهزة المنزلية عالية الكفاءة والتي تحمل ملصقات كفاءة الطاقة وبالأخص أجهزة تكييف الهواء التي بدأ تأثيرها يبدو ملحوظاً في ارتفاع الطلب على الطاقة الكهربائية وخاصة في فصل الصيف.

2.4 كفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك

تعرَّف كفاءة الطاقة بأنها استعمال أقل طاقة للتزود بنفس الخدمة وهي أسرع وسيلة وأقل تكلفة لمجابهة التحديات التي تواجه قطاع الطاقة للوصول إلى نظام طاقة مستدام، ولفهم جيد لهذا التعريف، الأمثلة التالية توضح ذلك:

عندما نقوم بتغيير نافذة المنزل بأخرى لتلافي خروج الهواء الساخن خلال فصل الشتاء والهواء البارد في فصل الصيف إلى خارج المنزل، فإن ذلك يقلل استهلاك الطاقة الكهربائية لتشغيل المكيف أو المدفأة، وعندما تقوم بتغيير أي جهاز كهربائي مثل الثلاجة أو آلة غسيل الملابس أو أي جهاز مرئي أو حاسوب بآخر ذو كفاءة أعلى، فإن هذا الجهاز الجديد يقدم نفس الخدمة ولكن بأقل استهلاك للطاقة، وبالتالي تكلفة الطاقة المدفوعة سنوياً تنخفض.

ولكن ،،، مفهوم كفاءة الطاقة يختلف عمَّا نعرفه عن ترشيد استهلاك الطاقة:

فترشيد استهلاك الطاقة يقصد به مجموعة الإجراءات والتدابير المتخذة بهدف استخدام الطاقة بالشكل الأمثل والحد من الهدر، ويعتمد على نتائج التصرف الشخصي لاستخدام الطاقة، وقد يصحبها تقليل من أو إلغاء الخدمة لغرض توفير الطاقة. يمكن القول بأن الترشيد مصطلح يدل على الاستخدام العقلاني للطاقة ومن أمثلة ذلك:

- إطفاء بعض المصابيح التي لا تحتاج إليها (أثناء النهار مثلاً).
- ضبط درجة حرارة منظم حرارة المكيف على درجة معينة (مثلا 25 درجة مئوية).
- إزاحة بعض الأحمال إلى خارج وقت الذروة (في حال إمكان ذلك).

مثل هذه الإجراءات وغيرها لاتحتاج إلى أية تكاليف مالية ويمكن تعميمها من خلال برامج نشر المعرفة ومفاهيم الترشيد بين عناصر المجتمع ككل وأيضاً من خلال النشرات الموجهة إلى الشرائح المختلفة من المجتمع.

لذا، يمكن اعتبار كلاً من كفاءة الطاقة وترشيد استهلاكها المفتاح الرئيسي للطاقة المستدامة (بمفهومها: الحصول على الاحتياجات الطاقوية دون تعريض احتياجات الأجيال القادمة أو المستقبلية من الطاقة للخطر)، وهي تركز على إعداد الخطط الطويلة الأجل والسياسات لتأمين الحصول على الاحتياج الحالي والمستقبلي للطاقة.

وهنالك توجه عالمي لاستخدام كفاءة الطاقة في بناء المنازل، والمركبات، والصناعات المختلفة بهدف الحد من استخدام الوقود الأحفوري والانبعاثات الحرارية ومواجهة ظاهرة الاحتباس الحراري. وأصبحت قضية استخدام كفاءة الطاقة محط اهتمام الباحثين في العالم بأسره.

وبرهنت توجهات استخدام كفاءة الطاقة بأنها ذات جدوى اقتصادية مرتفعة، وإستراتيجية ممتازة لبناء وتطوير أنظمة الطاقة الحالية دون الحاجة للزيادة في استهلاك الطاقة. و أظهرت الدراسات التي أجريت

في البلدان التي اتبعت سياسات صارمة بشأن استخدام كفاءة الطاقة؛ ان هذه الإجراءات رغم كونها مكلفة في البداية إلا أنها مجدية اقتصادياً للشركات والصناعات التي تتبعها.

وتجابه كفاءة الطاقة العديد من التحديات، ولكن وضع البرامج والسياسات المناسبة قد تحد من هذه المعوقات وتسرع من تنفيذ البرامج الوطنية لكفاءة الطاقة في العديد من الدول. وتشمل برامج كفاءة الطاقة قطاعات تحويل الطاقة والقطاعات المستخدمة للطاقة النهائية مثل قطاع المواصلات والصناعة والقطاع السكني والتجاري والخدمي.

3.4. فوائد كفاءة الطاقة

تحقق كفاءة الطاقة جملة من الفوائد أهمها:

- تخفيض الانبعاثات البيئية على المستوى المحلي والدولي (يمكن أن تسهم بـ 50٪ من وسائل الخفض للغازات الدفيئة سنة 2050).
- توفير الوقود وزيادة أمان الطاقة.
- تقليل الاستثمار في البنية التحتية لمنظومة الطاقة.
- زيادة التنافس (في الصناعة: خفض استهلاك الطاقة يعني خفض تكاليف المنتج).
- رفع مستوى المعيشة للفرد.
- خلق فرص عمل .
- موازنة التجارة العالمية.
- تقليل الاستثمارات المطلوبة لتلبية الطلب على الطاقة.
- زيادة التنمية الاقتصادية = خفض فرص عدم الحصول على الطاقة وتقليل الفقر.

4.4 كثافة الطاقة

تعتبر كثافة الطاقة مؤشرا من المؤشرات المهمة لتقييم منظومة الطاقة لأي دولة في العالم ويتم استخدامه لتقييم وضع الطاقة الأولية والنهائية وكذلك قطاعيا لكل من القطاعات المستهلكة.

وتعرف كثافة الطاقة الأولية على أنها كمية الطاقة الكلية اللازمة للحصول على وحدة واحدة من الناتج المحلي الاجمالي GDP.

ويعطى قيمة الناتج المحلي الاجمالي بالدولار(أي تحويل العملات المحلية إلى الدولار) أو باستخدام تعادل القوى الشرائية PPP لتوحيد العملات الدولية وإمكانية المقارنة بين الدول وهذا يعطي قيمة إضافية للناتج المحلي الاجمالي حيث يزيل مؤثرات التضخم والفرق في تغير العملات.

ومؤشرات كثافة الطاقة هي نسب غالبا ما توضح التوجه في استخدام الطاقة على مستوى الدولة ككل أو قطاعياً أو عند المستخدم النهائي وتستخدم للمقارنة بين الدول أو لتتبع استخدام الطاقة على مدى سنوات معينة للمقارنة في مدى التحسن في الاستخدام. وتستخدم كذلك لغرض توفير المعلومات المتعلقة بالتغير في نمط استخدام الطاقة ومن ثم كمية الملوثات الناتجة عن الاستخدامات المختلفة ومن المصادر والتقنيات المختلفة قطاعيا وللدولة ككل، كذلك تستخدم لتسليط الضوء على التطور والنمو الذي يحدث خلال السنوات والتحسن الذي قد يحدث في تحسين كفاءة الطاقة، ولتحديد ومراقبة مستهدفات معينة لاستهلاك الطاقة ومدى تطور برامج كفاءة الطاقة الوطنية والتخطيط للخطوات الإجرائية لتطبيق كفاءة الطاقة وكذلك كمدخلات لبرامج تخطيط ونمذجة منظومة الطاقة المستقبلية على المستوى الوطني والدولي.

ولكي تكون هذه المؤشرات ذات قيمة، يجب توفر البيانات اللازمة لهذه المؤشرات وكذلك دقة وصحة هذه البيانات. وتجدر الإشارة إلى أن أغلب هذه المؤشرات تركز على الاستخدام النهائي للطاقة وتتأثر بعدة عوامل منها:

- طبيعة النشاطات الاقتصادية/ هيكلة الاقتصاد في البلد (أي مساهمة القطاعات المختلفة في الناتج المحلي الكلي).
- الخليط الطاقي للطاقة الأولية (نفط، غاز، طاقة متجددة،..).
- المناخ السائد.
- مستوى ونوع حياة الفرد .
- هيكلة قطاع المواصلات (خاصة المواصلات العامة).
- كفاءة الطاقة التقنية .

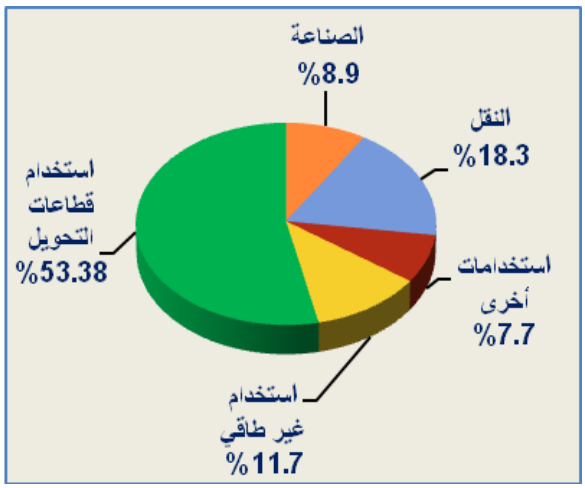
5.4 الوضع الحالي لكفاءة الطاقة في ليبيا

1.5.4 كفاءة الطاقة في قطاع التحويل

يتم فقد كميات كبيرة من الطاقة في قطاعات تحويل الطاقة من المصادر الأولية إلى مصادر ثانوية سواء تحويل النفط الخام إلى منتجات نفطية مثل البنزين والكيروسين أو تحويل أنواع الوقود إلى كهرباء.

توضح البيانات الوطنية للطاقة لسنة 2006 بأن قطاعات التحويل تشكل (510 بيتاجول) أي 53.38٪ من الطاقة الأولية والتي تقدر بـ (955 بيتاجول)، شكل (1).

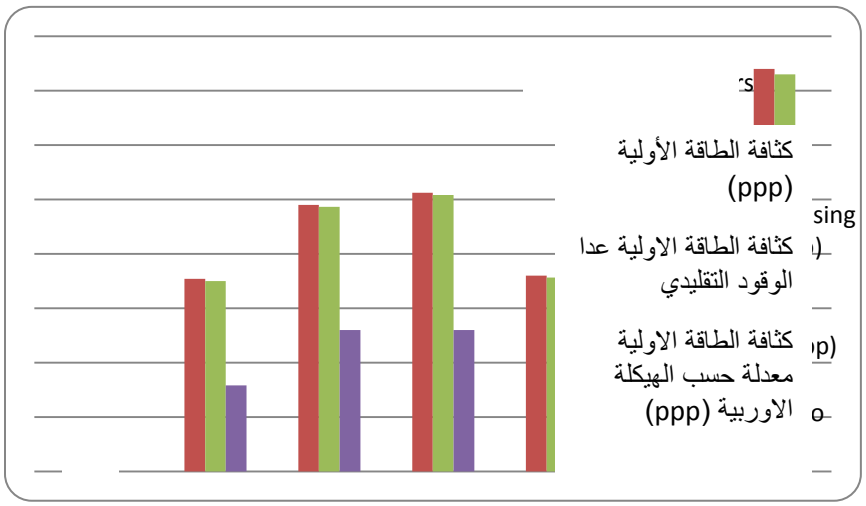
لقد شَكَّلَ الفقد في عمليات التحويل 215 بيتاجول أي 22.5٪ من الطاقة الأولية والاستخدام الذاتي بقطاعات التحويل 278 بيتاجول أي 29.1٪ من الطاقة الأولية والفقد في النقل والتوزيع17 بيتاجول أي 1.78٪ من الطاقة الأولية - أي أن الفقد في عمليات التحويل وفي النقل والتوزيع يشكل 24.28٪ من الطاقة الأولية، شكل (2). نستنتج أن كمية الفقد في الطاقة الأولية نتيجة عمليات التحويل المختلفة وفي نقل الطاقة وتوزيعها كبيرة وتستوجب اتخاذ اجراءات تحسين كفاءة الطاقة في جوانب انتاج الطاقة ونقلها وتوزيعها. ويتضح بأن البيانات المستخدمة والمتاحة حاليا يجب تحديثها والحصول على بيانات حديثة للوقوف على الوضع الحالي لمنظومة الطاقة المحلية.



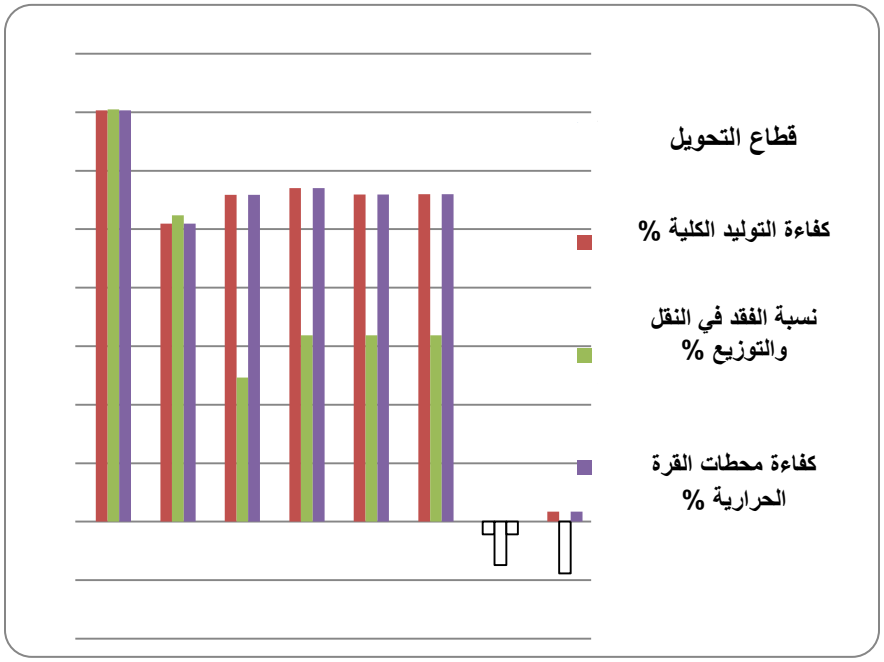
شكل (1) توزيع الطاقة الأولية في ليبيا

شكل (2): توزيع الطاقة الأولية في ليبيا بما يشمل قطاع التحويل

الشكلان(3) و(4) يوضحان مؤشرات كثافة الطاقة خلال الفترة 1990 - 2011 بالكيلو نفط مكافئ لقيمة الدولار لسنة 2005 بتعادل القوى الشرائية (ك.ن.م./دولار 2005 بتعادل القوى الشرائية).



الشكل (3) كثافة الطاقة الأولية في ليبيا (ك.ن.م./دولار 2005 بتعادل القوى الشرائية ppp) خلال 1990_2011



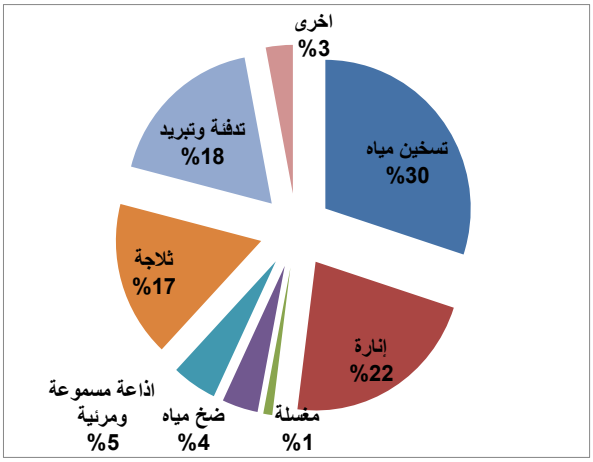
الشكل(4) كثافة الطاقة في قطاع تحويل الطاقة الكهربائية، الكلية، والنقل والتوزيع وكفاءة محطات القدرة الحرارية (٪).

2.5.4 كفاءة الطاقة عند المستخدم النهائي

تشمل كفاءة الطاقة عند المستخدم النهائي القطاعات التالية:

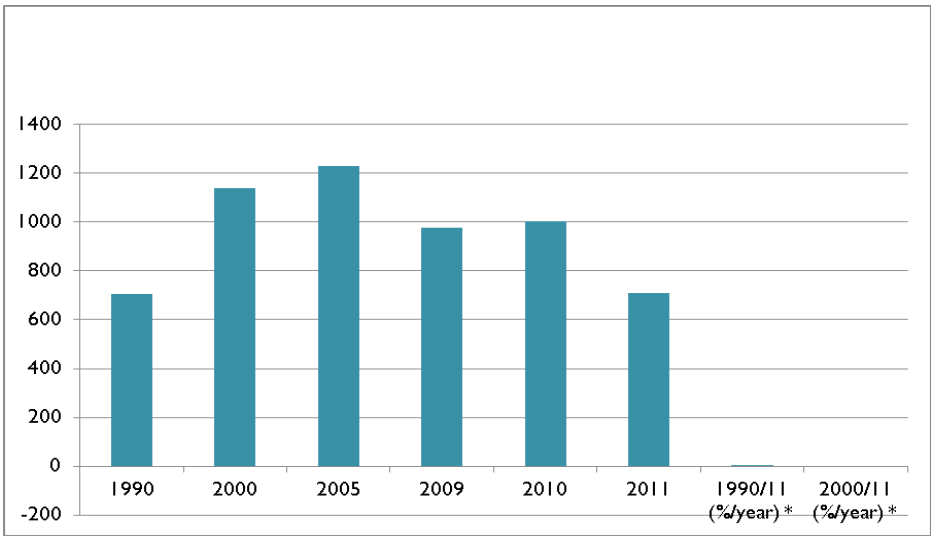
1. كفاءة الطاقة في القطاع المنزلي والتجاري

يستهلك القطاع المنزلي في ليبيا حوالي 39٪ من الاستهلاك الكلي للطاقة الكهربائية حسب إحصائيات الشركة العامة للكهرباء لسنة 2008 ويستهلك القطاع التجاري 14٪ والمرافق العامة 17٪ من الاستهلاك الكلي للطاقة الكهربائية لنفس السنة. وهناك هدر كبير في استهلاك الطاقة الكهربائية في هذين القطاعين حيث لا يوجد وعي بترشيد استهلاك الطاقة على المستوى الفردي أو الأسري في القطاع المنزلي ولا في القطاع التجاري، حيث تترك العديد من المعدات الكهربائية للعمل دون توقف (الحواسيب، أجهزة الاذاعة المرئية والمسموعة، التدفئة والتبريد والإضاءة) سواء في القطاع المنزلي أو التجاري، ولا تتوفر بيانات وإحصائيات بكمية الطاقة المهدرة في هذين القطاعين. لذا، يجب العمل على تحسين كفاءة الطاقة وبعض الخطوات الاجرائية مثل أن تتبع سياسات تدقيق الطاقة في هذين القطاعين بدون مقابل أو بتكاليف ضئيلة لتشجيع استخدامهما لغرض الوصول إلى تقليل استهلاك الطاقة. ويمكن خفض فاتورة الكهرباء في هذين القطاعين باستخدام عوازل جيدة للمباني وكذلك سد أي تشققات في الحوائط من أجل المحافظة على الطاقة من الضياع حيث أن التشققات يمكن أن تسهم بهدر للطاقة بأكثر من 10٪، واستخدام الأبواب والنوافذ محكمة الغلق التي لا تسمح بنفاذ أي هواء بالدخول أو الخروج (حسب فصول السنة)، حيث أن الهدر في الطاقة من الأبواب والنوافذ يقدر بأكثر من 30٪، وكذلك استخدام الأجهزة الكهربائية ذات الكفاءة العالية والعمل على صيانتها واستبدال السخانات الكهربائية بالسخانات الشمسية وكذلك ترشيد استهلاك



الشكل (5) توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع المنزلي

الطاقة كأن تخفض درجة حراة التكييف في حالة التدفئة في فصل الشتاء وترفع درجة حرارته للتبريد في فصل الصيف بمقدار درجتين. الشكل (5) يوضح توزيع استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع المنزلي. ويوضح الشكل(6) استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع المنزلي للفرد خلال الفترة 1990 - 2011.



الشكل (6) استهلاك الطاقة الكهربائية في القطاع المنزلي للفرد (ك.و.س./الفرد) خلال (2011-1990)

وتوجد العديد من الوسائل والتدابير التي يمكن القيام بها لتقليل الهدر من الطاقة في هذين القطاعين والتي سيرد سردها في في فقرة السياسات من هذا التقرير.

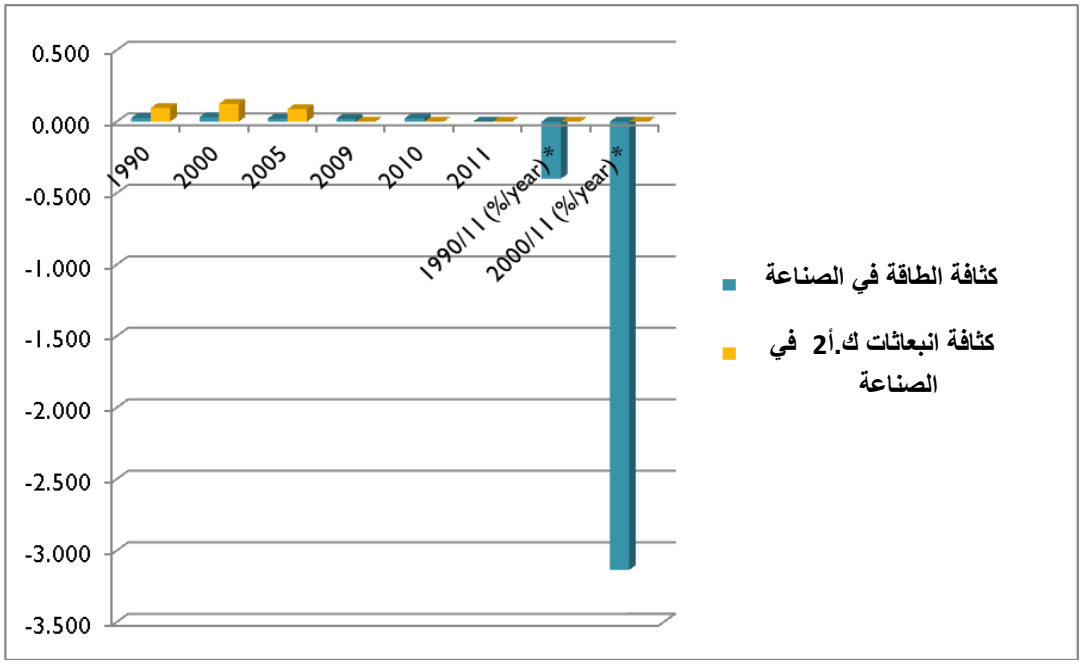
2. كفاءة الطاقة في مجال الصناعة

تعد كفاءة الطاقة وترشيد استهلاكها المفتاح الرئيسي لهذا القطاع، حيث تعتبر التكاليف للمنتج من أهم العوامل للتنافس في السوق العالمي. حيث أن المصنع يسعى دائما لتقليل تكاليف المنتج.لذا فاللجوء إلى استخدام تقنيات ترشيد الاستهلاك وكفاءة الطاقة هو الحل الأمثل وتسعى هذه المؤسسات إلى بحث وتطوير التقنيات المتاحة وإيجاد تقنيات جديدة أكثر كفاءة. كما تسعى الدول إلى تقليل النفايات وإعادة استخدامها كأحد الحلول المطروحة لتحسين كفاءة قطاع الصناعة. وتتبع العديد من الدول سياسة 3-R وهي:

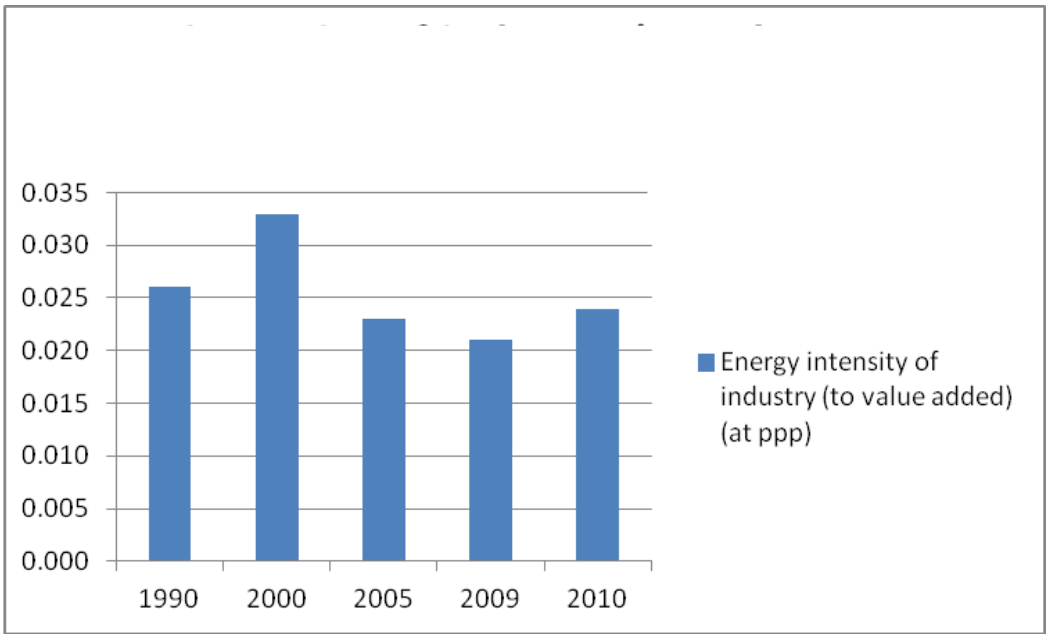
- إعادة الاستخدام

- **التدوير للمخلفات**
- **خفض استخدام الطاقة في قطاع الصناعة.**

وليبيا ليست دولة صناعية ويعتبر قطاع الصناعة مستهلك متواضع للطاقة الكهربائية حيث كان استهلاك هذا القطاع 8.9% من الطلب النهائي للطاقة في سنة 2006 (حسب البيانات الوطنية للطاقة لسنة 2006)، وحوالي 9% من الاستهلاك الكلي للطاقة الكهربائية حسب احصائيات الشركة العامة للكهرباء لسنة 2008. وبشكل عام يمكن الاستفادة من المخلفات والتي تشاهد في المدن الكبيرة بكميات هائلة، والتي يمكن إعادة استخدامها أو تدويرها للاستفادة منها وتقليل الأثر البيئي الذي ينتج عن تكدسها في المكبات. ويؤمل أن تتخذ الاجراءات والسياسات التي من شأنها أن تسهم في إعادة استخدام أو تدوير هذه المخلفات وكذلك وضع الخطط والبرامج التي من شأنها تقليل استهلاك الطاقة عن طريق ترشيد استهلاك الطاقة وتقنيات كفاءة الطاقة. يوضح الشكلان (7) و(8) كثافة الطاقة في قطاع الصناعة والانبعاثات الصادرة منه منذ سنة 1990.



الشكل (7) كثافة الطاقة في قطاع الصناعة وكثافة انبعاثات غاز ك .أ2 الناتجة عنه خلال (1990-2011) والتغير فيها.



الشكل (8) كثافة الطاقة في قطاع الصناعة (ك.ن.م./دولار 2005 بتعادل القوى الشرائية).

3. كفاءة الطاقة في مجال المواصلات

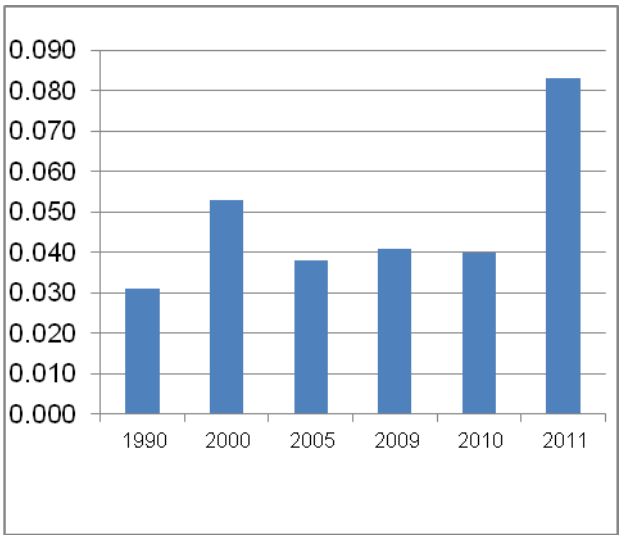
تقدر كفاءة الطاقة في مجال المواصلات بمؤشرات كفاءة الطاقة التالية وذلك حسب نوع وسيلة المواصلات:

- المسافة التي تقطعها المركبة /كمية استهلاك الطاقة بحجم الوقود (ميل/ جالون من الوقود).
- المسافة التي تقطعها المركبة أو وسيلة المواصلات /كمية استهلاك الطاقة للمركبة بوزن الوقود (كم/ كجم).
- الاستهلاك لوحدة المسافة المقطوعة لوسيلة المواصلات، كما هو في أوربا(لتر/ 100 كم).
- استهلاك وسيلة المواصلات/ لوحدة المسافة/ لعدد الركاب في المركبة.
- استهلاك وسيلة المواصلات/ لوحدة المسافة/ لوحدة الكتلة المنقولة في حالة مركبات النقل.

وتعتبر كثافة الطاقة في مجال المواصلات من أهم العوامل المؤثرة في تكلفة النقل والمسافة أياً كان نوعها، كما أنها تؤثر في الانبعاثات البيئية بمختلف أنواعها.

يشكل قطاع المواصلات المستهلك الأكبر في منظومة الطاقة المحلية. حيث شكل 39٪ من الطلب النهائي للطاقة في سنة 2006، في حالة احتساب الاستخدام غير الطاقي و52.4٪ في حالة عدم احتساب الاستخدام غير الطاقي، ولا توجد أي إحصائيات دقيقة في ليبيا عن عدد المركبات الخاصة أو العامة أو غيرها من وسائل

المواصلات، كما أنه لا توجد أي معلومات محلية عن كثافة الطاقة لأي منها أو الخطط أو البرامج لهذا القطاع توضح كفاءة هذه الوسائل والكفاءة المنشودة مستقبلاً أو السياسات المتعلقة بشراء المركبات الأكثر كفاءة وأقل تلوثاً للبيئة. ومع التوجهات العالمية بزيادة كفاءة السيارت بتقليل استهلاكها للوقود للمسافة المقطوعة خلال السنوات الماضية ومنذ أزمة الطاقة الأولى، وكما ورد في الفقرات السابقة للتوجهات العالمية، يجب وضع السياسات الكفيلة باستخدام وتوريد السيارت ذات الكفاءة العالية والتي عليها ملصقات بأداء السيارة حتى يتمكن المواطن من اقتناء السيارة الأكثر كفاءة واقتصادا وأقل انبعاثات للبيئة المحيطة. الشكل (9) يوضح كثافة الطاقة في قطاع المواصلات خلال الفترة 1990 – 2011 (ك.ن.م./دولار 2005 بتعادل القوى الشرائية).



الشكل (9): كثافة الطاقة في قطاع المواصلات خلال 1990-2011 (ك.ن.م./دولار 2005 بتعادل القوى الشرائية)

6.4 الوضع الحالي والمؤشرات والتوجهات والسياسات والتشريعات العالمية في مجال كفاءة الطاقة

1.6.4 الوضع الحالي لكفاءة الطاقة في العالم

ساهم ارتفاع اسعار النفط والمشاكل البيئية المختلفة وازدياد الوعي بهذه المشاكل في تحسين كفاءة الطاقة في قطاعات التحويل وعند المستخدم النهائي. ونتج عن ذلك تحسنا ملحوظا في كثافة الطاقة في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية وكذلك في بعض الدول الأخرى ذات الاقتصادات الانتقالية والدل النامية. وتوضح الدراسات بأن أكثر من ثلثي الطاقة يتبدد في قطاع تحويل الطاقة في عمليات تحويل الطاقة من طاقة أولية إلى طاقة مستفادة عند المستخدم النهائي والتي يمكن

التقليل منها ورفع كفاءتها. كذلك يتم التركيز على رفع كفاءة التحويل عند المستخدم النهائي، ومن المتوقع أن تصل قيمة الخفض في الطاقة الأولية في العالم خلال العقدين القادمين 25 -35 ٪.

وتفيد الدراسات بأن تقديرالامكانيات النظرية والفنية/ التقنية والاقتصادية لكفاءة الطاقة في العالم لم يتم تقديرها بشكل دقيق وأن تأثيرها الايجابي على منظومة الطاقة العالمية لجعلها منظومة مستدامة قدر بأقل ما هي عليه وبما يمكن أن توفره فعليا.

وحسب توقعات الوكالة الدولية للطاقة في تقريرها لسنة 2008 سيزداد الطلب على الطاقة الأولية بنسبة 55٪ خلال الفترة 2005 -2030 مسبباً مشاكل عالمية تتعلق بأمن الطاقة وبمشاكل بيئية خطيرة، حيث يتوقع زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 57٪ خلال هذه الفترة. ومن المعالجات المقترحة لمواجهة هذه المشاكل كخطوة أولى هي استخدام الخطوات الإجرائية لكفاءة الطاقة تشمل قطاعات التحويل والنقل والتوزيع والاستخدام.

1.1.6.4 كفاءة الطاقة في قطاع التحويل

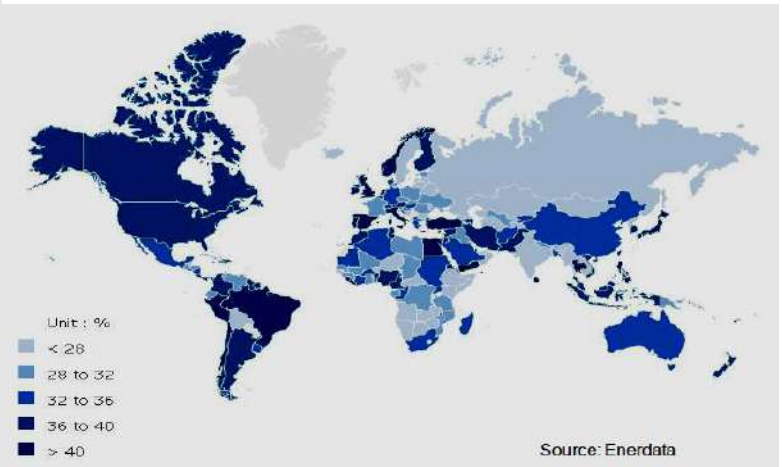
يتم التركيز في هذا القطاع على كفاءة الطاقة في محطات القدرة الحرارية وشبكات النقل والتوزيع:

أولا: محطات القدرة الحرارية

تحسنت كفاءة الطاقة في محطات القدرة الحرارية على مستوى العالم تحسنا طفيفا منذ سنة 1990، حيث كان مقدار التحسن هو 2٪ فقط. وبلغ متوسط كفاءة محطات القدرة 35٪ سنة 2008 وعلى مستوى الدول الأوربية 40٪، بينما تبوأت أسبانيا المرتبة الأولى على مستوى العالم بأفضل كفاءة لمحطات القدرة الحرارية والتي تصل إلى 47.5٪، الشكل (1) يوضح خريطة العالم لأفضل 10 دول لكفاءة محطات القدرة الحرارية.

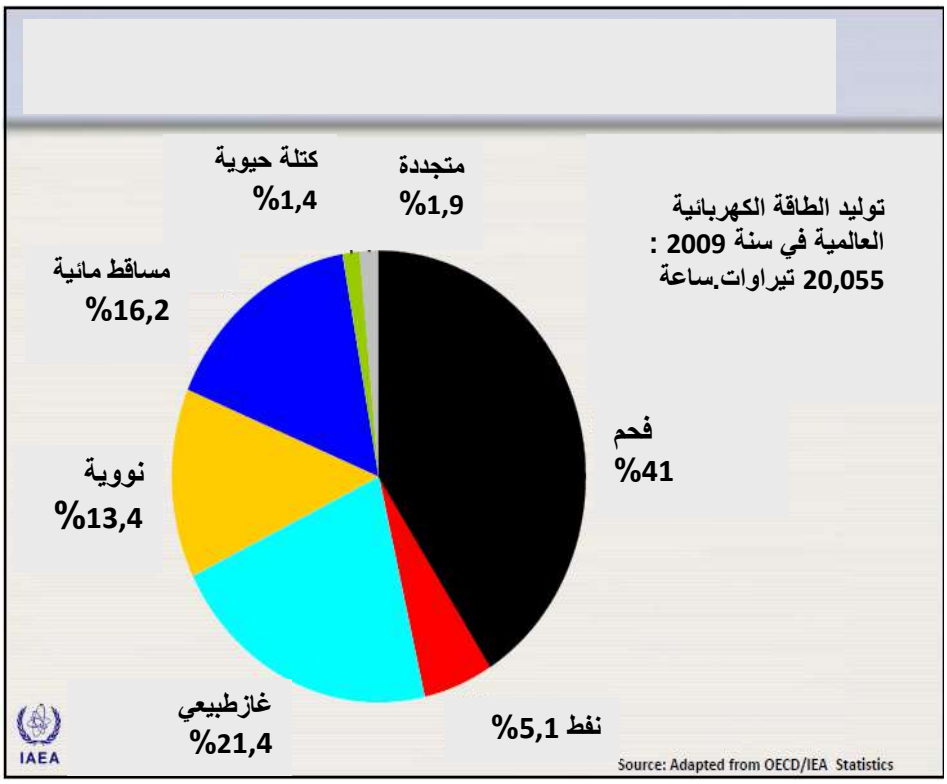
وتقدر قيمة الوفر في الوقود في حال جميع محطات القدرة في العالم كانت بكفاءة التحويل في أوربا 420 مليون طن نفط مكافيء وقيمة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يمكن تفاديه 1.3 جيجا طن. وإذا ما كانت جميع محطات القدرة في العالم تعمل بكفاءة التحويل في أسبانيا، سيكون قيمة الوفر في الوقود 920 مليون طن نفط مكافيء وكمية غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يمكن تفاديها حوالي 2.6 جيجا طن.

شكل (1): متوسط كفاءة الطاقة للمحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية (%) / 2008



أعلى عشر دول	
أسبانيا	47.5
لوكسمبورغ	47.2
البرتغال	46.4
إيطاليا	45.9
اليابان	44.9
أيرلندا	44.6
النرويج	44.4
بانما	44.1
بريطانيا	44
البرازيل	43.9

وعلى المستوى الدولي، لا يزال الوقود الأحفوري هو المسيطر الأساسي على محطات القدرة، أي ما يقارب من 70٪ من إمداد الطاقة الكهربائية الكلية، كما بالشكل (2)، والذي يمثل هيكلة امداد الطاقة الكهربائية في العالم لسنة 2009. وتمثل الطاقة الكهربائية المنتجة من الفحم 63٪ من الطاقة الكهربائية من الوقود الأحفوري، بينما يمثل النفط 9٪ والغاز الطبيعي 29٪. ويمثل انتاج الطاقة الكهربائية 32٪ من الاستهلاك العالمي الكلي للطاقة (132 إكساجول)، وتمثل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عنها 42٪ (10.9 جيجاطن) من الانبعاثات الصادرة للاستخدامات المختلفة للطاقة. فتحسين كفاءة الطاقة سيخفض هذه الكميات من الانبعاثات ويحسن اقتصادات الدول إضافة إلى تحسين مؤشرات الطاقة الأخرى.

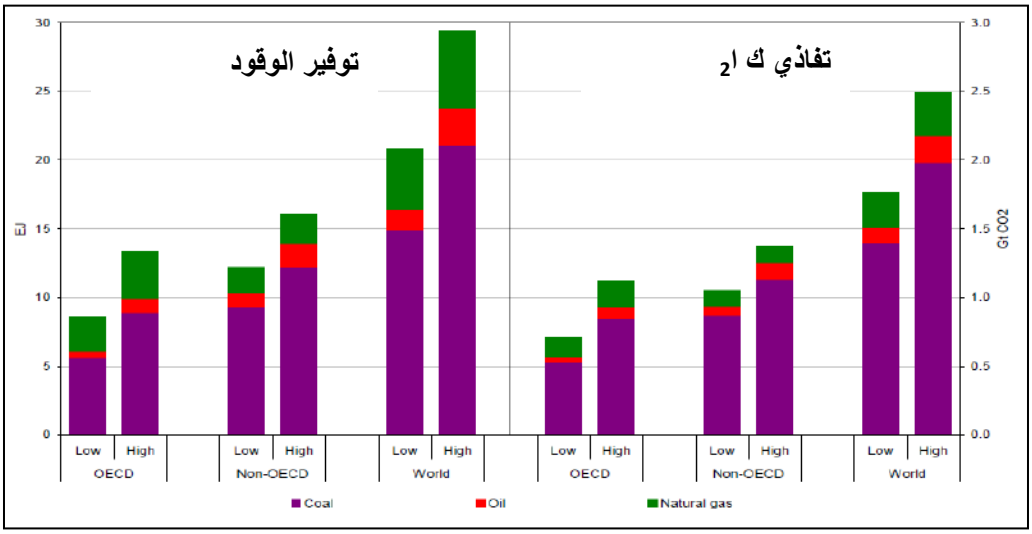


شكل (2) هيكلة الإمداد بالطاقة الكهربائية حول العالم لسنة 2009.

وسعت الوكالة الدولية للطاقة لحساب مؤشرات كفاءة الطاقة الكهربائية لعدد من دول العالم وللعالم بشكل عام في دراسة قامت بها سنة 2008، وتم حساب كفاءة انتاج الطاقة الكهربائية من الفحم، ومن النفط ومن الغاز الطبيعي وبالتالي حساب المتوسط لمحطات القدرة الحرارية للوقود الأحفوري بشكل عام. كما تم حساب الطاقة التي يمكن توفيرها من جراء رفع كفاءة الطاقة لهذه المحطات وكميات غاز ثاني أكسيد الكربون التي يمكن تجنب انبعاثها. في هذه الدراسة تم تقييم محطات القدرة الحرارية من مصادر الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز الطبيعي). وحيث أن كفاءة هذه المحطات تختلف من دولة إلى أخرى حسب الوقود وحسب التقنية المستخدمة فقد أوضحت الدراسة بأن متوسط كفاءة الطاقة لمحطات القدرة الحرارية كالتالي: 34٪ من الفحم، 40٪ من الغاز الطبيعي، و 37٪ من النفط ومن ثم متوسط كفاءة الطاقة لمحطات القدرة الحرارية في العالم من الوقود الأحفوري هي 36٪، حيث تختلف هذه الأرقام من دولة إلى أخرى، مع ملاحظة تحسن كفاءة الطاقة في العديد من الدول. وقد تم حساب المتوسط

التقني للكميات التي يمكن توفيرها من الوقود باستخدام حوارين أحدهما منخفض والأخر مرتفع الكفاءة. وأسفرت النتائج بأن كميات الوفر في الوقود تتراوح بين 21 -29 إكساجول في السنة وكميات غاز ثاني أكسيد الكربون التي سيتم خفضها 1.8 - 2.5 جيجا طن في السنة، بافتراض القيمة المنخفضة على كفاءة طاقة متواضعة (43٪ لمحطات الفحم، ولمحطات النفط و55٪ لمحطات الغاز الطبيعي)، أما القيمة المرتفعة فتم حسابها بافتراض كفاءة الطاقة 48٪ لمحطات الفحم، 50٪ لمحطات النفط و60٪ لمحطات الغاز الطبيعي.

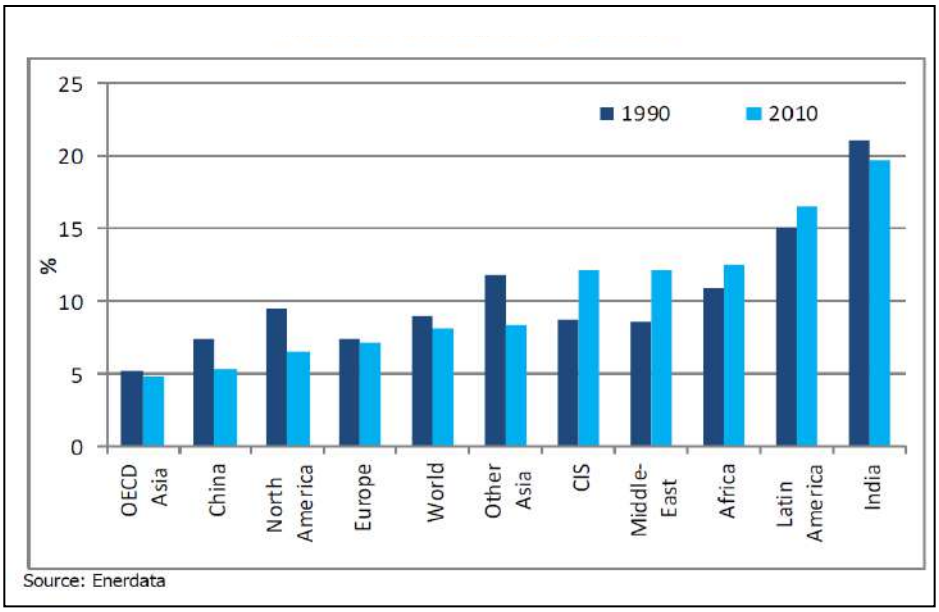
يوضح الشكل (3) كمية الوقود التي يتم توفيرها من خلال استخدام كفاءة الطاقة، وكميات غاز ثاني أكسيد الكربون التي يمكن تفاذي انبعاثها.



شكل (3):كمية الوقود الذي يتم توفيرها من خلال استخدام كفاءة الطاقة وكميات غاز ثاني أكسيد الكربون التى يمكن تفاذي انبعاثها.

ثانيا: الفقد في شبكات النقل والتوزيع

تختلف قيمة الفقد في شبكات النقل والتوزيع من دولة إلى أخرى. ولقد بلغت كمية الفقد أكثر من 20٪ في الهند بينما في بعض الدول لا تتجاوز 5٪ كما هو في الدول التابعة لمنظمة التنمية والتعاون الاقتصادي OECD. الشكل(4) يوضح كمية الفقد في شبكات النقل والتوزيع في بعض مناطق العالم.



شكل (4) فاقد نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في بعض مناطق العالم

2.1.6.4 كفاءة الطاقة في القطاعات المستخدمة

يرجع التحسن في كفاءة الطاقة الى خفض كمية الطاقة المستهلكة للحصول على الخدمات في كافة الأنشطة القائمة (تدفئة، إضاءة، ... وغيرها) ويتأتى هذا الخفض غالبا بسبب استخدام تقنيات افضل وبكفاءة أعلى وأحيانا بسبب التحسن في الظروف الاقتصادية أو التحسن في الهيكلة العامة للدولة أو باستخدام إدارة الطاقة، **وتشمل القطاعات المستخدمة للطاقة القطاعات التالية:**

- **القطاع السكني والتجاري والخدمي**

في دراسة أُجْرِيَت في جامعة كامبريدج عن الوفر في الطاقة باستخدام كفاءة الطاقة وذلك باجراء بعض التغييرات البسيطة في قطاع المباني بشكل عام، وقطاعي الصناعة والمواصلات يشمل استخدام شبابيك محكمة ذات عزل ثلاثي الطبقات وعوازل معينة لجدران المباني واستبدال السخانات الكهربائية بالسخانات الشمسية وغيرها من الاجراءات، وترشيد استهلاك الطاقة بخفض درجات حرارة مياه غسالات الصحون والملابس، كذلك تحديد وزن السيارات ب 300 كجم. وُجِدَ أن هذه الإجراءات من شأنها خفض الطلب على الطاقة إلى الربع دون المساس بمستوى الخدمات. وتدعو هذه الدراسة الى تصميم مباني بمعايير تتطلب

خفض حمل التدفئة إلى أقل من 15 ك.و.س./م2 في السنة وهذا يتطلب أن تكون هذه التصاميم لكفاءة الطاقة مصحوبة بترشيد استهلاك الطاقة.

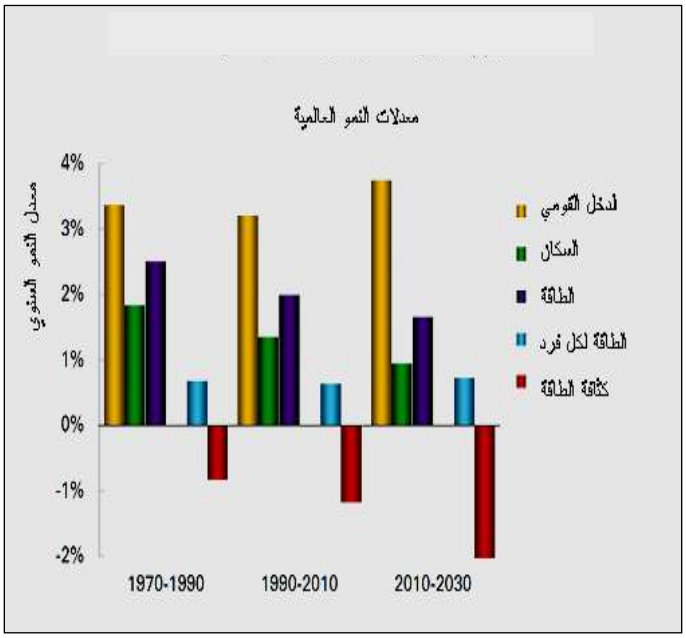
- **قطاع الصناعة**

تحسنت كفاءة الطاقة في قطاع الصناعة على المستوى العالمي بين الفترة 2000 -2007 بواقع 1.8٪ في السنة على مستوى دول الاتحاد الأوربي. بعد سنة 2007 لم يشهد أي تحسن ثم شهد تراجعاً خلال الفترة 2009 – 2010 ، حيث أصبح متوسط كفاءة الطاقة (1.3٪ في السنة) خلال الفترة 2000 – 2010 ، وكان تحسن كفاءة الطاقة مختلفا من دولة إلى أخرى.

- **قطاع المواصلات**

شهد هذا القطاع تحسنا طفيفا قدره 15٪ خلال الفترة 1990 -2010. ويرجع هذا التحسن بسبب تحسين كفاءة وقود السيارات الجديدة من جراء الاجراءات التي فرضت على هذه المركبات منذ سنة 2007 ونظام الملصقات الذي فرض على السيارات الجديدة في الاتحاد الأوربي. وقد كان التحسن في كفاءة السيارات (1٪ في السنة) منذ سنة 2000، حيث انخفض استهلاك السيارة بمقدار 0.8 لتر/ 100كم عما هو عليه سنة 2000 في دول الاتحاد الأوربي وأصبح استهلاك السيارة 7.1 لتر/ 100 كم، وانخفضت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من السيارات الجديدة بمقدار 20٪ (أي 2.2٪ في السنة) في دول الاتحاد الأوربي منذ سنة 2000 (ومن المستهدف في دول الاتحاد الأوربي أن يكون كمية الانبعاثات 140 جم ك. ا2 / كم والتي تم الوصول اليها في سنة 2010 بدلا من 2008. كما انخفضت المسافات المقطوعة بالسيارات منذ سنة 2000 والتي أدت إلى انخفاض في كمية الوقود المستهلك في هذا القطاع.

2.6.4 الوضع المستقبلي العالمي للطاقة في ظل حوار كفاءة الطاقة



شكل (5): الدوافع الأساسية لزيادة الطلب على الطاقة

مما لا شك فيه بأن المؤشرات الضرورية لعمل أي استراتيجية للطاقة هي النمو في عدد السكان، ونمو استهلاك الطاقة ونمو استهلاك الفرد للطاقة ونمو الناتج المحلي الاجمالي وكذلك النمو في كثافة الطاقة. من الشكل(5) يتضح بأن معدل النمو لكثافة الطاقة في انخفاض مستمر حيث يتوقع أن يكون -2٪ في الفترة (2010 -2030).

وفي تقرير الوكالة الدولية للطاقة عن المنظور العالمي للطاقة 2012 (WEO2012)، نجد أن توقعات الوكالة للتوجهات العالمية في استهلاك الطاقة والتجارة العالمية والاستثمار الى سنة 2035 يؤكد على دور كفاءة الطاقة في منظومة الطاقة العالمية وكذلك تأثير هذه التوجهات على الاقتصاد العالمي والتغيرات المناخية.

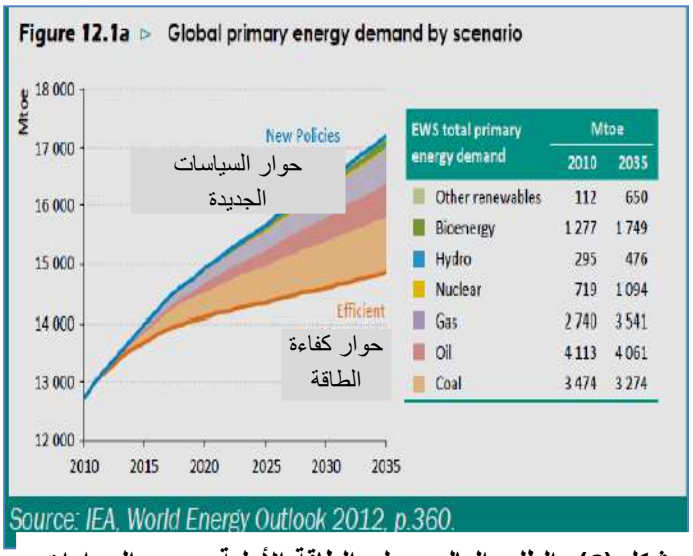
3.6.4 حوار كفاءة الطاقة في توقعات الوكالة الدولية للطاقة

مما لا شك فيه بأن تطبيق إجراءات كفاءة الطاقة ضرورة حتمية لأمان الطاقة ولنمو الاقتصاد على المستوى المحلي والاقليمي والعالمي. فقد كان معدل كثافة الطاقة في العالم 1٪ في السنة خلال الفترة 1980 -2010 مما أدى الى خفض في استهلاك الطاقة قدره 35٪ من الطلب العالمي للطاقة (أي أن الاستهلاك العالمي للطاقة سنة 2010 سيكون 35٪ أكثر مما هو عليه لولا اجراءات خفض كثافة الطاقة).

وفي السنوات الأخيرة أبدت الدول الصناعية والعديد من الدول المستهلكة للطاقة بشكل كبير استعدادها لتخفيض كثافة الطاقة لديها. وفي السياسات الجديدة في العالم تهدف الصين لتخفيض كثافة الطاقة بحوالي 16٪ خلال الفترة 2011 -2015 وفي الولايات المتحدة الأمريكية وضعت معايير لرفع

كفاءة وقود السيارات الجديدة في السوق.

وفي حوار السياسات الجديدة بنيت التوقعات على افتراض فرض سياسات حديثة لكفاءة الطاقة وتطبيقها. بينما في حوار كفاءة الطاقة تم افتراض سياسات إضافية لما في حوار السياسات الجديدة يتم تطبيقها للتغلب على المعوقات التي تواجه تطبيق كفاءة الطاقة، وبالتالي الاستفادة من إمكانيات كفاءة الطاقة بشكل أوسع. ويتوقع في حوار السياسات الجديدة أن التحسن السنوي لكثافة الطاقة سيزداد إلى 1.8٪ في السنة خلال الفترة 2010 -2035 مما سيؤدي إلى خفض النمو في الاستهلاك العالمي بنسبة 70٪ في سنة 2035 (أي ما يعادل 1060 مليون طن متري من النفط). هذا سيؤدي أيضا إلى خفض في غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 65٪ (أي 4.6 جيجا طن). الشكل(6) يبين حوار كفاءة الطاقة مقارنة بحوار السياسات الجديدة.



شكل (6): الطلب العالمي على الطاقة الأولية بحسب الحوارات

ولقد حددت الاستثمارات المطلوبة لتحقيق كفاءة الطاقة خلال الخمس والعشرون سنة القادمة (2010 - 2035) بحوالي 11.8 تريليون دولار، ولكن ستنخفض هذه القيمة نتيجة العوائد المادية التي سيتم الحصول عليها من جراء استخدام كفاءة الطاقة وخفض استهلاكها.

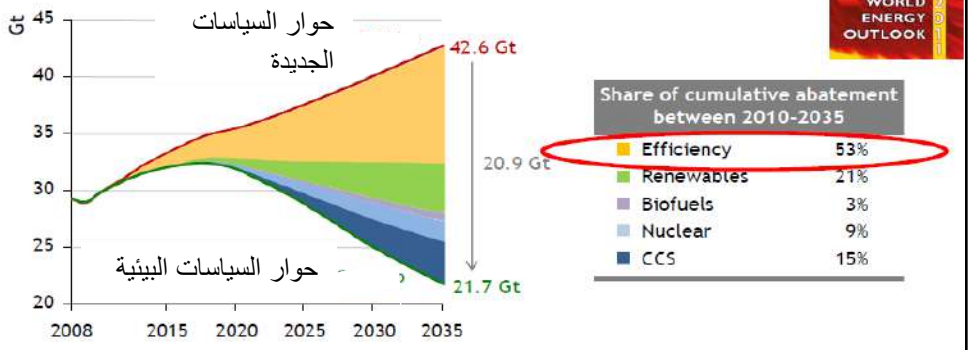
إذا ما طبقت جميع الاجراءات المادية كما كانت مقترحة في حوار كفاءة الطاقة فستكون الفوائد المكتسبة من تطبيق هذا الحوار مقارنة بحوار السياسات الجديدة كالتالي:

- سينخفض الطلب على الطاقة في العالم في سنة 2035 بمقدار 2350 مليون ط.ن.م مقارنة بـ 1479 مليون ط.ن.م في حوار السياسات الجديدة.
- ستنخفض قيمة الصرف على الوقود في سنة 2035 بحوالي 17.5 تريليون دولار وخفض الاستثمار في جانب الامداد بحوالي 5.5 تريليون دولار.
- خفض في معدل نمو الطلب على الطاقة بمقدار 50٪، يعادل انخفاض في الاستخدام قدره 14٪.
- زيادة في الناتج المحلي الاجمالي قدره 0.4٪.

- خفض في الاستهلاك اليومي للنفط بمقدار 13 مليون برميل/ في اليوم وذلك حتى سنة 2035 .

الشكل (7) يبين حوار السياسات البيئية مقارنة بحوار السياسات الحالية ومدى مساهمة كفاءة الطاقة في خفض الاستهلاك العالمي للطاقة مع سنة 2035.

شكل (7): حوار السياسات البيئية مقارنة بحوار السياسات الحالية ومدى مساهمة كفاءة الطاقة في خفض الاستهلاك العالمي للطاقة حتى سنة 2035



أكثر من 50% مقدار الخفض في انبعاثات ك.أ2 بسبب اتباع سياسات كفاءة الطاقة

4.6.4. كفاءة الطاقة قطاعيا

سينخفض الطلب على الطاقة في العالم في سنة 2035 قطاعيا كالتالي:

- كفاءة الطاقة عند المستخدم النهائي تمثل 85٪ من الانخفاض الكلي للطلب على الطاقة.
- التحسن في كفاءة الطاقة للأجهزة والمعدات المنزلية والمعدات الأخرى في المباني يؤدي الى 41٪ من الانخفاض الكلي للطلب على الطاقة.
- تحسين إدارة الطاقة وايقاف أو استبعاد المعدات القديمة والغير كفؤة في الصناعة يمثل 23٪ من الانخفاض الكلي للطلب على الطاقة.

تحسين كفاءة قطاع المواصلات يمثل 21٪ من الانخفاض الكلي للطلب على الطاقة وذلك عن طريق بعض الاجراءات منها السياسات المتعلقة بتحسين المعايير الاقتصادية لوقود الشاحنات والسيارات الخاصة.

5.6.4 السياسات والتشريعات

1.5.6.4 سياسات لحوار خفض درجات الحرارة بمقدار درجتين

في هذا الحوار يتوقع خفض الانبعاثات البيئية بمقدار 8٪ عما ستكون عليه سنة2020، أي ما يعادل 3.1 جيجا طن من غاز ثاني أكسيد الكربون حيث تم اقتراح أربع سياسات وهي كالتالي:

1. استهداف اجراءات تتعلق بكفاءة الطاقة في المباني وفي قطاع الصناعة والمواصلات تؤدي الى خفض الانبعاثات البيئية الى النصف مع سنة 2020.
2. الحد من بناء واستخدام محطات الفحم سيخفض الانبعاثات بمقدار 20٪ وزيادة مساهمة محطات القدرة من الطاقة المتجددة من نسبة 20٪ إلى 27٪.
3. اتخاذ الاجراءات التي من شأنها خفض نسبة غاز الميثان المتصاعد من صناعة النفط والغاز الطبيعي الى النصف سيخفض الانبعاثات بمقدار 18٪ في سنة 2020.
4. اتخاذ الاجراءات الكفيلة بوقف دعم استهلاك الوقود الأحفوري سيخفض الانبعاثات بمقدار 12٪ من الانبعاثات ويدعم جهود كفاءة الطاقة.

2.5.6.4. السياسات المقترحة من الوكالة الدولية للطاقة

وقد قامت الوكالة الدولية للطاقة عام 2008م بتقديم وثيقة تحوي 25 توصية لسياسة كفاءة الطاقة في سبع مجالات ذات أولويات خاصة متعلقة باستخدام الطاقة، حصرتها في: السياسات العامة لكل القطاعات، المباني، الأجهزة والمعدات، الإضاءة، المواصلات، الصناعة، والشركات الخدمية للطاقة الكهربائية وذلك كالتالي:

- **السياسات العامة لكل القطاعات:**

1. تجميع المعلومات والمؤشرات.
2. الاستراتيجيات والخطط الإستراتيجية أو التنفيذية.
3. أسواق تنافسية مع التشريعات المناسبة.
4. الاستثمار الخاص في كفاءة الطاقة.
5. المراقبة والتقييم.

- **المباني:**

1. وضع المواصفات والكود المتعلقة بالمباني .
2. الاكتفاء الذاتي للطاقة في المبنى NZE .
3. تحسين كفاءة الطاقة للمبنى.
4. الملصقات الطاقة وشهادات الطاقة للمباني.
5. أداء الطاقة لمكونات المبنى والمنظومات بداخله.

- **الأجهزة والمعدات:**

1. الملصقات.
2. القياسات والاختبارات المعيارية.
3. سياسات السوق.

- **الإضاءة:**

1. إبعاد المعدات المستهلكة للطاقة.
2. نشر المصابيح مرتفعة الكفاءة.

- **المواصلات:**

1. وضع معايير قياسية لكفاءة وقود السيارات.
2. وضع خطوات إجرائية لتحسين كفاءة الوقود للسيارات.
3. تحسين كفاءة المكونات الأخرى المساعدة.
4. القيادة الاقتصادية.
5. رفع كفاءة منظومة المواصلات بشكل عام.

- **الصناعة:**

1. إدارة الطاقة.
2. رفع كفاءة المنظومات والمكونات في المصانع.
3. رفع كفاءة الخدمات الصناعية.
4. السياسات المساندة لرفع كفاءة الطاقة في الصناعة.

- **الشركات الخدمية للطاقة الكهربائية:**

1. رفع كفاءة الطاقة عند المستخدم النهائي.

7.4 الوضع المستقبلي لكفاءة الطاقة في ليبيا

1.7.4 الخطة الوطنية لكفاءة الطاقة في ليبيا

تهدف الخطة الوطنية لكفاءة الطاقة الكهربائية في ليبيا التي يقوم الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة باعدادها واقتراحها، إلى تحقيق وفر في الطاقة الكهربائية عند المستخدم النهائي، وتحقيق وفراً قدره 20٪ من اجمالي انتاج الطاقة الكهربائية في سنة الأساس (متوسط انتاج الطاقة الكهربائية للخمس سنوات (2005 -2010)) في سنة 2020.

تشمل الخطة اجراءات تحسين كفاءة الشبكة الكهربائية وأخرى تحقق وفراً على مستوى المستهلك النهائي في خفض استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي والقطاعات الحكومية واستخدام الأجهزة الكهرومنزلية عالية الكفاءة وغيرها من الإجراءات الأخرى.

تنقسم الخطة لمرحلتين متتابعتين المرحلة الاولى وتمتد خلال الفترة من 2014 الى 2016 والمرحلة الثانية تمتد من 2017 الى 2020 م.

شملت الخطة إجراءات لرفع كفاءة الشبكة الكهربائية وأخرى تحقق وفرا على مستوى المستهلك النهائي في خفض استهلاك الطاقة في القطاع السكني او القطاع الحكومي واستخدام أجهزة منزلية عالية الكفاءة.

تمثلت الخطة في وضع تسعة إجراءات تتسم بطبيعتين مختلفتين: الأولى تأخذ الطابع التنفيذي من خلال اقتراح مجموعة من المشاريع التنفيذية والريادية كنشر استخدام السخانات الشمسية والمصابيح الموفرة للطاقة والأبنية الحكومية الخضراء، أما الثانية فأخذت طابع الإجراءات الداعمة والتي تهدف إلى خلق البنية المؤسساتية والتشريعية لكفاءة الطاقة في المنظومة الليبية للطاقة.

ويوضح الجدول التالي بيان بالإجراءات المقترحة في هذه الخطة وذلك وفقا للإطار الاسترشادي العربي لكفاءة الطاقة وترشيد استهلاكها لدى المستخدم النهائي والمعتمد من قبل المجلس الوزاري العربي للكهرباء في نوفمبر 2010.

	اسم الاجراء	التكلفة الكلية	تاريخ اكتمال التنفيذ	الوفر التراكمي حتى2016
1	استبدال سخانات الكهربائية بشمسية.	150 مليون د.ل	حتي عام 2016	490.56 قيقا.واط.ساعة
2	خفض استهلاك الانارة في القطاع السكني.	5 مليون د.ل	حتي عام 2016	511 قيقا.واط.ساعة
3	برنامج ادارة الطاقة في الابنية الحكومية	5000د.ل / تكلفة تدريب مدير الطاقة في المبني	نهاية عام 2016	داعم
4	خفض استهلاك الكهرباء في الانارة العامة	لاحقا	–	–
5	بناء ثلاثة أبنية حكومية ذات كفاءة عالية	2000 د.ل / متر مربع	نهاية عام 2016	توفير 60% من استهلاك أبنية مشابهة من حيث المساحة وطبيعة الاستهلاك
6	تنفيذ 60 دراسة تدقيق طاقي	5000 د.ل / تكلفة تدريب مدقق طاقي	نهاية عام 2016	داعم
7	تخفيض الفاقد التجاري	عدد العدادات X 125 د.ل	نهاية عام 2016	–
8	برنامج الملصقات ومعايير كفاءة الطاقة	تكاليف المسح تقدر لاحقا	نهاية عام 2016	داعم
9	وضع كود كفاءة الطاقة للأبنية	300 ألف د.ل	نهاية عام 2016	داعم

كما يسعى مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية أيضاً للقيام بالبحوث والدراسات المتعلقة بمجالات كفاءة الطاقة خاصة في المباني السكنية والخدمية وغيرها من الجوانب.

2.7.4 توصيات بالسياسات والإجراءات الخاصة بتطبيق كفاءة الطاقة محلياً

يوجد توجه كبير في العديد من الدول لوضع القياسات والمعايير للاجهزة والمعدات والبطاقات التوصيفية اللاصقة للاجهزة والمنتجات وغيرها من الاجراءات والسياسات التي من شأنها أن ترفع من نمو الناتج المحلي الاجمالي ومن ثم خفض كثافة الطاقة.

ومن الاجراءات الكفيلة بخفض قيمة الطاقة المستهلكة عند المستخدم النهائي هي الإنارة، فهي أكبر مستهلك للطاقة الكهربائية وتقدر بنحو 19٪ من الطاقة الكهربائية في العالم، وتسهم بـ 6٪ من انبعاثات غازات الدفيئة، وباستخدام المصابيح عالية الكفاءة يمكن خفض الطاقة المستهلكة في الاضاءة إلى 7٪ فقط أي مايعادل حوالي ماتنتجه عدد 705 محطة فحم. لذلك فاستبدال المصابيح المتوهجة بمصابيح الفلورسنت المدمجة أو مايطلق عليها بالإنارة عالية الكفاءة تعتبر من أنجع وأسهل الوسائل لخفض استهلاك الطاقة وحماية البيئة من أطنان من الملوثات البيئية المختلفة وتحقق نتائج فورية وقد تم اتباعها في العديد من الدول في العالم سواء في الدول الصناعية أو النامية وكذلك بعض الدول العربية. وتوضح بعض الدراسات بأن استخدام المصابيح عالية الكفاءة بدلا من المصابيح التقليدية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا سيوفر 31.8 تيراوات. ساعة من الكهرباء و 19.9 طن من ثاني أكسيد الكربون، بمايعادل استبعاد عدد خمسة ملايين سيارة من الطريق. وتفيد الدراسات الاقتصادية بأن تكلفة هذه المصابيح هو 2.8 بليون دولار وفترة استرداد هذه التكاليف هو 1.7 سنة، ومن الاجراءات التي يمكن اتباعها محليا في كفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك مايلي:

1. **إجراءات عند المستخدم النهائي**

ويمكن أن تشمل التالي:

- **استخدام المصابيح العالية الكفاءة بدلاً من المصابيح التقليدية في القطاع السكني والتجاري والشوارع والحدائق العامة**، وفي هذا المجال يمكن أن تشمل الترتيبات التالية:

  - إصدار مواصفات كفاءة الطاقة لنظم الإضاءة عالية الكفاءة
  - إعداد دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية للتصنيع المحلي للمصابيح عالية الكفاءة

- تصنيع الأجزاء التي يمكن تصنيعها محليا واستيراد المكونات الأخرى وتجميع الأجزاء في مصانع محلية لتخفيض كلفة هذه المصابيح وجعلها في متناول الجميع
- اشتراط اقتناء المصابيح عالية الكفاءة والمصنعة محليا عند طرح المناقصات الخاصة بتوفير هذه المصابيح
- إنشاء معامل الاختبارات الخاصة باختبارات كفاءة الطاقة لهذه المصابيح وتدريب الكوادر المحلية على إجراء الاختبارات اللازمة
- القيام بحساب الوفر في الطاقة والتكاليف المالية المترتبة على القيام بهذا البرنامج وقيمة الوفر المالي المترتب على تنفيذه على مستوى الدولة ومستوى المواطن.
- توزيع المصابيح عالية الكفاءة بأسعار مناسبة للجميع على آن تتحمل الدولة الجزء الأكبر من التكلفة لدعم نشر هذه التقنية ونشر استخدامها أسوة بدول عدة أخذت هذه المبادرة لما لها من فوائد في توفير الطاقة على المستوى المحلي.
- نشر الوعي بين المواطنين بأهمية توفير الطاقة بشكل عام واستخدام هذه المصابيح بشكل خاص كأحد الوسائل لتوفير الطاقة وذلك عن طريق برامج في الإذاعة المرئية ووسائل التواصل الالكترونية وورش العمل.
- وضع آليات مالية محفزة لتنفيذ هذا البرنامج وتحديد الجهات المسئولة عن تنفيذه ومتابعته

- **استخدام المعدات الكهربائية العالية الكفاءة في القطاع المنزلي**

يمثل استهلاك الاجهزة الكهربائية المنزلية 78٪ من إجمالي الاستهلاك المنزلي (بما يشمل تسخين المياه) والذي يمثل 36٪ من الاستهلاك الكلي للطاقة الكهربائية أي أن الاجهزة الكهربائية تمثل 28٪ من الاستهلاك الكلي للطاقة الكهربائية. ويمكن تطبيق برامج مواصفات وبطاقات كفاءة الطاقة والتي يمكن أن توفر نسب عالية من اجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية. ويكن اتخاذ بعض الاجراءات الي يمكن تسهم في الخفض كالتالي:

- اجراء الدراسات لحصر الأجهزة الأكثر استخداما في القطاع المنزلي والتي يمكن أن تحقق وفرا كبيرا في استهلاك الطاقة الكهربائية

- وضع المواصفات المطلوبة لكفاءة الأجهزة الكهربائية المنزلية من قبل لجان فنية متخصصة وتحديد مراحل تطبيق هذا البرنامج
- تحديد المصانع المحلية المنتجة لبعض هذه الأجهزة ومن تم المواصفات المستخدمة في التصنيع لإمكانية تطويرها بما يلائم المواصفات العالمية لرفع كفاءة هذه الأجهزة
- تحديد المواصفات للأجهزة المستوردة ووضع القيود على الجهات المستوردة للتقيد بهذه المواصفات
- تحديد كميات الوفر في الطاقة الكهربائية من جراء تطبيق هذا البرنامج وتحديد تكلفة تطبيقه ومقدار الوفر المالي الذي يمكن الحصول عليه على مستوى الدولة وللمواطن
- تصميم بطاقات محلية لكفاءة الطاقة تحدد مستويات كفاءة الطاقة (والمتفق عليها عالميا: 5 – مستويات)
- تدريب الكوادر الوطنية على هذه البرامج
- إقامة برامج توعية للمواطنين في الإذاعة المرئية ووسائل التواصل الالكترونية وورش العمل.
- إنشاء معامل لقياس كفاءة الطاقة للأجهزة الكهربائية المنزلية طبقا للمواصفات القياسية العالمية ISO 17025 في مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية وتحديد صلاحياتها لتنفيذ البرنامج.
- إصدار القوانين والتشريعات الملزمة بتطبيق المواصفات القياسية وبطاقات كفاءة الطاقة من الجهات ذات العلاقة ومتابعة تنفيذها.
- تحديد الجهات الرقابية لمتابعة تطبيق هذا البرنامج والالتزام بالمواصفات القياسية على الأجهزة المستوردة والمحلية ووجود البطاقات كفاءة الطاقة على هذه الأجهزة وضرورة اختبار الأجهزة في المعامل المرجعية وتحديد مستوى كفاءة هذه الأجهزة.
- إعداد مواصفات كفاءة الطاقة لمكونات المنتج النهائي للمعدات والأجهزة الكهربائية التي يتم استيرادها
- إلزام الجهات ذات العلاقة بشراء الأجهزة الكهربائية عالية الكفاءة عند طرح المناقصات
- إعداد قاعدة بيانات لمراقبة وتقييم البرنامج
- توفير كافة المعدات والإمكانيات لمعامل الاختبار وتدريب الكادر المحلي على إجراء كافة الاختبارات
- عمل الدراسات لقياس كمية الوفر في الطاقة عند استخدام الأجهزة الكهربائية الأكثر كفاءة

- إصدار القوانين واللوائح المتعلقة بتطبيق هذا البرنامج
- وضع آليات مالية محفزة لتنفيذ هذا البرنامج وتحديد الجهات المسئولة عن تنفيذه ومتابعته وتحديد مسئوليات كل منها.

- **استخدام السخانات الشمسية بدلا عن السخانات الكهربائية في القطاع المنزلي**

- تحديد الاجراءات المتعلقة بتوريد السخانات، وتركيبها والشركات التي سيتم التعاقد مهعا
- تحديد اجراءات التمويل والقيمة التي سيدفعها المواطن.
- تحديد الجهات المعنية بتنفيد البرنامج.
- تحديد الجهات الممولة للمشروع وقيمة التمويل المطلوب.
- وضع اليات التمويل المحفزة لاقتناء السخانات.
- سن التشريعات المناسبة لاستخدام السخانات الشمسية في المباني الجديدة.
- نشر الوعي بين المواطنين بأهمية توفير الطاقة عن طريق استخدام السخانات الشمسية وذلك عن طريق برامج في الإذاعة المرئية ووسائل التواصل الالكترونية وورش العمل.

2. إجراءات في قطاع التحويل

- **تطوير وتحسين محطات إنتاج القدرة**

- تحسين كفاءة الطاقة في محطات القدرة الحرارية.
- استخدام الدورات المركبة.

- **تطوير وتحسين كفاءة شبكات النقل والتوزيع**

- خفض الفقد في شبكات النقل والتوزيع.
- استخدام العدادات الذكية.

3. اجراءات عامة

- ترشيد استهلاك الطاقة في القطاع التجاري والخدمي.
- ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية للانارة العامة في الشوارع والحدائق.
- تخفيض الفاقد التجاري (دعم وتطوير خطوط توزيع الطاقة الكهربائية على الجهد المنخفض، وتحسين وتطوير أنظمة العدادات لتصبح عدادات مسبقة الدفع).

- وضع برنامج للملصقات ومعايير كفاءة الطاقة وذلك لتخفيض الاستهلاك بإخضاع سوق الأجهزة الكهرومنزلية للرقابة من حيث الأداء والاستهلاك.
- وضع كود كفاءة الطاقة في المباني.
- تطوير معامل اختبارات متخصصة في كفاءة الطاقة بمركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية.
- الاهتمام بالقيام بالبحوث والدراسات المتعلقة بكفاءة الطاقة في ليبيا.
- دراسات التدقيق الطاقي (بدراسة أوجه استهلاك الطاقة بكافة أشكالها في المنشآت الصناعية والخدمية والتجارية والسكنية ومعرفة أماكن الهدر والاستخدام غير الكفء لها ومن ثم تحديد الوسائل والأساليب التي تكفل الوصول إلى الاستخدام الأمثل للطاقة والذي يقود بالنهاية إلى انخفاض كميات استهلاك الطاقة وانخفاض الغازات الدفيئة).
- إعداد برامج توعوية بمجالات كفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك.
- إعداد برامج تدريب وبناء القدرات للكوادر المحلية.
- وضع التشريعات والقوانين اللازمة.

الباب الخامس
الطاقات المتجددة

1.5 تمهيد

تمثل الطاقات المتجددة حاليا إحدى البدائل المهمة للطاقة الأحفورية، ومرشحة لأن تكون إحدى الحلول لمشاكل منظومة الطاقة العالمية مستقبلا، نظرا لكونها غير معرضة للنضوب، ولا يصاحب استغلالها أية انبعاثات ضارة بالبيئة، بالإضافة إلى توزع مصادرها على كامل الكرة الأرضية.

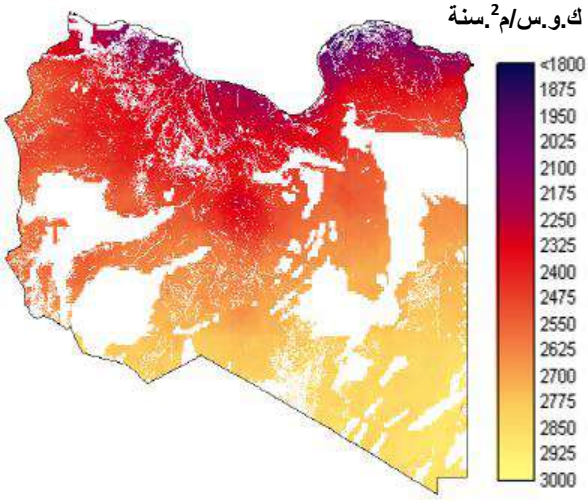
وتتوفر اليوم العديد من تقنيات الطاقات المتجددة التي بلغت مرحلة النضج التقني، واثبتت جدواها الفنية والاقتصادية، وأضحت تطبيقاتها وحجم استخداماتها في ازدياد مضطرد في مختلف المجالات من محطات توليد الطاقة الكهربائية، التبريد والتسخين، كهربة المناطق الريفية النائية، وغيرها من التطبيقات، وأصبحت نسبة مساهمتها في توفير الطلب الطاقوي العالمي في ارتفاع ملحوظ خلال السنوات القليلة الماضية، خاصة في قطاع الكهرباء، ويتوقع لهذه النسبة أن ترتفع بوتيرة أسرع خلال السنوات والعقود القادمة.

وتسخر حاليا الكثير من الدول والمؤسسات الدولية والاقليمية امكانات هائلة من الموارد البشرية والمالية لوضع الاستراتيجيات ورسم السياسات التي من شأنها الرفع من مساهمة الطاقة المتجددة في منظومة الطاقة العالمية، ونتيجة لتلك الجهود شهدت الطاقة المتجددة خلال السنوات الاخيرة تطورا كبيرا لأسواقها وأطرها السياسية وآليات التمويل والاستثمار بها في جميع انحاء العالم، حيث بلغ إجمالي حجم استثماراتها في سنة 2011 حوالي 279 مليار دولار، وارتفعت نسبة مساهمتها في توفير الطلب الطاقوي العالمي، خاصة في قطاع الكهرباء، حيث وصلت مساهمة مصادر الطاقة المتجددة بنهاية العام 2011 إلى حوالى 19٪ من اجمالي الطلب النهائي للطاقة، وإلى حوالي 21.7٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة.

2.5 الوضع المحلي للطاقات المتجددة

1.2.5 القدرات المتاحة

يتوفر في ليبيا بشكل أساسي مصدران مهمان للطاقة المتجددة هما؛ الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (أنظر الشكلين 1.5 و2.5). على مستوى الطاقة الشمسية، فإن ليبيا من الدول التي تقع في نطاق الحزام الشمسي الذي يوجد فيه أعلى



الشكل 1.5: أطلس الإشعاع الشمسي في ليبيا

معدل للطاقة الشمسية عالميا، حيث يصل متوسط مستوى الطاقة الشمسية بها على السطح الأفقي إلى حوالي 2500 كيلووات.ساعة للمتر المربع سنويا ، وإذا ما أضيف إلى هذا المعدل العالى، المساحة الشاسعة لليبيا، فإن القدر المتاح من الطاقة الشمسية في ليبيا يكون ضخما جدا.

وعلى مستوى طاقة الرياح؛ فهي تتوفر أيضا في ليبيا بمعدلات مناسبة، حيث يتجاوز متوسط سرعة الرياح مستوى 6 م/ث في العديد من المناطق؛ مثل درنة والمقرون ومصراته وسرت على الارتفاع المرجعي (10 متر تقريبا فوق سطح الأرض) وقد تصل إلى أعلى من ذلك عند ارتفاعات أعلى.

الشكل 2.5: أطلس الرياح في ليبيا

وبالإضافة إلى الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، تتوفر في ليبيا مصادر أخرى من الطاقة المتجددة مثل الكتلة الحية، وأمواج البحر، والحرارة الجوفية للأرض، ولكن بقدرات محدودة لايمكن الاعتماد عليها على المدى القريب، وإجمالا، ووفقا للدراسات الدولية❖، تقدر الامكانات المتاحة لإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقات المتجددة في ليبيا كما هو مبين بالجدول (1.5).

جدول(1.5) تقديرات الإمكانات لإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة في ليبيا

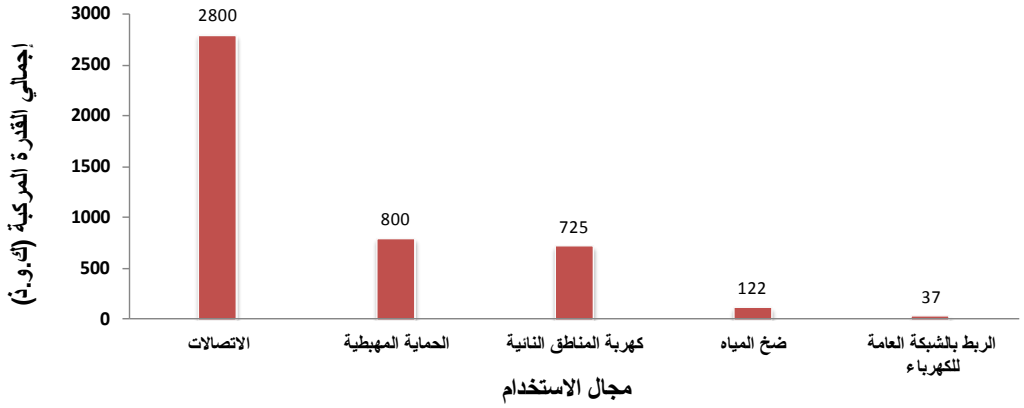
المصدر	المتاح
الطاقة الشمسية	140,000,000 جيجاوات.ساعة كهرباء/سنويا
طاقة الرياح	15,000 جيجاوات.ساعة كهرباء/سنويا
طاقة الكتلة الحية	2,000 جيجاوات.ساعة كهرباء/سنويا

2.2.5 الاستخدام الحالي ومبادرات تطويره

- بالرغم من توفر المقومات الأساسية التي تشجع على التوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة محليا، والتي من أهمها؛ القدر الهائل المتوفر محليا من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح،

وتوفر وتعدد تقنياتهما التي أثبتت جدواها الفنية والاقتصادية، إضافة إلى توفر الكفاءات الوطنية المتخصصة في هذا المجال، والقدرة على توفير الدعم المالي اللازم لتنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة، إلا أنه بالرغم من كل ذلك لا يزال حجم الاستخدام لهذه المصادر في ليبيا محدودا جدا حتى الآن، ومساهمتها في المنظومة الوطنية للطاقة تكاد تكون منعدمة.

- بنهاية العام 2010 بلغ إجمالي ما تم تركيبه من منظومات الخلايا الشمسية، التي يتم بواسطتها تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية، إلى حوالي 4.5 ميجاوات في مختلف التطبيقات التي شملت مجالات؛ الاتصالات، الحماية المهبطية لأنابيب نقل النفط والغاز، كهربة المناطق النائية، وضخ المياه.



الشكل (3.5) توزيع إجمالي القدرة المركبة لمنظومات الخلايا الشمسية على مجالات الاستخدام

- استخدام تقنيات التحويل الحراري للطاقة الشمسية إقتصر بشكل محدود جدا على استخدام السخانات الشمسية لغرض تسخين المياه بالمنازل، حيث لم يتجاوز عدد السخانات الشمسية التي رُكِّبَت في ليبيا 4500 سخان شمسي حتى نهاية العام 2012.
- تقنيات طاقة الرياح ينعدم استخدامها تقريبا في الوقت الحالي، وكل ما سُجِّل في هذا المجال هو استخدامها كوحدات تجريبية وتطبيقات صغيرة لضخ المياه للأغراض الزراعية والرعوية خلال النصف الأخير من القرن الماضي.

وبالرغم من محدودية الاستخدام المحلي للطاقات المتجددة، إلا أن أعمالاً مهمة قد أُنجزت في هذا المجال، حيث تم القيام بالعديد من القياسات والدراسات التي أظهرت مؤشرات إيجابية يمكن الاعتماد عليها في

تحديد امكانات مصادر الطاقات المتجددة المتاحة محليا (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)، كما أَجْرِيت العديد من الدراسات النظرية والعملية حول منظومات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لتحديد أنسب التقنيات والتطبيقات لها محليا. وهذه الأعمال تعتبر خطوة مهمة في طريق التوجه نحو الاستخدام الموسع للطاقة الشمسية وطاقة الرياح في ليبيا.

وخلال العقدين الأخيرين، شهدت الطاقات المتجددة اهتماما متزايدا في ليبيا، وأصبحت هناك قناعة بضرورة استغلال هذه الطاقات بشكل جدي، وادخالها ضمن المصادر الطاقوية في منظومة الطاقة الوطنية. وكنتيجة لهذا الاهتمام تم إنشاء معامل متقدمة بمركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية للقيام باختبار بعض تقنيات الطاقات المتجددة والتحقق من جودتها وصلاحيتها للاستخدام المحلي. كما تم انشاء الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة، وكلف بشكل أساسي بوضع الخطط التنفيذية للاستخدام الموسع لمنظومات الطاقات المتجددة في ليبيا.

3.2.5. المشروعات تحت التنفيذ

في إطار تنفيذ بعض مستهدفات الخطة الوطنية الاستراتيجية للطاقات المتجددة لوزارة الكهرباء والطاقات المتجددة للفترة (2013 – 2025) لإدخال مصادر الطاقات المتجددة ضمن الخليط الطاقوي الوطني، يجري حاليا العمل على تنفيذ المشاريع التالية:

- مزرعة رياح بقدرة 60 ميجاوات بمنطقة الفتائح بمدينة درنة، يتوقع أن تنتج 215,000 ميجاوات.ساعة كهرباء سنويا بمعامل سعة 41٪، وهو ما يعادل تغطية استهلاك ما يقارب من 20 ألف منزل. وستحقق الطاقة المتوقع انتاجها وفر في الوقود الأحفوري يعادل 135,000 برميل نفط سنويا، وخفض في الانبعاثات الكربونية بمقدار 170,000 طن سنويا.
- محطة لانتاج الكهرباء بتقنية التحويل الضوئي (Photo Voltic 'PV') الخلايا الشمسية بمنطقة الجفرة بقدرة إجمالية مركبة 14 ميجاوات، يتوقع أن تنتنج 24,000 ميجاوات.ساعة سنويا بمعامل سعة 22٪، وهو ما يعادل تغطية استهلاك ما يقارب من 2000 منزل. وستحقق الطاقة المتوقع انتاجها وفر في الوقود الإحفوري يعادل 50,000 برميل نفط سنويا، وخفض في الانبعاثات الكربونية بمقدار 20,000 طن سنويا

- توريد عدد 3,000 سخان شمسي لغرض تسخين المياه في المباني، يتوقع أن تنتج في مجموعها ما يعادل طاقة كهربائية مكافئة 12,000 ميجاوات.ساعة سنويا، وهو ما يكافئ وفر في الوقود الأحفوري مقداره 7,500 برميل نفط سنويا، وخفض في الانبعاثات الكربونية بمقدار 10,000 طن سنويا.

3.5. التقنيات المتاحة

توجد حاليا العديد من التقنيات المستخدمة لاستغلال مصادر الطاقة المتجددة، بعض هذه التقنيات بلغت مرحلة النضج التقني وأثبتت جدواها الفنية والاقتصادية وأصبحت تستخدم بشكل موسع، و أصبح لها مساهمة مهمة في توفير الطاقة على مستوى العالم. كما توجد تقنيات أخرى قيد البحث والتطوير يمكن أن تدخل حيز الاستخدام في المستقبل القريب. وفي عرضنا لتقنيات الطاقة المتجددة سيتم التركيز على التقنيات المتاحة التي يمكن استخدامها لاستغلال مصادر الطاقة المتجددة المتوفرة في ليبيا والمتمثلة أساسا في تقنيات الطاقة الشمسية وتقنيات طاقة الرياح.

1.3.5. تقنيات الطاقة الشمسية

هذه التقنيات يمكن تقسيمها إلى نوعين أساسيين؛ تقنيات يتم بواسطتها تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية وهي التي تعرف بتقنيات التحويل الحراري للطاقة الشمسية، وتقنيات يتم بواسطتها تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وهي التي تعرف بتقنيات التحويل الكهروضوئي (الفولتضوئي)، والمتمثلة أساسا في الخلايا الشمسية.

1.1.3.5. تقنيات التحويل الحراري

توجد العديد من تقنيات التحويل الحراري للطاقة الشمسية المستخدمة في تسخين الماء أو الهواء لأغراض مختلفة. ويعتبر تسخين المياه للأغراض المنزلية، الخدمية، والصناعية عند درجات الحرارة المنخفضة والمتوسطة من أكثر التطبيقات انتشارا على مستوى العالم. كما أن التقنيات الحديثة لتركيز الإشعاع الشمسي لتوليد البخار عند درجات الحرارة المرتفعة أصبحت تلاقي اهتماما واسعاً في الآونة الأخيرة لاستخدامها في توليد البخار لإنتاج الكهرباء وتحلية المياه.

أولا: تقنيات تسخين المياه بالطاقة الشمسية

يعتبر تسخين المياه بالطاقة الشمسية للأغراض المنزلية والخدمية والصناعية من أنجع التطبيقات الاقتصادية للطاقة الشمسية على مستوى العالم، كما أن التقنيات المستخدمة في ذلك تعتبر بسيطة نسبياً وغير معقدة في أغلبها. وأهم هذه التقنيات هي سخانات المياه الشمسية التي أصبح استخدامها ينتشر بشكل واسع على مستوى العالم، وهي تستخدم حاليا في توفير المياه الساخنة لأكثر من 200 مليون مبنى أغلبها في الصين وتتميز السخانات الشمسية بعدة مزايا أهمها:

- الجدوى الفنية العالية.
- الجدوى الإقتصادية العالية.
- التلائم مع الطبيعةِ المتقطّعةِ للطاقةِ الشمسيةِ.

المكونات الأساسية لسخان المياه الشمسي تتمثل في المجمع الشمسي (اللاقط الشمسية) الذي يتم فيه تسخين المياه، وخزان المياه الذي يتم فيه تخزين المياه الساخنة والاحتفاظ بدرجة حرارتها لحين استخدامها. وبالإضافة إلى هذين المكونين، يوجد بالسخان الشمسي بعض المكونات الأخرى المكملة التي تختلف باختلاف نوع السخان.

ويعتبر المجمع الشمسي العمود الفقري لمنظومة تسخين المياه حيث يقوم بتحويل طاقة الاشعاع الشمسي الى طاقة حرارية توظف لرفع درجة حرارة الماء (تسخينه). وتوجد عدة أنواع من المجمعات الشمسية؛ أكثرها انتشارا على مستوى العالم حاليا هي المجمعات الشمسية المسطحة (Flat Plate Collectors) وتأتي بعدها المجمعات الشمسية ذات الأنابيب المفرغة (Evacuated tubes collectors) التي أخذت في الانتشار الموسع مؤخراً نظراً لكفاءتها العالية والانخفاض التدريجي في أسعارها.

المجمعات الشمسية المسطحة

المجمعات الشمسية ذات الأنابيب المفرغة

الشكل 9.5: المجمعات الشمسية المختلفة المستخدمة في تسخين المياه

- **تكلفة السخانات المياه الشمسية**

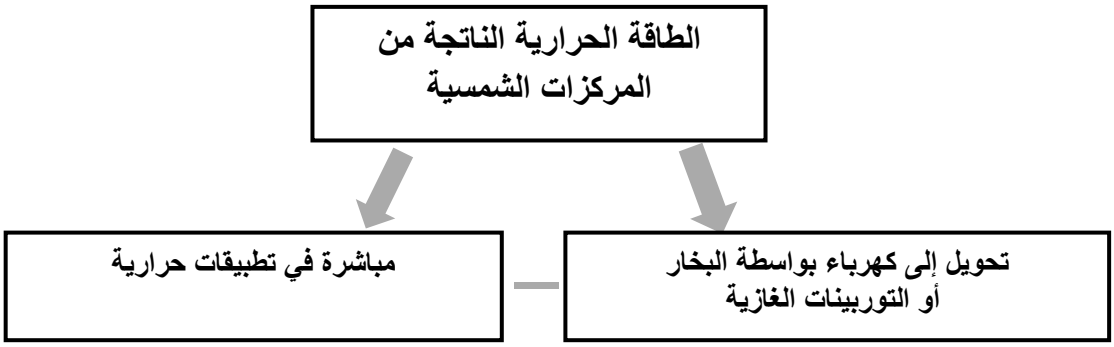
أوجز تقريرREN21 لسنة 2013 تكلفة التسخين الشمسي كما هو مبين بالجدول(5.5) لعدد من انواع السخانات الشمسية المختلفة الأنواع، ومن السعات الصغيرة لعائلة أو مجموعة عائلات، والسعات المتوسطة لمنشأة خدمية أو صناعية مثلاً، والسعات الكبيرة (تصل قدراتها إلى 20 ميجاوات حراري). وتختلف التكاليف من حيث احتوائها على التخزين من عدمه، ودرجات الحرارة المطلوبة، وغيرها من العوامل الأخرى مثل؛ مكان التركيب، ومدى توفر السياسات الداعمة والمحفزة لإستخدامها.

جدول 5.5: تكلفة أنواع السخانات الشمسية حتى سنة 2012

البيان	سعة المنظومة (1 متر مربع = 700 وات حراري	التكلفة الاولية (دولار /ك.وات)	تكلفة وحدة الطاقة (دولار /ك.و.ساعة)
سخان شمسي (أنابيب مفرغة، تدفق طبيعي ونظام ضخ)	1.2 – 4.2 ك.و.ح (عائلة واحدة)	(OECD) 2140 – 1100 150 -635 (الصين)	28- 1.5 (الصين)
	35 ك.و.ح (مجموعة عائلات)	1850 – 950 مبنى جديد (OECD)	
	7 -10 ك.و.ح (عائلة واحدة)		50- 5
	70 -3500 ك.و.ح (خدمية District)	460 -780 (أوروبا)	4 فما فوق (الدنمارك)
	أكبر من 3500 ك.و.ح (يشمل تخزين فصلي)	470 -1060 (يشمل التخزين)	
سخان شمسي (انابيب مفرغة، قطع مكافئ، خطية فريسنيل)	100 ك.و – 20 ميجاوات (حرارة 50 -400 د.م)	470 -1,000 (بدون تخزين)	16 – 4

ثانيا: تقنيات تركيز الإشعاع الشمسي لتوليد البخار (CSP)

هذه التقنيات تستخدم لتركيز كميات كبيرة من الاشعاع الشمسي على مساحات صغيرة يتم من خلالها الحصول على درجات حرارة عالية تتراوح ما بين (400 الى 1000) درجة مئوية يمكن استغلالها مباشرة في التطبيقات الحرارية أو استخدامها لإدارة التوربينات البخارية أو الغازية لتوليد القدرة الكهربائية بسعات عالية، شكل 10.5.



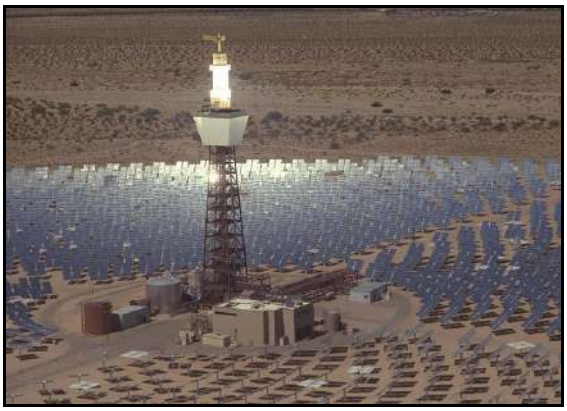
الشكل 10.5: انواع الاستفادة من الطاقة الحرارية المركزة

وتحظى تقنيات تركيز الاشعاع الشمسي باهتمام عالمي كبير كوسيلة لمواجهة الطلب العالمي على الطاقة الكهربائية التي مصدرها الطاقة الشمسية. وقد تم استثمار مبالغ هائلة من الاموال على المستوى العالمي لتطوير تقنيات تركيز الاشعاع الشمسي والتي ظهرت بوادر ثمارها بالبدء في انشاء وتركيب مشروعات (محطات) على المستوى التجاري منذ العام 2005 م.

1. أنواع المركزات الشمسية

حظيت أربع تقنيات رئيسة بالتطوير، والتي دخلت مراحل الاستخدام التجاري أو يجري تطويرها لتحسين كفاءتها واقتصادياتها، وهي الموضحة بالشكل 11.5 أسفله:

1 -المركزات الشمسية الصحنية



2- المركزات الشمسية البرجية

3- المركزات الشمسية ذات القطع المكافئ

4- المركزات الشمسية الخطية المستوية

2. مقارنة المواصفات الأساسية بين تقنيات المركزات الشمسية

الجدول 10.5: مقارنة بين تقنيات التركيز المختلفة للاشعاع الشمسي

	التقنية	القطع المكافئ	المحطات البرجية	المرايا المستوية	المحطات الصحنية
	الكفاءة القصوى للمحطة (٪)	20- 14	35- 23٪	18 ٪	30٪
	درجات الحرارة التشغيلية (^{o}C)	350 - 550	565- 250	390	750- 550
	القدرة المعتادة (ميجاوات)	300- 10	200- 10	200- 10	0.01 - 0.025
	كميات المياه للتبريد (لتر/م.وات.س)	3000 أو جاف	2000 او جاف	3000 او جاف	لا يحتاج لتنظيف المرايا
	امكانيات التخزين	ممكن	يعتمد على وضع المحطة	ممكن	يعتمد على وضع المحطة
كفاءة الاستخدام	مساحة المجمع/المساحة الكلية للمحطة ($م^2/م^2$)	0.26	0.22- 0.12	0.62	0.48–0.36
كفاءة الاستخدام	المساحة الكلية للقدرة الكهربائية المنتجة (هكتار/ميجاوات.كهرباء)	3.9	5.4	1 – 0.8	1.6 – 1.2
	مستوى النضج	تجارية	تجارية، وتجريبية	تجريبية	للعرض فقط

3. تكلفة محطات المركزات الشمسية

تكلفة وحدة الطاقة الكهربائية المنتجة من محطات المركزات الشمسية تفوق حالياً تكلفة الطاقة التقليدية، ولكن فرص انخفاض التكلفة بسبب تأثير حجم وسعة المنظومات وتطور التقنيات تعتبر كبيرة.

تكلفة LCOE لمحطات CSP تتكون من التكلفة الأولية للمحطة (تعادل 5/4 التكلفة الاجمالية)، والباقي هي تكلفة التشغيل والصيانة (أقل من 0.025 دولار/ك.و.س) وتأمين المحطة (0.5٪ -1٪ من التكلفة الأولية). وبما أن تقنية القطع المكافئ تسود السوق في الوقت الحالي بنسبة 80٪ من المحطات المشغلة والجاري تنفيذها، فإن بيانات التكلفة كانت بناءً على هذه التقنية.

التكلفة الأولية لمحطات القطع المكافئ والمحطات البرجية بدون تخزين تراوحت بين 4,500 إلى 7,150 دولار/كيلووات. بينما تراوحت تكلفة هذه المحطات بالتخزين بين 5,000 إلى 10,500 دولار/ كيلووات، وهذه المحطات وإن كانت أغلى اقتصادياً إلا أن لها معامل السعة أعلى وتسمح بالتشغيل أثناء تدني الاشعاع الشمسي أو حتى غيابه.

الجدول 11.5: تكلفة محطات المركزات الشمسية لسنة 2011

البيان	تكلفة القدرة المركبة (دولار/كيلووات)	تكلفة وحدة الطاقة المنتجة (سنت دولار/ك.وات.ساعة)
محطات القطع المكافئ وفريسنيل (بدون تخزين)	7,300- 4,000	38- 19
محطات القطع المكافئ وفريسنيل (تخزين 6 ساعات)	9,800 – 7,100	37 – 17
المحطات البرجية (6 -15 ساعة تخزين)	10,500 – 6,300	29 – 20 (6 – 7 ساعات تخزين) 15- 12 (12 – 15 ساعة تخزين)

2.1.3.5. تقنيات التحويل الكهروضوئي (الخلايا الشمسية)

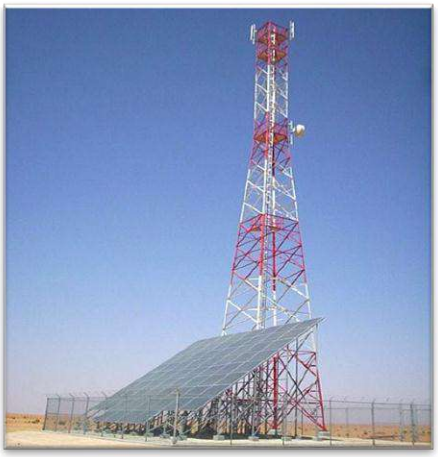
تعتبر منظومات الخلايا الشمسية من أهم التقنيات المستخدمة حاليا لاستغلال الطاقة الشمسية عن طريق تحويلها مباشرة إلى طاقة كهربائية، وتتميز هذه المنظومات بعدة مزايا أهمها:

- الاعتمادية العالية، وسهولة التركيب والتشغيل.
- المرونة الكافية بحيث يمكن تركيبها في أصعب الأماكن والظروف.
- طول عمرها التشغيلي وعدم الحاجة لأعمال الصيانة المتكررة.
- عدم مصاحبة تشغيلها لأي نوع من الملوثات البيئية.
- إمكانية استخدامها بطريقة مستقلة أو بالاشتراك مع مصادر طاقوية أخرى.
- إمكانية تركيبها بصورة حرة أو إدماجها مع أسقف وواجهات المباني.

ولقد تعددت تطبيقات منظومات الخلايا الشمسية وأصبحت مجالات استخداماتها تتسع باضطراد، لتشمل كل التطبيقات تقريبا، بدءا بتوفير الطاقة الكهربائية للمنتجات الصغيرة كالساعات والآلات الحاسبة، مرورا بكهربة المنازل وإنارة الشوارع وضخ المياه، وانتهاء بمحطات توليد القدرة المربوطة بالشبكة العامة للكهرباء بسعات تقدر بعشرات الميجاوات. وبصفة عامة يمكن تقسيم منظومات الخلايا الشمسية إلى نوعين أساسيين هما، المنظومات المستقلة، والمنظومات المربوطة بشبكة الكهرباء.

1 - منظومات الخلايا الشمسية المستقلة

هي المنظومات التي تستخدم كمصدر وحيد لتلبية كامل احتياجات الحمل من الطاقة الكهربائية. وهذه المنظومات أثبتت جدواها الفنية والاقتصادية بشكل خاص في الكثير من التطبيقات في المناطق النائية البعيدة عن تمديدات الشبكة العامة للكهرباء. وهي تعتبر منافسا قويا للوسائل الأخرى لتوليد الطاقة الكهربائية مثل مولدات الديزل، خاصة في الدول التي يتوفر فيها الإشعاع الشمسي بمعدل عال. وحاليا يزداد استخدام هذا النوع من المنظومات في الكثير من التطبيقات التي تشمل المجالات التالية:



منظومة خلايا شمسية لتغذية محطة اتصالات

- ضخ المياه من الآبار النائية والرعوية.
- تغذية محطات إعادة الاتصالات السلكية واللاسلكية.
- كهربة المناطق النائية والنقاط الحدودية المعزولة.
- إنارة الشوارع والحدائق العامة ولوحات الإعلانات.
- الحماية المهبطية لأنابيب النفط والغاز.

عمود إنارة يعمل بالخلايا الشمسية

منظومة خلايا شمسية للحماية المهبطية لأنابيب النفط

منظومة خلايا شمسية لضخ المياه

2 -منظومات الخلايا الشمسية المربوطة بشبكة الكهرباء

هي المنظومات التي يتم ربطها بشكل مباشر بالشبكة العامة للكهرباء للمساهمة في توفير نسبة من الطاقة الكهربائية، وهذه المنظومات يمكن أن تأخذ صورة منظومة مركزية عالية السعة (Centralized Grid-connected PV plant) يتم ربطها بالشبكة العامة للكهرباء لغرض دعمها في توفير الطاقة الكهربائية، كما يمكن لهذه المنظومات أن تأخذ صورة منظومة لامركزية محدودة السعة (Decentralized Grid-connected PV systems) يتم تركيبها على المباني لتشترك مع الشبكة العامة للكهرباء في تلبية متطلباتها من الطاقة الكهربائية.

من أهم مزايا منظومات الخلايا الشمسية المربوطة بالشبكة هي بساطة مكوناتها، وعدم احتوائها على وحدة التخزين التقليدية (النضيدة)، حيث تمثل الشبكة العامة للكهرباء وحدة التخزين التي يمكنها استيعاب أي فائض من الطاقة تنتجه منظومة الخلايا الشمسية. هذه المزايا تجعل هذا النوع من المنظومات ذات جدوى اقتصادية وفنية عالية مقارنة بالأنواع الأخرى لمنظومات الخلايا الشمسية.

منظومة خلايا شمسية مركزية
مربوطة بشبكة الكهرباء

منظومة خلايا شمسية لا مركزية مربوطة بشبكة الكهرباء

ينتشر استخدام منظومات الخلايا الشمسية المربوطة بالشبكة العامة للكهرباء بشكل واسع في معظم الدول المتقدمة التي تغطي فيها الشبكة العامة للكهرباء كامل مساحتها، وتكون تكلفة الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر التقليدية قليلة نسبيا مقارنة بأسعار إنتاج الطاقة من منظومات الخلايا الشمسية. في هذه الدول يتم دعم استخدام هذه المنظومات من خلال استحداث برامج دعم التكلفة أو مايعرف بـ Feed-in Tariffs وبرامج الطاقة الخضراء Green Energy وغيرهما، والتي ساهمت بشكل كبير في تحفيز شركات توليد الطاقة والمواطنين لاستخدام منظومات الخلايا الشمسية، حتى أصبحت هذه المنظومات تساهم بنسبة مهمة في دعم الشبكة العامة للكهرباء بهذه الدول.

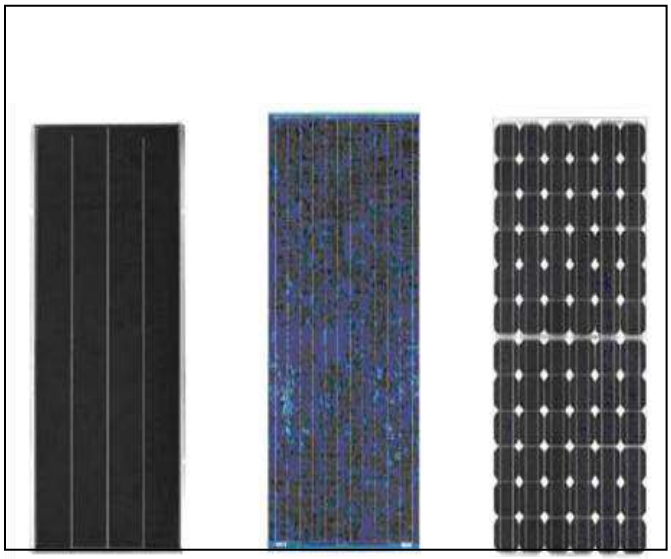
3 -المكونات الرئيسية لمنظومات الخلايا الشمسية

المكون الأساسي لمنظومات الخلايا الشمسية هي مسطحات الخلايا الشمسية التي تقوم بتحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية (تيار مستمر)، المكونات الأخرى لمنظومات الخلايا الشمسية تعتبر مكونات مساندة، وهي تعتمد على نوع المنظومة وطبيعة الحمل المطلوب تغذيته. وأهم المكونات المساندة تتمثل في وحدة تخزين الطاقة الكهربائية (النضائد)، ووحدات تكييف القدرة، ووحدات التحكم، بالإضافة إلى مكونات التثبيت.

مسطحات الخلايا الشمسية هي مكونات عالية الاعتمادية يمكن أن تستمر في الإنتاج لأكثر من 25 سنة، وتتراوح قدرة المسطح الواحد من 10 وات.ذروة إلى 300 وات.ذروة. هذه المسطحات يمكن توصيلها ببعضها في شكل صفيف لتوفير مستويات القدرة الكهربائية المطلوبة، ويمكن أن تركب بصورة ثابتة أو متحركة لتتبع حركة الشمس لزيادة القدرة المنتجة منها، كما يكمن استخدام مركزات شمسية لتركيز أشعة الشمس على صفيف المسطحات لرفع قدرتها بدرجة عالية.

على المستوى التجاري يوجد حاليا عدة أنواع من مسطحات الخلايا الشمسية المستخدمة في التطبيقات الأرضية، أهمها تلك التي تصنع من السيليكون المتبلر (c-Si)، وهي الأعلى كفاءة والأفضل استقرارية ولكنها الأعلى سعرا، ولا يزال هذا النوع مسيطرا على سوق الخلايا الشمسية، حيث تصل نسبة مبيعاته

إلى أكثر من 90 ٪. وتوجد أنواع أخرى من مسطحات الخلايا الشمسية تصنع بتقنية الأفلام الرفيعة باستخدام مواد مختلفة أهمها السيليكون عشوائي التبلر (a-Si)، والكادميوم تالوريد (CdTe)، والإنديوم نحاس جاليوم ديسيلينيد (CIGS)، وهي أقل كفاءة من سابقتها ولكنها أقل تكلفة، وهي أقل مبيعا في سوق الخلايا الشمسية بنسبة لا تتعدى 10 ٪، ولكن نسبة مبيعاتها في ازدياد مضطرد نظرا لانخفاض سعرها، والتحسين المستمر في كفاءتها واستقراريتها.

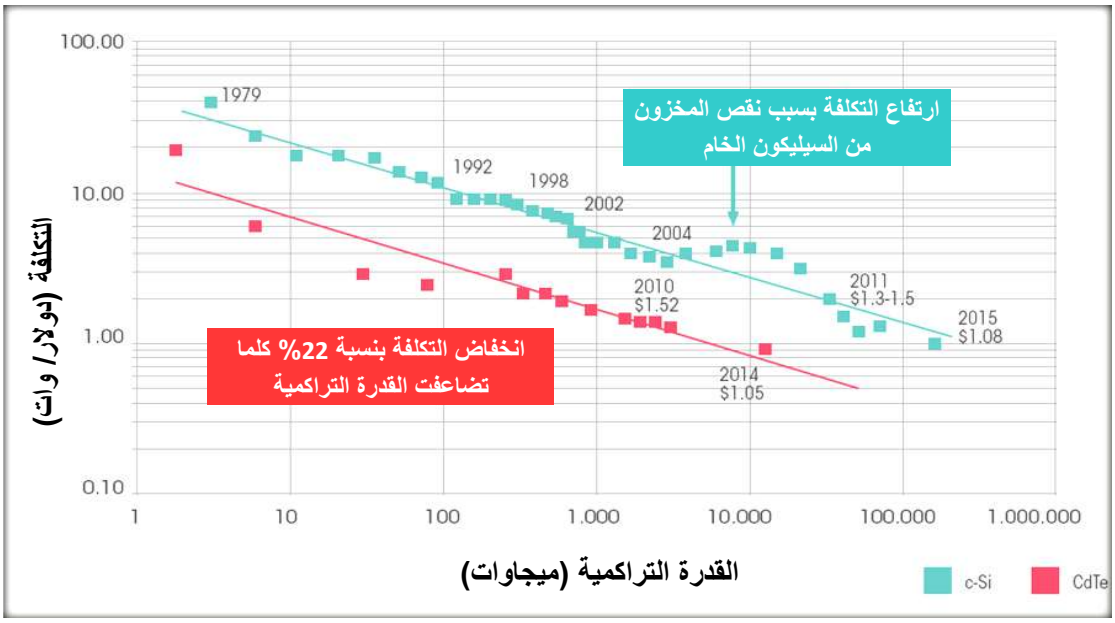


(ج) (ب) (أ)

الشكل 18.5: أنواع مسطحات الخلايا الشمسية التجارية؛ (أ) مسطح السيليكون أحادي التبلر، (ب) مسطح السيليكون عديد التبلر، (ج) مسطح الأفلام الرفيعة

4 -تكلفة مسطحات الخلايا الشمسية

لقد أثمرت نتائج البحث والتطوير في بنية الخلايا الشمسية وتقنيات تصنيعها، في تحسين كفاءتها وخفض تكلفة إنتاجها بشكل مضطرد، حيث بلغت التكلفة حوالي 1.4 دولار/للوات. ذروة سنة 2011 م، بعد أن كانت تتجاوز 100 دولار/للوات.ذروة في سبعينيات القرن الماضي، ويتوقع أن تنخفض التكلفة إلى مستويات أدنى نتيجة التطوير المستمر في تقنيات التصنيع وتصاعد القدرة التراكمية المركبة. يبين الشكل 19.5 إنخفاض تكلفة مسطحات الخلايا الشمسية (خلايا السيليكون وخلايا الأفلام الرفيعة) بارتفاع القدرة التراكمية المركبة. ويعقد الجدول 12.5 مقارنة للوضع الحالي بين بعض تقنيات مسطحات الخلايا الشمسية من حيث الكفاءة والتكلفة.



الشكل 19.5: تكلفة الوات لمسطحات الخلايا الشمسية بنوعيها (c-Si, CdTe) حسب تطور القدرة التراكمية المركبة خلال الفترة (1979 ـ 2011)

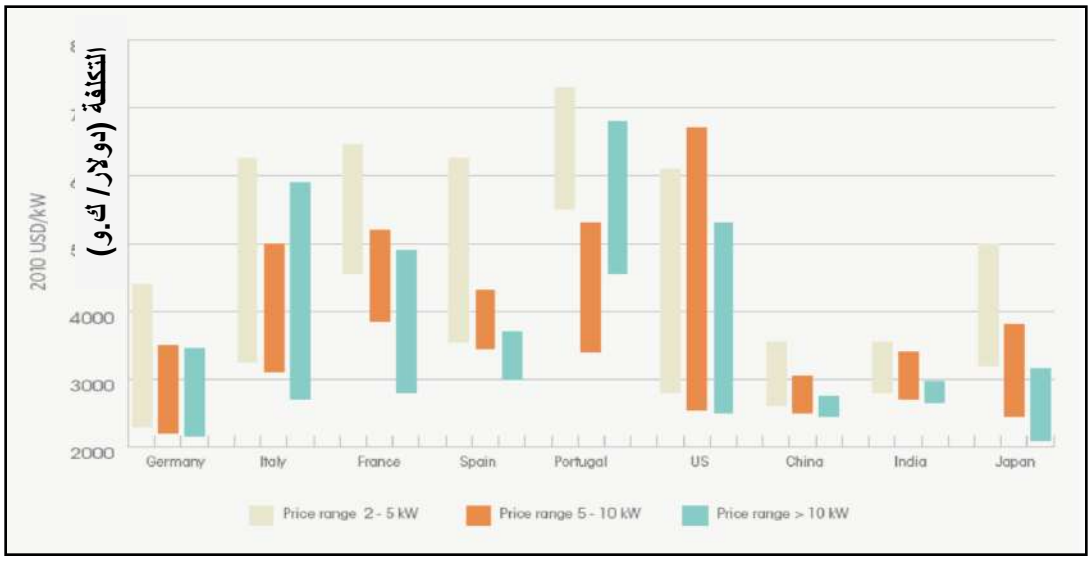
جدول 12.5: الموقف الحالي لتقنيات الخلايا الشمسية من حيث الكفاءة والتكلفة

البيان	تقنيات مسطحات الخلايا الشمسية				
	السيليكون أحادي التبلر	السيليكون عديد التبلر	السيليكون عشوائي التبلر	كادميوم تالوريد CdTe	الخلايا المركزة CPV
كفاءة المسطح (٪)	19- 15	15- 13	8- 5	11- 8	30- 25
تكلفة الوات.ذروة (دولار)	أقل من 1.4	أقل من 1.4	~ 0.8	~ 0.9	2.5
المساحة للكيلووات (متر^2)	7	8	15	11	-
مستوى النضج التقني	عالية النضج	عالية النضج	متوسطة النضج	في بداية مراحل النضج التقني	
الاستخدام التجاري	واسعة الاستخدام	واسعة الاستخدام	متوسطة الاستخدام	محدودة الاستخدام	محدودة لاستخدام

5 -تكلفة المنظومات

- **منظومات الربط اللامركزية**

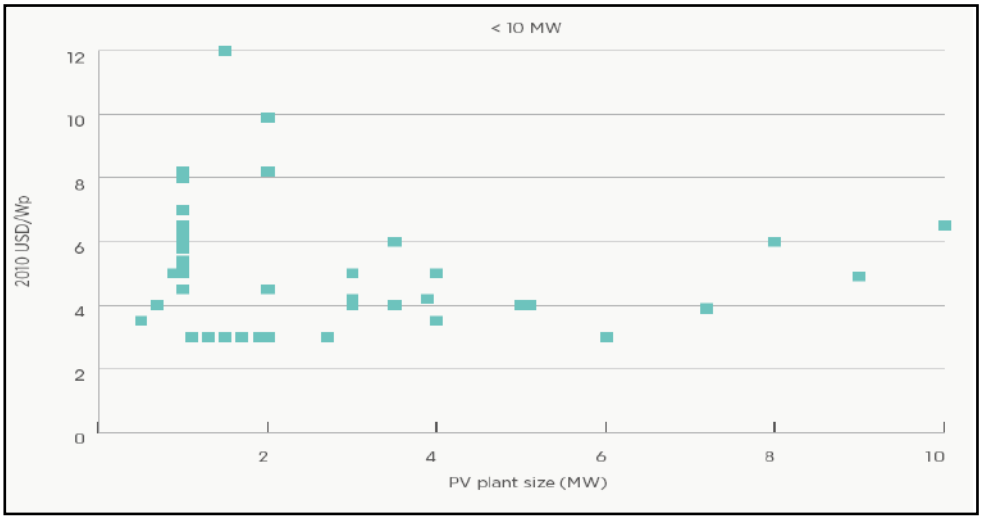
وهي تشمل المنظومات السكنية التي تركب عادة فوق الأسطح، التي لاتتجاوز قدراتها 20 كيلووات.ذروة، والمنظومات التجارية التي لاتتجاوز قدراتها 1 ميجاوات، وتركب فوق أسطح المباني التجارية والمرافق العامة مثل المدارس والجامعات والمراكز الصحية وغيرها. ويبين الشكل 20.5 تكلفة المنظومات السكنية (2 -20 ك.و في بعض دول العالم، والذي يتبين من خلاله انخفاض تكلفة هذا النوع من المنظومات في دولة ألمانيا مقارنة بالدول الأخرى.



الشكل 20.5: تكلفة المنظومات السكنية (2–20 ك.وات) في بعض الدول

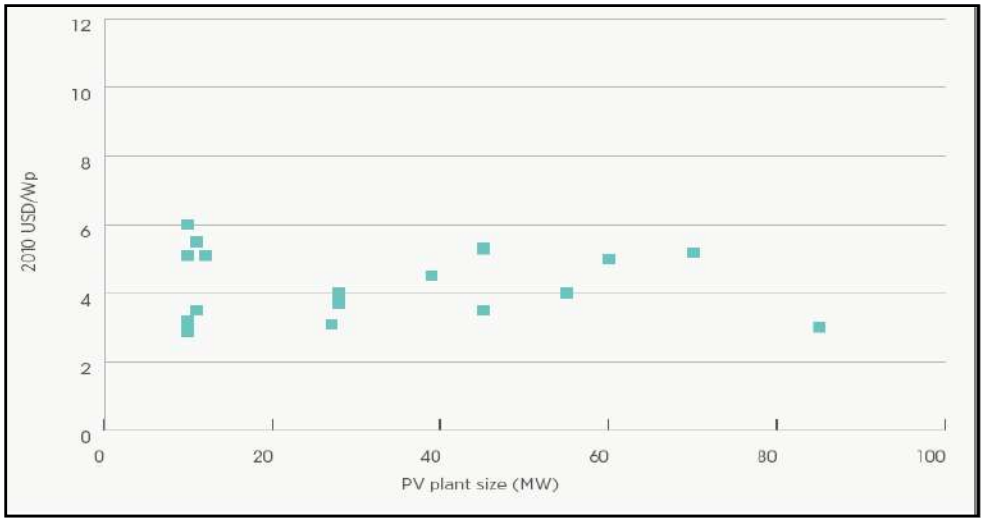
- **منظومات الربط المركزية**

وهي المنظومات التي تفوق قدراتها 1 ميجاوات وتركب مثبتة على الارض ويتم ربطها مباشرة بالشبكة العامة للكهرباء. مع نهاية سنة 2012، كان يوجد حوالي 90 منظومة عاملة تجاوزت قدراتها 30 ميجاوات.ذروة، من بينها أكبر منظومتين في العالم، أحدهما بقدرة 250 ميجاوات.ذروة بولاية اريزونا بأمريكا، والأخرى بقدرة 214 ميجاوات ذروة بمدينة قوجارات بالهند. من إجمالي المنظومات المركبة، حوالي 400 منظومة منها تجاوزت قدراتها 10 ميجاوات. وحاليا تخطط عدة دول لتنفيذ مشاريع تتراوح قدراتها من 50 إلى 1000 ميجاوات ذروة. يبين الشكل 21.5 تكلفة المنظومات المركبة التي تتراوح قدراتها من 1 إلى 10 ميجاوات، ويبين الشكل 22.5



الشكل 21.5: متوسط تكلفة المنظومات المركبة التي تتراوح قدراتها من 1 إلى 10 ميجاوات

تكلفة المنظومات المركبة التي تتجاوز قدراتها 10 ميجاوات.



الشكل 22.5: متوسط تكلفة المنظومات المركبة التي تتجاوز قدراتها 10 ميجاوات

- **المنظومات المستقلة (Off-grid systems)**

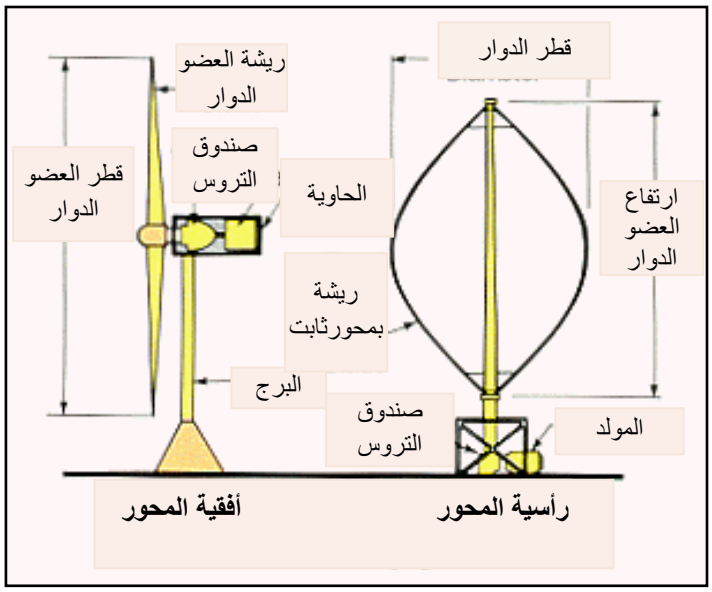
تكلفة هذا النوع من المنظومات تعتمد على نوع التطبيق من حيث الحاجة للتخزين خلال الليل وساعات والأيام الغائمة المتتالية، وبصفة عامة فإن تكلفة المنظومات المستقلة أعلى من تكلفة منظومات الربط بنسبة تتراوح من 25٪ إلى 35٪، نظرا لاحتوائها على أنظمة التخزين الضرورية لضمان الإمداد المتواصل من الطاقة الكهربائية لحمل المنظومة.

2.3.5. تقنيات طاقة الرياح

يمكن الاستفادة من الطاقة الكامنة في الرياح بتحويلها إلى طاقة ميكانيكية أو طاقة كهربائية عن طريق منظومات خاصة يطلق عليها عدة تسميات منها توربينات ريحية، محولات طاقة الرياح، منظومات تحويل طاقة الرياح، مولدات هوائية، ...الخ، كما أطلقت تسمية طواحين الرياح على منظومات الرياح القديمة الهولندية الصنع، التي استخدمت في طحن الحبوب، وأطلقت التسمية ذاتها على المنظومات المتعددة الريش والمستخدمة غالبا لضخ المياه.

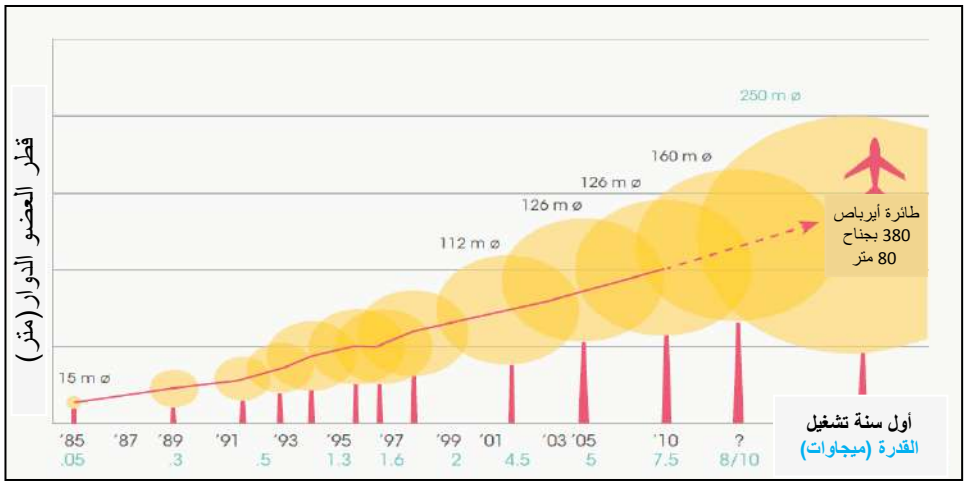
1.2.3.5 التوربينات الريحية

تصنف التوربينات الريحية عادة من ناحية محور دورانها إلى نوعين من التوربينات هما؛ التوربينات أفقية المحور، والتتوربينات رأسية المحور.



الشكل 23.5: المراوح الهوائية رأسية وأفقية المحور

لقد تطورت التوربينات الريحية تطوراً كبيراً خاصة خلال الثلاث عقود الماضية، حيث زاد متوسط حجم التوربينات الريحية من 10 -30 ك.وات في بداية الثمانيات إلى حدود 2 -3 ميجاوات في الوقت الحالي، ويصل قطر العضو الدوار لهذه الأحجام ما يقارب 130 متر وارتفاع البرج مايقارب 100 متر، الشكل 24.4 يوضح تطورحجم التوربينات الريحية من منتصف الثمانينات إلى الوقت الحالي، وكذلك الأحجام المتوقعة مستقبلا، فالمسافة بين طرفي جناحي أكبر طائرة ركاب في العالم حوالي 80 متراً، في حين أن التوربينة التي قدرتها 7.5 ميجاوات يبلغ قطر دوران ريشها 126 متراً.



الشكل 24.5: تطور حجم التوربينات الريحية خلال الفترة 1985 ـ 2010

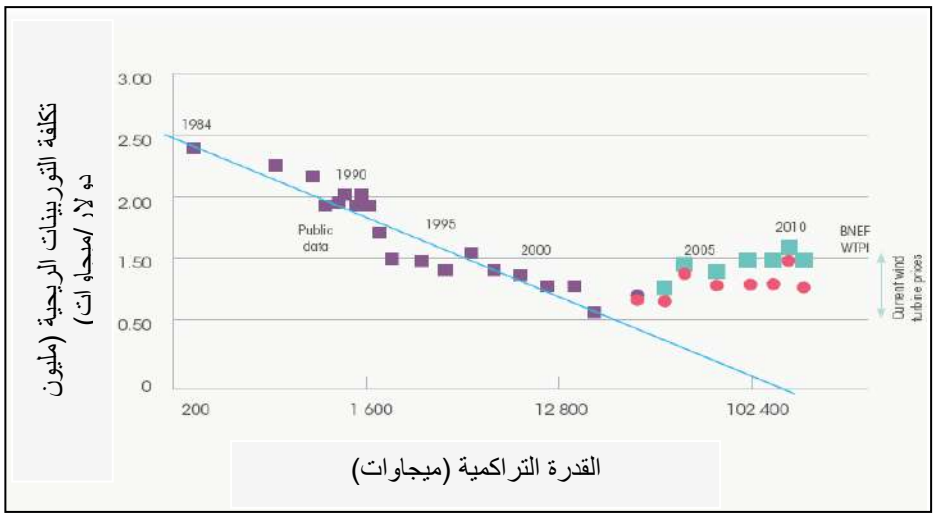
إن أغلب منظومات طاقة الرياح المركبة في العالم تستخدم التوربينات الأفقية المحور، وذلك للميزات التي تتميز بها مقارنة بالتوربينات الرأسية المحور. والتوربينات أفقية المحور يمكن تصنيفها، من ناحية مواجهة الرياح للعضو الدوار، إلى توربينات مواجهة للرياح (Up-wind)، وتوربينات معاكسة لاتجاه الرياح (Down-wind). والتقنية السائدة الاستخدام هي التوربينات أفقية المحور المواجهة للرياح وبعدد ثلاث ريش.

يمكن تصميم هذا النوع من التوربينات بحيث يعمل بسرعة ثابتة أو متغيرة، وتكون الطاقة المنتجة من التوربينات ذات السرعة المتغيرة أكثر من مثيلتها بمقدار 8٪ -15٪. وتحتاج في المقابل إلى أجهزة الكترونية للحصول على تردد ثابت وفولتية ثابتة. كما ظهرت في السنوات الأخيرة تقنية التوصيل المباشر بين العضو الدوار والمولد أي الاستغناء عن صندوق التروس مما يقلل التكلفة الكلية للتوربينات الريحية أحيانا، إضافة إلى زيادة الاعتمادية وتقليل أعمال الصيانة.

كما يمكن تصنيف التوربينات الريحية حسب موقع التركيب إلى نوعين هما؛ التوربينات الريحية البرية (On-shore)، والتوربينات الريحية البحرية (Off-shore). وفي الواقع ليس هناك كثير من الفروق بين هذه النوعين سوى في التكلفة المترتبة عن التصميم والأعمال المدنية والهندسية اللازمة لتثبيت التوربينات في عرض البحار والمحيطات من حيث حاجتها لمقاومة العوامل الجوية والتيارات المائية المحيطة بها ونقل ومد الكوابل والأجهزة داخل البحار، إلا أن التوربينات البحرية تتميز به غالباً بارتفاع معامل القدرة Capacity factor لتواجدها في مواقع بها معدلات سرعات رياح مرتفعة.

2.2.3.5 تكلفة منظومات طاقة الرياح

توضح الدراسات والخبرة المكتسبة في مجال طاقة الرياح بأن تكاليف المنظومات ومن ثم الطاقة المنتجة منها في انخفاض مستمر، حيث انخفضت تكلفة الكيلووات.ساعة من 26 سنت في منتصف الثمانينات إلى حوالي 5 سنت في منتصف العام الماضي، مع أن تكلفة الطاقة الناتجة تعتمد اعتمادا كبيرا على خصائص الموقع وسرعة الرياح فيه إلى جانب كفاءة وقدرة التوربينة الريحية، إضافة إلى العوامل الاقتصادية الأخرى المؤثرة في هذه التكلفة. والتوربينات الريحية، التي تتركز فيها النسبة الأكبر من تكلفة مشروع طاقة الرياح، تتناسب تكلفتها تناسبا عكسيا مع ارتفاع قدرتها التراكمية كما هو موضح بالشكل 25.5 وإجمالا يقدر انخفاض تكلفة الطاقة المنتجة من مشاريع طاقة الرياح خلال العقود الثلاث الماضية (1984 -2004) بحوالي 10٪سنويا.



الشكل 25.5: انخفاض تكلفة التوربينات بارتفاع القدرة التراكمية

وتختلف تكلفة منظومات طاقة الرياح من دولة إلى أخرى اعتماداً على نضج السوق وتوفر السياسات الداعمة والمحفزة، فمثلاً التوربينات الريحية التي تستخدم على اليابسة المصنعة في الصين تبلغ تكلفتها حوالي 630 دولار/ك.و، بينما تلك المصنعة في أمريكا تراوحت تكلفتها من 900 إلى 1270 دولار/ك.و في سنة 2012 بعدما كانت تتراوح من 1,354 دولار/ك.و إلى 1,522 دولار/ك.و في سنة 2010.

أما بالنسبة للتوربينات البحرية فهي أعلى تكلفة من توربينات اليابسة، حيث تتراوح تكلفتها من 3,300 إلى 5,000 دولار/ك.و. وكما اسلفنا بالذكر فإن تكلفة التوربينات تمثل النسبة الأكبر من إجمالي التكلفة الابتدائية لمشروعات طاقة الرياح بصفة عامة، وهو ما يوضحه الجدول 13.5 بالأرقام من خلال مقارنة توزيع التكلفة الابتدائية بين مشاريع طاقة الرياح البرية (onshore)، ومشاريع طاقة الرياح البحرية (offshore) في الدول المتقدمة لسنة 2011.

جدول 13.5: مقارنة توزيع التكلفة الابتدائية بين مشاريع طاقة الرياح البرية والبحرية لسنة 2011

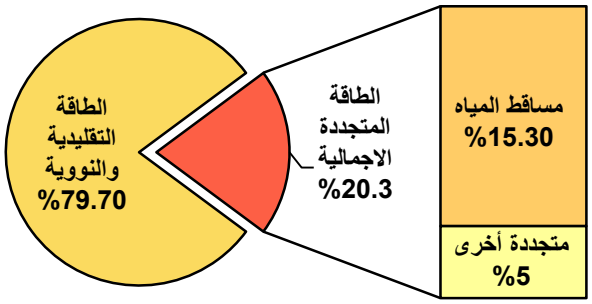
البيان	المشروع البري	المشروع البحري
التكلفة النوعية للقدرة المركبة (دولار/ك.و)	1700 – 2015	3,300 – 5,000
نسبة تكلفة التوربينات (٪)	65 – 84	30 – 50
نسبة تكلفة أعمال التركيب (٪)	4 – 16	15 – 25
نسبة تكلفة الربط بالشبكة (٪)	9 – 14	15 – 30
نسبة تكاليف الاعمال الهندسية والتقييم والمتابعة (٪)	4 – 10	8 – 30

4.5. التوجهات والمؤشرات العالمية

1.4.5. القدرات المركبة

شهدت الطاقة المتجددة نمواً سريعاً خلال السنوات الأخيرة على مستوى القدرات المركبة، فبنهاية العام 2011 بلغ إجمالي القدرة التراكمية المركبة لمنظومات الطاقات المتجددةعلى مستوى العام حوالي 1,360 جيجاوات (شاملة قدرة المساقط المائية)، والتي مثلت حوالي 25٪ من إجمالى القدرة التراكمية المركبة لمنظومات توليد القدرة بصفة عامة والتي بلغت حوالي 5,360 جيجاوات.

وبالرغم من أن جُل القدرة المركبة لمنظومات المتجددة كانت من طاقة المساقط المائية (حوالي 970 جيجاوات)، إلا أن تقنيات الطاقة المتجددة الأخرى (طاقة الرياح والطاقة الشمسية وغيرهما) شهدت نموا سريعا خلال السنوات الأخيرة، حيث مثلت حوالي 28.7٪ من إجمالي الطاقة المتجددة محققة نسبة نمو بحوالي 24٪ في سنة 2011 عن سنة 2010.



الشكل (26.5) نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في استهلاك الطاقة الكهربائية على مستوى العالم بنهاية سنة 2011

ووفرت الطاقة المتجددة بصفة عامة حوالي 16.7٪ من الاستهلاك العالمي للطاقة النهائية في سنة 2010، وبلغت نسبة مساهمتها حوالي 20.3٪ من اجمالي استهلاك العالم من الطاقة الكهربائية في سنة 2011.

وفي مجال توليد القدرة، مثلت الطاقة المتجددة حوالي نصف القدرة المضافة على مستوى العالم سنة 2011 من اجمالي القدرة المركبة (بما فيها الطاقة التقليدية والطاقة النووية)، وذلك بفضل تركيب حوالي 41 جيجاوات من طاقة الرياح، وحوالي 30 جيجاوات من منظومات الخلايا الشمسية، و 25 جيجاوات من طاقة المساقط المائية، و6 جيجاوات من طاقة

الكتلة الحية، وحوالي 500 ميجاوات من القدرة الشمسية الحرارية المركزة CSP، وحوالي 50 جيجاوات حراري من منظومات الطاقة الشمسية لتسخين المياه والتدفئة، وحوالي 100 ميجاوات من الطاقة الجيوحرارية.

وينتشر استخدام تقنيات الطاقة المتجددة يوماً بعد يوم في أسواق جديدة على مستوى العالم، ففي عام 2011، نفذ حوالي 50 بلداً مشروعات في طاقة الرياح. كما انتشرت منظومات الخلايا الشمسية في بلدان ومناطق جديدة، وأصبحت السخانات الشمسية للمياه تستخدم من قبل أكثر من 200 مليون أسرة، وفي العديد من المباني والمرافق العامة والتجارية في جميع أنحاء العالم. ويتزايد الاهتمام أيضاً بالتدفئة والتبريد اعتماداً على الطاقة الحرارية لباطن الأرض عالمياً، ويتزايد استخدام الكتلة الحية الحديثة لأغراض الكهرباء والوقود. وبالإجمال تشهد الطاقة المتجددة شهدت نموا كبيرا في نسبة مساهمتها في توفير الطاقة على مستوى العالم. يبين الجدول 14.5 بعض المؤشرات والتوجهات في بعض الدول المجاورة، ويبين الجدول 15.5 نسب مساهمة الطاقة المتجددة في توفير الطلب الطاقي لبعض دول ومناطق العالم،

الجدول 14.5 مؤشرات نمو نسبة المساهمة للطاقة المتجددة في توفير الطلب الطاقي لبعض دول الجوار

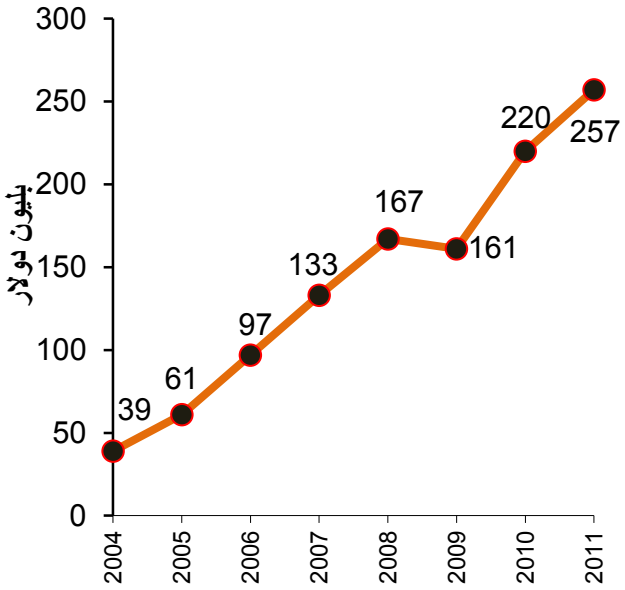
البلد	البيان
المغرب	ساهمت منظومات الخلايا الشمسية بنسبة 2.6٪ من الطاقة الكهربائية للمباني و10٪ في كهربة المناطق النائية. ووصلت فيها إجمالي القدرة التراكمية لمنظومات طاقة الرياح إلى 292 ميجاوات مع نهاية سنة 2011م، وتستهدف تركيب 2000 ميجاوات من طاقة الرياح مع سنة 2020. وخلال سنة 2012 قامت الحكومة بإجراءات تركيب عدد خمس مزارع رياح بقدرة إجمالية 850 ميجاوات.
مصر	وصلت فيها إجمالي القدرة التراكمية المركبة من منظومات طاقة الرياح إلى 552 ميجاوات بنهاية سنة 2011م. ويتوقع أن تغطي 20٪ من استهلاكها للكهرباء من الطاقة المتجددة مع سنة 2020، (12٪ منها طاقة رياح).
تونس	وصلت فيها إجمالي القدرة التراكمية المركبة من منظومات طاقة الرياح إلى 277 ميجاوات بنهاية سنة 2011م.

الجدول 15.5 مؤشرات نمو نسبة المساهمة للطاقة المتجددة في توفير الطلب الطاقي لبعض دول العالم

الدولة/المنطقة	البيان
أوربا	في سنة 2011، مثلت القدرة المركبة لمنظومات الطاقة المتجددة اكثر من 71٪ من إجمالي القدرة الكهربائية المضافة، ووصلت نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية إلى حوالي 31.1٪.
ألمانيا	تستمر في ريادة اوربا، وفي طريقها لريادة العالم وهي الآن ضمن الدول الأكثر استخداما للطاقة المتجددة في توليد القدرة، التسخين وانتاج الوقود الحيوي، حيث وفرت الطاقة المتجددة سنة 2011 حوالي 12.2٪ من اجمالي استهلاك الطاقة النهائية، و20٪ من استهلاك الطاقة الكهربائية، 10.4٪ من الطلب على التسخين، و5.6٪ من استهلاك الوقود.
أمريكا	في سنة 2011، مثلت الطاقة المتجددة حوالي 39٪ من إجمالي القدرة الكهربائية المضافة، ووصلت نسبة مساهمتها إلى حوالي 11.8٪ من إجمالي الطاقة الأولية المنتجة بعد أن كانت 10.9٪ سنة 2010.
الصين	احتلت المركز الأول عالميا من حيث إجمالي القدرة المركبة التراكمية حتى نهاية سنة 2011، والتي بلغت فيها حوالي 282 جيجاوات، حوالي 25٪ منها كانت من الطاقة المتجددة من غير المساقط المائية. وفي سنة 2011، مثلت القدرة المركبة لمنظومات الطاقة المتجددة أكثر من ثلث إجمالي القدرة المضافة.
مناطق مختلفة	ساهمت الطاقة المتجددة في عدد من الدول بنسب معقولة في استهلاك الطاقة الكهربائية. الدنمارك ساهمت فيها طاقة الرياح بحوالي 26٪ من استهلاك الطاقة الكهربائية، وأسبانيا 15.9٪، والبرتغال 15.6٪.
التنوع في السعة والتطبيق على مستوى العالم	يوجد توجهات نحو تنوع استخدام التقنيات بأحجام وقدرات مختلفة. كثير من دول العالم تطمح لإستخدام طاقة الرياح ومنظومات الطاقة الشمسية والكتلة الحية بقدرات عالية لتوليد القدرة. بينما يتزايد كذلك عدد الدول التي تطمح إلى استخدام القدرات الصغيرة والمستقلة، فمثلا الهند والبرازيل اللتان توجد بهما مناطق معزولة ونائية غير موصولة بالشبكة العامة للكهرباء، يتزايد الاهتمام فيهما باستخدام هذا النوع من تقنيات الطاقة المتجددة لتوفير الطاقة الكهربائية.

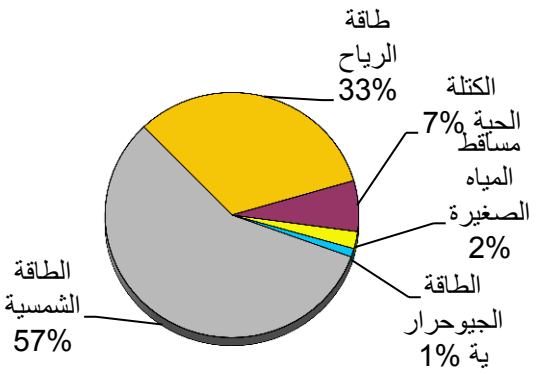
2.4.5. الإستثمارات

كما هو موضح بالشكل 7.4، تنامى حجم الاستثمار السنوي في مجال الطاقة المتجددة بشكل مضطرد في السنوات الأخيرة، وفي سنة 2011 بلغ حجم الاستثمار في الطاقة المتجددة حوالي 257 بليون دولار، بنسبة نمو حوالي 17٪ عن سنة 2010، نسبة مساهمة الدول المتقدمة فيها كانت حوالي 65٪ (168 بليون دولار)، مقابل 35٪ (89 بليون دولار) نسبة مساهمة للدول النامية، والتي تركزت معظمها في كل من الصين (52 بليون دولار) والهند (12 بليون دولار) والبرازيل (8 بليون دولار). وأكبر خمس دول في العالم استثمرت في الطاقة المتجددة كانت الصين، أمريكا، ألمانيا، إيطاليا، والهند، على التوالي.



الشكل 27.5 حجم الاستثمارات السنوية في الطاقة المتجددة في العالم خلال السنوات 2004 - 2011

الاستثمارات العالمية في الطاقة المتجددة لسنة 2011 توجه معظمها لكل من الطاقة الشمسية (147 بليون دولار) وطاقة الرياح (84 بليون دولار)، وتوجه الباقي لمصادر الطاقة المتجددة الأخرى، ويبين الشكل 8.4 توزيع نسب الاستثمارات على مصادر الطاقة المتجددة لسنة 2011م.



الشكل 28.5 توزيع نسب استثمارات مصادر الطاقة المتجددة لسنة 2011

5.5. سياسات الطاقة المتجددة

1.5.5. السياسات الدولية

تلعب السياسات دوراً مهماً في تنمية الطاقة المتجددة، حيث كان لها الأثر الكبير في تطورها وتنميتها على المستوى الدولي، وقد تبنت العديد من الدول سياسات محفزة وداعمة لنشر استخدام تقنيات الطاقة المتجددة. ويمكن تقسيم تلك السياسات إلى ثلاثة محاور أساسية هي:

1. تطوير الطلب والإنتاج.
2. تشجيع التصنيع المحلي لمعدات الطاقة المتجددة .
3. دعم استخدام الطاقة المتجددة.

أولا: سياسات تطوير الطلب والإنتاج

1. السياسات الرئيسية

أ) سياسات تسعيرية: سياسة تعريفة التغذية (Feed-in Tariff)

في هذه السياسة تقوم الدولة بتحديد تعريفة لكل وحدة طاقة يتم إنتاجها من مصدر متجدد، وهذه التعريفة تكون مرتفعة عن تلك الممنوحة للطاقة المنتجة من المصادر التقليدية وتضمن تحقيق عائد مناسب للمستثمرين في إنتاج الطاقة المتجددة. وعادةً ما يكون هناك تعريفة لكل نوع من أنواع الطاقة المتجددة . وتعتبر هذه السياسة جاذبة للمستثمرين، وهي أكثر نجاحا وانتشاراً.

ب) سياسات الأهداف الكمية

- **سياسة الحصص الملزمة أو الشهادات (Quota):**

وتعرف هذه السياسة باسم سياسة "الكوتا" أو سياسة (Renewable Portfolio Standard RPS) حيث تفرض الدولة من خلال القانون على شركات الإمداد بالطاقة الكهربائية أو المستهلكين إنتاج أو استهلاك نسبة أو كمية محددة من الطاقة الكهربائية ذات المصدر المتجدد، ويتم فرض عقوبات على الشركات التي تفشل في تحقيق تلك النسبة المستهدفة.

- **سياسة المناقصات العامة التنافسية:**

وفيها يُدعَى المستثمرين لإقامة مشروعات الإمداد بالكهرباء من مصادر متجددة خلال فترة معينة وبقدرات محددة من خلال مناقصة، ويتم اختيار العقود ذات تكلفة إنتاج اقل وتكون شبكات الكهرباء ملزمة بالشراء من تلك المحطات بناءاً على الأسعار التي تم التوصل إليها من خلال تلك المناقصات والمدد الزمنية التي تم الاتفاق عليها طبقاً للمناقصة.

2. السياسات المكملة

أ) سياسات تمويلية

- تقديم منح وقروض ميسرة سواءً للمستثمر أو للمستهلك (سعر فائدة أقل او تقديم ضمانات للإقراض).
- المشتريات الحكومية: آليات لخفض مخاطر التمويل من خلال الضمانات الحكومية، أو رد جزء من التمويل، أو من خلال الشراء من المنتجين بأسعار أعلى تشجيعاً للصناعة.

ب) حوافز ضريبية وجمركية

- حوافز مرتبطة بالإنتاج: في هذه السياسة يتم التشجيع على إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة عن طريق منح خصم أو اعفاءات في الضرائب المستحقة على الأنشطة الأخرى للشركات التي تقوم بالاستثمار في الطاقة المتجددة.
- حوافز مرتبطة بالاستثمار والإنتاج: تشمل إعفاءات أو تخفيضات ضريبية لمدد محددة سواء على مستوى إستثمارات المشروعات أو على مستوى المستهلك لنظم ومعدات الطاقة المتجددة وقطع غيارها وكذلك خطوط ومكونات إنتاج هذه المعدات، وتقديم حوافز ضريبية على الإنتاج حيث يمنح منتجي الكهرباء من مصادر متجددة فوائد ضريبية على إنتاجهم، وهي عادة ما توضع كنسبة من سعر الكيلووات ساعة.

ج) سياسات تنظيمية وإدارية

- توقيع عقود طويلة المدى لشراء الطاقة.
- تسهيلات للربط بالشبكة وتقديم أولويات بالمواقع المختارة للمشروعات طبقاً لحصر المصادر.

- القياس الصافي للطاقة (Net metering): وهو نظام يسمح للمستهلكين أصحاب منظومات الطاقة المتجددة المنتجة للكهرباء أن تقوم بادخار الطاقة الكهربية الزائدة عن احتياجاتهم للاستهلاك لاحقاً. ويتم استخدام عداد قياس واحد لقياس تدفق الطاقة بين المستهلك والشبكة، ويدفع المستهلك فقط ثمن الكهرباء المستخدمة " الصافية " خارج إنتاجه من الطاقة المتجددة على مدى دورة التحصيل.

ثانياً: سياسات تشجيع التصنيع المحلي

ترتبط هذه السياسات بالدول ذات القدرات الصناعية المناسبة وحجم السوق المناسب مثل الصين والهند والبرازيل، وتشمل سياسات تشجيع التصنيع المحلي لمعدات إنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة:

1. اشتراط نسبة من التصنيع المحلي.
2. فرض ضرائب على المعدات المنتجة للطاقة المتجددة الواردة من الخارج.

وهذه السياسة لا تتناقض مع اشتراطات منظمة التجارة العالمية حيث تم توصيف سوق الطاقة المتجددة على أنه سوق غير تجاري، وجدير بالذكر أن جميع هذه السياسات ليست على حساب جودة المنتج حيث أن شرط الجودة لابد أن يتوفر.

ثالثاً: سياسات دعم استخدام الطاقة المتجددة

ينقسم الدعم المقدم لتطوير استخدام الطاقة المتجددة إلى نوعين من الدعم:

1. الدعم المقدم لأبحاث تطوير معدات الإنتاج من الطاقة المتجددة وكذلك الحصر والتقييم والقياس وعمليات تطوير مواقع إنتاج الطاقة المتجددة، التدريب وبناء القدرات وتطوير إمكانيات التصنيع المحلي.
2. الدعم المقدم لسعر وحدة الطاقة المنتجة من مصدر متجدد، وهذا الدعم يختلف حسب الدول التي تدعم أسعار الطاقة، حيث تقوم الحكومة بتقديم دعم مباشر للمنتج النهائي من الطاقة.

2.5.5. السياسات الإقليمية

تقع ليبيا ضمن منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي تتمتع بمستويات عالية من مصادر الطاقة المتجددة أهمها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. اغلب دول المنطقة حددت أهداف

لإستغلال هذه المصادر (19 دولة من دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا حددت اهداف خاصة لكل تقنية على حدى). يتوقع في حالة تحقيق هذه الأهداف وبلوغ نتائجها في نهاية المدة المحددة لها أن يتم تركيب حوالي107 جيجاوات من القدرات من تقنيات الطاقة المتجددة المختلفة مع سنة 2030.

والجدول التالي 16.5 يبين بعض الدول التي قامت بتحديد اهداف وطنية للطاقة المتجددة:

الدولة	الأهداف
الجزائر	توليد: 6٪ (2015) و 15٪ (2020) و 40٪ (2030) من الكهرباء بالطاقة المتجددة (PV+CSP+WIND)
مصر	توليد 20٪ من الكهرباء بالطاقة المتجددة سنة 2020، 12٪ منها طاقة رياح.
تونس	توليد 11٪ من الكهرباء بالطاقة المتجددة و16٪ من القدرة المركبة سنة 2016، 25٪ كهرباء بالطاقة المتجددة ء و40٪ من القدرة المركبة (2030).
المغرب	42٪ من القدرة المركبة في سنة 2030.
الأردن	7٪ من الطاقة الأولية سنة 2015، 10٪ سنة 2020.
الامارات	دبي: 5٪ كهرباء سنة 2030، أبوظبي: 7٪ كهرباء سنة 2020
فلسطين	25٪ كهرباء سنة 2020،
الكويت	5٪ كهرباء بالطاقة المتجددة سنة 2020، 10٪ سنة 2030.
عمان	10٪ كهرباء بالطاقة المتجددة سنة 2020.

أما السياسات المعمول بها والمقترحة في بعض دول منطقة (MENA) فهي موضحة في الجدول التالي رقم (17.5)

السياسة / الدولة	تعريفة التغذية FIT	الحصص الالزامية Quota obligation/RPS	القياس الصافي Net metering	دعم التكلفة الأولية/القروض/المنح Capital subsidy, grants/rabate	خصم ضرائب الانتاج/الاستثمار Investment/production tax credits	تخفيض المبيعات من الطاقة/ك.21/ضرائب اخرى	الاستثمار الحكومي/ قروض/منح Public investment/grants/loans	المناقصات التنافسية الحكومية Public competitive bidding
الجزائر								
مصر	في اطار الدراسة							
تونس								
المغرب								
الأردن								
السعودية	في اطار الدراسة							
الامارات	في اطار الدراسة							
فلسطين								
الكويت								
عمان								

مستوى دولة مستوى إمارة/ إقليم

3.5.5. مقترح بالسياسات على المستوى المحلي

فيما يلي مقترح بخطوط عريضة لسياسات عامة، تستهدف تطوير وتنمية استخدام الطاقة المتجددة في ليبيا، يمكن أن يتم على أساسها تحديد سياسات تفصيلية تكون نتاج دراسات وتحاليل معمقة مبنية على بيانات واقعية محلية.

1 - سياسات الدعم والتحفيز

تهدف السياسات الى ايجاد الوسائل والاليات الخاصة بدعم المستخدمين والمنتجين لمنظومات الطاقة المتجددة عن طريق الدعم المباشر، والتمتع بالاعفاءات من الضرائب والرسوم، ومنح القروض المريحة، وغيرها من الاساليب والطرق التي تشجع المستثمرين والقطاع الخاص للاستثمار في هذا المجال، ويمكن أن تشمل السياسات التالية:

- **سياسات تتعلق بالضرائب والرسوم:** تشمل الاعفاء من الضرائب والرسوم الجمركية وأية ضرائب ورسوم أخرى على منظومات الطاقة المتجددة الموردة.
- **سياسات تتعلق بدعم شراء المنظومات: تشمل سن التشريعات والقوانين الخاصة بدعم اقتناء منظومات الطاقة المتجددة.**
- **سياسات تتعلق بشراء الطاقة المنتجة من المستثمر: تشمل سن التشريعات والسياسات الخاصة بشراء الطاقة الكهربائية من المنتجين المستثمرين لتشجيع الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة.**

2 - سياسات تتعلق بإنتاج واستهلاك الطاقة

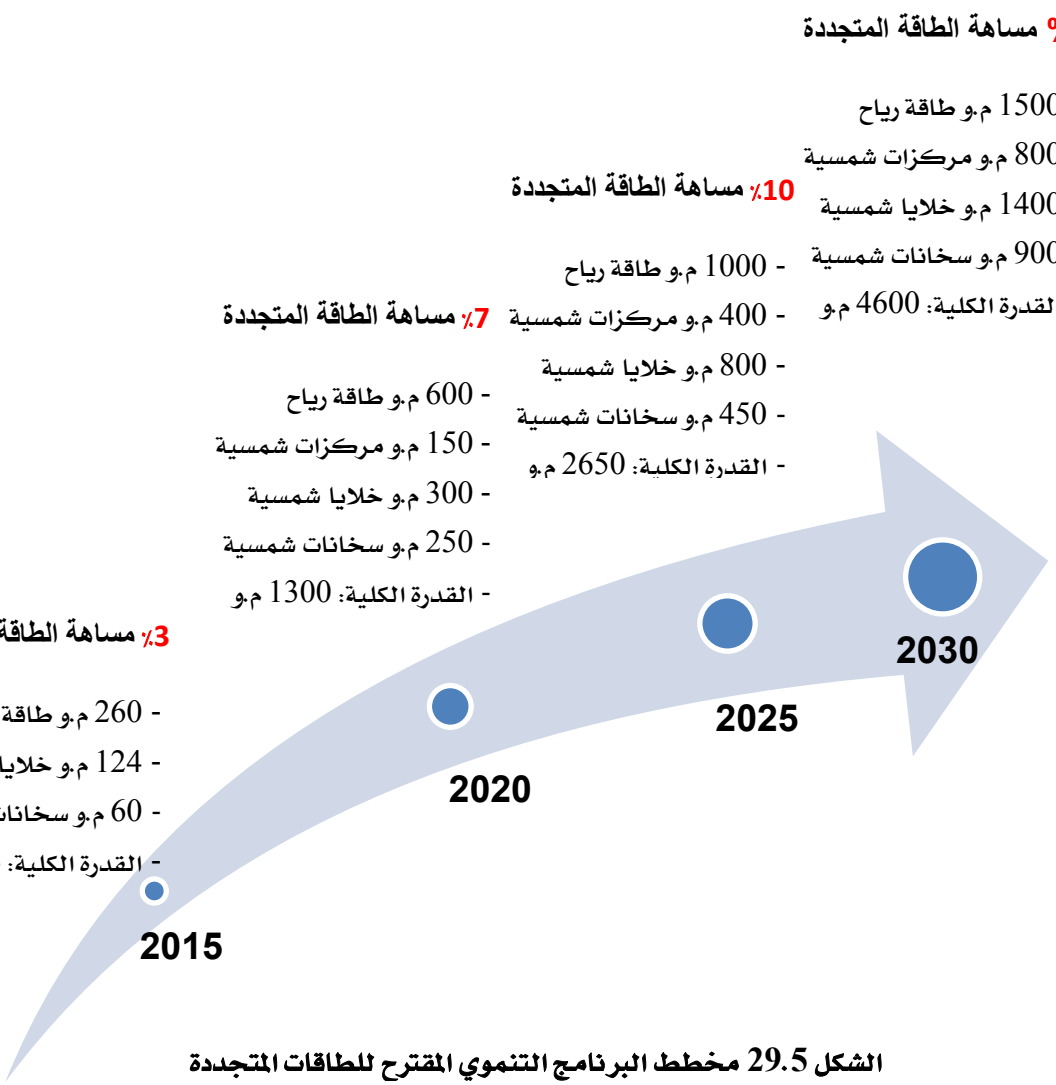
- **تحسين كفاءة منظومات انتاج واستخدام الطاقة وترشيد الاستهلاك الطاقي.**
- **تشجيع استخدام منظومات الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء على المستوى المركزي والموزع.**
- **التوجه لتوفير الاكتفاء الذاتي من الطاقة للمسكن وتقليل نسبة الملوثات البيئية.**
- **التوجه لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة لسد جزء أو كل احتياجاتها المؤسسات الحكومية من الطاقة.**
- **وضع نسبة من مساهمة إضاءة الشوارع والحدائق العامة من الطاقة المتجددة.**
- **وضع برامج لمساهمة منظومات الطاقة المتجددة في المباني المدرسية، ووضع البرامج والمناهج التعليمية المناسبة لكل مرحلة من مراحل التعليم في مجال الطاقة المتجددة.**

3 - سياسات تتعلق بالبحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة

يجب أن تشمل السياسات والخطط المحلية برامج لتعزيز القدرات العلمية والتقنية المحلية، وتمكين هذه القدرات من استكشاف الامكانيات المتاحة لمصادر الطاقة المحلية والدخول في برامج بحث وتطوير مشتركة مع مراكز ابحاث ومعاهد وجامعات دولية مناظرة.

6.5. البرنامج التنموي

تم من خلال فريق العمل المكلف بالطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة بلجنة الطاقة بمجلس التخطيط الوطني إعداد مقترح برنامج تنموي لإدخال الطاقة المتجددة ضمن الخليط الطاقي لمنظومة الطاقة الوطنية خلال الفترة (2015 -2030). يستهدف البرنامج الوصول بمساهمة الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية إلى 3٪ بنهاية العام 2015، و7٪ بنهاية العام 2020، و10٪ بنهاية العام 2025، و15٪ بنهاية العام 2030. والشكل (29.5) يوضح مساهمة مختلف تقنيات الطاقة المتجددة في هذا البرنامج.



الشكل 29.5 مخطط البرنامج التنموي المقترح للطاقات المتجددة

النسب والقدرات المستهدفة في البرنامج التنموي يمكن تطويرها بحيث ترتفع نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في منظومة الامداد الطاقوي في ليبيا في حال اتخاذ بعض الاجراءات، والتي من أهمها:

- تحرير سوق الطاقة يمكن الافراد والشركات الخاصة من المساهمة في توليد الطاقة وربطها على الشبكة العامة ويخلق مجال للتنافس.
- اصدار التشريعات المشجعة للاستثمار يمكن ان تمثل عامل جذب قوي للمستثمرين واقامة المشاريع.
- قطاع المباني بصفة عامة يمكن أن يوفر جزء كبير من احتياجاته الطاقوية اذا ما تم اخذ ذلك في الاعتبار عند تصميم تلك المباني بحيث يتم الاستفادة من الانظمة السالبة والفعالة للطاقة الشمسية والمناخ والبيئة في موقع المباني، وهذه التقنيات ربما لا تأتي نتائجها في السنوات القريبة ولكنها ذات جدوى على المدى البعيد، وهي تحتاج الى نشر هذه الثقافة في قطاع المهندسين والفنيين ذوي العلاقة بقطاع المباني والمواد المستخدمة في البناء ومالكي المباني كذلك.

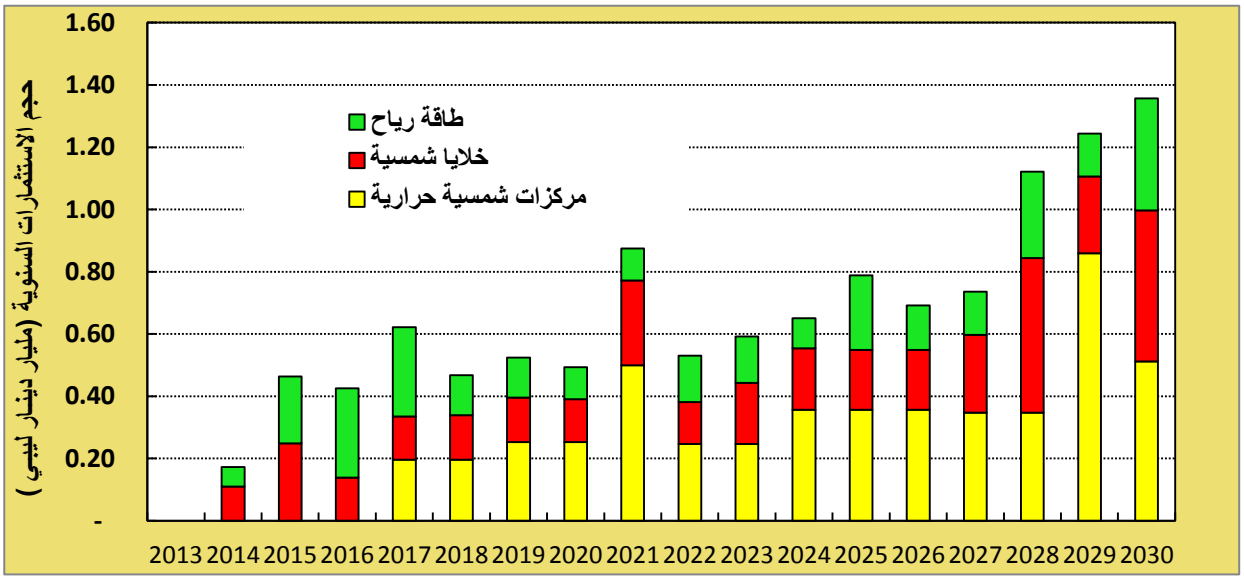
1.6.5. الاستثمارات المطلوبة للبرنامج التنموي

تم حساب التكاليف اللازمة لتنفيذ هذا البرنامج التنموي المقترح خلال السنوات 2013 -2030، وذلك باعتبار تكلفة وحدة القدرة للتقنيات المختلفة المتمثلة في محطات التوربينات الريحية ومنظومات الخلايا الشمسية ومحطات القدرة الشمسية الحرارية المركزة خلال سنة 2013، وكذلك باعتبار مؤشر معامل التعلم (learning index) لكل تقنية، والتي كانت على النحو التالي:

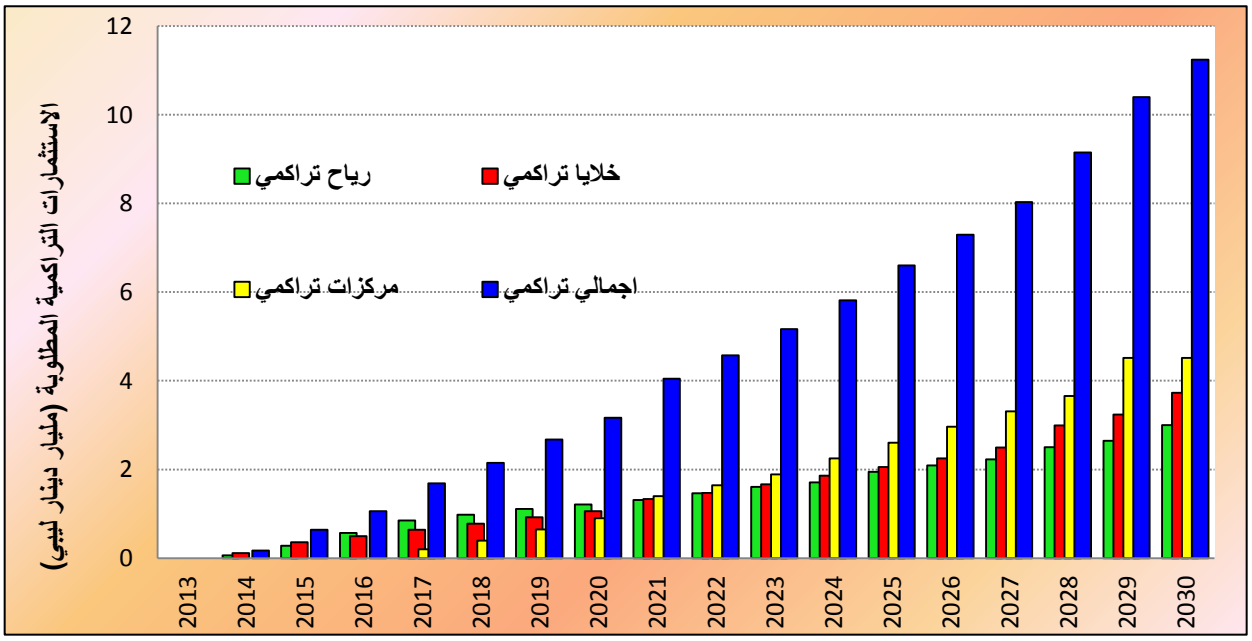
- منظومات طاقة الرياح: 0.25
- منظومات الخلايا الشمسية: 0.20
- محطات تركيز القدرة الشمسية الحرارية: 0.15

ومن خلال هذه الحسابات فإن إجمالي الاستثمارات المطلوبة تبلغ 11.75 مليار دينار ليبي، ويبين الجدول 2 التكاليف السنوية اللازمة لتغطية تنفيذ القدرات المقترحة للتقنيات المختلفة خلال الفترة 2013 -2030، ويوضح الشكلين 2 و3 توزيع حجم الاستثمارات المطلوبة سنوياً وتراكميا على التوالي خلال نفس الفترة.

وإذا ماتم احتساب المبالغ اللازمة للجوانب الأخرى المتمثلة في البحوث والدراسات التي يتطلب القيام بها لمواكبة التقنيات ونقل العلم والمعرفة وبناء القدرات البشرية والمادية وهي جوانب يقوم بها كل من الجهاز التنفيذي للطاقات المتجددة ومركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية كل حسب إختصاصه، فإن إجمالي الاستثمارات المطلوبة تصبح 12 مليار دينار ليبي حتى سنة 2030.



الشكل 30.5 الاستثمارات السنوية المطلوبة للبرنامج التنموي (2013 – 2030)



الشكل 31.5 الاستثمارات التراكمية لمطلوبة للبرنامج التنموي (2013 – 2030)

جدول (18.5): التكاليف اللازمة لتنفيذ القدرات للتقنيات المختلفة حسب الخطة المقترحة 2013 -2030

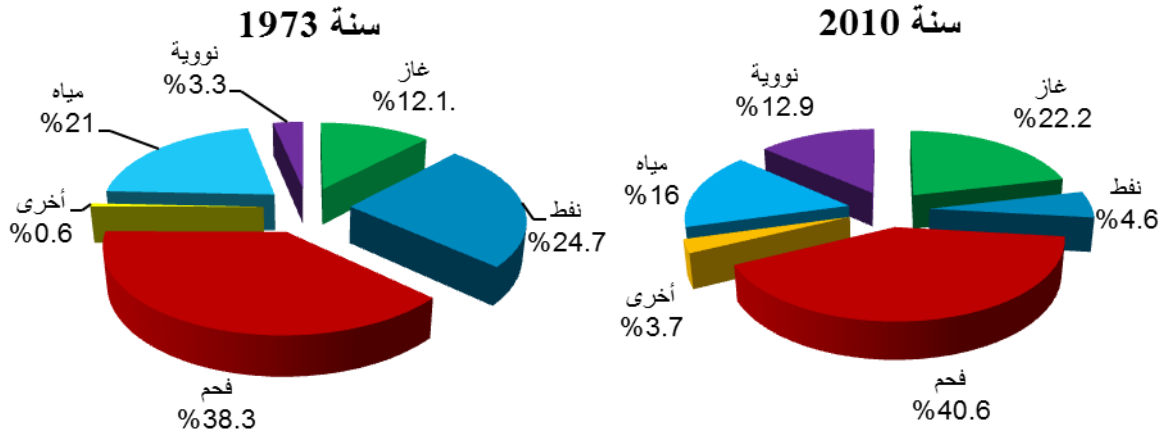
السنة	الاستثمارات المطلوبة لكل تقنية (دينار ليبي)			التكلفة السنوية الاجمالية (د.ل)
	محطات تركيز قدرة شمسية حرارية	منظومات خلايا شمسية	منظومات طاقة رياح	
2013	-	-	-	-
2014	-	110,090,277.48	62,500,000.00	**172,590,277.48**
2015	-	248,927,360.69	214,977,184.20	**463,904,544.89**
2016	-	138,837,083.21	286,243,324.29	**425,080,407.50**
2017	196,679,055.08	138,837,083.21	286,243,324.29	**621,759,462.58**
2018	196,679,055.08	142,916,107.93	127,955,854.17	**467,551,017.18**
2019	253,238,408.93	142,916,107.93	127,955,854.17	**524,110,371.03**
2020	253,238,408.93	137,531,973.93	102,685,105.55	**493,455,488.41**
2021	499,408,475.29	272,779,662.82	102,685,105.55	**874,873,243.66**
2022	246,170,066.36	135,247,688.89	149,064,923.82	**530,482,679.07**
2023	246,170,066.36	196,915,429.69	149,064,923.82	**592,150,419.87**
2024	356,759,467.82	196,915,429.69	96,540,654.38	**650,215,551.89**
2025	356,759,467.82	191,875,213.58	239,437,132.41	**788,071,813.81**
2026	356,759,467.82	191,875,213.58	142,896,478.02	**691,531,159.42**
2027	346,915,296.98	250,029,085.41	139,415,184.84	**736,359,567.23**
2028	346,915,296.98	497,432,373.83	277,239,620.50	**1,121,587,291.3**
2029	858,967,317.51	247,403,288.42	137,824,435.66	**1,244,195,041.6**
2030	512,052,020.52	485,213,870.63	359,720,466.48	**1,356,986,357.6**
التكلفة الاجمالية للبرنامج التنموي 2013 -2030 (د.ل)				**11,754,904,694.56**

الباب السادس

الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء

1.6 تمهيد

يعتبر الاستثمار في الطاقة النووية من أهم البدائل لتوفير كهرباء بقدرات عالية ومستقرة نظرا لأن النفط والغاز مصدران ناضبان، وقد اعتمدت العديد من الدول على خيار الطاقة النووية لتلبية جزء من الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية ولضمان امنها الطاقوي خصوصا بعد ازمة النفط سنة 1973، مما احدث طفرة في نمو قطاع الطاقة النووية حيث وصلت نسبة مساهمته في انتاج الكهرباء عالميا الى حوالي 13٪ سنة 2010 وفق احصائيات الوكالة الدولية للطاقة (IEA, KWES2012) كما هو موضح بالشكل. وتفاوتت نسبة مساهمة الطاقة النووية في انتاج الكهرباء بدول العالم حيث وصلت الى حوالي 78٪ بفرنسا و19٪ بالنسبة الى الولايات المتحدة الامريكية وفق احصائيات الوكالة الدولية للطاقة الذرية لسنة 2012 (IAEA IPRIS2012) كما يفتح استخدام الطاقة النووية قنوات لنقل وتوطين تقنيات جديدة ومتطورة ذات معايير دولية من حيث أسلوب الإدارة والتشغيل والسلامة والجودة والاستدامة والشفافية.



نسبة مساهمة انواع الوقود المختلفة في انتاج الكهرباء عالميا (IEA-KWES2012)

2.6 الوضع الحالي للطاقة النووية في ليبيا

1.2.6 الوضع المؤسسي

تم إنشاء مؤسسة الطاقة الذرية بموجب القانون رقم 54 لسنة 1973 م وتتبع مجلس الوزراء، تطورت المؤسسة لتصبح قلاع علمية أهمها مركز البحوث النووية ، إضافة إلى المشاريع العلمية والفنية الأخرى المنبثقة عن نشاطيهما. استمرت مؤسسة الطاقة الذرية في بناء وتكوين الكوادر

العلمية و الأطر التقنية و الفنية من اجل تنفيذ المهام الموكلة لها وفقا لما نص عليه قانون إنشائها حيث استندت المؤسسة في ذلك على اتجاهين رئيسيين هما: -

الاتجاه الأول: بناء قاعدة علمية متينة للعلوم النووية و استخداماتها السلمية وذلك بإنشاء مركز البحوث النووية وإيفاد العديد من العناصر البشرية للدراسة بالخارج بهدف التأهيل ، إضافة إلى افتتاح كلية الهندسة النووية أتاح فرصة إعداد الكوادر البشرية المؤهلة علميا وتقنيا بالداخل.

الاتجاه الثاني: المشروعات التطبيقية والأعمال الفنية و ذلك باستثمار مفاعل الأبحاث بمركز البحوث النووية في بناء الكوادر العلمية والفنية وإنتاج النظائر المشعة وطبيقاتها السلمية. وفي أواخر السبعينات اعدت دراسات فنية لبناء محطة نووية بقدرة 880 ميجاوات وتنفيذ دراسة موقع سلطان بمنطقة سرت لبناء المحطة.

2.2.6 الدوافع لاستخدام التقنيات النووية

- تنويع مصادر الطاقة وتعزيز الامن الطاقوي وعدم الاعتماد على مصدر مآله النضوب وأسعاره غير مستقرة.
- التنافسية الاقتصادية للطاقة النووية حيث تشير الدراسات الى ان إنتاج الكهرباء باستخدام الطاقة النووية اقل تكلفة من معظم مصادر الطاقة الاخرى؛
- الخبرة المكتسبة في تشغيل وصيانة المفاعلات النووية والتي تفوق 50 سنة ادت الى تطوير التقنية وتحسين معايير السلامة؛
- توظيف واستثمار الإمكانيات والقدرات المحلية سواء مادية أو بشرية.
- اقتناء التقنية الحديثة وامتلاك المعرفة لاعتبارات عدة؛
- المحافظة على البيئة والحد من الملوثات البيئية الضارة بصحة الإنسان؛
- مواكبة التطور العلمي والتقني في مجال الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية.
- وجود بنية تحتية مناسبة في المجال البشري، والخبرة التشغيلية، والدراسات، والتشريعات.

3.2.6 متطلبات إدخال الطاقة النووية في مزيج الطاقة

إن إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء يستدعي تلبية جملة من المتطلبات المحلية والدولية

ا) المتطلبات المحلية:

- تنمية المورد البشرية اللازمة للتشغيل والإشراف على البرنامج النووي وتنفيذه على نحو فعال؛
- تأمين موارد مالية وافية من أجل تشييد محطة القوى النووية وتشغيلها وإخراجها من الخدمة على نحو مأمون ومستدام، علاوة على التصرف في النفايات المشعة؛
- وضع برنامج يغطي جميع جوانب التشغيل والإخراج من الخدمة والتصرف في النفايات؛
- إدارة المواد النووية في الأجل الطويل؛
- التواصل مع الجمهور ومع الدول المجاورة، على نحو منفتح وشفاف، بشأن الاعتبارات التي تقف وراء إدخال القوى النووية؛
- تحديد المتطلبات المتعلقة بالتأهب للطوارئ وتدابير الأمن وحماية البيئة، ووضع الترتيبات اللازمة لذلك؛
- إجراء دراسة جدوى من أجل تأكيد الصلاحية العملية لبرنامج القوى النووية؛
- تحديد موقع يصلح لمحطة القوى النووية وسوق المبررات التي تسوغه؛
- إرساء سياسة طويلة الأجل بشأن الوقود المستهلك والتصرف في النفايات النووية؛
- تحديد الكيفية التي سيتم بها تنمية وتدريب الموارد البشرية اللازمة لمحطة القوى النووية.

ب) المتطلبات الدولية:

- وضع إطار قانون نووي شامل يغطي جميع جوانب الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، أي الأمان والأمن والضمانات والمسؤولية المدنية علاوة على الجوانب التجارية المتعلقة باستخدام المواد النووية؛
- إنشاء نظام رقابي فعال والالتزام به؛
- الانضمام للمعاهدات والاتفاقيات الدولية ذات الصلة بالاستخدام السلمي للطاقة الذرية وهي: -

1. معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية ؛
2. اتفاقية ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية والبرتوكول الإضافي لها؛
3. معاهدة السلامة النووية حيث تلزم هذه المعاهدة الدولة بإتباع مبادئ أساسية للسلامة؛

4. ألاتفاقية المشتركة لإدارة الوقود المستهلك ومعالجة النفايات، تلتزم فيه الدولة باتخاذ الإجراءات اللازمة التي تكفل سلامة الجمهور والمشغلين والبيئة في كل المراحل التي يمر بها الوقود المستهلك؛
5. اتفاقية التبليغ المبكر عن الحوادث النووية ،تلتزم فيها الدولة بالتبليغ عن إي حادث نووي؛
6. اتفاقية طلب المساعدة في حالة حادث نووي؛
7. معاهدة الحماية المادية للمواد والمرافق النووية، تلتزم فيها الدولة بتوفير الحماية المناسبة وإتباع معايير محددة للحماية المادية للمرافق و للمواد النووية أثناء الاستخدام أو التخزين أو النقل؛
8. اتفاقية فيينا للتعويض عن الأضرار النووية ، تلتزم فيه الدولة بتقديم التعويضات عن الأضرار التي قد تنجم عن استخدامها للطاقة النووية؛
9. معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية.

4.2.6 الخطوات التي اتخذت لإدخال الطاقة النووية ضمن مزيج الطاقة الوطني:

استكمالا للبنى التحتية التي بداء تنفيذها منذ السبعينيات، اتخذت العديد من الإجراءات لتلبية المتطلبات المحلية والدولية اللازمة لإدخال الطاقة النووية لأجل بناء محطة نووية لإنتاج الكهرباء لتغطية جزء من الاحتياجات المستقبلية للطاقة منها ما يلى: -

- اعدت دراسات فنية لبناء محطة نووية بقدرة 880 ميجاوات عام 1978م؛
- إصدار القانون رقم 54 لسنة 1973 والذي بموجبه أُنشئت مؤسسة الطاقة الذرية والتي أُوكلت اليها مهمة تشجيع وتوسيع الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية في مختلف المجالات في ليبيا ومن بينها استغلال الطاقة النووية في توليد الكهرباء وتحلية المياه؛
- إصدار القانون رقم (2) لسنة 1982م بشان تنظيم واستعمال الاشعاعات المؤينة والوقاية من أخطارها؛
- اختير موقع بمنطقة سلطان بمدينة سرت لتشييد المحطة النووية بناء على الدراسات الجيولوجية والتكتونية خلال الفترة 1978 - 1981(وروجعت من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية) والتي اثبتت ملائمة هذا الموقع ؛

- بناء مركز البحوث النووية بتاجوراء سنة 1978 لإجراء البحوث والدراسات واعداد وتأهيل الكوادر البشرية في المجال النووي؛
- وفي مجال إعداد الكوادر البشرية أنجز التالي: -
  - تم إيفاد عدد كبير من الطلبة للخارج في بعثات دراسية للحصول على درجات البكالوريوس والماجستير والدكتوراه في الهندسة والعلوم النووية؛
  - إنشاء قسم الهندسة النووية بجامعة طرابلس سنة 1978 لمنح درجة البكالوريوس وبدأ القسم في منح درجة الماجستير سنة 1997؛
  - عُين خريجون من الجامعات والمعاهد التقنية الليبية ودُربوا بمركز البحوث النووية لتشغيل وصيانة جميع المنظومات بالمركز؛
- وفي مجال التنقيب عن اليورانيوم فقد تم استكشاف مساحات واسعة بالتعاون مع شركات عالمية وأظهرت النتائج الاولية وجود شواهد اشعاعية في عدة مناطق وخصوصا منطقة العوينات الغربية؛
- شُرع في مراجعة واستكمال البنى التحتية اللازمة لبناء محطة نووية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية ؛
- أُعيدت دراسة الموقع الذي تم اختياره بمنطقة سلطان وأكدت اللجنة التي ضمت خبراء ليبيين من عدة مؤسسات على ملاءمة الموقع لبناء محطة نووية لانتاج الكهرباء.
- وفي الاطار القانوني والاتفاقيات الدولية فقد أُنجز التالي:
  - أُعدت مسودة للقانون النووي الوطني وهي قيد المراجعة النهائية من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية ؛
  - أُنشئت نواة لهيئة الرقابة النووية للقيام بالمهام الرقابية المتعلقة بالسلامة النووية والاشعاعية على ان تصبح هيئة مستقلة حال صدور القانون النووي.
  - التوقيع على عدد من المعاهدات والاتفاقيات الدولية التي تؤهل ليبيا للحصول على التقنيات النووية وهي:
    - ✓ التوقيع على معاهدة عدم انتشار الاسلحة النووية.
    - ✓ اتفاقية الضمانات التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية.
    - ✓ البروتوكول الاضافي المكمل لاتفاقية الضمانات.

- ✓ اتفاقية تقديم المساعدة في حالة وقوع حادث نووي أو طارئ اشعاعي
- ✓ اتفاقية الحماية المادية للمنشآت والمواد النووية.
- ✓ اتفاقية الامان النووي.
- ✓ اتفاقية التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي.
- ✓ اتفاقية الحظر الشامل للتجارب النووية.

➢ التوقيع عاى اتفاقيات تعاون ومذكرات تفاهم في المجال النووي مع عدد من الدول التي تمتلك التقنيات النووية (فرنسا، روسيا، الارجنتين؛ اوكرانيا، كندا ..)

- قامت شركات عالمية متخصصة في الصناعات النووية(شركة اريفا الفرنسية وشركة كيبكو الكورية الجنوبية وشركة اتوم ستروى اكسبورت الروسية) بالحضور الي ليبيا وقدمت عروضا ضوئية لتقنياتها النووية في مجال الطاقة النووية؛
- دعوة شركات استشارية عالمية (عبر الصحف) في مجال ادارة مشاريع محطات الطاقة النووية لتقديم عروضها الفنية والمالية؛
- تم تشكيل لجنة وطنية لاعداد خطة لمجابهة الطواري الاشعاعية والنووية؛
- دعوة شركات استشارية عالمية في مجال ادارة مشاريع محطات الطاقة النووية لتقديم عروضها الفنية والمالية.

5.2.6 القدرات والإمكانات المتوفرة: -

أ -خبرات وطنية قادرة على التشغيل والصيانة للمفاعلات: على مدى ثلاث عقود وبتشغيل مفاعل الأبحاث بتاجوراء عام 1983م تكونت خبرات وطنية في مجال تشغيل وصيانة المفاعلات النووية والمنظومات الهندسية المصاحبة وإدارتها..

ب -مركز للبحوث النووية متكامل يضم مفاعل بقدرة 10 ميجاوات ومنظومة حرجة ومعامل للكيمياء الاشعاعية والبلازما والفيزياء بفروعها وعلوم المواد ومعالجة النفايات ومنظومات هندسية مساندة ويعتبر المركز المدرسة التقنية الليبية لإعداد الكوادر الوطنية في مجال العلوم النووية وتطبيقاتها.

ج -قسم الهندسة النووية بجامعة طرابلس يساهم في تخريج دفعات من المختصين في مجال النووي وتطبيقاته المختلفة في الطب والصناعة والقوى والبيئة وغيرها ويعتبر السند الرئيس والفاعل لبرنامج إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء.

6.2.6 العلاقة بالمؤسسات والمنظمات الدولية: -

انضمت ليبيا إلى الوكالة الدولية للطاقة الذرية عام 1963م وترتبط معها بالعديد من الاتفاقيات والمعاهدات ذات العلاقة بالاستخدامات السلمية للطاقة النووية بالإضافة إلى عدد من مشاريع التعاون التقني ومن أهمها مشروع إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء بالإضافة إلى مجموعة من المشاريع التي تخدم العديد من قطاعات الدولة، وقد حققت بعض هذه المشاريع نجاحات كبيرة أدت إلى استدامتها وتطوير القدرات البشرية والتقنية بالجهات المستفيدة. وقد تم مؤخرا توقيع الإطار العام لبرنامج التعاون التقني مع الوكالة الدولية الذي ينظم أوجه التعاون معها . كما تعتبر ليبيا عضوا مؤسسا وفاعلا في الهيئة العربية للطاقة الذرية منذ انشائها عام 1988 وجل مشاريع التعاون التقني تهدف إلى بناء القدرات من خلال برامج التدريب والمنح الدراسية والاستشارات من خلال تبادل زيارات الخبراء والمختصين في المجال النووي.

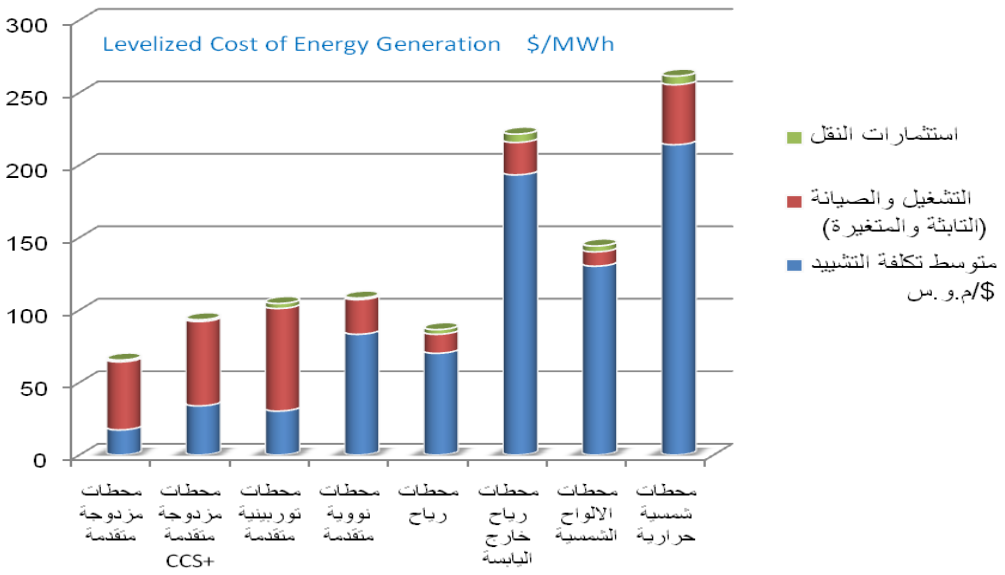
3.6 تحليل وتقييم الوضع الحالي

1.3.6 التحليل الرباعي (SWOT Analysis)

أولا: - نقاط القوة

1. **التنافسية الاقتصادية للطاقة النووية**

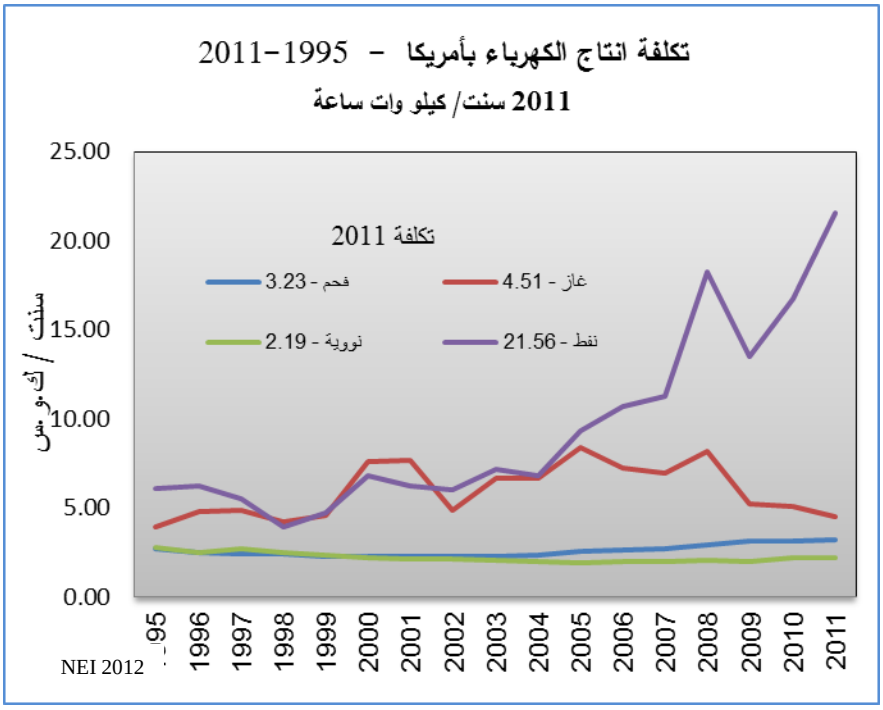
اثبتت دراسات الجدوى التي أجريت حديثا في العديد من الدول مثل فنلندا وليثوانيا وامريكا ان استخدام الطاقة النووية في انتاج الكهرباء مجديا اقتصاديا وأكثر تنافسية من العديد من تقنيات توليد الطاقة الاخرى على الرغم من تكلفة التشييد العالية كما أكدت ذلك احصائيات التكلفة الفعلية لانتاج الكهرباء للعديد من الشركات الكبرى المعنية بانتاج الكهرباء والشكل التالي يبين متوسط تكلفة انتاج الكهرباء (شاملة تكلفة التشييد والتشغيل والصيانة والنقل) بالتقنيات الحديثة التي ستدخل الخدمة عام 2018م.



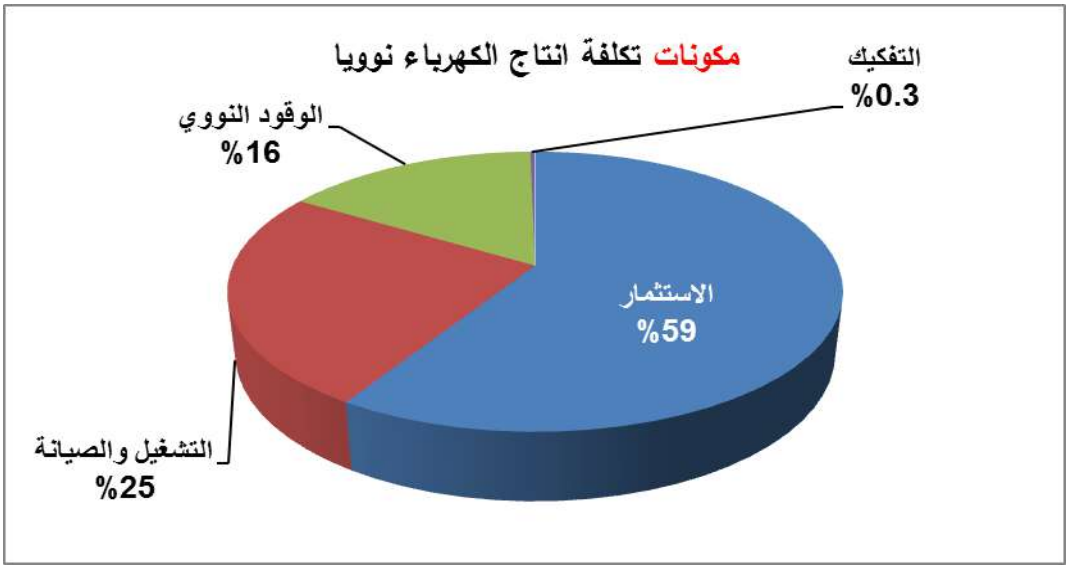
متوسط تكلفة انتاج الكهرباء بالتقنيات الحديثة التي ستدخل الخدمة عام 2018م

وأشارت إحصائيات شركة الطاقة المائية والنووية بكوريا الجنوبية لسنة 2009 بأن تكلفة بيع الكهرباء المنتجة نوويا هي 3.2 سنتا أمريكيا لكل كيلو وات -ساعة وهي الأرخص مقارنة بتقنيات توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الوقود الاحفوري (13 دولار/كيلووات -ساعة بالنفط، 11.4 بالغاز، 9.7 بالطاقة المائية و 5.4 بالفحم)

وفي الولايات المتحدة فان إحصائيات تكلفة إنتاج الكهرباء خلال الفترة 1995 حتى 2011 أشارت إلى أن إنتاج الكهرباء بالطاقة النووية هو الأرخص والأكثر استقرارا حيث بلغت التكلفة 2.19 سنتا أمريكيا لكل كيلو وات -ساعة لسنة 2011.علما بأن هذه التكلفة تشمل تكلفة التشغيل والصيانة وتكلفة الوقود فقط كما هو مبين بالشكل التالي:



تكلفة إنتاج الكهرباء حسب تقارير المنتجين بالولايات المتحدة الأمريكية

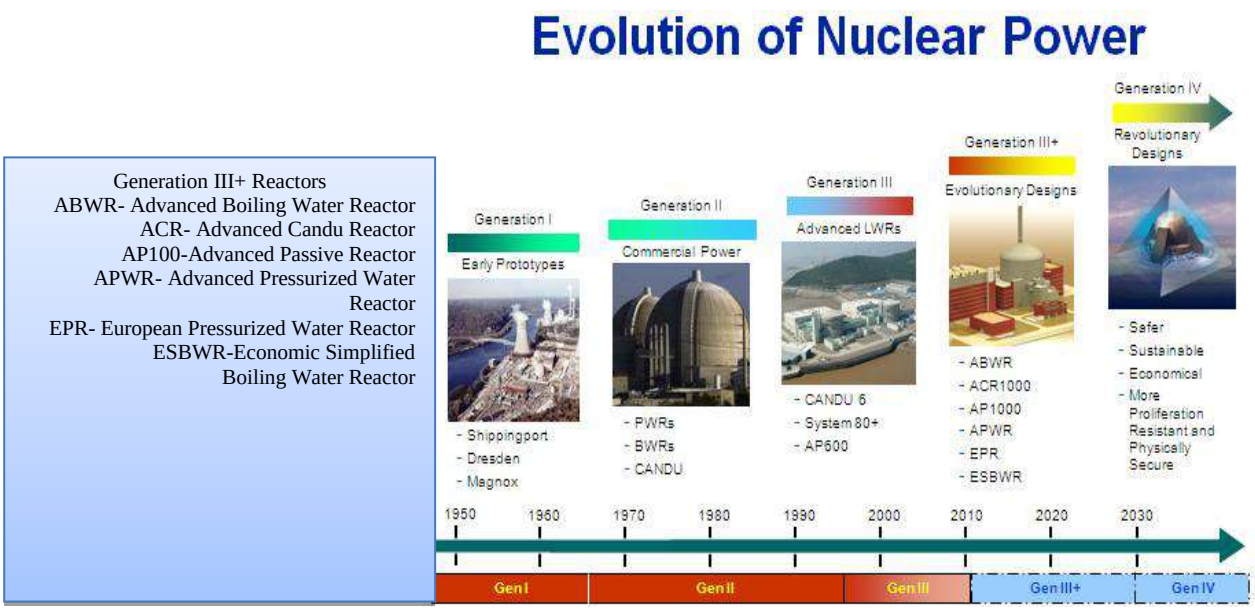


IEA/NEA Projected costs of generating electricity 2010

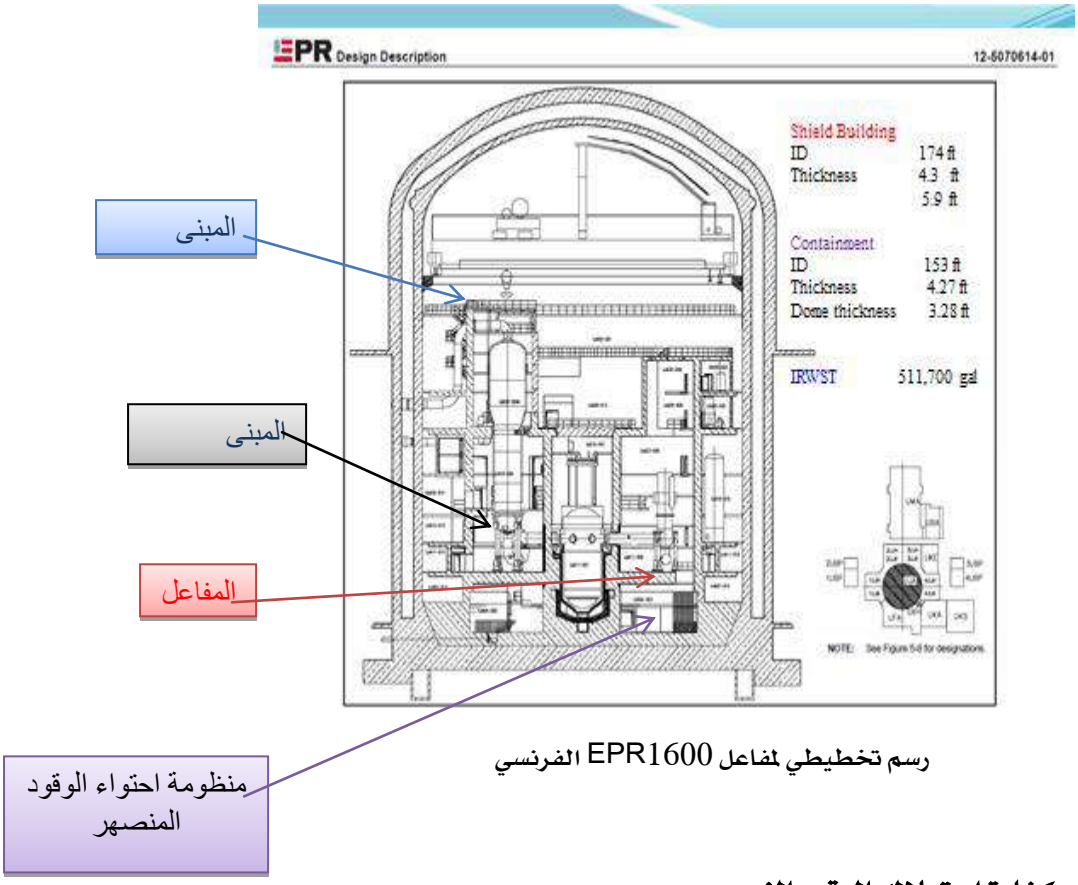
2. توفر مفاعلات الجيل الثالث المطورة

منذ بداية استعمال المفاعلات النووية لانتاج الكهرباء سنة 1957 تواصلت عمليات تطوير المفاعلات النووية من خلال الاستفادة من التجربة التشغيلية للاجيال المتعاقبة من المفاعلات لتكون أكثر تنافسية اقتصاديا وأكثر امانا حيث ادخلت عليها انظمة تحكم وأمان متطورة كما أُدخلت على بعض المفاعلات منظومات

لاحتواء الوقود المنصهر وتبريده (في حالة حادث انصهار قلب المفاعل) وكذلك ادخال منظومات الكشف عن الهيدروجين وحرقه، كماان بعض المفاعلات لديها مبنى حاو مزدوج (داخلي وخارجي) من الخرسانة المعززة لمنع تسرب الاشعاع في حالة حادث نووي ووقاية المفاعل في حالة ارتطام طائرة تجارية كبيرة او اية عمل إرهابي متعمد، كما هو الحال بالنسبة للمفاعل الروسي VVER-1200 والمفاعل الفرنسي (EPR1600). والشكلان التاليان يبينان مراحل تطور المفاعلات النووية ورسم تخطيطي لمفاعل EPR1600.



التطور الزمني لأجيال المفاعلات النووية



رسم تخطيطي لمفاعل EPR1600 الفرنسي

3. كفاءة استهلاك الوقود النووي

نظرا للخبرة المكتسبة والتحسن في الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمواد الداخلة في تصنيع الوقود النووي فقد ارتفع معدل حرق الوقود النووي بالمفاعلات النووية من حوالي 33 جيجاوات -يوم/ طن من اليورانيوم في الاجيال القديمة الى حوالي 60 جيجاوات -يوم/طن يورانيوم في الاجيال الجديدة. وقد ادى ذلك الى التقليل من استهلاك الوقود الخام(اطالة عمر الاحتياطي) وكذلك التقليل من النفايات المشعة المنتجة.

4. معامل السعة العالية

تتمتع المفاعلات النووية باكبر معامل سعة(Capacity Factor) مقارنة بالتقنيات الاخرى في انتاج الكهرباء حيث تصل الى أكثر من 90٪. ويرجع ذلك الى المعايير العالية في صناعة منظومات المفاعل مما يقلل من عمليات الصيانة اضافة الى كفاءة حرق الوقود النووي الذي ادى الى التقليل من عدد مرات ايقاف المفاعل لغرض اعادة شحنه بالوقود (يشحن الوقود مرة كل 12 -18 شهر من التشغيل) اضافة الى الخبرة في شحن قلب المفاعل بالوقود. ووفق معلومات وزارة الطاقة الامريكية في تقريرها سنة 2013 فان المفاعلات النووية تتصدر التقنيات

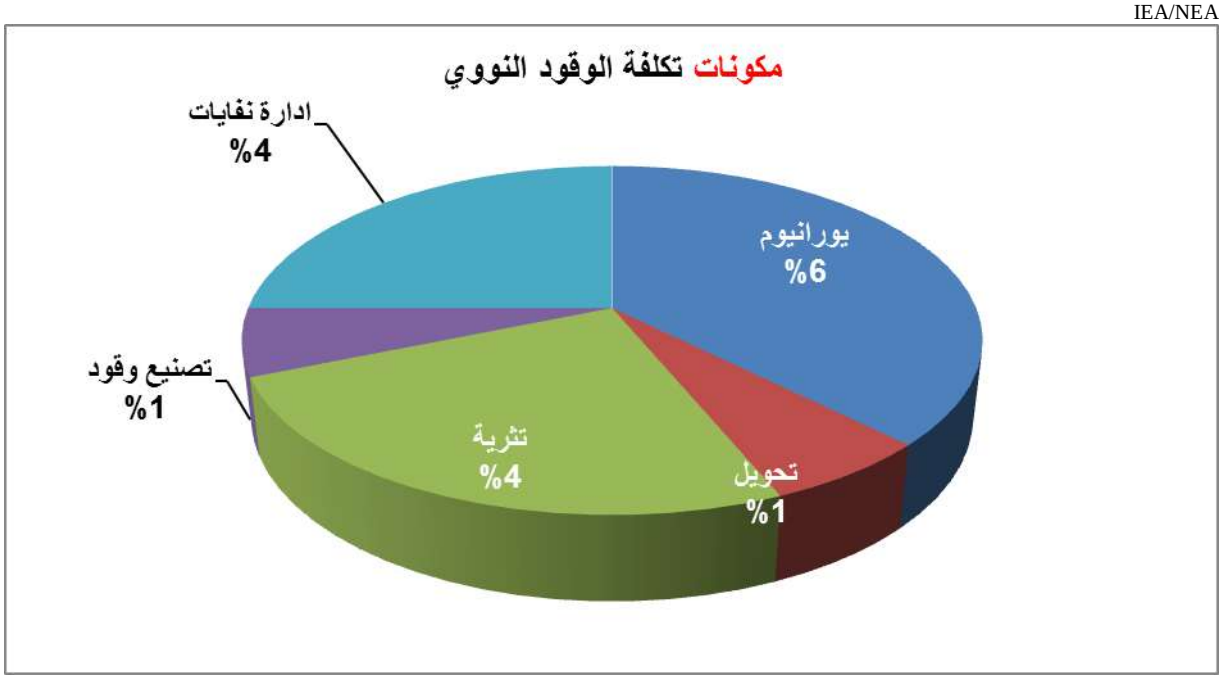
الاخري في معامل السعة باستثناء الطاقة الجيوحرارية كما هو في الشكل التالي وهذا يجعل الطاقة النووية قادرة على توفير قدرات كهربائية عالية ومستقرة طوال السنة دون انقطاع ودون الحاجة الي وسائل لتخزين الطاقة.

معامل السعة للتقنيات المختلفة

5. مصادر الوقود النووي وتكلفته

من مميزات اليورانيوم إن مناطق تواجد خاماته موزعة على كل القارات وهذا يقلل من مخاطر تأثر المصدر بالتأثيرات الجيوسياسية ومناطق التوتر. وهناك شواهد إشعاعية لخامات اليورانيوم والثوريوم في ليبيا تحتاج الى مزيد من الدراسة للتأكد من اقتصادياتها وخصوصا في منطقة العوينات الغربية ومنطقة تبيستي.

وبالرغم من الاضطرابات في سعر خام اليورانيوم التي تشهدها السوق العالمية الا ان ذلك لايؤثر كثيرا على تكلفة انتاج الكهرباء حيث ان تكلفة الوقود النووي في انتاج الكهرباء بالمفاعلات النووية لاتتعدى 16٪ من التكلفة الاجمالية. وان تكلفة خام اليورانيوم حوالى31٪ من التكلفة الكلية لتصنيع وقود المفاعلات النووية (تمثل 6٪ من التكلفة الكلية لانتاج الكهرباء نوويا) وان تكلفة الوقود النووي في انتاج الكهرباء لا تتعدى 16٪ من التكلفة الاجمالية، كما يوضح ذلك الشكل التالي:



تكلفة مكونات الوقود النووي في إنتاج الكهرباء

6. توفر خبرات وطنية قادرة على التخطيط وإدارة البرامج النووية

أوفدت ليبيا عددا كبيرا من حملة الشهادات الثانوية وخريجي الجامعات الليبية إلى عدد من الدول المتقدمة للدراسة الجامعية والعليا في مجال العلوم النووية وتطبيقاتها، كما أنشأت كلية الهندسة النووية لذات الغرض. وتكونت قدرات وطنية قادرة على التخطيط وإدارة المشاريع النووية خلال الثلاث عقود الماضية .

7. توفر موقع مختار لبناء محطة نووية

في نهاية السبعينيات من القرن الماضي تم تنفيذ دراسات جيولوجية وسيزمية وبيئية وغيرها من الدراسات اللازمة والتأكد من توفر الاشتراطات المطلوبة لموقع بناء محطة نووية في شرق مدينة سرت من قبل شركة اتوم انرجواكسبورت الروسية وهي شركة متخصصة في الصناعة النووية. وقد أكدت الدراسات الروسية والمراجعة التي قامت بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية ملائمة موقع سلطان لإقامة المحطة النووية. وقد أكدت حديثا لجنة وطنية بعضوية عدد من القطاعات ذات العلاقة على ملائمة الموقع من خلال بالاطلاع على الدراسات والزيارة الميدانية بعد انقضاء فترة طويلة منذ إجراء الدراسات المذكورة أعلاه.

8. **وجود شبكة مناسبة لنقل الكهرباء**

بالرغم من المساحة الشاسعة لليبيا وتباعد المدن عن بعضها إلا أن ليبيا تمتلك شبكة نقل كهرباء طويلة تمتد للآلاف الكيلومترات وتغطي جزأ كبيرا من البلاد وبالتالي فإن نقل الكهرباء المنتجة من المحطة النووية في أي موقع يختار على الساحل سيكون بكل سهولة ويسر.

9. **ليبيا طرف في العديد من الاتفاقيات الدولية ذات الصلة بالطاقة النووية**

إن انضمام ليبيا إلى معظم المعاهدات والاتفاقيات الدولية ذات العلاقة باستخدام الطاقة النووية يعتبر نقطة هامة وتأكيدا للمجتمع الدولي على رغبة ليبيا في الاستفادة من الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية ومنها إنتاج الكهرباء.

10. **القانون النووي الليبي قيد المراجعة النهائية .**

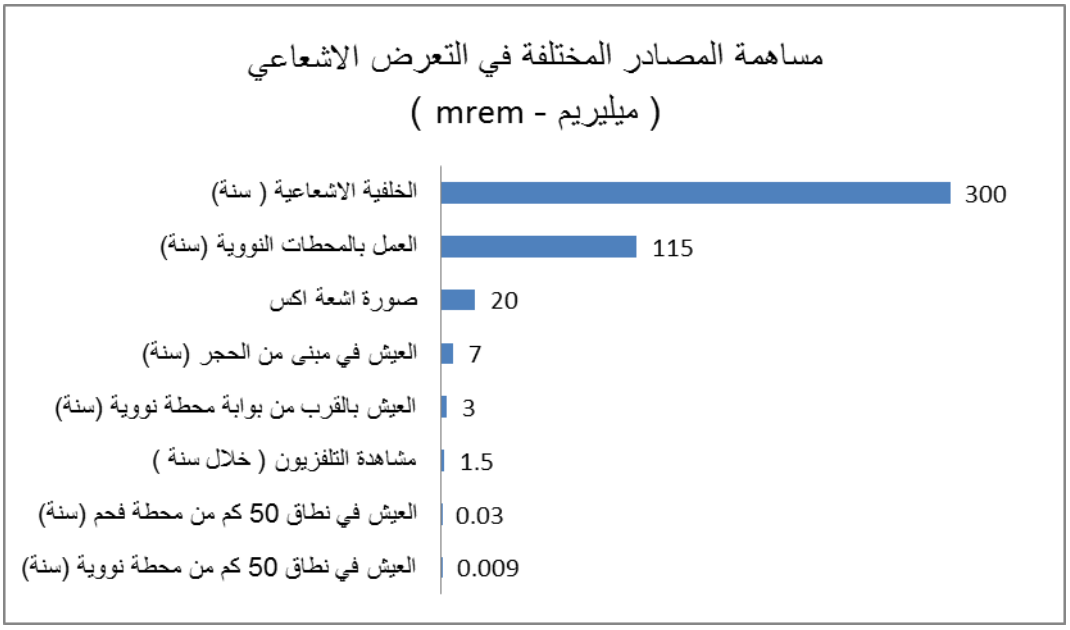
وفقا للاعتبارات التي يلزم مراعاتها من الدولة لإدخال الطاقة النووية، فقد قامت مؤسسة الطاقة الذرية بإعداد مشروع قانون نووي شامل يؤسس لهيئة الرقابة النووية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية وهو قيد المراجعة النهائية ومن المتوقع إن يكون جاهزا للاعتماد نهاية 2013.

ثانيا: - نقاط الضعف

1. **الإشعاعات المؤينة وتأثيرها**

يصاحب تشغيل المفاعلات النووية انتاج مواد مشعة تنبعث عنها اشعاعات الفا وبيتا وجاما. ولهذه الاشعاعات تأثيرات فسيولوجية على الكائنات الحية تعتمد على الجرعات الاشعاعية التي يتعرض لها الكائن الحي. وللحد من هذه التأثيرات فقد اصدرت اللجنة الدولية المعنية بالوقاية من الاشعاع التابعة للأمم المتحدة(ICRP) توصيات حُددت بموجبها الجرعة الاشعاعية للعاملين في المجال النووي بالا تتعدى 5 ريم ولا تتعدى 0.1 ريم من المصادر الاشعاعية المؤينة الصناعية لغير العاملين في المجال النووي في السنة.

ومن المعروف ان مصادر الاشعاع لاتقتصر فقط على النشاط النووي بل ان الانسان يتعرض للاشعاعات من مصادر مختلفة. والشكل التالي يبين التعرض الاشعاعي من تلك المصادر .



مساهمة المصادر المختلفة في الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان للإشعاع

2. النفايات المشعة

تصنف النفايات المشعة الى ثلاثة انواع:

- **المستوى المنخفض**

وتشمل النفايات المشعة التي تنتج من استعمال النظائر المشعة في الانشطة الصناعية والمستشفيات ومن دورة الوقود النووي (التنقيب والتعدين والتثرية).

- **المستوى المتوسط**

وتشمل المبادلات الايونية والمخلفات الكيميائية وغلاف الوقود النووي والمخلفات الناتجة عن تفكيك مكونات المفاعل التي تعرضت للاشعاع خلال فترة تشغيله.

- **المستوى المرتفع**

يقع ضمن هذا التصنيف الوقود النووي المستهلك لاحتوائه على العديد من العناصر المشعة الناتجة عن الانشطار النووي لليورانيوم داخل المفاعل بعضها ذات عمر نصف(الزمن الذي يحتاجه العنصر المشع ليفقد نصف نشاطه الاشعاعي) قصير لايتعدى ايام والاخرى ذات عمر نصف يتعدى الالاف من السنين . لذلك فانه من الضروري عزل الوقود النووي المستهلك وتخزينه بطريقة آمنة الي حين اتخاذ القرار اما بدفنه او اعادة تصنيعه .

3. التصرف في الوقود النووي المستهلك

نظرا لكون الوقود المستهلك يحتوي على كمية كبيرة من اليورانيوم كما يحتوي على مادة البلوتونيوم والتي تعتبر وقودا نوويا فقد أُنتهجت سياستان للتعامل معه. السياسة الاولى تتبنى حفظ الوقود النووي المستهلك بعيدا عن االكائن الحي ومصادر المياه. اما السياسة الثانية فتتبنى معالجة الوقود النووي واستخلاص اليورانيوم والبلوتونيوم واستخدامهما كوقود للمفاعلات النووية مما سيعزز توفر الوقود النووي لمئات السنين.

4. الحوادث النووية المشهورة

- حادثة تري مايل ايلند

وقع هذا الحادث بمدينة هارسبرغ بولاية بنسلفانيا بأمريكا بمفاعل نووي من نوع الماء المضغوط. ووفق تقرير هيئة الرقابة النووية الامريكية الصادر في شهر أغسطس سنة 2009، فإن الحادث وقع نتيجة توقفت مضخات الدائرة الثانية مما نتج عنه توقف انتقال الحرارة من مياه تبريد المفاعل الى مياه الدائرة الثانية عبر مولدات البخار. تلا ذلك توقف التوربينات والمفاعل على التوالي اوتوماتيكيا. ونتيجة لارتفاع درجة حرارة الوقود حدث انصهار جزئي له وتسرب مواد مشعة من قلب المفاعل الى المبنى الحاوي للمفاعل.

وبالرغم من ان هذا الحادث يعتبر من اخطر الحوادث الا ان نتائجه لم تكن بالقدر الذي تخوف منه الخبراء. كما انه لم يتسبب في اية وفيات.

ومن خلال الدراسة التي قامت بها وزارة الطاقة الامريكية وولاية بنسلفانيا فان متوسط الجرعة الاشعاعية لحوالي 2 مليون نسمة بالمنطقة لم تتجاوز 1 ميليريم وهي جرعة ضئيلة جدا(حيث ان المسموح به هو 100 ميليريم لغير العاملين بالمحطات النووية).

ومن اهم الدروس المستفادة من هذا الحادث مايلي:

- تحسين التدريب وذلك بتدريب المشغلين على محاكاي الكتروني يشبه المفاعل الاصلي.
- إعادة النظر في تدريب المشغلين والاحتياجات من العمالة.
- تحسين منظومات التحكم في المفاعلات
- تطوير الاشارات داخل غرفة التحكم لتجنب الاشارات التي تربك المشغلين.
- تعزيز استعدادات الطواري

- تعزيز التفتيش على المحطات النووية للتأكد من التزامها باللوائح والتشريعات
- ادخال منظومات ومعدات اضافية كمنظومة الكشف عن وحرق غاز الهيدروجين للتخفيف من حدة الحاث ومراقبة مستويات الاشعاع.

➢ حادثة تشيرنوبل

هذا النوع من المفاعلات يبرد بالماء ويتم تخفيض طاقة النيوترونات (لحدوث التفاعل المتسلسل) بواسطة مادة الجرافيت المحاطة بقلب المفاعل. ومن عيوب هذا التصميم خاصيته المتمثلة في زيادة مفاعليته بزيادة نسبة البخار بقلب المفاعل (زيادة الطاقة بزيادة البخار) كما انه لايحتوي على المبنى الخرساني الخارجي لاحتواء الاشعاعات في حالة حادث نووي .

وقع الحادث بتاريخ 1986/04/25 باوكرانيا بسبب اجراء اختبار لمعرفة المدة التي يستغرقها التوربين في الاستمرار في الدوران وتغدية مضخات التبريد الرئيسية بعد فقدان التغدية الكهربائية الرئيسية.

وقد ادى هذا الحادث الى تسرب كميات كبيرة من الاشعاعات الى الجو وصلت اثارها الى العديد من الدول خارج اوكرانيا وثلوت مساحات شاسعة من الاراضي. كما تسبب الانفجار في وفاة عاملين يوم الحادث وبحلول شهر يوليومن نفس السنة توفي 6 عمال اطفاء و22 من عمال المحطة كما ان التقارير اشارت الى ارتفاع الاصابات بسرطان الغدة الدرقية عند الاطفال (4000 حالة)

➢ حادثة فوكوشيما

بتاريخ 2011/03/11 تسبب زلزال بقوة 9 درجات على مقياس ريختير بحدوثموجة تسونامي نتج عنها امواج بارتفاع 14 متر ادت الى إغراق مفاعلات دايتش بفوكوشيما اليابانيةالتي صممت لتحمل امواجا بارتفاع 6 امتار.

تحتوي محطة فوكوشيما على ست مفاعلات نووية من مفاعلات الماء المغلي. وكانت المفاعلات 1، 2 و3 تشتغل عند حدوث الزلزال بينما بقية المفاعلات كانت متوقفة .

وقد تسبب الحادث في وفاة عاملين واعلان المنطقة حول المفاعلات بقطر 30 كم منطقة محظورة يمنع المرور بها الا بتصريح من السلطات. كما ادى الى تلوث مساحات كبيرة من الاراضي نتيجة تسرب كميات كبيرة من الاشعاع.

ثالثا: - الفرص:

1. مصدر دخل يوفر الاستثمارات المطلوبة

إن وجود النفط في ليبيا وارتفاع أسعاره خلال هذه السنوات يعتبر من الفرص التي يجب استغلالها وعدم التردد أو التأخر في اتخاذ القرار لتنفيذ مشاريع تهدف إلى تنويع مصادر الطاقة، وإن التأخر في إقامة هذه المشاريع وبقاء الاعتماد على مصدر وحيد أيل للنضوب ومتقلب الأسعار يهدد الأمن الطاقوي لليبيا، لذلك وجب الاستفادة من هذه الثروة التي وهبها الله لليبيا قبل فوات الأوان.

2. رغبة دول وشركات للتعاون مع ليبيا في المجال النووي

ابدت العديد من الدول (روسيا – فرنسا - كوريا ....)رغبتها في التعاون مع ليبيا في مجال الاستخدام السمي للطاقة الذرية وذلك من خلال توقيعها لاتفاقيات تعاون والسماح لشركاتها المتخصصة في مجال الصناعة النووية بزيارة ليبيا وتقديم شروح عن قدراتها التقنية في مجال المفاعلات النووية وهذه فرصة يجب اغتنامها.

رابعا: - التحديات:

توجد العديد من التحديات التي يجب مراعاتها عند إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء وأهمها: -

1. التزام الدولة طويل المدى

استعمال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء يتطلب التزاما من الدولة لمدة طويلة خلال التخطيط والبناء والتشغيل وإخراج المفاعل من الخدمة وإدارة النفايات المشعة والمواد النووية. والفترة الزمنية لهذا الالتزام تصل إلى 100 سنة حيث إن العمر التشغيلي للمفاعلات الحديثة يصل إلى 60 سنة كما أن الفترة اللازمة منذ التفكير في بناء مفاعل نووي إلى بدء تشغيله يحتاج إلى أكثر من عشر سنوات.

2. الموارد البشرية والتدريب المستمر

إن الطبيعة الخاصة للمحطات النووية وارتفاع سقف الكفاءة والانضباطية للعاملين بها تتطلب استقطاب وتدريب وتأهيل الكوادر البشرية وفق أعلى المعايير. ومنحهم مرتبات مجزية تتناسب وطبيعة العمل وضمان صحي وتامين على الحياة بالإضافة إلى تعويضات في حالة التعرض لجرعات إشعاعية عالية.

3. التصرف في النفايات المشعة

من المتطلبات الأساسية لإدخال المحطات النووية لإنتاج الكهرباء ضرورة ضمان إخراج المحطة من الخدمة وإرجاع الموقع إلى حالته الأصلية. كما انه من الضروري

دراسة بعض المواقع التي يمكن إن تكون مناسبة لتخزين النفايات المشعة العالية الإشعاع كمخلفات الوقود النووي المستهلك. وان هذا الموضوع ليس بالمعضلة المستعصية في ليبيا إذا ما أخذنا في الاعتبار التوزيع السكاني ووجود بعض المواقع التي يمكن إن تكون مستودعا لتلك النفايات.

4. تقبل الجمهور للطاقة النووية:

نظرا لما يقوم به الإعلام والمنظمات التي تعارض الطاقة النووية إضافة إلى الثلاث حوادث المشهورة للمفاعلات النووية وعدم طرح موضوع الطاقة النووية ومخاطرها بموضوعية، أدى إلى وجود معارضين لهذه التقنية. وعليه فانه من الضروري إقناع المواطن وصانعي القرار بأهمية الطاقة النووية وما يرتبط باستعمالها من مزايا ومحاذير لكي يكونوا على بينة.

2.3.6 التقييم

إن ادخال الطاقة النووية في انتاج الكهرباء يتطلب من الدولة تلبية جملة من المتطلبات الدولية والمحلية، ورغم ان نقاط الضعف والحوادث المشهورة وكما يتضح لغير المختصين في المجال النووي تمثل امرا مخيفا وتحذر من تبني برامج نووية ، إلا انها تبقى في الاطار المسيطر عليه بفضل التطور في التقنية والتحسينات التي تدخل على المفاعلات من جيل الى جيل لمواجهة اسواء الظروف والحوادث. بالإضافة الى ان مزايا الطاقة النووية ونقاط قوتها تفوق بشكل كبير نقاط الضعف، كما ان هناك حوادث يمكن ان تؤدي بحياة عدد كبير من الناس في وقت قصير ويفوق اعداد الوفيات فيها الوفيات الناجمة عن الحوادث النووية، مثل تهدم سد على احد الانهار .

واشار تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرية المتعلق باستعراض التكنولوجيا النووية الصادر سنة 2012، الى انه وبالرغم من الحوادث النووية المعروفة، وآخرها حادثة محطة دايتشى بفوكوشيما باليابان فالعديد من الدول التي تمتلك مفاعلات نووية رفعت قدرة مفاعلاتها العاملة ومددت تراخيص عمل العديد منها لمدد اضافية تصل الى عشرين سنة. كما ان استمرار الحاجة للطاقة النووية كان واضحا من خلال تأكيد مندوبي دول العالم في كلماتهم الوطنية بالمؤتمر الوزاري حول الطاقة النووية في القرن الواحد والعشرين، والذي انعقد في روسيا الاتحادية خلال شهر يوليو 2013.

إن التحدي الهام الذي يواجه البرنامج هو التزام الدولة الليبية الطويل المدى (المادي والمعنوي) من حيث رصد الميزانيات المطلوبة لمدد طويلة وتنفيذ برامج التدريب

والاعداد للكوادر البشرية والتعاون التام مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية بشفافية تامة، يظل هو الركن الرئيسي والجوهري لإدخال الطاقة النووية.

4.6 المؤشرات المستقبلية للطاقة النووية في ليبيا:

1.4.6 إدخال الطاقة النووية:

إن خيار إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء في ليبيا لمواجهة الطلب على الطاقة والتحديات المقبلة لاسيما نضوب النفط هو خيار استراتيجي باعتبار إن الطاقة النووية قادرة على إنتاج قدرات عالية ومستقرة طوال السنة.

2.4.6 البرنامج الزمني لإدخال الطاقة النووية:

إن المدة الزمنية من البدء في التفكير في بناء محطة نووية الى حين التشغيل تتراوح ما بين 10 -15 سنة للدول التي لا تملك بنى تحتية في مجال استخدام الطاقة النووية، وبالنظر الى ما تم تنفيذه من دراسات وتشيده من بنى تحتية ساهمت في اعداد الكوادر البشرية فان هذه المدة ستكون اقل بالنسبة لليبيا. وتتلخص مراحل إدخال الطاقة النووية (الوثيقة الاسترشادية التي أصدرتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية) في إنتاج الكهرباء بالنسبة للدول التي لا تملك محطات نووية في التالي:

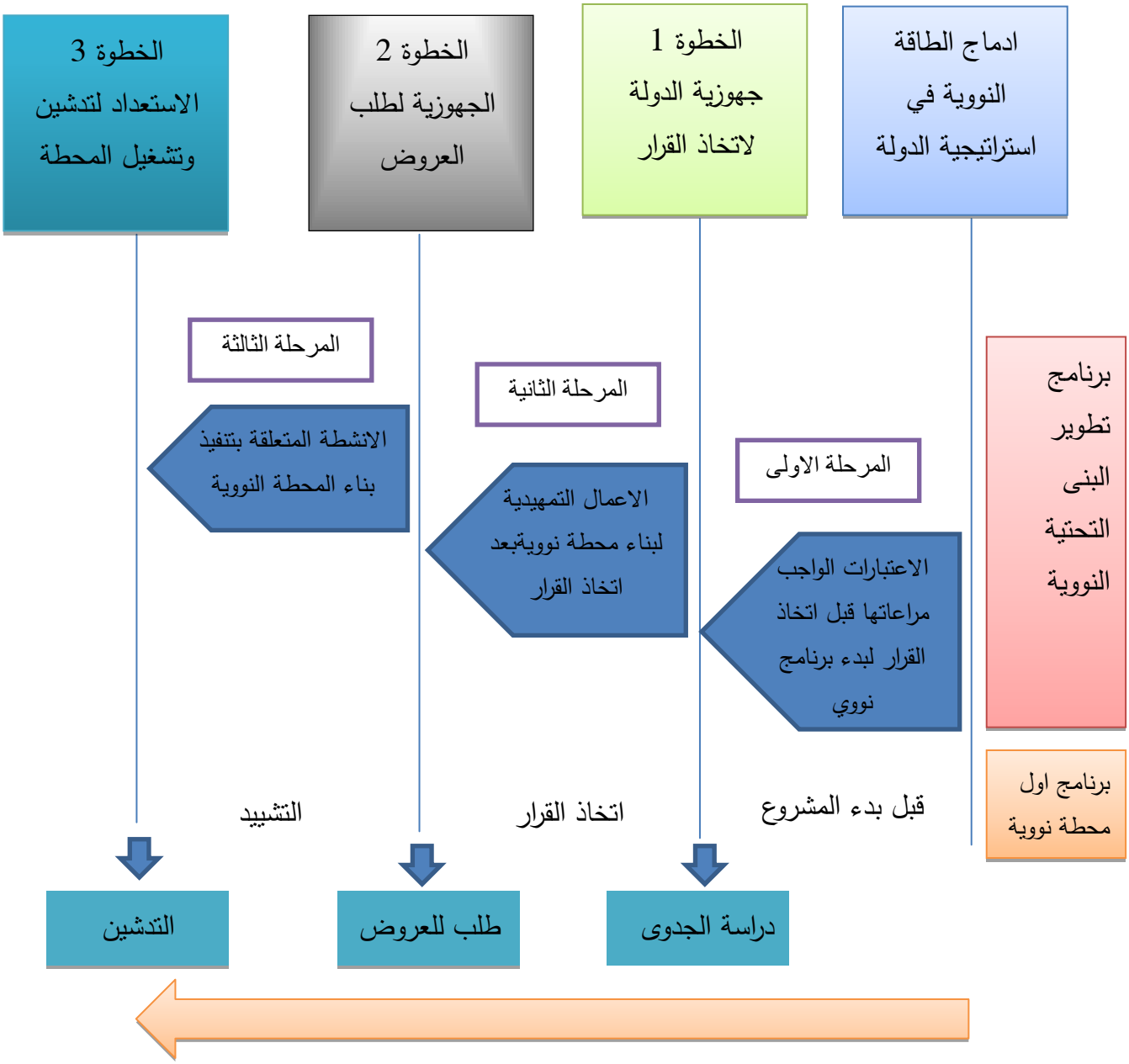
المرحلة الأولى: الاعتبارات الواجب مراعاتها قبل اتخاذ القرار لبدء برنامج نووي، وتكون نتيجة هذه المرحلة توفر المعلومات لدى الدولة للالتزام ببرنامج الطاقة النووية في حالة إقرار البرنامج؛

المرحلة الثانية:الأعمال التمهيدية لبناء محطة نووية بعد اتخاذ القرار السياسي. وبنهاية هذه المرحلة تكون الدولة جاهزة لطلب عروض لبناء المحطة؛

المرحلة الثالثة: الأنشطة المتعلقة بتنفيذ بناء المحطة النووية. وتختتم هذه المرحلة بتدشين وتشغيل المحطة النووية؛

المرحلة الرابعة: الصيانة والتطوير المستمر للبنية التحتية؛

والشكل التالي يبين المراحل والفترة الزمنية وفق منهجية الوكالة الدولية للطاقة الذرية



10-15 سنة

وتجدر الإشارة إلى أن التوقعات الزمنية لإدخال الطاقة النووية في المزيج الطاقوي الليبي يمكن الايفاء بها في حالة توفير كل الامكانيات المطلوبة والالتزام الكامل والصارم من المؤسسات ذات العلاقة.

إن الوضع الحالي للطاقة النووية في ليبيا يعتبر مشجعا والإعداد لإدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء يتم وفقا للمتطلبات المحلية والدولية، وتم انجاز العديد من الخطوات المهمة والمحورية في هذا الاتجاه، وبدئ في تنفيذ بنى تحتية وفق المعايير الدولية وعلى راسها معايير الوكالة الدولية للطاقة الذرية وهناك تعاون وثيق مع الوكالة في إطار المشروع الوطني لادخال الطاقة النووية.

3.4.6 الأنشطة المستقبلية وتوقعات مساهمة الطاقة النووية في مزيج الطاقة الوطني

الشروع في تقييم الأثر البيئي للمفاعلات النووية على منطقة سلطان التي أُختيرت سابقا كموقع للمحطة. حيث ان هذا التقييم من متطلبات اقامة أية مشروع وقد أوكلت الهيئة العامة للبيئة مهمة القيام بهذا التقييم لمؤسسة الطاقة الذرية بالتعاون مع المؤسسات الليبية المعنية

مراجعة القانون النووي الليبي بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية ليتسنى احالته إلى الجهات التشريعية لإقراره.

تقييم الوضع الحالي لمشروع المحطة النووية واحالة تقرير بالخصوص الى الوكالة الدولية للطاقة الذرية لمراجعته.

إعداد خطة للطوارئ بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية والجهات الليبية المعنية.

ووفق توقعات الشركة العامة للكهرباء فان القدرات الكهربائية المركبة بحلول سنة 2020 ستصل إلى ما يفوق 16 ألف ميجاوات ووفق المعايير التقنية بأن وحدة انتاج الكهرباء يجب الا تزيد عن 10٪ من اجمالي الوحدات المركبة، فإن جميع انواع مفاعلات الجيل الثالث المطورة المتوفرة حاليا تعتبر ملائمة للاختيار من بينها لإدخالها في المزيج الطاقوي بليبيا، وانه بالإمكان إدخال اول مفاعل نووي الى الشبكة الكهربائية سنة 2024 والثاني سنة 2025 بقدرة إجمالية حوالي 3200 ميجاوات أي بنسبة 27٪ تقريبا من الطاقة الكهربائية المتوقع إنتاجها عام 2025 .

5.6 التقنيات النووية المتوفرة

تشير إحصائيات الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى أن حوالي 62٪ من المفاعلات النووية العاملة حاليا هي من نوع مفاعلات الماء المضغوط (PWR) وان نسبتها من المفاعلات قيد الإنشاء تصل إلى 83٪ مما يعزز مكانة هذا النوع من المفاعلات وانتشاره. ومما يجدر ذكره الأهمية المستقبلية للمفاعلات السريعة التي يبنى منها في كل من روسيا والصين والهند حيث إن إدخالها للخدمة في 2050 سيُمكن من توفير

وقود نوويا لعدة قرون حيث أنها تنتج وقودا أكثر مما تستهلك (Fast Breeder Reactors– FBR) .

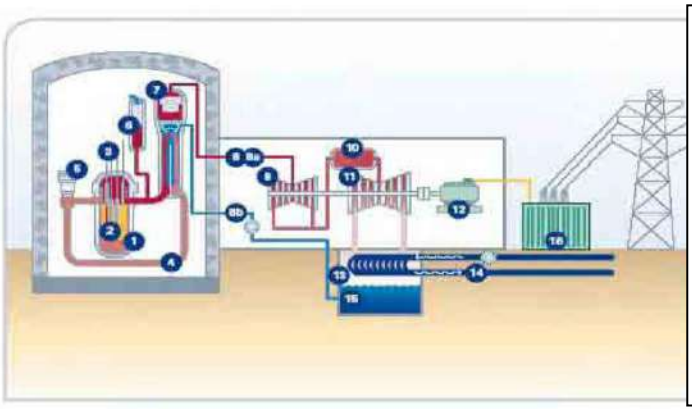
كما بينت مصادر الوكالة الدولية للطاقة الذرية لسنة 2013 الى ان عدد المفاعلات النووية العاملة حاليا هو 434 مفاعلا موزعة على دول العالم وبقدرة كهربائية اجمالية حوالي 371 الف ميجاوات. اما عدد المفاعلات النووية تحت الانشاء فهو69 مفاعلا بقدرة كهربائية اجمالية تصل إلى 67 الف ميجاوات. وتعتبر دولة الامارات العربية هي الدولة العربية الوحيدة التي باشرت في بناء أول محطة كهربائية نووية تضم أربع مفاعلات بقدرة اجمالية مركبة تبلغ 5600 ميجاوات.

1.5.6 أنواع المفاعلات النووية: –

هناك العديد من أنواع المفاعلات التي تم تشييدها وسنتطرق لأهما وأكثرها استعمالا على سبيل المثال وهي:

1. مفاعلات الماء المضغوط.

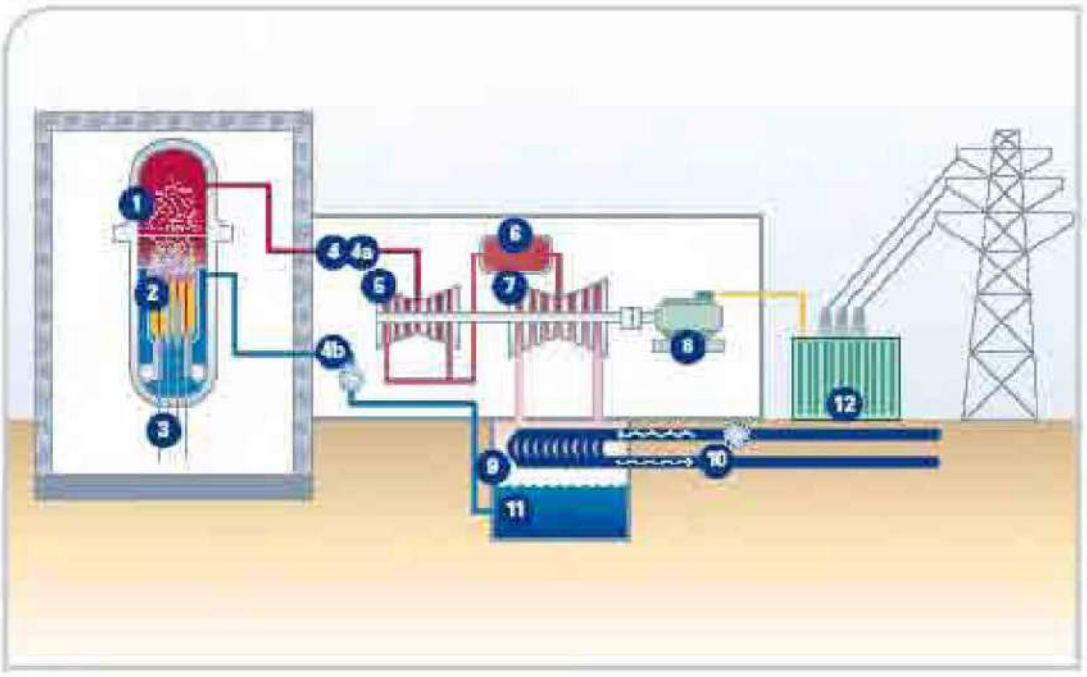
يبين الشكل (1) رسما توضيحيا لمكونات محطة نووية تستخدم مفاعل الماء المضغوط. وكما هو موضحا فان الماء يمر خلال الوقود النووي بقلب المفاعل حيث ترتفع درجة حرارته وبعد خروجه من المفاعل يمر عبر مولد البخار حيث تنتقل الحرارة الى ماء الدائرة الثانية الذي يتحول إلي بخار يُمرر خلال التوربين لتوليد الطاقة الكهرباء.



الشكل(1)– مكونات مفاعل الماء المضغوط: (1) المفاعل، (2) قلب المفاعل، (3) قضبان التحكم، (4) دائرة التبريد الأولى، (5) مضخة ماء التبريد، (6) الضاغط، (7) مولد البخار، (8) الدائرة الثانية، (8a) بخار للتوربين، (8b) ماء لمولد البخار، (9) توربين ضغط عال، (10) مسخن، (11) توربين ضغط منخفض، (12) مولد كهرباء، (13) مكثف ماء، (14) دائرة التبريد، (15) الماء المكثف، (16) المحول الكهربائي.

2. مفاعلات الماء المغلي:

يبين الشكل (2) رسما توضيحيا لمكونات محطة نووية تستخدم مفاعل الماء المغلي. ويلاحظ عدم وجود مولد للبخار حيث ان الماء وعند مروره خلال الوقود النووي بقلب المفاعل يتحول إلي بخار الذي يُستخدم مباشرة لتدوير التوربين لإنتاج الكهرباء.



الشكل(2) - مكونات مفاعل الماء المغلي: (1) المفاعل، (2) قلب المفاعل، (3) قضبان التحكم، (4) دائرة التبريد الأولى، (4a) بخار للتوربين، (4b) ماء للمفاعل، (5) توربين ضغط عال، (6) مسخن، (7) توربين ضغط منخفض، (8) مولد كهرباء، (9) مكثف ماء، (10) دائرة التبريد، (11) الماء المكثف، (12) المحول الكهربائي.

معظم المفاعلات العاملة حاليا هي من الجيل الثاني. إما مفاعلات الجيل الثالث+ المتوفرة حاليا تتميز عن سابقاتها بالاتي: -

- معدلات حرق وقود عالية تصل الى(60 جيجاوات -يوم)/(طن يورانيوم) وهذا يساهم في توفير الوقود النووي والتقليل من النفايات المشعة.
- ارتفاع معدلات الأتاحية حيث تصل إلى حوالي 92٪ وهي الأعلى مقارنة بمحطات توليد الكهرباء الأخرى لان المفاعلات النووية لا تتوقف إلا بعد كل 18 او24 شهرا ولحوالي 14 يوما فقط للتزود بالوقود.
- ارتفاع الكفاءة الحرارية حيث تصل إلى 36.5٪. مما يقلل من استهلاك الوقود.
- إمكانية استخدام الوقود الخليط (ثاني اكسيد اليورانيوم +ثاني اكسيد البلوتونيوم)
- التقليل من احتمالية انصهار قلب المفاعل وإدخال منظومة لاحتواء وتبريد الوقود النووي المنصهر الناتج عن حادث نووي.
- التقليل من احتمالية تسرب الإشعاعات الناتجة عن أية حادث نووي طارئ بتقوية المبنى الحاوي للمفاعل كما إن بعض المفاعلات لديها مبنى حاو مكون من هيكلين حيث صمم الهيكل الخارجي لتحمل اصطدام طائرة كبيرة به.

- استعمال منظومات التبريد الكامن لتبريد المفاعل في حالة الطوارئ كما هو الحال بمفاعل (AP 1000) .
- استخدام منظومات قياس وتحكم متطورة.

2.5.6 التقنيات المتاحة:

وفيما يلي عرضا لأشهر المفاعلات النووية المتاحة عالميا:

1. المفاعل الروسي VVER-1200

هذا المفاعل هو نسخة متطورة من مفاعل الماء المضغوط VVER1000 وتبلغ قدرته 1200 ميجاوات كهرباء . ومن أهم ميزات هذا المفاعل مايلي: -

- وجود هيكلين خراسانيين لحماية المفاعل بما في ذلك قدرة الهيكل الخارجي على تحمل ارتطام طائرة به.
- القدرة على التخلص من الحرارة الناتجة عن اضمحلال العناصر المشعة بالمفاعل بعد إيقافه بواسطة التبريد التلقائي.
- وجود منظومة لاحتواء الوقود المنصهر في حالة حدوث حادث نووي كبير.
- معدل احتراق الوقود يصل إلى 60جيجاوات -يوم/طن -يورانيوم اما كفائتة الحرارية فتصل إلى 37٪.
- يمكن استخدام الوقود النووي الخليط (ثاني اكسيد اليورانيوم + ثاني اكسيد البلوتونيوم)

2. المفاعل الفرنسي EPR-1600

هذا المفاعل هو نسخة متطورة من مفاعلات الماء المضغوط من الجيل الثاني وتبلغ قدرته 1600 ميجاوات كهرباء .ويتم حاليا بناء مفاعل من هذا النوع بفلندا وآخر بفرنسا كما تعاقدت الصين على بناء مفاعلين. ويتميز هذا المفاعل بمواصفات كتلك التي يتميز بها المفاعل الروسي.

3. المفاعل الأمريكي AP-1000

شركة ويستنغهاوس الأمريكية طورت هذا المفاعل الذي تصل قدرته إلى 1117 ميجاوات كهرباء. ويُمثل هذا المفاعل ثورة في تصميم مفاعلات الماء المضغوط حيث يعتمد في تبريده في حالة الطوارئ على التبريد الكامن مما ساهم في تقليص عدد الصمامات وأطوال الأنابيب والمضخات وجعل التصميم بسيطا وسريع البناء. ويجري حاليا بناء عدة مفاعلات من هذا النوع بالصين وأبدت عدة شركات أمريكية رغبتها في اقتنائه. ويمكن شحنه كليا بالوقود النووي الخليط ويصل معدل احتراق الوقود إلى 60 جيجاوات -يوم/طن -يورانيوم أما كفائتة الحرارية فتصل إلى 33٪.

4. مفاعل OPR-1000 و APR-1400

قامت شركة هيدرو ونووية الكورية (KHNC) بكوريا الجنوبية بتصميم المفاعل المحسن من نوع الماء المضغوط (OPR-1000) ويوجد من هذا النوع 8 مفاعلات في حالة تشغيل في كوريا الجنوبية وأربعة تحت الإنشاء.

والمفاعل APR-1400 هو نسخة مطورة من المفاعل OPR-1000 بزيادة قدرته الإنتاجية للكهرباء إلى 1400 ميجاوات. ويتم حاليا تشييده في كوريا الجنوبية و دولة الإمارات العربية المتحدة. ويمكن شحنه كليا بالوقود النووي الخليط ويصل معدل احتراق الوقود إلى 60 جيجا وات -يوم/طن -يورانيوم أما كفائتة الحرارية فتصل إلى 33٪.

5. مفاعل APWR

صمم مفاعل الماء المضغوط المتقدم (APWR) من قبل شركة ميتسوبيتشي للصناعات الثقيلة (MHI) بقدرة إنتاجية 1538 ميجاوات وهو مفاعل متطور له المواصفات الآتية:

- يربط بين أنظمة التبريد في حالات الطوارئ الكامنة و الفاعلة
- وجود حوض أسفل حاوية المفاعل لاحتواء الوقود المنصهر في حالات الطوارئ ونظام لتبريده.
- يحتوي نظام السلامة للتبريد الطارئ على أربعة فروع منفصلة ومعزولة عن بعضها ليقوم كل فرع بدوره دون إن يؤثر في الأخر.
- وجود خزانات احتياطية متقدمة لضخ الماء إلى الدائرة الأولى في حالة وجود تسرب أو كسر في أنابيب الدائرة الأولى.

6. مفاعل ABWR

وهو نسخة متطورة عن مفاعلات الماء المغلي، واشتركت شركة جنرال اليكتريك (GE) مع شركة هيتاشي (HITASH) في تصميم هذا المفاعل.

3.5.6 تقييم تقنيات المفاعلات النووية: -

تقييم تقنيات المفاعلات النووية لا يعني اختيار المفاعل بل إيضاح نقاط القوة والضعف لكل منها. حيث ان اختيار المفاعل يعتمد على عوامل أخرى منها:

- العوامل السياسية والعلاقات بين الدولة المصنعة والدولة المستوردة للمفاعل كما إن هناك دولا تصنع المفاعلات إلا أنها لاستطيع تصديرها إلا بعد اخذ الإذن من الدول المصممة لتلك المفاعلات.
- قدرة المفاعل التي يمكن دمجها بالشبكة الكهربائية للدولة.

- النواحي المالية (التمويل).

وهناك عدة دراسات تقييميه لتقنيات المفاعلات النووية منها التقييم الذي أجرته الشركة الاستشارية الأمريكية (UXC) والتقييم الذي أجراه معهد تكساس المتقدم للتقنيات الكيميائية (لحساب وزارة الطاقة الأمريكية) ضمن دراسة الجدوى لبناء محطة نووية بخليج تكساس كما إن هناك وثائق متطلبات أعدها المعنيون بالطاقة النووية من مصنعي ومشغلي المفاعلات النووية في كل من دول الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية يمكن الاسترشاد بها في تقييم تلك التقنيات.

1. تقييم الشركة الاستشارية (UXC) للمفاعلات النووية

أهم النقاط التي شملها التقييم الأتي: -

- التصميم العام (بالنظر إلى الكفاءة وبساطة التصميم)
- الإمكانيات التقنية (من حيث نضج التقنية وإمكانية التنفيذ)
- السلامة
- خبرة التشييد
- خبرة التشغيل
- اقتصادية المفاعل (من حيث المؤشرات الاقتصادية الايجابية والثقة في المعطيات الاقتصادية)
- الوقود (تكلفة الوقود وضمان مصدر التزود به وجودته)
- الوضع الرقابي (الترخيص)

وقد أظهرت نتائج التقييم تفوق المفاعل الكوري (APR-1400) وهو من مفاعلات الماء المضغوط.

2. تقييم معهد تكساس المتقدم للتقنيات الكيميائية

قام معهد تكساس المتقدم للتقنيات الكيميائية بإعداد دراسة جدوى (لحساب وزارة الطاقة الأمريكية) لتقييم موقع وبناء مفاعل نووي لتلبية الاحتياجات المستقبلية لساحل خليج تكساس. وقد نُشر التقرير النهائي لهذه الدراسة في 2005/2/28. وكان تقييم التقنيات النووية أحد عناصر هذه الدراسة. وقد كان للعوامل التالية أهمية كبيرة في التقييم:

- نضج التصميم.
- الخبرة التشغيلية للمفاعل.
- المرحلة التي وصل إليها المفاعل من ناحية الترخيص بالولايات المتحدة الأمريكية.

نتيجة التقييم بينت انه باستثناء مفاعلي الماء المغلي لشركتي جنرال اليكتريك الأمريكية وشركة توشيبا فان مفاعلي الماء المضغوط (AP-1000, EPR-1600) الأمريكي والفرنسي على التوالي قد تحصلا على نفس الدرجة مع تفوق بسيط لمفاعل AP-1000 والذي يرجع إلي حصوله على ترخيص هيئة الرقابة النووية الأمريكية.

3. التقييم الأوروبي للمفاعلات

لتسهيل تقييم المفاعلات النووية ولتسهيل تلبية مُصنعي المفاعلات لمتطلبات المُشغلين (الشركات المنتجة للكهرباء) فقد اعد الاتحاد الأوروبي وثيقة إرشادية (متطلبات المشغلين الأوروبية) تُبين ما يجب على المفاعلات الجديدة تلبيته من مواصفات تقنية ومعايير سلامة. ووفق هذه الوثيقة تم تقييم عدة مفاعلات.

4.5.6 التقنيات الملائمة لليبيا:

نظرا لان القدرة الكهربائية المركبة المتوقعة بليبيا بعد سنة 2020 ستفوق 16000 ميجاوات كهرباء فان مفاعلا بقدرة 1600 ميجاوات كهرباء سيكون مناسبا (التوصيات العالمية تشترط إن تكون قدرة أية وحدة لإنتاج الكهرباء لا تزيد على 10٪ من القدرة المركبة). وحيث إن المفاعلات النووية ذات القدرة العالية أكثر اقتصادية من المفاعلات الأقل قدرة فان التوجه العالمي هو لتشييد مفاعلات ذات قدرات تفوق 1000 ميجاوات كهرباء، ولتحديد المفاعل المناسب لليبيا نورد التالي:

1. مفاعلات الماء المضغوط هي الأكثر استخداما عالميا والخبرة التشغيلية المكتسبة وكذلك التقنية المؤكدة جعلتها تتصدر أنواع المفاعلات طلبا في التعاقدات الجديدة.
2. هناك العديد من العوامل التي تؤثر في اختيار نوع المفاعل (سياسية - اقتصادية - وتقنية) ولذلك نجد ان الصين تشيد حاليا مفاعلات مصنعة من قبل ثلاث شركات أجنبية وهي مفاعل AP100 الأمريكي ومفاعل EPR1600 الفرنسي والمفاعل الروسي VVER1000.
3. بالرغم من الصعوبات التي تواجه مشروع مفاعل EPR بفنلندا إلا إن القوة التنافسية للمفاعل الفرنسي تكمن في قدرات شركة اريفا التي تمتلك كل التقنيات المُحتاج إليها في تصنيع وتشغيل المفاعل بما في ذلك دورة الوقود النووي الكاملة من التنقيب عن اليورانيوم حتى معالجة النفايات المشعة. كما قامت الشركة بالاستحواذ على شركات تعمل في مجال الوقود النووي مما جعلها لاعبا قويا في مجال الطاقة النووية . هذا بالإضافة إلى التزام الحكومة الفرنسية

باستخدام الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء حيث تصل نسبة مساهمة الطاقة النووية في ذلك إلى 78٪.

4. هناك تباين واضح في تكلفة تشييد المفاعلات النووية. وقد أكدت كل التقارير التي تناولت تقييم التقنيات النووية عدم إمكانية تأكيد الكلفة الحقيقية لبناء مفاعل نووي حيث أن العقود الموقعة مع الشركات تتضمن بنودا غير معلنة، وهناك حوافز تقدمها بعض الشركات لدول معينة من اجل كسب السوق كما حدث في التنافس بين شركتي ويستنجهاوس واريفا من اجل الاستحواذ على السوق الصيني.

بالنسبة لليبيا نقترح أن يكون الاختيار من بين التقنيات الأربع AP1000, VVER1200 APR1400, EPR1600, مع العلم بان المفاعل الأمريكي AP1000 يحظى باهتمام كبير خصوصا وان الصين ستقوم بتصنيع هذا المفاعل وفقا للاتفاق الذي وُقع مع شركة وستنغهاوس.

وفي حالة الموافقة على بناء مفاعل نووي لإنتاج الكهرباء ولتحاشي ارتفاع تكلفة بناء أية مفاعل (بعد توقيع العقد) وتفادي الخلافات التي تؤدي إلي اللجوء إلى المحاكم كما حدث في مشروع المفاعل EPR بفنلندا فانه من الضرورة تقيد الدولة الليبية بالاتي:

أن يكون العقد لبناء أول مفاعل على أساس تسليم مفتاح.

ضرورة الإيفاء بالالتزامات المالية في حينها ودون تأخير.

الالتزام الصارم بالجدول الزمني حيث أن التأخير ولو ليوم واحد سيترتب عليه خسائر مادية كبيرة.

تفادي أية تعديلات جوهرية في التصاميم وخصوصا تلك التي لها علاقة بسلامة المفاعل حيث أن ذلك يحتاج إلى مراجعة وموافقة الهيئات الرقابية الأمر الذي يتطلب زمنا طويلا لتنفيذه.

6.6– التوجهات المحلية والعالمية في مجال الطاقة النووية للفترة القادمة:

1.6.6 التوجهات العالمية المستقبلية

دُرست العديد من السيناريوهات والتي على أساسها وُضعت استراتيجيات تضمنت تصورا للمزيج الطاقوي لإنتاج الكهرباء وتضمنت هذه الاستراتيجيات تحسين كفاءة وسائل إنتاج الطاقة ونقلها واستهلاكها واستخدام تقنيات حجز وتخزين ثاني أكسيد الكربون بالمحطات الكهربائية التي تستخدم الوقود الاحفوري.

وقد خلصت كل الدراسات والتوقعات التي قامت بها مؤسسات عالمية تعنى بشؤون الطاقة الى استمرار نمو مساهمة الطاقة النووية في انتاج الكهرباء عالميا وخصوصا في الدول النامية حيث انها من أهم الوسائل القادرة على تلبية الزيادة المضطردة في الطلب على

الكهرباء دون احداث انبعاثات تؤدي الى تزايد في ظاهرة الاحتباس الحراري، وقد ابدت العديد من الدول رغبتها في استخدام الطاقة النووية لانتاج الكهرباء . ويشير تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرية لسنة 2012 الى أن نمو مساهمة الطاقة النووية في إجمالي القدرات الكهربائية المركبة عالميا سيتواصل ليصل الى حوالي 1137جيجاوات كحد اعلى بحلول عام 2050 (اي حوالي ثلاثة اضعاف ما هي عليه الان). والاتجاه السائد هو التوسع في استخدام الجيل الثالث من المفاعلات النووية المطورة، ومما تقدم فانه من الواضح ان التوجهات المستقبلية العالمية تشير الى : -

- إعطاء الأولوية على المدى القصير لزيادة الكفاءة في إنتاج واستهلاك الطاقة حيث أن لديها القدرة العالية في خفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.
- التوجه الى تخفيض الانبعاثات الغازية المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري بتخفيض مساهمة الوقود الاحفوري في انتاج الكهرباء على الامد البعيد ودمج منظومات حجز وتخزين غاز ثاني أكسيد الكربون في المحطات التي تستعمل الوقود الاحفوري.
- استمرار الحاجة للطاقة النووية في المزيج الطاقوي العالمي لانتاج الكهرباء خصوصا وان المفاعلات الجديدة ذات معايير سلامة عالية اضافة الى قدراتها الكهربائية الاجمالية الكبيرة تصل الى أكثر من 1600 ميجاوات للمفاعل الواحد مما يجعلها ملائمة لتلبية الزيادة المضطردة في الطلب على الطاقة خصوصا في حالة تقليص الاعتماد على الوقود الاحفوري.

2.6.6 التوجهات المحلية المستقبلية

يعتبر الاستثمار في الطاقة النووية من اهم البدائل لتوفير الكهرباء بقدرات عالية ومستقرة، والتوجه المستقبلي هو ادخال اول مفاعل نووي الى الشبكة العامة للكهرباء سنة 2024 والثاني سنة 2025 بقدرة اجمالية 3200 ميجاوات كهرباء ومفاعلان اخران عام 2030 بقدرة 3200 ميجاوات.

3.6.6 الاهداف والسياسات والتشريعات

اولا: الاهداف الاستراتيجية

- المساهمة الفعالة في تحقيق الأمن الطاقي،
- ضمان تغطية الطلب على الطاقة بقدرات عالية ومستقرة على مدار السنة
- إرساء قاعدة صناعية متقدمة، من خلال الصناعات المصاحبة،

- حصول المواطن على قدر كاف من الطاقة الكهربائية بما يتمشى مع المعدلات العالمية، وبأسعار مقبولة شعبياً،
- امتلاك و توطين المعارف للتقنيات المتقدمة في مجال الطاقة النووية، ومواكبة التطور والتوجهات العالمية
- المحافظة على الوقود الاحفوري وزيادة الدخل الوطني من خلال تصدير ما كان يحرق لإنتاج الكهرباء،
- استثمار جزء من دخل الوقود الاحفوري في إيجاد بديل طاقوي قوي ومنافس اقتصاديا وبيئياً، يكون دعامة قوية للأمن الطاقي.

ثانيا: الاهداف النوعية

- تأهيل وتكوين الكوادر البشرية ذات الكفاءات العالية في مختلف مجالات العلوم النووية من اجل استدامة برامج ومشاريع الاستخدامات السلمية للطاقة النووية.
- التوسع في الاستخدام السلمي للتقنيات النووية في مختلف المجالات (طب، صناعة، مياه ...الخ)
- تعزيز استخدام الطاقة النووية في المجال السلمي، وبما يتماشى مع مبدأ سلامة البيئة.

ثالثا -السياســـــــــات

ولتلبية الطلب المتزايد على الطاقة فقد أنتهجت الدول ثلاث سياسات(**إتجاهات**) وهي:

- ادخال الطاقة النووية في مزيجها الطاقوي لأول مرة مثل ليبيا.
- زيادة قدرة المفاعلات النووية العاملة حاليا وتمديد تراخيص تشغيلها بعد اجراء عمليات التحديث والتقييم لها.
- بناء مفاعلات جديدة في الدول التي لديها طاقة نووية

وحيث ان ليبيا تنتهج السياسة الاولى، فانه يتعين تنفيذ سياسة عامة في برنامجها النووي، هدفها الدخول للمنظومة الدولية، بالمشاركة الفعالة، والعمل في اطارها بالاضافة الى تنفيذ جملة من السياسات النوعية من قبل الجهة المسؤولة عن البرنامج محلياً.

1. السياسة العامة

إن السياسة العامة لإدخال الطاقة النووية تستند في الأساس على الالتزام بالشفافية التامة في تشغيل المنشآت النووية، والتقيد التام باتفاقية منع الانتشار النووي، والعمل على تحقيق أعلى معايير السلامة والأمان النووي، وإقرار الاتفاقيات الدولية ذات الصلة والتعاون بصورة وثيقة مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وتأسيس جهاز رقابي مستقل للإشراف على والتحقق من تنفيذ برامج السلامة والأمان النووي، ووضع قانون نووي شامل ينظم جميع جوانب الاستخدامات السلمية للطاقة النووية وتلبية متطلبات برنامج إدخال الطاقة النووية في المزيج الطاقي.

2. السياسات النوعية

- إرساء مبدأ الجودة في جميع الأعمال والأنشطة،
- اغتنام التوجه العالمي، والذي يشير إلى التوسع في استخدام التقنية النووية في إنتاج الكهرباء،
- الاستفادة من الوضع الاقتصادي الحالي، والإسراع في اتخاذ القرار قبل فوات الأوان،
- تفعيل الاتفاقيات المبرمة مع بعض الدول ،
- تكوين وتدريب وتأهيل العناصر الوطنية في مجال العلوم والتكنولوجيا النووية وتطبيقاتها.
- الاستعانة بالخبرات والكفاءات العالمية في مجال الطاقة النووية.
- تامين الموارد المالية لتشغيل المحطة النووية والتصرف في النفايات المشعة والإخراج من الخدمة.
- وضع برامج لاطلاع ومشاركة الرأي العام في مشروع الطاقة النووية.
- إبرام الاتفاقيات ومذكرات التفاهم مع الدول المتقدمة والمنظمات الإقليمية والدولية.
- إنتاج المعارف في مجال الطاقة النووية وتطبيقاتها.

رابعا - التشريعـــــــات:

أ -التشريعات القائمة:

- القانون رقم (54) لسنة 1973م، بإنشاء مؤسسة الطاقة الذرية ومقرها مدينة طرابلس.
- القانون رقم (2) لسنة 1982م والخاص بالوقاية من الإشعاعات المؤينة والحماية من أخطارها ولائحته التنفيذية.
- القانون رقم (15) لعام 2000 بشان حماية البيئة.
- القانون رقم (4) لسنة 2009 بشان نقل المواد الخطرة ومنها المواد المشعة على الطرقات العامة.

ب التشريعات المطلوبة:

- إقرار مشروع القانون النووي الليبي والذي ينظم الاستخدامات السلمية المختلفة للطاقة النووية بما في ذلك إنتاج الكهرباء.
- الانضمام إلى بقية الاتفاقيات الدولية المتعلقة باستخدام الطاقة النووية وتبني مدونات وقواعد السلوك الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية فيما يتعلق بالاستخدام الآمن للطاقة النووية.

7.6. البرنامج التنموي:

1.7.6 البرنامج القصير والمتوسط المدى (2014 -2020)

ان برنامج إدخال الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء يمر بثلاث مراحل وفق الجدول الزمني الذي اقترحته الوكالة الدولية للطاقة الذرية ليسترشد به المسئولون والحكومات. وتبعا لذلك فان البرنامج التنموي القصير المدى والذي يجري تنفيذه يشمل التالي: -

- القيام بتقييم ذاتي لما وصلت إليه ليبيا في مجال تأسيس البنى التحتية اللازمة لإدخال الطاقة النووية. ومن تم الطلب من الوكالة الدولية للطاقة الذرية مراجعته ضمن برنامجها (INIR) .
- إصدار القانون النووي الليبي والتشريعات المصاحبة التي تنظم الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية.
- إعداد تقرير عن تقييم الاثر البيئي للمحطات النووية على الموقع المقترح

- الاستعانة بالشركات الاستشارية أو المؤسسات الدولية ذات الخبرة في برامج بناء المحطات النووية.
- العمل على إقناع الجمهور بجدوى الطاقة النووية وصولا إلى الإعلان عن مناقصة او الاتفاق مع دولة لبناء المحطة النووية.

ونظرا لان ليبيا قد بدأت في برنامج بناء محطة نووية سنة 1977 وقد تم تنفيذ العديد من الدراسات وخصوصا دراسات الموقع الذي اختير لبناء المحطة فان ذلك سيساعد في تقليص الزمن المطلوب للمرحلتين الأولى والثانية المذكورتين في الجدول الزمني المشار إليه أعلاه.

2.7.6 البرنامج الطويل المدى (2020 -2030):-

في حالة التأكيد على القرار السابق ببناء محطة نووية فان أول محطة ووفق توصيات الوكالة الدولية للطاقة الذرية وكذلك تجارب الدول يجب إن تبنى على أساس تسليم مفتاح نظرا لان الصناعة النووية تتطلب معايير عالية وصارمة قد لا تستطيع المشاركة المحلية مواكبتها .عليه فان البرنامج الطويل المدى يشمل:

- طرح مشروع بناء محطة نووية تضم أربعة مفاعلات نووية في مناقصة عالمية أو من خلال اتفاق بين ليبيا وأحد الدول التي لديها القدرة على بناء المحطات النووية كروسيا وفرنسا وأمريكا وغيرها .
- استقطاب العناصر البشرية من اجل تدريبها وتأهيلها باستخدام الموارد المحلية من جامعات (قسم الهندسة النووية) ومعاهد تقنية ومراكز بحثية كمركز البحوث النووية بتاجوراء والذي يملك القدرة على تأهيل المهندسين النوويين إلى مراحل متقدمة ليكونوا مشغلين لمحطات نووية إضافة إلى الإمكانيات التدريبية في مجال الوقاية من الإشعاع ومعالجة النفايات المشعة ومنظومات الرقابة الإشعاعية التي لا تختلف عن تلك الموجودة بالمحطات النووية وغيرها من المنظومات الهندسية المساندة.
- وضع الخطط والبرامج والالتزام بها لإخراج المنشأة من الخدمة والتعامل مع النفايات المشعة.

8.6 الاستثمارات المطلوبة واليات التمويل:-

1.8.6 الاستثمارات المطلوبة:

تتباين المصادر في تحديد تكلفة بناء المحطات النووية حيث إن العديد من العوامل تدخل في تقييم تلك التكلفة ومنها: -

- طريقة التعاقد (عقد متكامل أو عقد جزئي)

- طريقة التمويل
- المساهمة المحلية في تصنيع مكونات المحطة ونقل وتوطين المعرفة والتقنية .
- عدد المفاعلات النووية المراد بناؤها والجدول الزمني لذلك.
- توفير الحمولة الأولى للوقود النووي من عدمه.

العديد من التوقعات التي نُشرت بين 2002 -2004 أشارت إلى إن تكلفة بناء المفاعل تتراوح بين 1500دولار - 2000دولار لكل كيلووات. وتشير الإحصائيات إلى إن تكلفة بناء المفاعل قد زادت عن ذلك. وتجدر الإشارة إلى إن تكلفة بناء المفاعل مرتبطة بالدولة التي يبنى فيها كما إن تأثير العوامل الطبيعية على الموقع الذي تبنى عليه المحطة النووية كالزلازل لها تأثير على التكلفة. ووفق التقديرات المنشورة عن الرابطة النووية العالمية لسنة 2008 فان تكلفة بناء المفاعلات كانت أكثر من التوقعات السابقة .

وفي سنة 2009 عُدلت توقعات الدراسة التي أعدها معهد ماستشوسس للتقنية لترتفع التكلفة من 2000 دولار الى4000 دولار / كيلوات -كهرباء (مستثنيين التمويل).

وفي فرنسا بُدء بتاريخ 2007/12 في بناء مفاعل EPR بقدرة 1630 ميجاوات كهرباء في محطة فلامافيل3 وقُدرت تكلفة العقد بحوالي 3.3 مليار يورو (4.4 مليار دولار) إي 2590$/كيلووات كهرباء. ووفق تصريحات شركة أريفا فان التوقعات تشير إلى أن تكلفة المشروع سترتفع إلي 4.5 مليار يورو.

وأخيرا تعاقدت تركيا مع ائتلاف ميتسوبيشي واريفا لبناء أربع مفاعلات نووية من طراز(ATMEA1) بمحطة سينوب بقدرة كهربائية إجمالية 4600 ميجاوات وبتكلفة إجمالية 22 مليار دولار.

2.8.6 آليات التمويل

نظرا للتكلفة الرأسمالية العالية للمحطات النووية ومحدودية القطاع الخاص وعدم قدرته على تمويل مثل هذه المشاريع، فان بناء محطات نووية في ليبيا يتطلب تمويلا من الخزانة العامة و/أو استثمارات داخلية وخارجية. وعالميا هناك عدة نماذج لتمويل بناء المحطات النووية منها:

1. نموذج التمويل الحكومي: Government Financing

وفق هذا النموذج تقوم الشركة المملوكة للدولة ببناء المحطة وان كل التكلفة والمجازفة ستمرر إلى المستهلك عن طريق الضرائب و التعريفة الكهربائية. ومعظم المحطات النووية العاملة قد تم تمويلها وفق هذا النموذج.

2. تمويل الشركات : Corporate Finance

وهو الأكثر قبولا للتطبيق لبناء المحطات النووية. إذ تقوم شركات كهرباء كبرى بتمويل بناء المحطة. ويكون التمويل مدعوما بالأصول القائمة للشركة الممولة للمشروع التي تمكنها من جدب القروض المطلوبة .

ومن أمثلة هذا النموذج مشروع بناء محطة فلامافيل3 بفرنسا بواسطة شركة أريفا وكذلك مشروع بناء المفاعلين الثالث والرابع بمحطة موشوفس بسلوفاكيا حيث اشترت شركة اينل (ENEL) الايطالية والمملوكة جزئيا من قبل الحكومة الايطالية 66٪ من شركة كهرباء سلوفاكيا لتوفير التمويل المطلوب.

ويتميز هذا النموذج عن النموذج التقليدي الحكومي في زيادة وتنوع المستثمرين ومشاركتهم في كل من التكلفة والمجازفة.

3. نموذج تمويل المشروع : – Project Finance

وهو تمويل طويل المدى معتمد على تدفق السيولة المتوقعة للمشروع إي إن القروض والسيولة التي تستخدم لتمويل المشروع يتم دفعها لاحقا من خلال التدفقات المالية التي يولدها المشروع . ويتمثل ذلك في إنشاء شركة مستقلة تملك المشروع ويتم شراء أسهمها من قبل المساهمين في المشروع. وتقوم الشركة بالحصول على قروض باسمها لدفع جزء من تكلفة البناء.

وكمثال قامت شركتي (ENEL/EDF) بانشاء شركة Svilippo Nuclear Italia وشركتي Consitillation/EDF بانشاء شركة Unistar Nuclear Energy. ويتم بناء محطة تميلين بجمهورية التشيك وفق هذا النموذج من التمويل.

4. النموذج المختلط (corporate/project finance)

وهذا النموذج هو مزيج بين (**corporate& project finance**) . ووفق هذا النموذج يتم توفير جزأ كبيرا من السيولة والقروض بواسطة المستهلكين الكبار للكهرباء، ويتم إنشاء شركة مشتركة (JVC) خصيصا لتنفيذ المشروع. ومثالا على ذلك النموذج الفنلندي في بناء محطة اولكيلوتو3. حيث إن هذا المشروع مملوك لشركة تي في أو (TVO). وتساهم في هذه الشركة شركات الكهرباء ومستهلكي الكهرباء الكبار(مثل شركات تصنيع الورق). وهؤلاء المستهلكون ابرموا اتفاقيات مع شركة (TVO) لشراء الكهرباء–(Power Purchase Agreement PPA) بأسعار متفق عليها سلفا.

5. نموذج بناء وتشغيل وتملك BOO

ووفق هذا النظام تقوم الشركة المتعاقد معها ببناء المحطة وتشغيلها وتملكها كاملة على أن تقوم الدولة بالتعهد بشراء نسبة من الكهرباء المنتجة بأسعار يتفق عليها. وأول عقد على هذا الأساس تم إبرامه بين الشركة التركية تيتاس (TETAS) وشركة روس اتوم في مايو سنة 2010 حيث أبرمت اتفاقية شراء الطاقة تسري لمدة 15 عاما (Power Purchasing Agreement PPA) تقوم بموجبه شركة روس اتوم ببناء أربع مفاعلات نووية من نوع (VVER-1200 AES2006) .

6. نموذج بناء وتشغيل وتسليم BOT

ووفق هذا النموذج تقوم الدولة بالتعاقد مع شركة لبناء وتشغيل المحطة تم تسليمها إلى الدولة. ومن أمثلة هذا النموذج مشروع محطة البركة بابوظبي الذي يندرج تحت نموذج (corporate finance) حيث يمول هذا المشروع باسهم من كل من شركة الطاقة النووية الإماراتية وشركة كيبكو الكورية إضافة إلى سيولة بمقدار ملياري دولار بواسطة بنك التصدير والاستيراد الأمريكي مع موافقة حكومة الإمارات على ضمان كل القروض الخارجية للمشروع.

واستنتاجا لما تقدم، ونظرا لتكلفة رأس المال العالية لبناء المحطات النووية ومحدودية قدرة القطاع الخاص بليبيا على تمويل مثل هذه المشاريع، فان بناء محطات نووية في ليبيا يتطلب تمويلا من الخزانة العامة وبمشاركة استثمارات داخلية و/أو خارجية.

نظام (BOT) يؤكد السيادة الوطنية على المحطة ويضمن تشغيلها حتى في حالة حدوث توترات سياسية، كما انه يمكّن الدولة من تنمية القدرات في هذا المجال، فنرى انه النظام المناسب لليبيا .

ألخلاصة:

- بالرغم من الحوادث النووية المعروفة، وآخرها حادثة محطة دايتشى بفوكوشيما باليابان إلا أن استمرار الحاجة للطاقة النووية كان واضحا من خلال تأكيد مندوبي دول العالم في كلماتهم الوطنية بالمؤتمر الوزاري حول الطاقة النووية في القرن الواحد والعشرين، والذي انعقد في روسيا الاتحادية خلال شهر يوليو 2013 ، حيث أكدت الدول الصناعية الكبرى على الدور الذي تلعبه الطاقة النووية في دعم اقتصادها. كما أعلنت العديد من الدول عن قرارها بإدخال الطاقة النووية في

مزيجها الطاقي، ومن هذه الدول: الجزائر، والسودان، ومصر، والسعودية، والأردن، والنيجر، ونيجيريا، وغانا ،وبنغلادش، وتركيا ، وفيتنام، وبولندا.

- مفاعلات الماء المضغوط هي الأكثر استخداما عالميا والخبرة التشغيلية المكتسبة وكذلك التقنية المؤكدة جعلتها تتصدر أنواع المفاعلات طلبا في التعاقدات الجديدة كما أن ما نسبته 83٪ من المفاعلات قيد الإنشاء هي من هذا النوع.
- إنتاج الكهرباء بالطاقة النووية في ليبيا بحلول سنة 2024 يساهم في الحفاظ على الموارد النفطية الليبية لاستعمالها في صناعات ذات قيمة إضافية أعلى. ونظرا لكون الطاقة النووية مصدر كهرباء للأحمال الأساسية المستقرة، فإنها تعتبر مكملا أساسيًا لمصادر أخرى للطاقة كالطاقات المتجددة.
- خيار إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء في ليبيا لمواجهة الطلب على الطاقة والتحديات المقبلة لاسيما نضوب الوقود الاحفوري، هو خيار استراتيجي وهو أمر يتطلب من الدولة تلبية جملة من المتطلبات الدولية والمحلية والتزام طويل المدى.
- ضرورة إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء بجدية في المزيج الطاقي الليبي للأسباب التي ذكرت آنفا، حيث تتوفر الموارد المالية اللازمة حاليا تفاديا لما آلت إليه بعض الدول التي أدركت حاجتها الملحة للطاقة النووية ولم تجد الموارد المالية ولا حتى الممولين العالميين لتحقيق ذلك.
- بالنسبة لليبيا يُقترح أن يكون الاختيار من بين التقنيات الأربع AP1000، VVER1200، EPR1600، APR1400 ، مع العلم بان المفاعل الأمريكي AP1000 يحظى باهتمام كبير.
- هناك تباين واضح في تكلفة تشييد المفاعلات النووية. وقد أكدت التقارير التي تناولت تقييم التقنيات النووية عدم إمكانية تأكيد الكلفة الحقيقية لبناء مفاعل نووي، حيث إن العقود الموقعة مع الشركات تتضمن بنودا غير معلنة. وهناك حوافز تقدمها بعض الشركات لدول معينة من اجل كسب السوق، كما حدث في التنافس بين شركتي ويستنج هاوس واريفا من اجل الاستحواذ على السوق الصيني.

- العمل على استكمال المسوحات الإشعاعية المغناطيسية للشواذ الإشعاعية بالمناطق الواعدة وإصدار قانون التعدين وبالأخص المعادن المشعة لتمكين المستثمرين من ممارسة التنقيب عن المعـادن المشعـــــة والعناصر النـــادرة.

ملاحظة: لمزيد من التفاصيل حول هذا التقرير يؤمل الرجوع إلى التقرير المفصل عن الطاقة النووية في الملحق رقم (4).

الباب السابع
موائمة وتكامل مخططات الطاقة

1.7. تقديم

بدراسة الوضع الحالي للطاقة في ليبيا بشكل عام، وبناء على ما تقدم تفصيله في الابواب السابقة من هذا التقرير، نجد أن هذا الوضع لايؤدي إلى ضمان التزود بالطاقة على المدى البعيد وبالتالي لا يمكن من الوصول إلى تنمية مستدامة وحقيقية تساهم في حل المعضلات ومجابهة التحديات الاجتماعية والاقتصادية، ومن وجهة نظر تقييمية يمكن إستخلاص ما يلي:

- **تعتمد ليبيا بشكل اساسي على النفط والغاز (الوقود الاحفوري) كمصدر وحيد في تلبية الطلب على الطاقة محليا وتزويد محطات إنتاج الكهرباء والتحلية بالمحروقات المطلوبة لتشغيلها، كما يمثل هذا المصدر ما يزيد عن 70٪ من الناتج المحلي الاجمالي وفقا لاحصائيات 2010 ، وهذا يعد أمرا مقلقا إذا ما استمر الحال على ما هو عليه.**
- **يحتاج قطاع النفط والغاز إلى استثمارات كبيرة تقدر بعشرات المليارت لتنمية وتطوير هذا القطاع الحيوي والاستراتيجي، حتى يتمكن من المحافظة على وتيرة الانتاج ورفع القدرات الانتاجية لمستويات مقبولة تساهم في زيادة الدخل الوطني وتلبية الاحتياجات المتزايدة من الطاقة على المستويين المحلي والسوق العالمية.**
- **يتم حاليا انتاج الكهرباء وتحلية المياه، من مصدر احادي للطاقة (الوقود التقليدي أو ألأحفوري) النفط والغاز، حيث يتم حرق كميات كبيرة من المشتقات النفطية (الوقود السائل بنوعية الخفيف والثقيل) والغاز الطبيعي لإنتاج الكهرباء وتحلية المياه ومصنع الحديد والصلب ، الشئ المثير للقلق ، ويستوجب إتخاذ إجراءات عاجلة تهدف الى تنويع مصادر الطاقة بما يضمن إستدامتها وتأمين امداداتها.**
- **يتبين من خلال البيانات والمعلومات المتوفرة عن القدرات الأنتاجية المتاحة للنفط والغاز والمشتقات لمقابلة الطلب على الطاقة الكهربائية حتى العام 2030م ، فإن الوضع ينذر بمخاطر كبيرة إذا ما استمر نمط الاستهلاك كما هو عليه الآن ، وسيكون له تأثيرات سلبية على الإقتصاد والأمن الطاقوي والأمن الوطني ومستوى المعيشة للمواطن الليبي وعلى التنمية.**
- **على الرغم من توفر مصادر بديلة جديدة ومتجددة للطاقة وإمكانيات هائلة لها بليبيا كالطاقة الشمسية التي تقدر بحوالي 140 مليون جيجاوات ساعة سنويا، وطاقة الرياح والتي تقدر بحوالي**

8000 جيجاوات يمكن توطينها بمواقع مختلفة، ألا أنه لم يتم استغلالها والاستفادة منها في تغطية الطلب وتنويع مصادر الطاقة.

- **إن تقنيات انتاج الكهرباء وتحلية المياه باستخدام الطاقة النووية قد تطورت بشكل كبير، وارتفع معدل الامن والسلامة لهذه التقنية وتوفر العناصر الوطنية القادرة على التخطيط والأدارة بالأضافة الى الكوادر التي يمكن تدريبها وتأهيلها لتشغيل وصيانة المحطة النووية، وقد تم اتخاذ العديد من الخطوات الجوهرية لتلبية جملة من المتطلبات المحلية والدولية لإدخال الطاقة النووية في مزيج الطاقة الوطني، ولابد من الاشارة في هذا السياق إلى ان إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء هو خيار استراتيجي، حيث أنه من غير الممكن مجابهة الطلب على الطاقة خصوصا الطلب على الكهرباء دون ادخال الطاقة النووية ضمن مزيج انتاج الكهرباء الوطني، كما سيأتي توضيحه خلال هذا الباب.**
- **الاطار القانوني والمؤسسي للطاقة في ليبيا لايساعد في تطوير هذا القطاع وتحقيق الاهداف التنموية المطلوبة خلال المرحلة القادمة، حيث لايوجد تنسيق كامل بين مختلف المؤسسات المسؤولة على الطاقة، ولاتوجد سياسات للموائمة بين مخططات واستراتيجيات مختلف القطاعات العاملة في مجال الطاقة، وهناك هوة كبيرة وعدم ربط بين مؤسسات البحث والتطوير الاكاديمية والتطبيقية بالمؤسسات والهيئات والاجهزة التشريعية والتنفيذية،**

ولمعالجة هذه الأشكاليات قبل تفاقمها، وفي الوقت الذي تتوفر فية االموارد المالية للدولة، وللتقليل من اثارها السلبية على المدى القريب ، وتقديم حلول تؤدي الى تحسين الوضع وايجاد وفر في الوقود الأحفوري يساهم في المحافظة على الكميات التي يتم تصديرها من النفط الخام والغاز، ما يؤدي إلى زيادة الدخل الوطني على المدي البعيد ، فإن فريق العمل المكلف بإعداد دراسة ووضع برنامج عمل لاعداد الأستراتيجية الوطنية للطاقة (2013 -2030) يقترح برنامج وطني متكامل يهدف الى:

- **تنويع مصادر الطاقة وتأمين التزود بها**
- **استغلال المصادر المحلية الاستغلال الافضل**
- **المحافظة على البيئة وتقليل الانبعاثات الضاره بها**

ويتناول هذا الباب موازنة الطلب على الطاقة بالقدرات الانتاجية المتاحة ودراسة عدد من الحوارات الاساسية التي يمكن تطبيقها لتلافي المخاطر والمحاذير المذكورة أعلاه، بعد الدراسة التفصيلية لحوار الاساس المتمثل في استمرار الوضع القائم لإنتاج واستهلاك الطاقة في ليبيا ، وتتمثل هذه الحوارات في الآتي:

1. **الترشيد في استهلاك الطاقة ورفع الكفاءة**
2. **إدخال الطاقات المتجددة ورفع مساهمتها في انتاج الكهرباء تدريجيا**
3. **إدخال الطاقة النووية ضمن المزيج الوطني للطاقة وبالتحديد في إنتاج الطاقة الكهربائية.**

وقد روعي عند دراسة هذه الحوارات إعتماد نسب مساهمة محددة لكل حوار في مزيج الطاقة الوطني بالامكان تحقيقها وبالتالي تحقيق وفر في الوقود الأحفوري، كما يستعرض هذا الباب كذلك نتائج الدراسة التي أجراها الفريق الخاص والتي تضمنت تقييم الوضع الحالي لمنظومة الطاقة الوطنية مبرزا نقاط القوة والضعف فيها ومحاذير الاستمرار في الوضع القائم والتطرق الى الوضع المستقبلي للمنظومة والمرتكزات والاهداف التي ينبغي تحقيقها ويبين الحوار المستقبلي المناسب للطاقة في ليبيا والموائمة بين مختلف المخططات لقطاعات الطاقة ، وبغرض اجراء المقارانات بين مختلف انواع الوقود ، تم إعتماد وحدة برميل مكافئ نفط (ب. م. ن) كوحدة قياس.

2.7. حوار (سيناريو) الاساس

للوصول إلى أفضل الخيارات الممكنة والبدائل المتاحة لضمان التزود بالطاقة وتحقيق الامن الطاقوي لليبيا، والعمل على ضمان استمرار ليبيا دولة فاعلة واساسية في سوق الطاقة الاقليمي والعالمي، والاستعداد لمرحلة ما بعد النفط في مرحلة مبكرة، فإنه يتحتم دراسة الوضع القائم وموازنة الطلب على الطاقة بالقدرات الانتاجية المتاحة من النفط والغاز والكهرباء، وتحديد العجز أو الفائض من الطاقة حتى يمكن وضع البديل الافضل والانسب إقتصاديا وفنيا وبيئيا لمجابهة الطلب والاستغلال الامثل للمصادر وتنميتها وتطويرها بما يحقق الاهداف المحددة سلفا.

7.2.1. موازنة الطلب على الطاقة

7.2.1.1 موازنة الطلب الأقصى على الطاقة الكهربائية (ميجاوات)

كما تم بيانه في الباب الثالث، فإن موازنة الطلب المتوقع على الطاقة الكهربائية بالقدرات الانتاجية المتاحة من محطات التوليد القائمة، وفي حالة عدم إضافة أية قدرات إنتاجية جديدة سيزداد العجز في تغطية الطلب بشكل كبير، حيث من المتوقع أن يبلغ العجز في القدرات المطلوبة حوالي2200 ميجاوات خلال العام 2015 بما في ذلك الاحتياطي الضروري للتشغيل ومجابهة الخروج الاضطراري لوحدات التوليد، ويرتفع إلى قرابة 8000 ميجاوات عام 2020 ، ويزداد العجز بعد ذلك ليصل إلى حوالي 12400 و 15000 ميجاوات خلال السنوات 2025، 2030 على التوالي، مما يحتم ضرورة إضافة قدرات توليد جديدة إعتبارا من العامين القادمين واتخاذ تدابير إضافية للترشيد في الاستهلاك والتحكم في الطلب ورفع كفاءة محطات التوليد القائمة وخفض الفاقد، للتمكن من السيطرة على الطلب وتغطية الاحتياجات الفعلية، إذا ما استمر الوضع القائم وفق سيناريو الاساس.

الجدول رقم (1.7) يبين موازنة الطلب بالقدرات المتاحة وإجمالي القدرات المركبة المطلوبة لمواجهة الطلب، حيث يوضح الجدول؛ أن إجمالي الطاقة المتوقع إنتاجها بواسطة وحدات الانتاج الحرارية والتي تعتمد بشكل اساسي على حرق الوقود الاحفوري، ما يزيد عن 45 الف جيجاوات ساعة بنهاية العام 2015 وستتضاعف الطاقة الانتاجية بنهاية العام 2025 لتصل إلى قرابة 90 الف جيجاوات ساعة، ومن المتوقع إنتاج حوالي 104 الف جيجاوات ساعة عام 2030، هذه الطاقة المطلوب إنتاجها تحتاج إلى حرق كميات كبيرة من الوقود السائل مرتفع التكلفة في الاسواق العالمية، وقد لاتستطيع المصافي المحلية إنتاج كامل الكمية المطلوبة سواء زيت الوقود الثقيل أو الخفيف، وإذا ما تم إعتماد حرق الغاز الطبيعي كوقود اساسي لتشغيل محطات إنتاج الكهرباء وتحلية مياه البحر ، فإن الكميات المطلوبة من الغاز تقارب 3000 مليون قدم مكعب في اليوم خلال العام 2030.

جدول رقم (1.7) موازنة الطلب على الكهرباء بالقدرات المتاحة المتوقعة (م.وات) والقدرات المطلوب إضافتها لمجابهة الطلب للفترة (2015 – 2030)

السنة	2015	2020	2025	2030
الطلب الاقصى	7,802	12,372	15,879	17,847
الأحتياطي الضروري للتشغيل والطوارئ	1,560	2,474	2,858	2,677
القدرات اللازمة لتغطية الطلب	9,362	14,846	18,737	20,524
القدرات المتاحة من محطات التوليد القائمة	7,185	6,855	6,275	5,235
ميزان الطاقة	-2,177	-7,991	-12,462	-15,289
القدرات التراكمية المطلوب إضافتها لتغطية العجز المتوقع	2200	8000	12500	15300
إجمالي الطاقة المطلوب إنتاجها لتغطية الطلب المتوقع (جيجاوات ساعة)	45,259	71,055	89,702	103,584

2.1.2.7 موازنة الطلب على الوقود الاحفوري بالمتاح من الكميات المتوقع إنتاجها

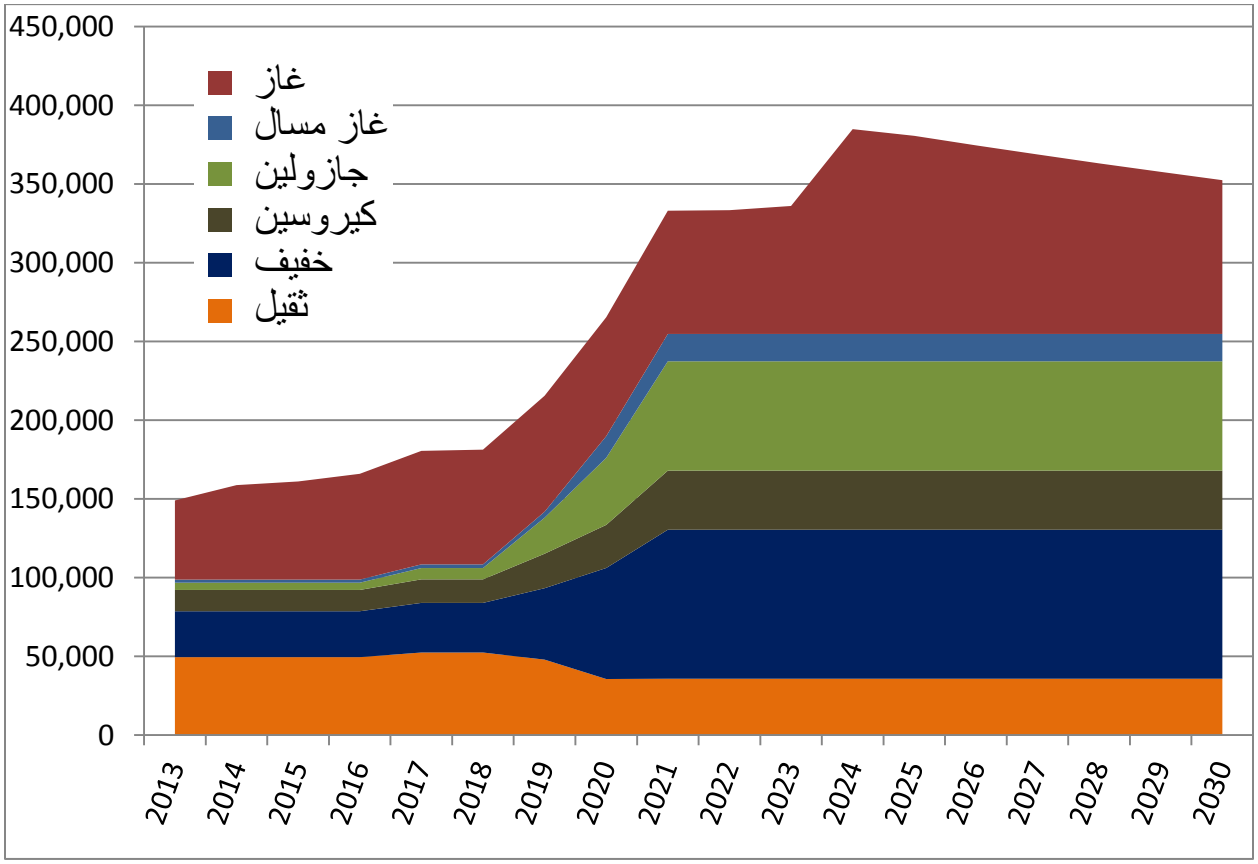
أولا:المتاح من الوقود الاحفوري

تم تحديد الكميات المتاحة من مختلف المشتقات والنفط الخام والغاز بناء على جملة من الفرضيات أهمها:

- **إعتماد توقعات الكميات المتاحة من الغاز الطبيعي والمشتقات النفطية على توقعات انتاج النفط والغاز ومنتجات المصافي المحلية؛**

- **الاخذ في الاعتبار انشاء مصفاة الجنوب وتشغيلها خلال العام 2017؛**
- **الانتهاء من تطوير مصفاة الزاوية خلال العام 2019 ؛**
- **إنجاز تطوير مصفاة طبرق في العام 2021؛**
- **اعتبار مصفاة راس لانوف من ضمن الطاقات التكريرية المحلية، على الرغم من انها استثمار اماراتي ليبي ويتم معاملتها وفقا للسوق العالمي.**

وتأسيسا على ذلك، يوضح الشكل رقم (1.7) والجدول رقم (2.7) التاليين ، الكميات المتاحة المتوقعة من مختلف أنواع الوقود للفترة (2013 – 2030)، حيث تصل الكميات المنتجة من الغاز حدود 3000 مليون قدم مكعب في اليوم خلال العام 2013 يتم استهلاك حوالي 50٪ لمختلف الاستخدامات داخل قطاع النفط والغاز ويتوزع الباقي بين استهلاكات السوق المحلي والتصدير ، وتبلغ حصة السوق المحلي من الغاز حوالي 25٪ من الكميات المنتجة المتاحة وهذه النسبة لاتغطي إجمالي الاحتياجات كم سيأتي بيانه ، والشكل رقم (1.7) التالي ، يبين الكميات المتاحة المتوقع إنتاجها من من الوقود الأحفوري ومختلف المشتقات النفطية خلال الفترة (2013 -2030)



الشكل رقم (1.7) الكميات المتاحة المتوقع إنتاجها من الوقود الأحفوري للفترة (2013 -2030)

ويلاحظ من الجدول رقم (2.7) ، ازدياد الكميات المتاحة من الغاز تدريجيا لتصل إلى أعلى كمية قرابة 3800 مليون قدم مكعب في اليوم بنهاية العام 2017 نتيجة لعمليات التطوير والاستثمارات المبرمجة لتلك الفترة، إضافة الى نهاية العقد المبرم لتصدير الغاز خلال العام 2023 ، وافتراض توجيه هذه الكميات الى السوق المحلي ، ما يؤدي إلى زيادة الكميات المتاحة للسوق المحلي لتصل الى حوالي 1900 مليون قدم مكعب خلال العام 2025 أي بنسبة 56٪ من إجمالي الكميات المتاحة، ونتجية للتدني الطبيعي لانتاج مكامن الغاز ، ستنخفض الكميات المنتجة تدريجيا منذ العام 2020 ، ومن المتوقع أن تنخفض الكميات المتاحة للسوق المحلي بنهاية العام 2030 إلى حدود 1500 مليون قدم مكعب في اليوم، وكما هو مبين تفصيلا في الجدول رقم (2.7) المشار اليه اعلاه.

أما فيما يتعلق بالنفط الخام والمشتقات النفطية، فإن الجدول رقم (2.7) ، يوضح أن إجمالي الكميات المتوقع إنتاجها من النفط الخام تتراوح ما بين 1.5 مليون إلى 1.7 مليون برميل يوميا خلال الفترة 2013 – 2021 ثم تنخفض هذه الكميات بشكل طبيعي نتيجة لطبيعة المكامن النفطية، وهذا ينعكس على الكميات المصدرة والتي يتوقع ان تنخفض ألى أقل من 300 الف برميل في اليوم نتيجة إرتفاع الطاقات التكريرية بعد تطوير المصافي الى ما يقارب مليون برميل في اليوم إعتبارا من العام 2021 إرتفاع مستويات الاستهلاك المحلي.

وحتى يمكن موازنة الطلب بالقدرات الانتاجية المتاحة ، ومن خلال الجدول رقم (2.7) المشار إليه، يتضح أن إجمالي الكميات المتاحة من الوقود الاحفوري تبلغ حوالي 149 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2013 وتصل إلى أكثر من 300 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2021 لتصل إلى ما يزيد على 352 مليون ب. م. ن. بنهاية العام 2030، وهذه الكميات لا تشمل النفط الخام المصدر.

الجدول رقم (2.7) الكميات المتاحة المتوقعة من الوقود الاحفوري خلال السنوات (2013 -2030)

	البيـــــــــان		2013	2017	2019	2021	2025	2030
الغاز الطبيعي	الانتاج	م ق م ي	3,039	3,822	3,764	3,692	3,367	2,850
	التصدير	م ق م ي	800	800	800	800	0	0
	استخدامات القطاع	م ق م ي	1,483	1,937	1,855	1,714	1,473	1,380
	المتاح للسوق المحلي	م ق م ي	756	1,085	1,109	1,178	1,894	1,470
		الف ب م ن	50,252	72,071	73,647	78,263	125,814	97,652
النفط الخام	الانتاج	ألف برميل/يوم	1,550	1,650	1,731	1,731	1,596	1,302
	المصافي المحلية	ألف برميل/يوم	380	410	590	1,030	1,030	1,030
	كهرباء	ألف برميل	0	3,723	0	0	0	0
	التصدير	ألف برميل/يوم	1,170	1,230	1,141	701	566	272
المشتقات النفطية	وقود ثقيل	الف طن متري	7,103	7,525	6,876	5,139	5,139	5,139
		الف ب.م.ن.	49,573	52,518	47,989	35,866	35,866	35,866
	ديزل	الف طن متري	4,278	4,623	6,658	13,891	13,891	13,891
		الف ب.م.ن	29,140	31,490	45,352	94,620	94,620	94,620
	كيرسين بنوعيه	الف طن متري	1,812	2,004	2,935	5,025	5,025	5,025
		الف ب.م.ن	13,525	14,958	21,907	37,507	37,507	37,507
	جازولين 95	الف طن متري	585	910	2,896	8,795	8,795	8,795
		الف ب.م.ن	4,620	7,186	22,870	69,456	69,456	69,456
	غاز نفط مسال	الف طن متري	191	227	370	1,692	1,692	1,692
		الف ب.م.ن	1,961	2,330	3,798	17,369	17,369	17,369
مجموع المتاح		الف ب.م.ن	149,071	184,277	215,563	333,081	380,632	352,470

ثانيا: الطلب على الوقود الاحفوري

تم تحديد الطلب على مختلف المشتقات النفطية والغاز للفترة (2013 – 2030) إعتمادا على البيانات التي تم الحصول عليها من مختلف قطاعات الاستهلاك ومن أهمها:

- **قطاع إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء**
- **الشركة العامة لنقل وتوزيع الغاز بما يشمل إحتياجات الشركة العامة للتحلية المياه، صناعة الاسمنت وغيرها من الصناعات الاخرى ومشروعات غاز المدن**
- **إحتياجات الشركة الليبية للحديد والصلب**
- **إحتياجات قطاع النقل والمواصلات**
- **دراسة معدلات الاستهلاك للمشتقات النفطية ومستوياتها للفترة الماضية، حيث تم اعتماد نسب للنمو في الطلب إسترشادا بتلك المعدلات على النحو التالي:**

- زيت الوقود ثقيل	٪5.0
- زيت الوقود الخفيف (الديزل)	٪7.0
- الكيروسين	٪7.5
- الجازولين	٪4.5
- غاز النفط المسال	٪7.0

وفي هذا الاطار يبين الجدول رقم (3.7) الطلب المتوقع على الوقود الاحفوري للفترة (2013 – 2030) ويتضح من خلاله، أن إجمالي الكميات المطلوبة من الغاز الطبيعي تبلغ حوالي 71 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2013، ويتضاعف هذا الطلب ليصل إلى قرابة 154 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2017، يزداد الطلب بشكل مضطرد ليصل إلى حوالي 263 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2030، هذا الارتفاع الكبير في الطلب على الغاز بالسوق المحلي يتطلب استثمارات عالية ومجهودات كبيرة وسياسات جيواقتصادية مناسبة ، والحاجة الى تطوير الانتاج وزيادة عمليات الاستكشاف لتوفير هذه الكميات صدير، ويجب التنويه إلى أن الطلب على الغاز لقطاع الكهرباء يمثل ضعف الطلب لبقية القطاعات، أي أن إنتاج الكهرباء مستقبلا يعتمد اعتمادا شبه كامل على الغاز الطبيعي كوقود اساسي لتشغيل محطات إنتاج

الكهرباء، بإعتبار مزاياه الاقتصادية والفنية والبيئية، وهذا يتفق مع التوجه العالمي في هذا المجال، حيث تفيد الاحصائيات الدولية إن نسبة استخدام الغاز في إنتاج الكهرباء سوف تحتل المرتبة الاعلى بالمقارنة مع مصادر الوقود الاخرى وستكون على حساب الوقود السائل بنوعية الخفيف والثقيل.

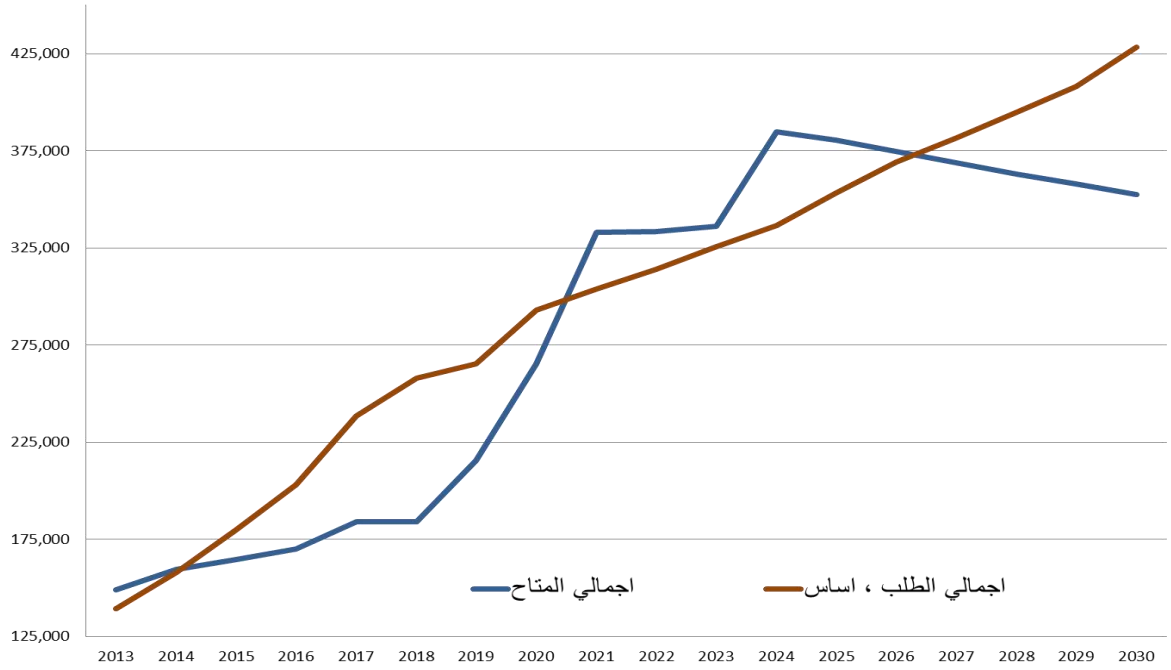
كما يبين الجدول كذلك، أن الطلب الاجمالي على الوقود الاحفوري سيبلغ قرابة 140 مليون برميل مكافئ نفط عام 2013، يزداد بشكل كبير ليصل إلى حدود 300 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2021 وسيبلغ أكثر من 428 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2030 هذا الارتفاع الدراماتيكي في الطلب يستوجب العمل منذ الان على وضع السياسات واتخاذ التدابير التي من شأنها الحد من الطلب والتحكم فية واستغلال الموارد المتاحة بما يلبي الاحتياجات ويساهم في تنمية مستدامة تضمن تقدم وتطور المجتمع.

الجدول رقم (3.7)، الطلب المتوقع على الوقود الاحفوري للفترة (2013 – 2030)، سيناريو الاساس

البيـــــــــان					2013	2017	2019	2021	2025	2030
غاز طبيعي	الكهرباء	م.ق.م.ي	948	1,811	1,989	2,123	2,372	2,750
		الف ب.م.ن.س	62,976	120,305	132,129	141,031	157,572	182,683
	الصناعة	م.ق.م.ي	114	514	667	957	1,074	1,209
		الف ب.م.ن.س	7,573	34,145	44,309	63,574	71,346	80,314
	المجموع	الف ب.م.ن.س	70,549	154,450	176,438	204,604	228,918	262,996
نفط	كهرباء	الف ب.م.ن	0	3,723	0	0	0	0
وقود ثقيل	الكهرباء	الف طن	525	135	0	0	0	0
		الف ب.م.ن	3,662	940	0	0	0	0
	الصناعة	الف طن	1,046	1,271	1,402	1,545	1,878	2,397
		الف ب.م.ن	7,300	8,873	9,783	10,786	13,110	16,732
	المجموع	الف ب.م.ن	10,963	9,813	9,783	10,786	13,110	16,732
ديزل	الكهرباء	الف طن	225	0	0	0	0	0
		الف ب.م.ن	1,532	0	0	0	0	0
	باقي القطاعات	الف طن	3,516	4,523	5,130	5,819	7,486	10,256
		الف ب.م.ن	23,950	30,810	34,946	39,636	50,991	69,862
	المجموع	الف ب.م.ن	25,481	30,810	34,946	39,636	50,991	69,862
كيروسين		الف طن	677	904	1,045	1,207	1,612	2,315
		الف ب.م.ن	5,053	6,748	7,799	9,012	12,036	17,279
جازولين		الف طن	3,043	3,629	3,963	4,327	5,161	6,431
		الف ب.م.ن	24,031	28,658	31,295	34,175	40,754	50,787
غاز نفط مسال		الف طن	331	434	497	569	745	1,046
		الف ب.م.ن	3,398	4,454	5,099	5,838	7,653	10,733
طلب الكهرباء على الوقود		الف ب.م.ن	68,170	124,967	132,129	141,031	157,572	182,683
طلب باقي القطاعات على الوقود		الف ب.م.ن	71,305	113,689	133,230	163,021	195,889	245,707
مجموع الطلب		الف ب.م.ن	139,475	238,656	265,360	304,052	353,461	428,389

ثالثا: موازنة الطلب على الوقود الاحفوري بالمتاح منه ، سيناريو الاساس

بموازنة الطلب على الطاقة التقليدية بالقدرات المتاحة من الكميات المتوقع إنتاجها للفترة (2013 – 2030)، يتضح من الشكل رقم (3.7) وجود عجز في تلبية الطلب وتغطية الاحتياجات لمختلف القطاعات، ويبداء هذا العجز في الظهور قبل العام 2017، أي قبل تطوير المصافي المحلية، وسيتم تغطية العجز خلال الفترة (2020 -2025) بعد تطوير المصافي ودخولها مرحلة التشغيل الفعلي، ثم يظهرالعجز ثانية بعد العام 2027 .



الشكل رقم (3.7) موازنة الطلب على الوقود الاحفوري بالكميات المتاحة للفترة(2013 – 2030)

ويبين الجدول رقم (4.7) أن العجز المتوقع سيبلغ حوالي 54 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2017، ينخفض هذا العجز إلى حدود 50 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2019، وسيتم تغطية العجز وتلبية كامل الطلب على الوقود الاحفوري خلال الفترة 2020 – 2025 والذي يرجع الى تطوير مصفاتي الزاوية وطبرق ودخول مصفاة الجنوب مرحلة التشغيل، علاوة على انتهاء عقد تصدير الغاز الملزم إلى إيطاليا بنهاية العام 2023 مما سيسمح بإستغلال حوالي 800 مليون

قدم مكعب اضافية من الغاز بالسوق المحلية مما يساعد في تلبية جزء من الطلب ، وذلك فيما لم يتم تجديد ذلك العقد ، ويظهر العجز مرة أخرى قبل العام 2030 نتيجة لزيادة الطلب من ناحية وتدني الكميات المتاحة من الغاز الطبيعي نتيجة تدني معدلات الانتاج لطبيعة تلك المكامن من ناحية أخرى ، ومن المتوقع أن يبلغ العجز خلال العام 2030 قرابة 76 مليون برميل مكافئ نفط .

الجدول رقم (4.7) ، موازنة الطلب على الوقود الاحفوري بالكميات المتاحة للفترة(2013 – 2030)

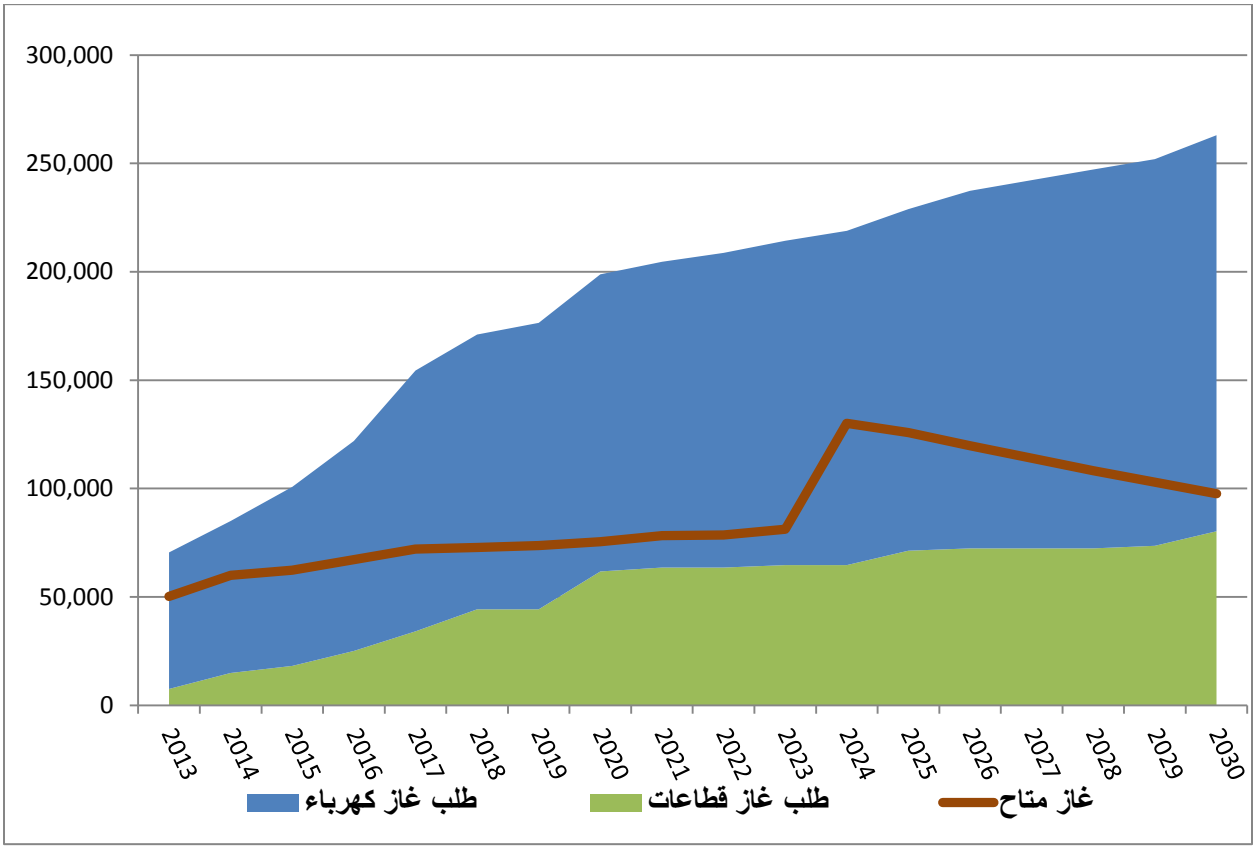
	البيـــــــــان	2013	2017	2019	2021	2025	2030
بالاعتماد على الوقود الاحفوري سيناريو الاساس	اجمالي المتاح	149,071	184,277	215,563	333,081	380,632	352,470
	طلب الكهرباء	68,170	124,967	132,129	141,031	157,572	182,683
	طلب الصناعة	30,840	63,559	77,389	100,784	118,450	143,621
	طلب النقل والمنزلي	40,465	50,130	55,841	62,237	77,439	102,086
	اجمالي الطلب	139,475	238,656	265,360	304,052	353,461	428,389
	الموازنة	9,596	-54,379	-49,797	29,029	27,171	-75,919

١ – موازنة الطلب على الغاز (سيناريو الاساس)

بناء على البيانات المتوفرة والوضع الحالي للقدرات الانتاجية والكميات المتوقع انتاجها خلال الفترة القادمة ، وبدراسة هذه الموازنة لسيناريو الاساس والذي يعتمد على الوقود الاحفوري فقط ، يتضح عدم القدرة على تلبية الطلب المتزايد للغاز خصوصا الطلب الكبير لقطاع الكهرباء ، ويبين الشكل رقم (4.7) موازنة الطلب على الغاز بالكميات المتاحة المتوقع انتاجها للفترة (2013 – 2030) ، ويظهر بوضوح الهوة الكبيرة بين الطلب والكميات المتاحة من الغاز، حيث سيرتفع الطلب على الغاز من حوالي 75 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2013 إلى قرابة 200 مليون برميل مكافئ نفط خلال

العام 2020 ويزداد أجمالي الطلب المتوقع ليصل ألى حدود 260 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2030.

وبالمقارنة ، تبلغ الكميات المتاحة من الغاز للسوق المحلية حوالي 50 مليون برميل مكافيئ نفط خلال العام 2013 تزداد هذه الكمية لتصل إلى حدود 80 مليون برميل مكافيئ نفط إعتبارا من العام 2017، ثم تشهد الكميات المتاحة للسوق المحلية زيادة مضطردة ابتداء من العام 2023 في حالة عدم تجديد العقد المبرم مع الجانب الايطالي بنهاية العام 2023، حيث من المتوقع ان تبلغ الكميات المتاحة للسوق المحلية أكثر من 150 مليون برميل مكافئ نفط، تنخفض هذه الكميات تدريجيا لتصل إلى حدود 100 مليون مكافيئ نفط بنهاية العام 2030، وذلك بسبب السلوك الطبيعي لمكامن الغاز، حيث تنخفض الكميات المنتجة مع تقدم عمر الحقل المنتج ووصوله إلى ذروة الانتاج ثم يبدأ في الانخفاض الطبيعي.

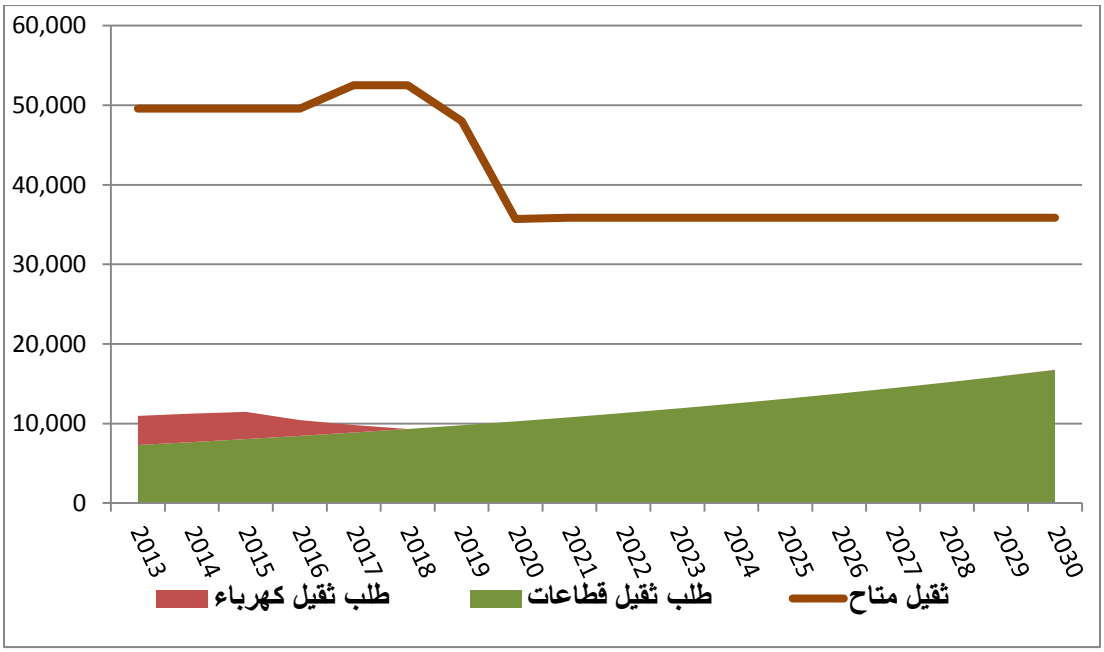


الشكل رقم (4.7) لموازنة الطلب على الغاز بالكميات المتاحة المتوقع انتاجها للفترة (2013– 2030)

ب - موازنة الطلب على المشتقات النفطية (سيناريو الاساس)

1. الوقود الثقيل

بموازنة الطلب على زيت الوقود الثقيل (HFO) بالكميات المتوقع إنتاجها من المصافي المحلية خلال الفترة (2013 – 2030)، يتضح أن إجمالي الطلب على هذا النوع من الوقود لا يتجاوز 10 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2013 ينخفض ألى أقل من ذلك مع بداية العام 2017 نتيجة لإنخفاض طلب قطاع الكهرباء، يقابل ذلك زيادة طفيفة في الانتاج بدخول مشروعات تكرير جديدة، في المقابل تبلغ الكميات المتاحة المتوقع انتاجها 50 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2013 تزداد هذه الكميات ألى حوالي 52 مليون برميل مكافئ نفط خلال الفترة (2017 -2020)، تنخفض هذه الكميات إلى أقل من حوالي 35 مليون برميل مكافئ نفط إعتبارا من العام 2023 ويرجع ذلك اساسا إلى عمليات التطوير لمختلف المصافي المحلية وإدخال تقنيات حديثة تساهم في التقليل من زيت الوقود، الشكل رقم (5.7) يبين هذه الموازنة، ويوضح كذلك التغطية الكاملة للطلب على هذا النوع من الوقود محليا ويمكن تصدير الفائض للسوق العالمي.

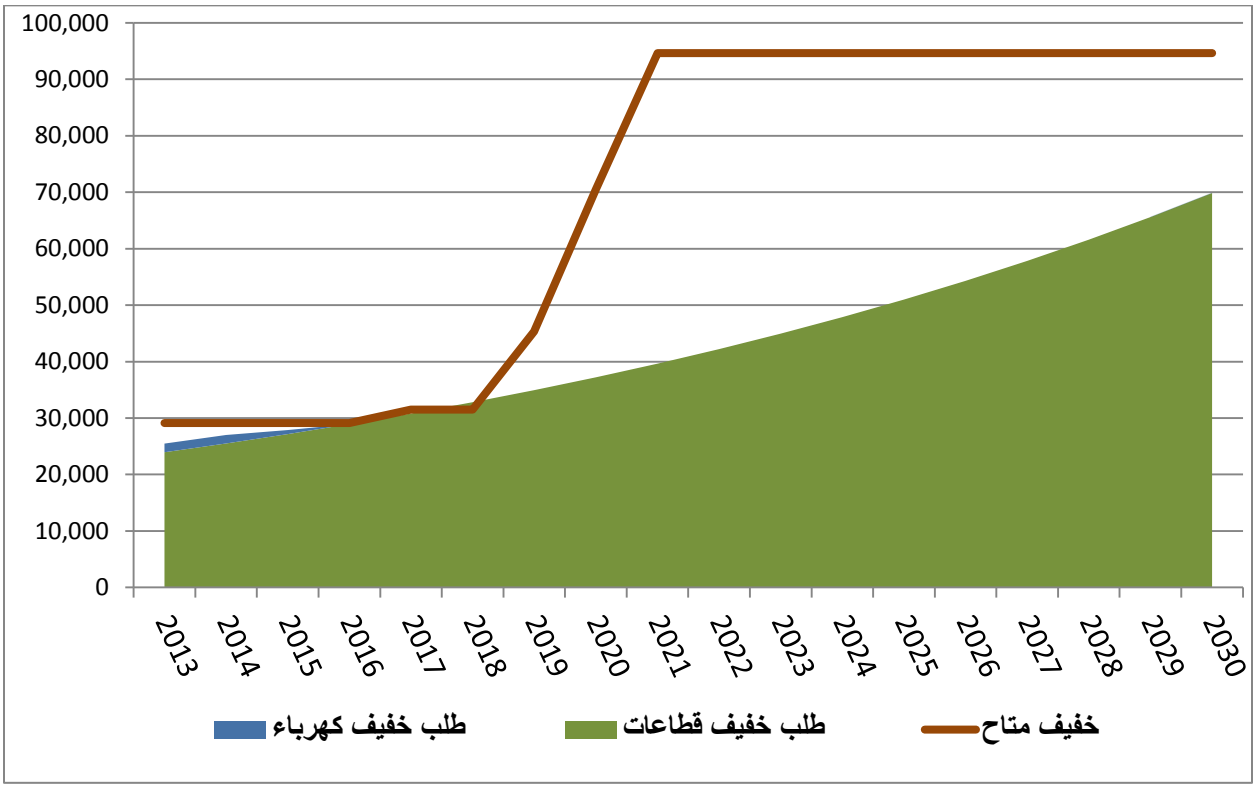


الشكل رقم (5.7) لموازنة الطلب على زيت الوقود الثقيل (HFO) بالكميات المتوقع إنتاجها خلال الفترة(2013–2030)

2. الوقود الخفيف (الديزل)

يبلغ إجمالي الطلب على زيت الوقود الخفيف حوالي 25 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2013 يزداد الطلب ليصل إلى قرابة 40 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2020 ويرتفع الطلب على هذا النوع من الوقود ليبلغ حدود 70 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2030 ويلاحظ انخفاض الطلب على هذا الوقود لقطاع الكهرباء وذلك بسبب التحول لحرق الغاز الطبيعي في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية والاعتماد شبه الكامل على الغاز في هذا القطاع خلال الفترة القادمة.

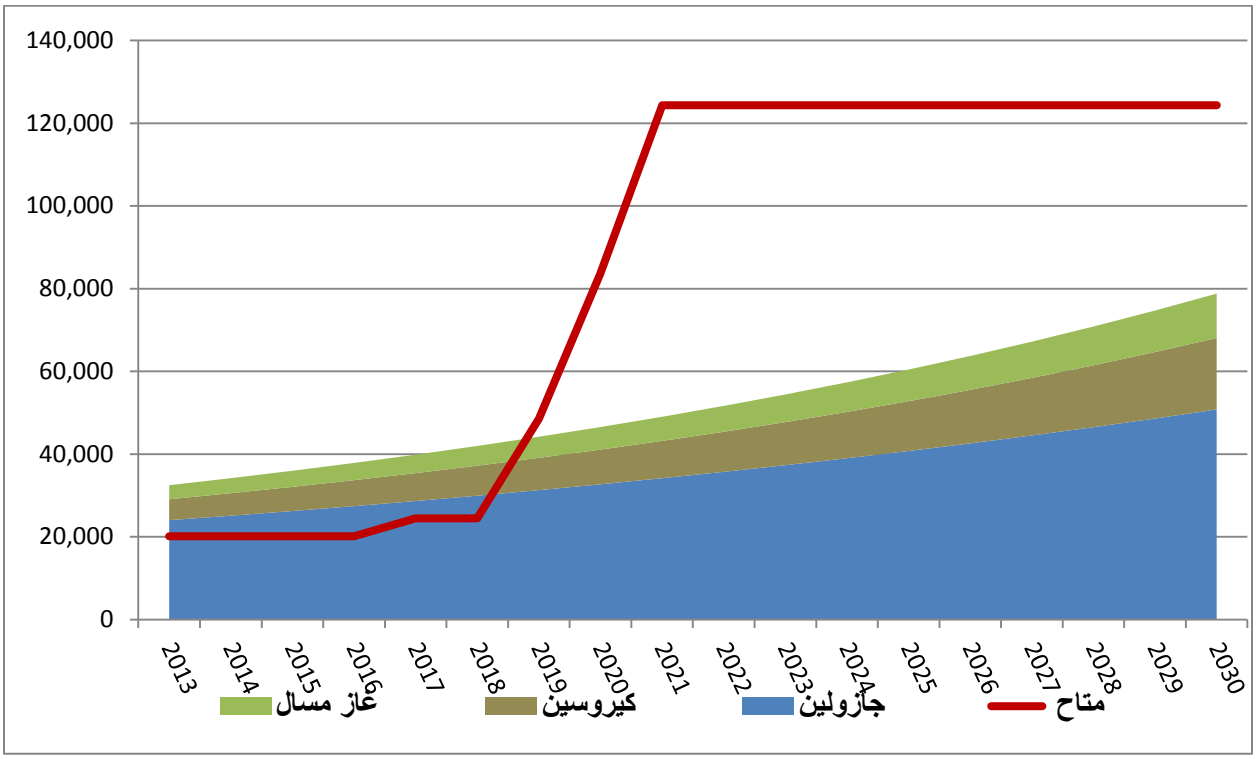
والشكل رقم (6.7) التالي يبين موازنة الطلب على الوقود الخفيف بالكميات المتاحة المتوقع إنتاجها من خلال الطاقات التكريرية المحلية، حيث يتضح أن إجمالي الكميات المتاحة المتوقع إنتاجها خلال الفترة (2013 -2017) تبلغ حدود 30 مليون برميل مكافئ نفط سنويا ، ويتوقع حدوث عجز في تلبية الطلب على هذا النوع من الوقود خلال السنوات(2017 - 2019)، وبعد الانتهاء من عمليات التطوير ودخول مشروعات تكرير جديدة ترتفع الكميات المتاحة والمتوقع إنتاجها بشكل مضطرد لتصل إلى قرابة 95 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2021، هذه الكميات سوف تغطي كامل الاحتياجات المحلية وسيكون هناك كميات فائضة للتصدير تصل ألى أكثر من 50 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2022 أي بنسبة 60٪ تقريبا من إجمالي الكميات المنتجة، بينما تنخفض كميات التصدير مع ارتفاع الطلب المحلي لتبلغ حوالي 25 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2030 وبنسبة 20٪ تقريبا من إجمالي الكميات المتوقع إنتاجها.



الشكل رقم (6.7) لموازنة الطلب على الوقود الخفيف بالكميات المتاحة المتوقع إنتاجها خلال الفترة (2013 -2030)

3. الجازولين (البنزين) والكيروسن والغاز المسال

يزداد الطلب على هذه المشتقات خصوصا الجازولين، حيث يتوقع أن يبلغ الطلب على الجازولين حوالي 21 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2013 يزداد الطلب ليصل إلى حدود 50 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2030، بينما تبلغ الكميات المتاحة والمتوقع انتاجها حوالي 20 مليون برميل مكافيئ نفط خلال الفترة (2013 – 2017)، وخلال هذه السنوات من المتوقع حدوث عجز في تلبية الطلب على مادة الجازولين (البنزين)، الامر الذي يحتم إستيراد هذه المادة من السوق العالمي وبتكاليف عالية، هذا العجز ناتج عن محدودية الكميات المنتجة من المصافي المحلية ، حيث لا تتعدى نسبة 20 ٪ من الطلب الاجمالي حاليا وكذلك ارتفاع الطلب الناجم عن الاستهلاك غير المرشد لهذه المادة والدعم الكبير لأسعار الوقود المخصص للمواصلات، الشكل رقم (7.7) يبين ذلك.



الشكل رقم (7.7)) موازنة الطلب على الجازولين والكيروسين والغاز المسال بالكميات المتاحة المتوقع إنتاجها خلال الفترة (2013- 2030)

3.1.2.7 موازنة الطلب على الوقود الاحفوري بالكميات المتاحة المتوقع إنتاجها لقطاعات الاستهلاك المختلفة ماعدا الكهرباء

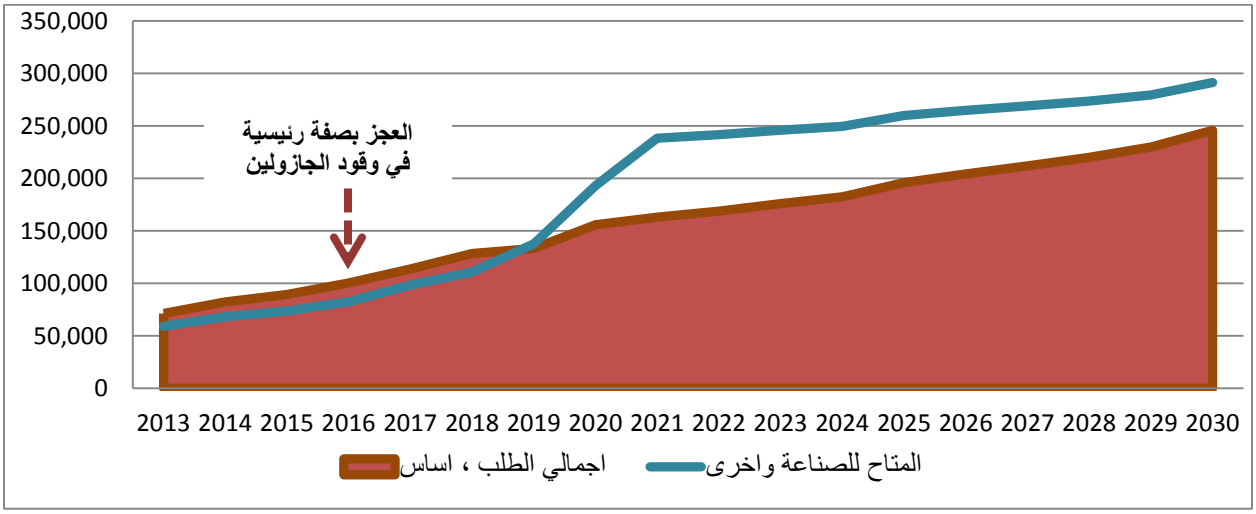
يعتبر قطاع الكهرباء المستهلك الرئيسي للوقود الاحفوري بنوعيه الغاز والنفط، حيث يمثل أكبر المستهلكين المحليين للغاز الطبيعي، كما تمت الاشارة إليه أعلاه، ويعتبر كذلك أكبر المستهلكين لزيت الوقود الخفيف (LFO) والذي يتم حرقه بواسطة التوربينات الغازية ذات الدورة البسيطة لإنتاج الكهرباء، كما تستهلك بعض محطات أنتاج الكهرباء خصوصا البخارية كميات من زيت الوقود الثقيل (HFO)، ولهذه الاعتبارات ولتحديد مدى امكانية تغطية الطلب على الوقود لقطاع الكهرباء بإعتباره قطاعا استراتيجيا له تأثير مباشر على مختلف الانشطة

الاقتصادية والحياتية، تم دراسة موازنة الطلب بالكميات المتوقع إنتاجها من الوقود الاحفوري لقطاع الكهرباء وبقية قطاعات الاستهلاك الاخرى بشكل منفصل.

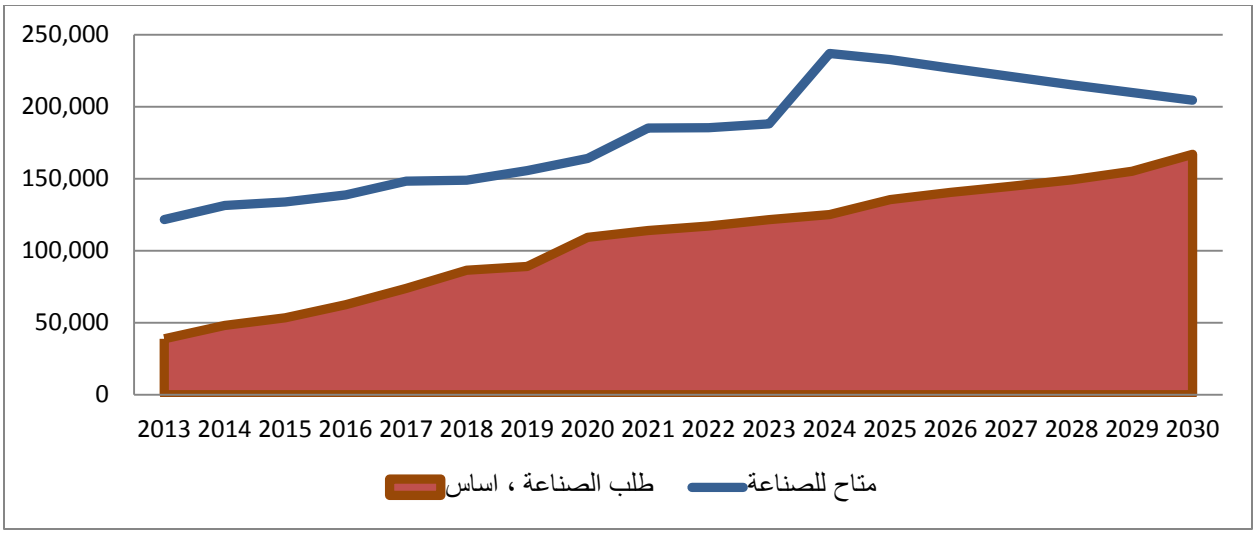
ويبين الجدول رقم (5.7) التالي ، الموازنة لقطاعات الاستهلاك المختلفة دون الاخذ في الاعتبار قطاع الكهرباء

البيـــــــــــان		2013	2017	2019	2021	2025	2030
غاز طبيعي	المتاح	50,252	72,071	73,647	78,263	125,814	97,652
	الطلب	7,573	34,145	44,309	63,574	71,346	80,314
	فائض/عجز	42,679	37,926	29,338	14,689	54,469	17,338
وقود ثقيل	متاح	49,573	52,518	47,989	35,866	35,866	35,866
	الطلب	7,300	8,873	9,783	10,786	13,110	16,732
	فائض/عجز	42,273	43,645	38,206	25,080	22,756	19,134
ديزل	المتاح	29,140	31,490	45,352	94,620	94,620	94,620
	الطلب	23,950	30,810	34,946	39,636	50,991	69,862
	فائض/عجز	5,190	680	10,406	54,983	43,629	24,758
كيروسين	المتاح	13,525	14,958	21,907	37,507	37,507	37,507
	الطلب	5,053	6,748	7,799	9,012	12,036	17,279
	فائض/عجز	8,472	8,210	14,109	28,495	25,472	20,228
جازولين	المتاح	4,620	7,186	22,870	69,456	69,456	69,456
	الطلب	24,031	28,658	31,295	34,175	40,754	50,787
	فائض/عجز	-19,411	-21,471	-8,425	35,281	28,702	18,669
غاز نفط مسال	المتاح	1,961	2,330	3,798	17,369	17,369	17,369
	الطلب	3,398	4,454	5,099	5,838	7,653	10,733
	فائض/عجز	-1,437	-2,124	-1,301	11,531	9,717	6,636
اجمالي المتاح		149,071	180,554	215,563	333,081	380,632	352,470
طلب الصناعه		30,840	63,559	77,389	100,784	118,450	143,621
طلب النقل والمنزلي		40,465	50,130	55,841	62,237	77,439	102,086
اجمالي طلب الصناعه والنقل والمنزلي		71,305	113,689	133,230	163,021	195,889	245,707
الموازنة العامة		77,766	66,866	82,333	170,060	184,743	106,763
متاح للكهرباء		90,143	82,251	77,950	94,753	120,853	61,230
موازنة لاخرى		-12,377	-15,385	4,383	75,307	63,890	45,533

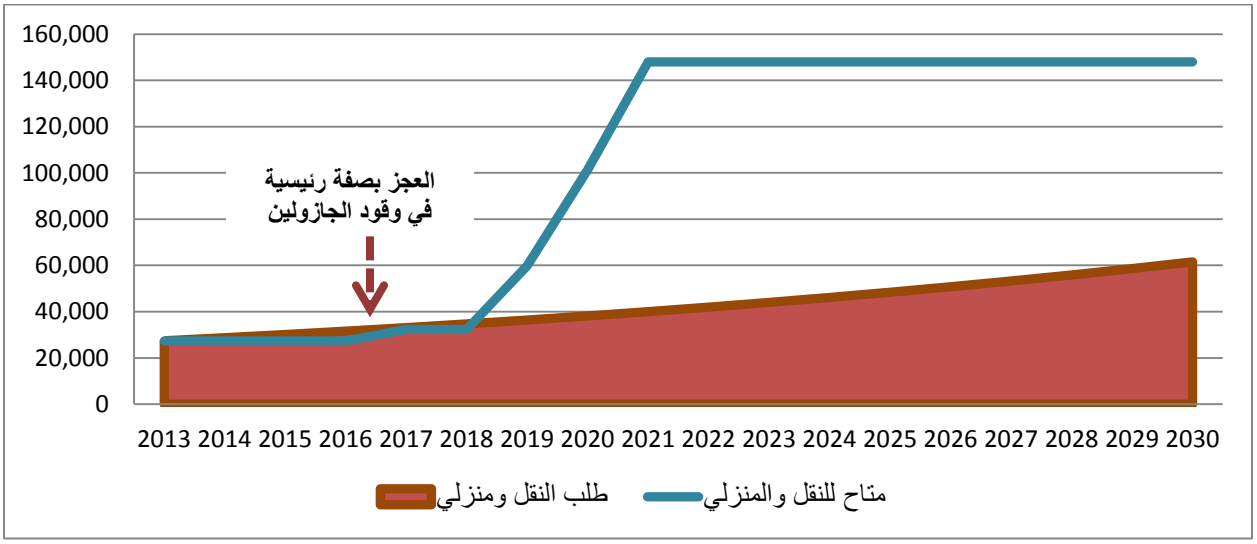
حيث يبلغ إجمالي الطلب على الوقود لقطاعات الصناعة والمنزلي والمواصلات ، حوالي 71 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2013 ، ويزداد ليصل إلى قرابة 196 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2025 ويرتفع إلى حوالي 246 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2030، ويتضح من خلال الموازنة كذلك ، أنه لا توجد أية مشكلة في تغطية الطلب على الوقود الاحفوري لهذه القطاعات بإستثناء ظهور عجز في تغطية الطلب على مادة الجازولين (البنزين) خلال الفترة (2013 – 2017)، نظرا لمحدودية الكميات المنتجة بالمصافي المحلية الحالية وارتفاع الطلب بشكل كبير، ويتوقع ان يتم تغطية العجز وتوفير كميات إضافية للتصدير عند الانتهاء من عملية تطوير المصافي المحلية ودخول مشروعات تكرير جديدة مرحلة التشغيل وذلك إعتبارا من العام 2017 وفقا لمخططات قطاع النفط الحالية، كما هو مبين بالاشكال رقم (8.7، 9.7، 10.7)



الشكل رقم (8.7)) موازنة المتاح من الوقود الاحفوري مقابل الطلب لكافة القطاعات ماعدا الكهرباء خلال السنوات (2013 – 2030)، سيناريو الاساس



الشكل رقم (9.7)) موازنة المتاح من الوقود الاحفوري مقابل الطلب لقطاع الصناعة خلال السنوات(2013 – 2030)، سيناريو الاساس



الشكل رقم (10.7) موازنة المتاح من الوقود الاحفوري مقابل الطلب لقطاع النقل والمنزلي خلال السنوات 2013 – 2030 ، سيناريو الاساس

4.1.2.7 موازنة كميات الوقود الاحفوري المتاح بالطلب المتوقع لقطاع الكهرباء خلال الفترة (2013 – 2030)

اعتمد قطاع الكهرباء استراتيجية حرق الغاز كلما أمكن ذلك ووفقا لما يتم توفيره من قطاع النفط والغاز واستخدامه كوقود اساسي لتشغيل وحدات إنتاج الكهرباء نظرا لمزاياه الفنية والاقتصادية والبيئية، والجدول رقم (6.7) التالي ، يبين توقعات الطلب على الوقود الاحفوري لقطاع الكهرباء، حيث سيبلغ الطلب على الغاز حوالي 63 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2013 يزداد هذا الطلب لصل إلى 157 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2025 و حوالي 183 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2030.

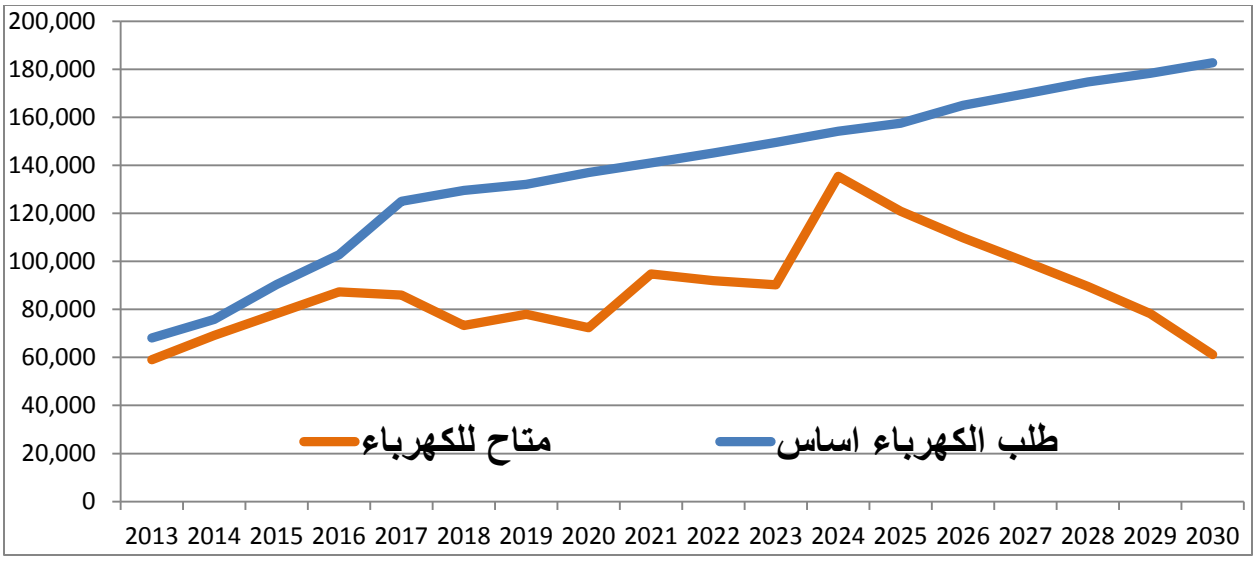
وفي حالة توفر كميات الغاز المطلوبة لإنتاج الكهرباء، فإن الطلب على المشتقات الاخرى وبالتحديد زيت الوقود بنوعيه الخفيف والثقيل سيكون بكميات محدودة خلال السنوات القليلة القادمة، وبموازنة طلب الكهرباء بالكميات المتاحة المتوقع إنتاجها يتضح ظهور عجز في تغطية الطلب يبلغ 9 مليون برميل مكافئ نفط نهاية العام 2013 يزداد هذا العجز ليصل إلى حوالي 54 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2019 ينخفض هذا العجز إلى حدود 36 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2025، يرجع ذلك لزيادة الكميات المنتجة من الغاز وتوجية الكميات المخصصة للتصدير للإستهلاك المحلي بعد إنتهاء العقد المبرم مع الجانب الايطالي بنهاية العام 2023، والجدول رقم (6.7) يبين تفاصيل ذلك، كما يبين الشكل رقم (11.7) التالي توقعات الكميات المطلوبة من الوقود الاحفوري وتلك المتاحة لقطاع الكهرباء والموازنة للفترة (2013 – 2030) :

الجدول رقم (6.7) توقعات الكميات المطلوبة من الوقود الاحفوري وتلك المتاحة لقطاع الكهرباء والموازنة للفترة (2013 – 2030)

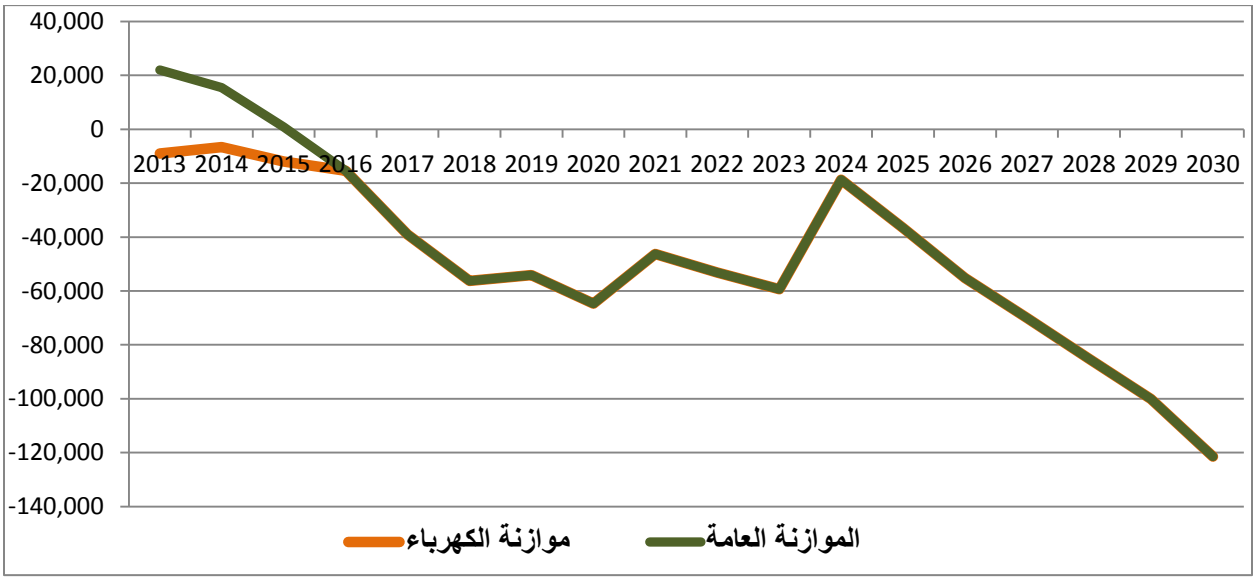
	البيـــــــــان	2013	2017	2019	2021	2025	2030
	الف ب.م.ن						
الغاز الطبيعي	الطلب	62,976	120,305	132,129	141,031	157,572	182,683
	المتاح للكهرباء	42,679	37,926	29,338	14,689	54,469	17,338
	عجز / فائض	-20,296	-82,379	-102,791	-126,342	-103,103	-165,344
ديزل	الطلب (غ.م)	1,532	0	0	0	0	0
	غاز + / -	-20,296	-82,379	-102,791	-126,342	-103,103	-165,344
	اجمالي طلب	21,828	82,379	102,791	126,342	103,103	165,344
	الطلب (غ.غ.م)	11030	29,079	33,853	41,103	51,959	53,002
	ديزل متاح	5,190	680	10,406	54,983	43,629	24,758
	عجز/فائض	-16,638	-81,699	-92,385	-71,358	-59,474	-140,586
وقود ثقيل	الطلب (غ. م)	3,662	940	0	0	0	0
	ديزل + / -	-16,638	-81,699	-92,385	-71,358	-59,474	-140,586
	اجمالي طلب	20,300	82,638	92,385	71,358	59,474	140,586
	ثقيل متاح	42,273	43,645	38,206	25,080	22,756	19,134
	عجز/فائض	31,024	-19,641	-34,348	-53,087	-66,206	-107,914
نفط خام	الطلب	0	3,723	0	0	0	0
	متاح	0	3,723	0	0	0	0
	عجز/فائض	0	0	0	0	0	0
اجمالي طلب الكهرباء (غ.م)		68,170	124,967	132,129	141,031	157,572	182,683
اجمالي الوقود المتاح		90,143	85,974	77,950	94,753	120,853	61,230
متاح للكهرباء		59,119	85,974	77,950	94,753	120,853	61,230
موازنة وقود الكهرباء		-9,051	-38,994	-54,180	-46,278	-36,719	-121,453
الموازنة العامة		21,972	-38,994	-54,180	-46,278	-36,719	-121,453

(غ.م.) = في حالة توفر غاز

(غ.غ.م.) = في حالة عدم توفر غاز



الشكل رقم (11.7) توقعات الكميات المطلوبة من الوقود الاحفوري وتلك المتاحة لقطاع الكهرباء والموازنة للفترة (2013 – 2030)



الشكل رقم (12.7) مقارنة لموازنة الكهرباء بالموازنة العامة ، ويلاحظ انه وبالرغم من وجود فائض في الوقود الاحفوري خلال السنوات 2013 – 2016 ، الا ان العجز في المتاح للكهرباء يستمر خلال كامل الفترة 2013 – 2030

3.7. تقييم الوضع الحالي لمنظومة الطاقة الليبية

بناء على ما تقدم، وبدراسة الوضع الحالي للطاقة في ليبيا (سيناريو الاساس)، يمكن استخلاص ما يلي:

- هناك ارتفاع في الطلب على الطاقة بشكل عام والطاقة الكهربائية بشكل خاص، ويمثل هذا الارتفاع المتزايد تحدى كبير للجهات والمؤسسات المسؤولة عن مجابهة هذا الطلب وتوفير الطاقة اللازمة لمختلف الانشطة الاقتصادية ومتطلبات الحياة العصرية
- يتم استهلاك الطاقة بشكل غير مرشد وبكفاءة متدنية، ومن أهم الاسباب في هذا السلوك الدعم الكبير لأسعار الطاقة سواء المشتقات النفطية أو الكهرباء، كما ان عدم وجود واعتماد مواصفات لمختلف الاجهزة والمعدات المستهلكة للطاقة تأخذ في الاعتبار الكفاءة والترشيد أدى إلى زيادة الاستهلاك غير الضروري وتدني الكفاءة إلى مستويات قياسية.
- عدم وجود مخططات استراتيجية متكاملة لتنمية وتطوير قطاعات الطاقة في ليبيا، لا يمكن من تأمين التزود بالطاقة وتحقيق التنمية المستدامة
- اعتماد الوضع القائم على مصدر وحيد للتزود بالطاقة (الوقود الاحفوري) ، سوف يؤدي إلى عدم التمكن من تلبية الاحتياجات المتزايدة وإلى تذبذب وإنخفاض الدخل الوطني
- الاستمرار في سياسة الوضع الحالي، رغم المحاذير المشار إليها سينجم عنه عواقب سلبية تؤدي إلى تدهور الاقتصاد الوطني وعدم القدرة على مجابهة تحديات التنمية خلال الفترة القادمة
- على الرغم من توفر مصادر بديلة لطاقة النفط والغاز ، متجددة وغير ناضبة وبقدرات كبيرة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح ، إلا إنه لم يتم الاستفادة منها ودعمها وتطويرها لتساهم في تغطية الطلب وتنويع مصادر الطاقة ودعم الدخل الوطني
- كذلك الامر ينطبق على مصادر الطاقة النووية، حيث لم يتم الاستفادة من تطور تقنيات الطاقة النووية والقدرات الوطنية التي تم تدريبها وتأهيلها لإدماج مصادر الطاقة النووية في مزيج الطاقة الوطني خصوصا في إنتاج الكهرباء وتحلية مياه البحر.

وفي هذا السياق، وبهدف دراسة السيناريوهات الممكنة لتطوير وتنمية قطاعات الطاقة في ليبيا بما يضمن تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتأمين التزود بالطاقة اللازمة لمختلف الانشطة الاجتماعية

والاقتصادية، فإنه ينبغي دراسة ما يعرف بالتحليل الرباعي للوضع القائم، وذلك لتحديد عناصر القوة ونقاط الضعف ومكامن الفرص والتهديدات لقطاعات الطاقة في ليبيا

7.3.1. عناصر القوة

يتميز قطاع الطاقة في ليبيا بجملة من عناصر القوة أهمها:

- توفر إحتياطي لمصادر الطاقة التقليدية النفط والغاز
- توفر إمكانيات هائلة لمصادر الطاقة المتجددة خصوصا الطاقة الشمسية
- الموقع الجغرافي لليبيا والذي يتوسط قارات العالم الرئيسة، يجعلها حلقة وصل قريبة من الاسواق العالمية
- توفر الكوادر البشرية التي يمكن تأهيلها وتدريبها لإستيعاب مختلف التقنيات بما في ذلك تقنيات الطاقة النووية والمتجددة
- توفر البنية المؤسساتية اللازمة لتطوير قطاعات الطاقة وتنميتها.

7.3.2. نقاط الضعف

- الاعتماد على النفط والغاز كمصدر وحيد للطاقة في ليبيا،
- ارتفاع نسبة الفقد لمنظومة نقل وتوزيع الكهرباء.
- عدم القدرة على التغطية الكاملة لاحمال الذروة الكهربائية
- وجود عجز في تلبية الطلب من بعض المشتقات النفطية المنتجة محليا.
- غياب السياسات والآليات المحفزة لترشيد الاستهلاك، والتأثير السلبي لسياسات الدعم الحالية.
- غياب السياسات والبرامج التي من شأنها رفع كفاءة إنتاج وإستخدام الطاقة ووضع التشريعات الضرورية.
- عدم وجود أي شراكة فاعلة مع القطاع الخاص في مجال الطاقة الكهربائية
- الاحتكار الكامل لإنتاج ونقل وتوزيع الطاقة وعدم وجود إي سياسات تنافسية في هذا المجال

3.3.7. الفرص المتاحة

يتمتع قطاع الطاقة في ليبيا بوجود فرص متاحة تمكنه من أن يلعب دورا مهما في السوق الاقليمي والعالمي للطاقة، في حالة ما تم استغلال هذه الفرص وفقا لخطة استراتيجية تعتمد على مرتكزات واهداف محددة، من هذه الفرص ما يلي:

- توفر القدرة المالية لتطوير قطاع الطاقة وتوفير التمويلات اللازمة.
- وجود امكانيات لمصادر الطاقات المتجددة الشمسية والرياح
- امكانيات رفع الكفاءة والترشيد في الاستهلاك
- توفر القدرات البشرية القابلة للتدريب في مجالات الطاقة المختلفة، بما في ذلك الطاقة النووية

4.3.7. تهديدات الوضع الحالي

- الاستمرار في سياسات الطاقة الحالية يمثل تهديد للأمن الوطني.
- عدم القدرة على تلبية الطلب المتزايد على الوقود الأحفوري
- الأستمرار في حرق الوقود الاحفوري بمعدلات متزايدة يمثل تهديد لمصدر الدخل الوطني
- إرتفاع الاستثمارات المطلوبة لتنفيذ مشروعات الطاقة وتنميتها
- التأخر في تنفيذ المشاريع التنموية المعتمدة

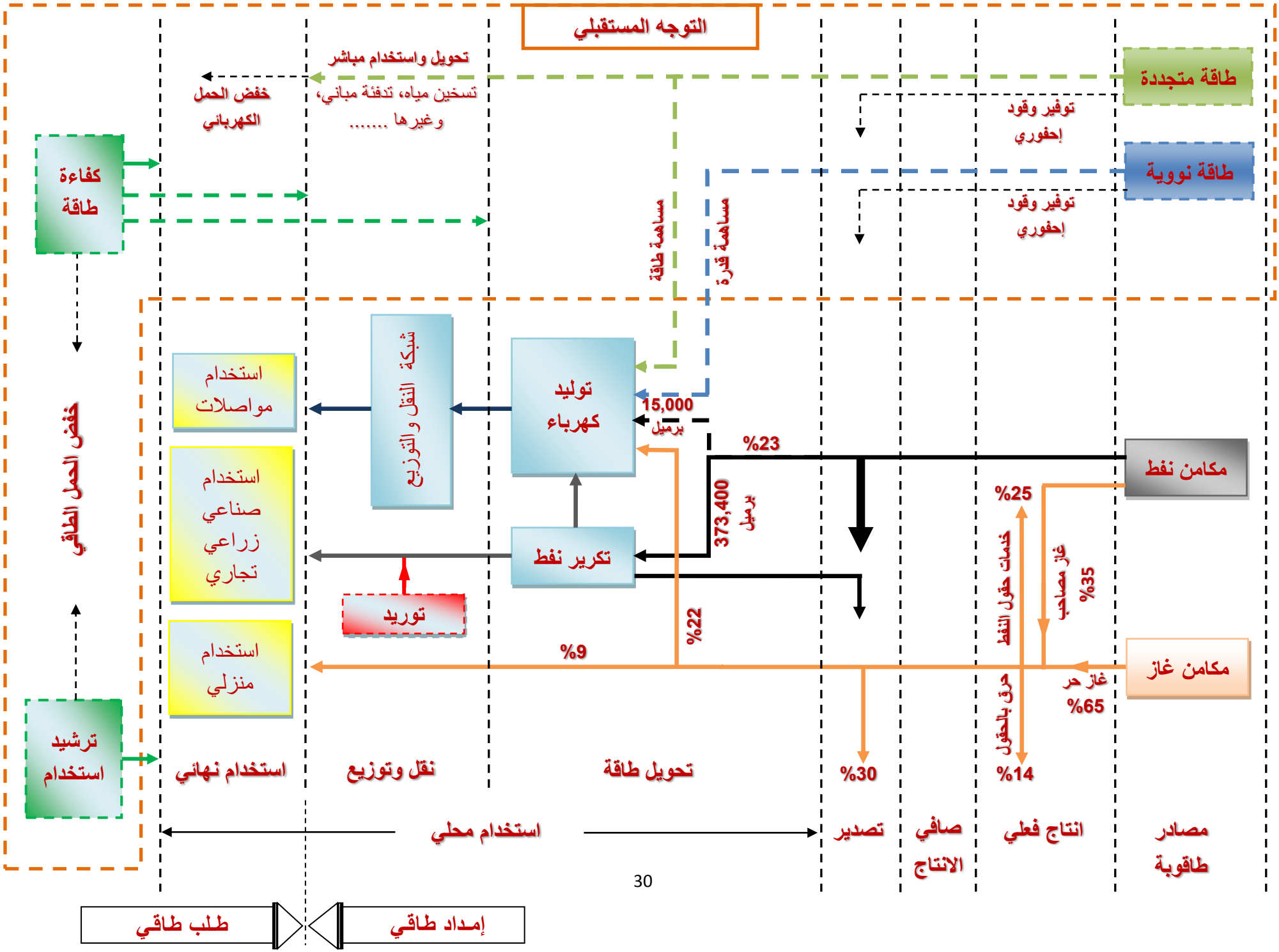
4.7 المرتكزات والأهداف

- تقليل الاعتماد على النفط كمصدر للطاقة، والحفاظ عليه كمادة عالية القيمة.
- تنويع مصادر الطاقة وتحقيق الامن الطاقي.
- تحسين كفاءة منظومة الطاقةوترشيد الاستهلاك
- الحفاظ على البيئة والتقليل من انبعاث الغازات الدفيئة.
- الاستثمار في مجال الطاقة بهدف تنويع مصادر الدخل.
- التكامل مع التوجهات العالمية في مجال الطاقة.

5.7. التوجه المستقبلي لمنظومة الطاقة

بناءً على تقييم الوضع الحالي للمنظومة الوطنية للطاقة، فإنه لا مناص لليبيا من وضع برنامج واستراتيجية وطنية للطاقة، ذات رؤية وأهداف محددة تنسجم مع السياسات والتوجهات الدولية في هذا المجال، تأخذ في الاعتبار تنويع مصادر الطاقة مع تحسين الكفاءة وترشيد الاستهلاك، ويتم من خلالها استغلال كل الفرص المتاحة، وتفادي نقاط الضعف ومجابهة التهديدات والمخاطر التي قد تنجم عن الاستمرار في السياسة الحالية، ويبين الشكل (12.7) مقترح المخطط الشامل لمنظومة الطاقة الوطنية متضمنا الوضع القائم والتوجه المستقبلي الذي يجب أن يتم تبنيه لتعزيزمنظومة الطاقة وضمان استدامتها.

الشكل (12.7): مقترح المخطط الشامل للمنظومة الوطنية للطاقة للطاقة



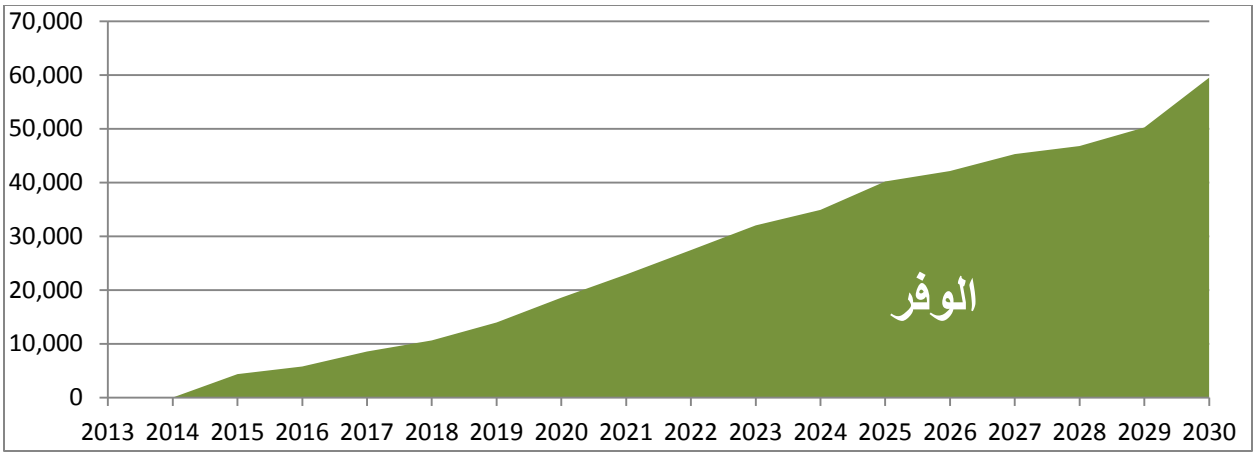
6.7. الحوارات المستقبلية الممكنة لمنظومة الطاقة الوطنية

6.7. 1. سيناريو الترشيد ورفع كفاءة الطاقة

إن الاستخدام الحالي للطاقة في ليبيا غير مرشد ومستوى الكفاءة يعتبر متدني في خلال مراحل الانتاج والنقل والتوزيع، وإذا ما استمر الوضع الحالي والسياسات المطبقة حاليا خصوصا فيما يتعلق بسياسات دعم الوقود والكهرباء، فإنه من المرشح أن يستمر الاستعمال غير المرشد لمختلف صور الطاقة خصوصا الكهرباء ووقود الجازولين.

إن اتباع سياسات تهدف للرفع من كفاءة الطاقة والترشيد في استهلاكها، سواء في مراحل الانتاج والنقل أو عند الاستعمال النهائي في مختلف قطاعات الاستهلاك، المنزلي، التجاري، الصناعي، النقل والمواصلات....الخ، سوف يوفر كميات لاباس بها من الطاقة المستهلكة ويحد من الهدر الحالي للطاقة ويمكن من التحكم في نمط الاستهلاك والحد من الارتفاع الكبير لأحمال الذروة الكهربائية.

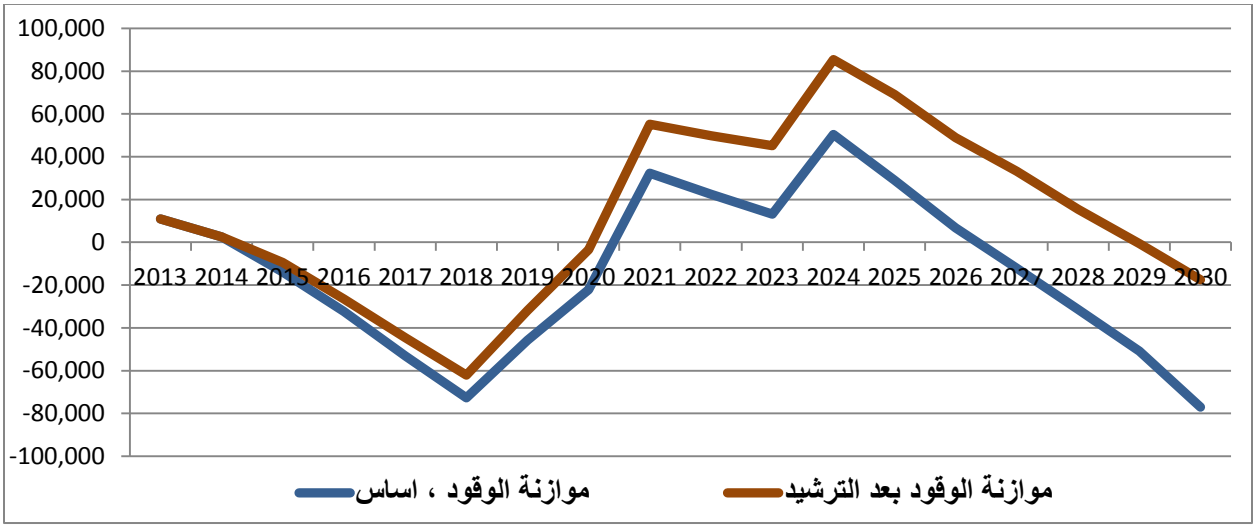
ولمعرفة الوفر الذي يمكن ان ينتج من تطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة، تم دراسة سيناريو يعتمد على فرضية تطبيق برامج للترشيد في الاستهلاك ورفع الكفاءة، على سبيل المثال استبدال التسخين الكهربائي للمياه بالتسخين الشمسي، استبدال المصابيح العادية بمصابيح مرشدة مقتصدة للطاقة في القطاع المنزلي والحكومي والمرافق العامة واهمها إنارة الشوارع، وغير ذلك من التطبيقات المختلفة التي يمكن اتباعها لتحقيق هذا الهدف، وحيث أنه لاتتوفر بيانات دقيقة في هذا الخصوص، فقد تم افتراض نسب للترشيد في الاستهلاك ونسب أخرى لكفاءة الطاقة يمكن تحقيقها، حتى يمكن موازنة الطلب على الطاقة بعد تطبيق برامج الترشيد والكفاءة بالكميات المتاحة المتوقع إنتاجها من الوقود الاحفوري، ويبين الشكل رقم (13.7)، الوفر الممكن تحقيقه من خلال تطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة



الشكل (13.7)، الوفر الممكن تحقيقه من خلال تطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة

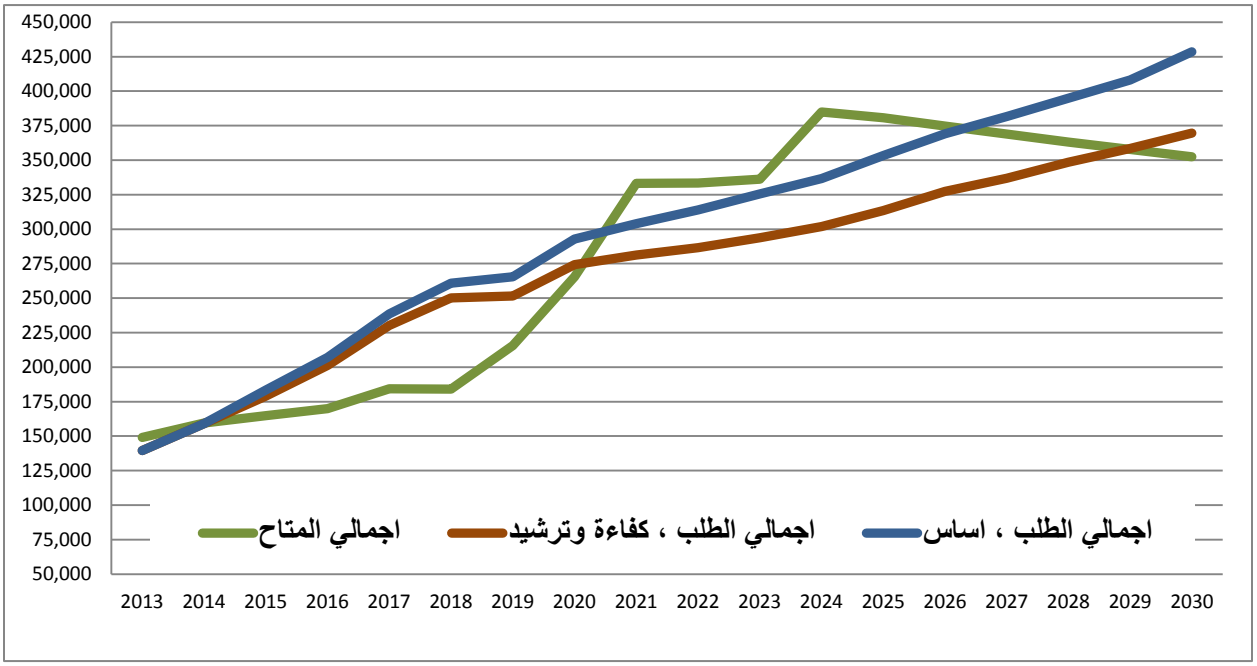
ويتوقع ان ينخفض الطلب على الوقود الاحفوري عند تحقيق هذه الكميات من الوفر نتيجة تطبيق برامج رفع الكفاءة والترشيد في الاستهلاك من حوالي 304 مليون برميل مكافئ نفط إلى حدود 281 مليون برميل مكافئ نفط عام 2021، ومن حوالي 428 مليون برميل مكافئ نفط عام 2030 إلى قرابة 370 مليون برميل مكافئ نفط في نفس العام.

وبموازنة الكميات المتاحة بالطلب أخذا في الاعتبار الترشيد في الاستهلاك ورفع كفاءة انتاج واستخدام الطاقة يتضح انخفاض العجز المتوقع في تغطية الطلب خلال الفترة 2017 -2020، ويختفي هذا العجز في الفترة 2021 – 2029، ثم يعود للظهور مرة أخرى بنهاية العام 2030 ، وكما هو موضح بالشكل رقم (14.7).



الشكل (14.7 موازنة المتاح من الوقود الاحفوري للسنوات (2013 -2030) سيناريو الترشيد والكفاءة

ويبين الشكل التالي رقم (15.7) مقارنة للمتاح مع الطلب على الوقود الاحفوري في سيناريو الاساس وسيناريو الترشيد والكفاءة



الشكل (15.7) مقارنة للمتاح مع الطلب على الوقود الاحفوري في سيناريو الاساس وسيناريو الترشيد والكفاءة

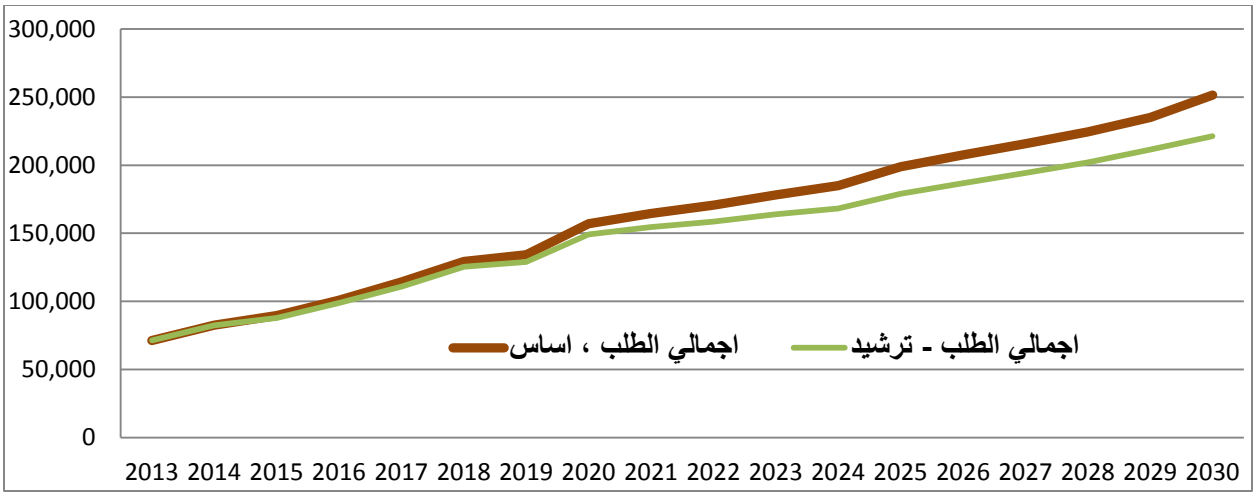
ويوضح الجدول رقم (7.7)، أنه خلال العام 2017 يمكن الوصول إلى نسبة وفر في الطاقة الكهربائية تبلغ (5٪)، بما يعادل حوالي 2700 جيجاوات ساعة، ينجم عنه توفير في الوقود بحوالي 5 مليون برميل مكافئ نفط، ويبلغ إجمالي الوفر في الوقود الممكن تحقيقة إذا ما تم تطبيق برامج الترشيد ورفع الكفاءة في قطاعات الكهرباء والصناعة والمواصلات حوالي 8.5 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2017، يزداد هذا الوفر تدريجيا بزيادة نسبة الترشيد في الاستهلاك والكفاءة، كما يبين جدول الموازنة المشار إليه أن إجمالي الوفر الممكن تحقيقة في الوقود بنهاية العام 2030 سيبلغ قرابة 59 مليون برميل مكافئ نفط.

الجدول رقم (7.7) ، موازنة الطلب على الوقود الاحفوري مقابل الكميات المتاحة للفترة (2013 – 2030)

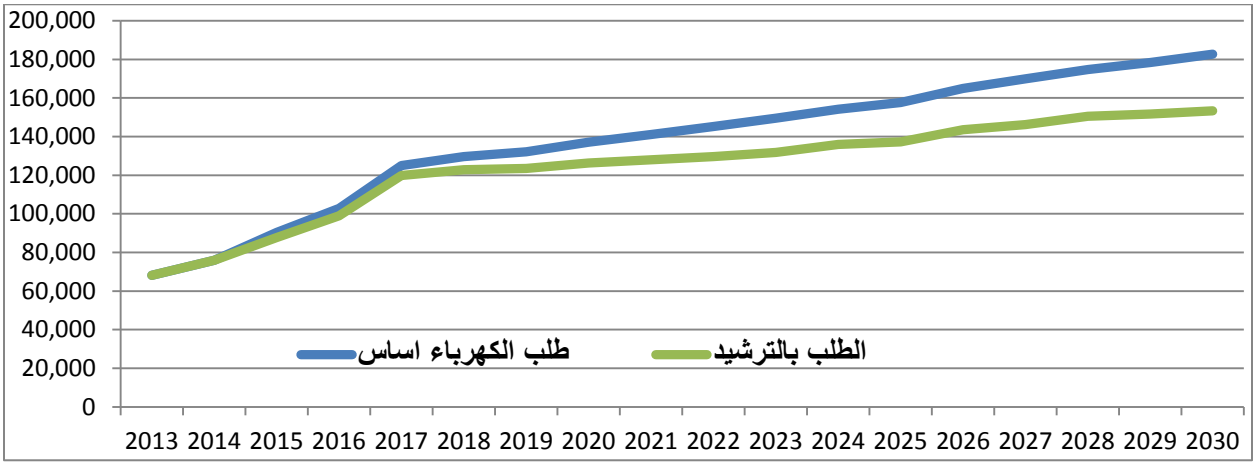
بتطبيق اجراءات الترشيد ورفع الكفاءة

	البيـــــــــان			2013	2017	2019	2021	2025	2030
سيناريو الاساس	اجمالي الوقود الاحفوري المتاح		الف ب.م.ن	149,071	184,277	215,563	333,081	380,632	352,470
	اجمالي الكهرباء المنتجة		ج.و.س	38,024	54,432	65,076	76,632	89,702	103,585
	إجمالي الطلب على الوقود		الف ب.م.ن	139,475	238,656	265,360	304,052	353,461	428,389
سيناريو الاساس مع الترشيد والكفاءة	الكهرباء	نسبة الوفر		0%	5%	7%	9%	12%	15%
		الوفر في الطاقة	ج.و.س	0	2,722	4,555	6,897	10,764	15,538
		الوفر في الوقود	الف ب.م.ن	0	5,136	8,597	13,016	20,314	29,323
	الصناعة	نسبة الوفر		0%	3%	4%	6%	10%	12%
		الوفر في الوقود	الف ب م ن	0	1,907	3,096	6,047	11,845	17,234
	نقل ومنزلي	نسبة الوفر		0%	3%	4%	6%	10%	12%
		الوفر في الوقود	الف ب م ن	0	1,504	2,234	3,734	7,744	12,250
	اجمالي الوفر في الوقود			0	8,547	13,926	22,797	39,903	58,807
	الطلب ، مع ترشيد وكفاءة			139,475	230,109	251,434	281,255	313,558	369,582
	موازنة الوقود العامة			9,596	-45,832	-35,871	51,826	67,074	-17,112
	الوقود المتاح للكهرباء		الف ب.م.ن	59,119	87,881	81,045	100,800	132,698	78,464
	موازنة الكهرباء			-9,051	-37,087	-51,084	-40,231	-24,874	-104,218

واما بالنسبة الى موازنة المتاح من الوقود الاحفوري لمختلف القطاعات ما عدا الكهرباء ، يبين الشكل رقم (16.7) التالي ، الانخفاض في طلب هذه القطاعات من الوقود نتيجة الى تطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة

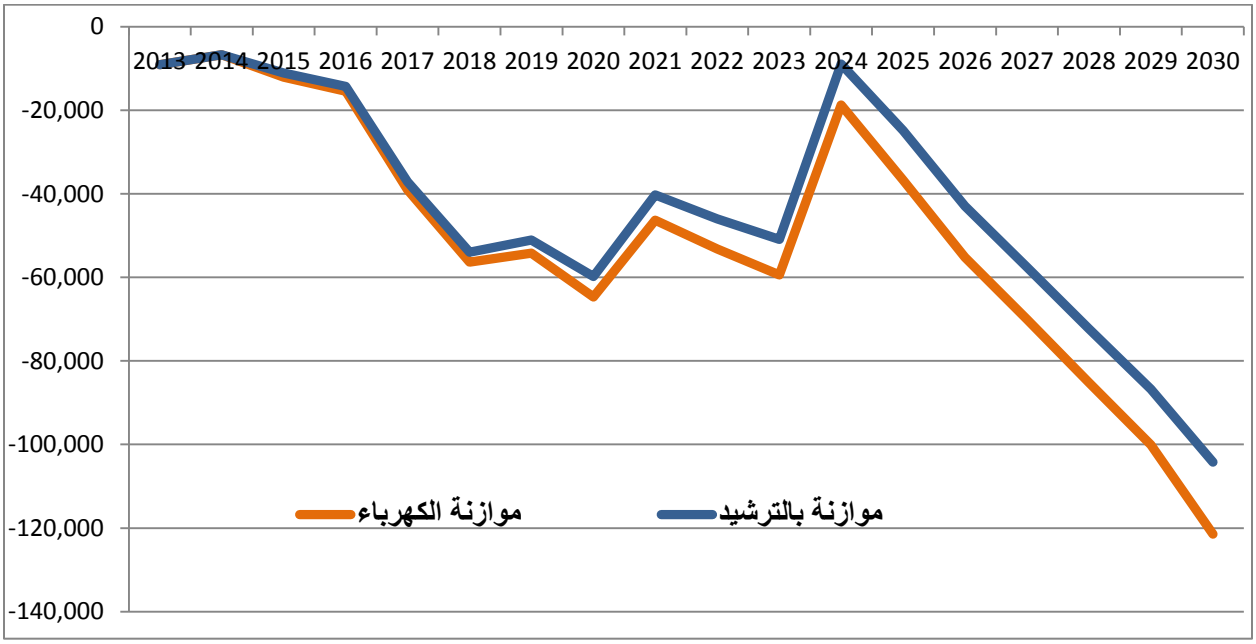


وأما في ما يتعلق بموازنة قطاع الكهرباء بعد تطبيق برامج الترشيد في الاستهلاك والكفاءة' ، يبين الشكل رقم (17.7) التالي ، انخفاض طلب الكهرباء من الوقود نتيجة الى تطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة



وأخذا في الاعتبار سيناريو الترشيد والكفاءة وكذلك موازنة طلب الكهرباء على الوقود الاحفوري بعد تطبيق سيناريو الترشيد والكفاءة، يتضح جليا مساهمة تطبيق برامج الترشيد والكفاءة في خفض الطلب على الوقود الاحفوري ، إلا انه من المهم ملاحظة استمرار العجز في تلبية الطلب على الوقود الاحفوري لقطاع الكهرباء على الرغم من أنخفاضه بالكميات التي يتم توفيرها نتيجة لتطبيق اجراءات الترشيد فى الاستهلاك ورفع الكفاءة، مما يتطلب اتخاذ مزيد من الاجراءت الاخرى والبحث عن بدائل لتغطية الطلب، خصوصا طلب قطاع الكهرباء ، وانه من المتوقع أن يبلغ العجز في تلبية الطلب على الوقود الاحفوري لقطاع الكهرباء حوالي 37

مليون برميل مكافئ نفط عام 2017 يرتفع ليصل إلى حوالي 104 مليون برميل مكافئ نفط عام 2030، كما تم تبيانه تفصيلا بالجدول (7.7) اعلاه ، وكما هو موضح بالشكل رقم (18.7).



الشكل رقم (18.7) مقارنة لموازنة طلب الكهرباء على الوقود الاحفوري بالكميات المتاحة للفترة (2013 – 2030)

(حسب حوار الاساس وبتطبيق اجراءات الترشيد ورفع الكفاءة للقطاع)

7.6.2. سيناريو إدخال الطاقات المتجددة ضمن مزيج الطاقة الوطني

تعتبر ليبيا من ضمن الدول التي تقع داخل منطقة الحزام الشمسي التي تتوفر فيه الطاقة الشمسية بأعلى المعدلات على مستوى العالم، وتتمتع ، نظرا لمساحتها الشاسعة ، بإمكانيات هائلة من الطاقة الشمسية، وإذا ما أضيف إليها الامكانيات المتاحة من طاقة الرياح، فإن الطاقة المتجددة في ليبيا، في حال استغلالها الاستغلال الأمثل، يمكنها توفير طاقة قد تتجاوز تغطية الاحتياجات المحلية وتصل إلى التصدير لأسواق الطاقة المجاورة، مما يعني تحقيق استدامة التزود بالطاقة محليا واستمرار إضطلا ع ليبيا بدورها المهم في سوق الطاقة الدولي والإقليمي.

لقد تم وضع سيناريو إدخال الطاقة المتجددة من ضمن مزيج الطاقة الوطني ، اعتمادا على البيانات المتوفرة من قطاع الطاقات المتجددة، حيث تبين مخططات الجهاز التنفيذي للطاقات

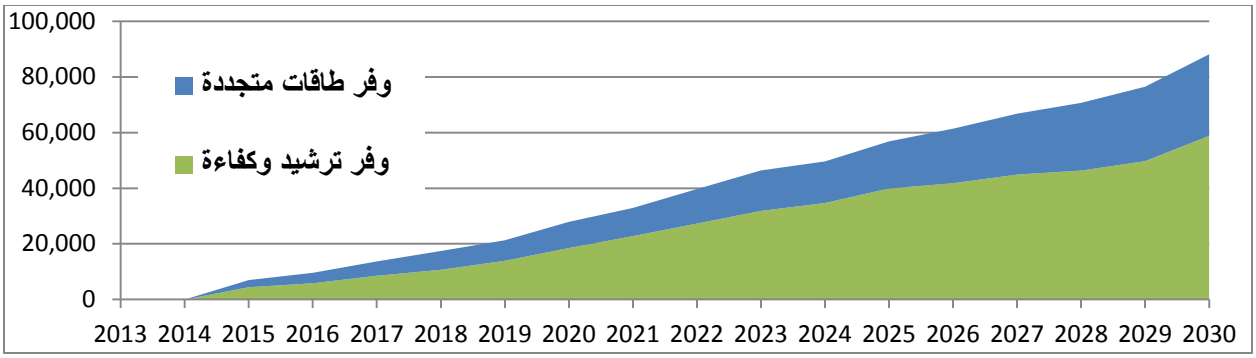
المتجددة أن نسبة مساهمة مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) في إنتاج الطاقة الكهربائية، من المتوقع أن تبلغ حدود 7٪ خلال العام 2020 وقرابة 15٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية المتوقع إنتاجها بنهاية العام 2030.

والجدول رقم (8.7) يبين نسبة مساهمة مصادر الطاقات المتجددة في انتاج الطاقة الكهربائية وفقا لمخطط قطاع الطاقات المتجددة، والطاقة الكهربائية المتوقع إنتاجها سنويا من هذه المصادر، وكذلك كميات الوفر في الوقود الاحفوري التي يمكن تحقيقها، خلال الفترة (2015 – 2030) في حالة تحقيق نسب المساهمة الموضحة بالجدول (8.7)، حيث من المتوقع إنتاج ما يزيد عن 1300 جيجاوات ساعة سنويا من الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقات المتجددة خلال العام 2015، مما سيوفر حوالي 2.5 مليون برميل مكافئ نفط من الوقود الاحفوري، ترتفع هذه الكميات بزيادة مساهمة مصادر الطاقات المتجددة لتصل القدرات المتوقع إنتاجها من الكهرباء إلى قرابة 15500 جيجاوات ساعة سنويا بنهاية العام 2030، ما يكافئ توفير حوالي 29 مليون برميل مكافئ نفط من الوقود الاحفوري.

جدول رقم (8.7) نسبة مساهمة مصادر الطاقات المتجددة والوفر المتوقع تحقيقه في الوقود الاحفوري

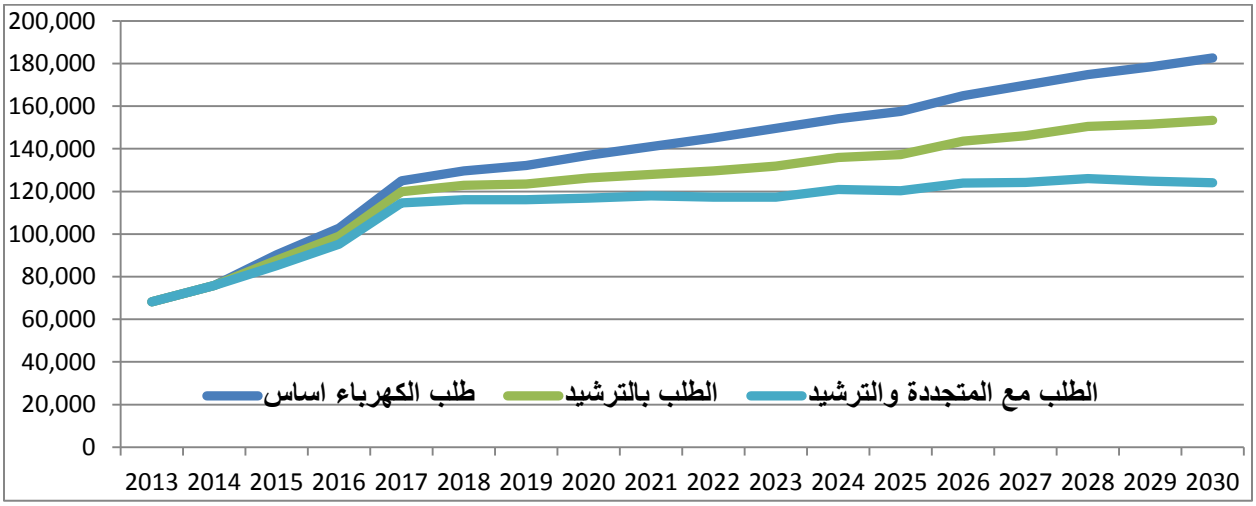
البيان	2015	2020	2025	2030
نسبة المساهمة في إنتاج الطاقة الكهربائية (٪)	3	7	10	15
الطاقة المتوقع انتاجها سنويا (م.و.س)	1,358	4,974	8,970	15,538
الوفر في الوقود الإحفوري (ألف.ب.م.ن)	2,562	9,387	16,928	29,323

ويبين الشكل رقم (19.7) الوفر الممكن تحقيقه من خلال ادخال تقنيات الطاقات المتجددة اضافة الى تطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة



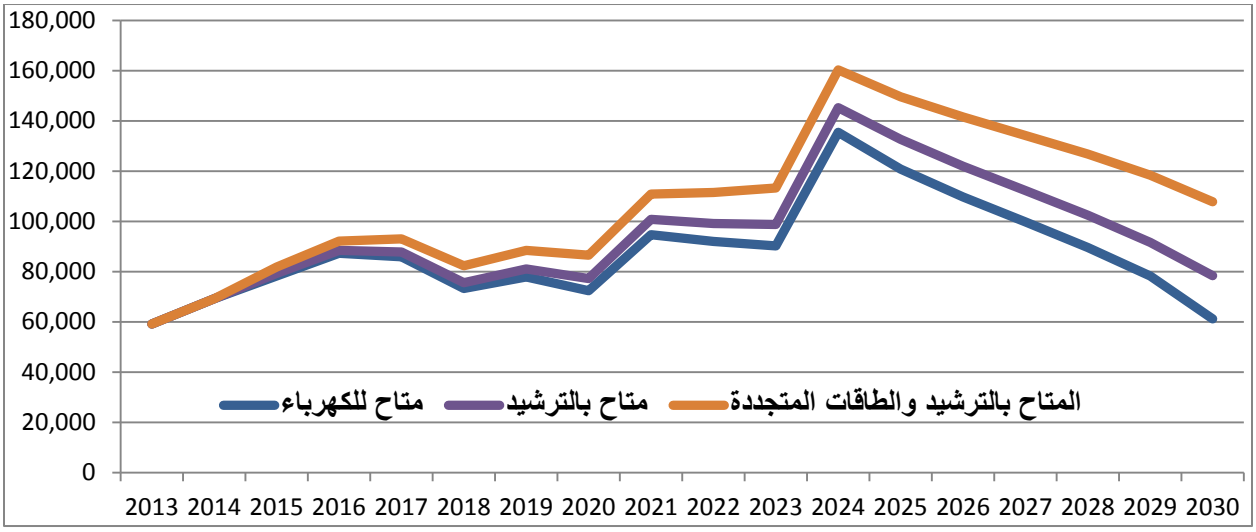
الشكل رقم (19.7) الوفر الممكن تحقيقه من خلال ادخال تقنيات الطاقات المتجددة وتطبيق برامج رفع الكفاءة والترشيد في الاستهلاك

ويبين الشكل رقم (20.7) مقارنة توقعات طلب الكهرباء على الوقود الاحفوري خلال السنوات 2013 – 2030 ، باعتبار سيناريو الاساس مع الترشيد والكفاءة مع مساهمة الطاقات المتجددة، ويلاحظ انخفاض الطلب على الوقود الاحفوري بشكل مقارنة بسيناريو الاساس ويتضح الاثر الايجابي لمساهمة الطاقات المتجددة وتطبيق برامج وسياسات رفع الكفاءة والترشيد في الاستهلاك.



الشكل رقم (20.7) مقارنة توقعات طلب الكهرباء على الوقود الاحفوري خلال الفترة (2013 – 2030) لسناريوهات الاساس، الكفاءة والترشيد والطاقات المتجددة

بينما يبين الشكل رقم (21.7) مقارنة توقعات الكميات المتاحة من الوقود الاحفوري لقطاع الكهرباء خلال السنوات (2013 – 2030)، باعتبار سيناريو الاساس مع الترشيد والكفاءة مع مساهمة الطاقات المتجددة



الشكل رقم (21.7) مقارنة توقعات الكميات المتاحة من الوقود الاحفوري لقطاع الكهرباء خلال السنوات (2013 – 2030)، باعتبار سيناريو الاساس مع الترشيد والكفاءة مع مساهمة الطاقات المتجددة

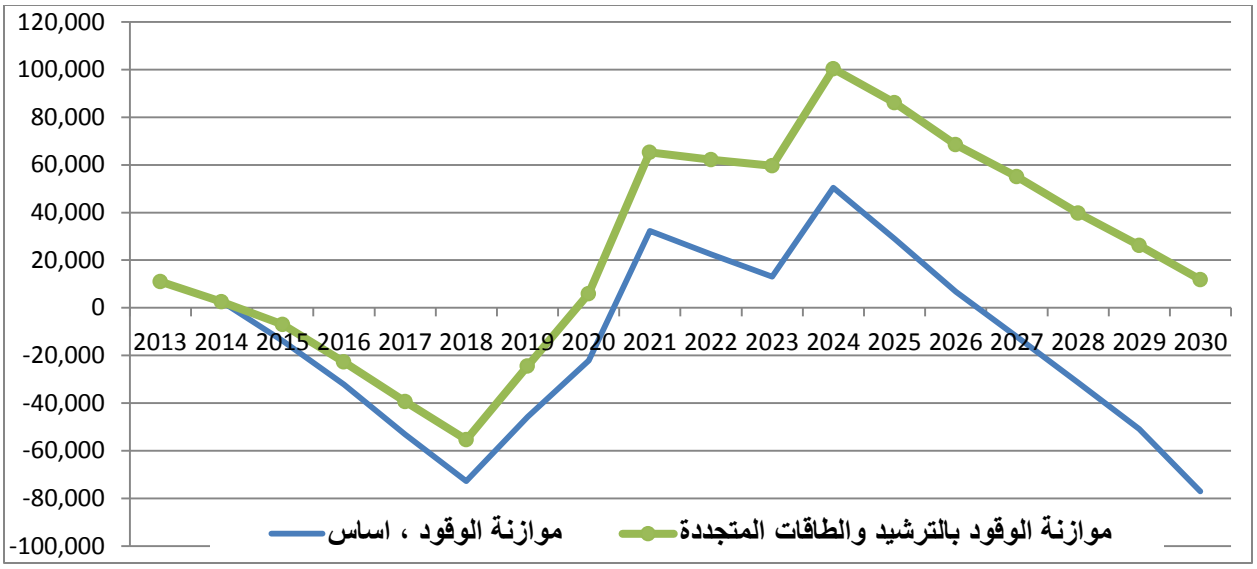
بينما يبين الجدول رقم (9.7) موازنة المتاح من كميات الوقود الاحفوري المتوقع انتاجها مقابل الطلب المتوقع لمختلف قطاعات الاستهلاك للفترة (2013 – 2030) أخذا في الاعتبار مساهمة الترشيد والكفاءة ومصادر الطاقات المتجددة، حيث توضح الموازنة أن إجمالي الطلب على الوقود الاحفوري ينخفض إلى حوالي 225 مليون برميل مكافئ نفط ، في العام 2017 ، بتطبيق برامج الترشيد في الاستهلاك ورفع الكفاءة وإدخال الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة بالمقارنة بحوالي 230 مليون ب.م.ن عند تطبيق سيناريو الترشيد والكفاءة فقط، وحوالي 239 مليون ب.م.ن في سيناريو الاساس.

ويزداد انخفاض الطلب على الوقود الاحفوري بإرتفاع نسبة مساهمة الطاقات المتجددة المتوقع ان تصل إلى 15٪ عام 2030، حيث يتوقع ان يبلغ إجمالي الطلب المتوقع حوالي 340 مليون ب.م.ن مقارنة بحوالي 428 مليون ب.م.ن لسيناريو الاساس.

الجدول رقم (9.7) ، موازنة المتاح من كميات الوقود الاحفوري المتوقع انتاجها مقابل الطلب المتوقع لمختلف قطاعات الاستهلاك للفترة (2013 – 2030)، باعتبار مساهمة الترشيد والكفاءة ومصادر الطاقات المتجددة

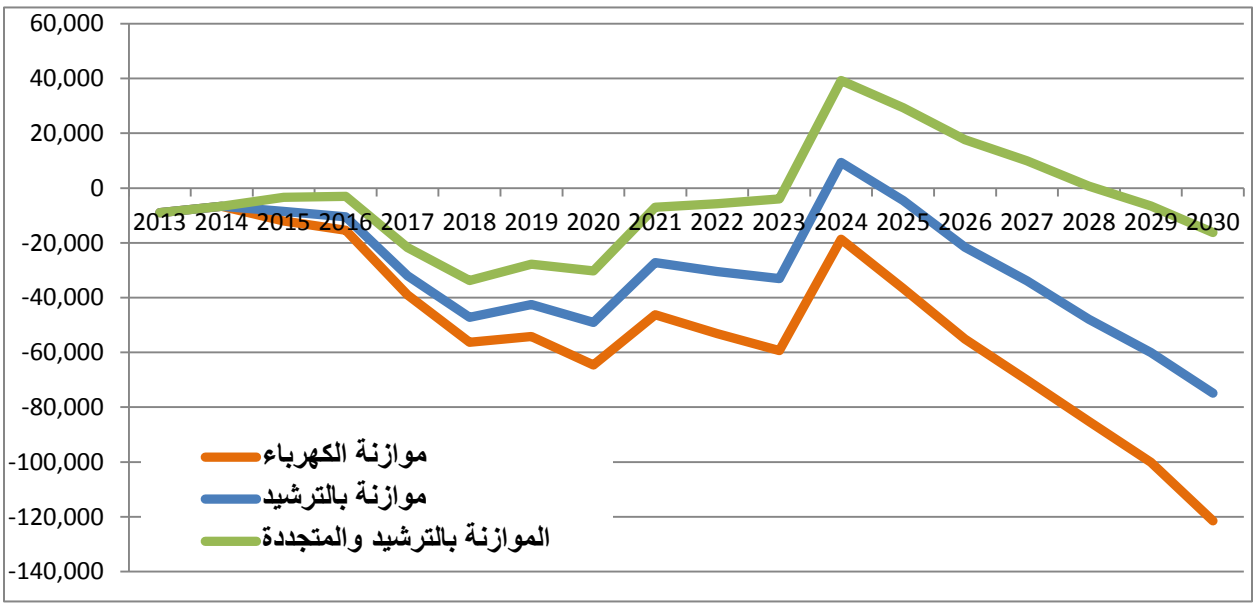
	البيـــــــــان		2013	2017	2019	2021	2025	2030
سيناريو الاساس مع الترشيد والكفاءة والطاقات المتجددة	الطلب الكهرباء على الوقود مع ترشيد وكفاءة	ج.و.س	68170	119831	123533	128015	137258	153360
	اجمالي الكهرباء المنتجة	ج.و.س	38024	54432	65076	76632	89702	103585
	اجمالي الطلب على الوقود مع ترشيد وكفاءة	الف ب م ن	139475	230109	251434	281255	313558	369582
	نسبة مساهمة الطاقات المتجددة		0%	5%	6%	7%	10%	15%
	الطاقة المتوقع انتاجها	ج.و.س	0	2,722	3,905	5,364	8,970	15,538
	الوفر في الوقود		0	5,136	7,369	10,123	16,928	29,323
	اجمالي الطلب على الوقود مع ترشيد ومتجددة		139,475	224,973	244,065	271,132	296,630	340,259
	موازنة الوقود العامة	الف ب م ن	9,596	-40,696	-28,502	61,949	84,003	12,211
	الوقود المتاح للكهرباء		59,119	93,017	88,414	110,923	149,627	107,787
	موازنة الكهرباء		-9,051	-26,814	-35,119	-17,092	12,369	-45,573

ومن خلال الموازنة في الجدول رقم (9.7) اعلاه ، يتبين كذلك أن العجز في تلبية طلب كافة القطاعات على الوقود الاحفوري ينخفض بشكل ملحوظ ، حيث يظهر عجز بسيط خلال السنوات 2017 – 2019 ، يتم تغطيتة بشكل عام كموازنة عامة إعتبارا من العام 2020 ، وكماهو مبين بالشكل رقم (22.7).



الشكل رقم (22.7) موازنة الوقود الاحفوري لسناريو مساهمة رفع الكفاءة والترشيد واطاقات المتجددة مقارنة بسيناريو الاساس

وبالنظر الى الوقود الاحفوري المتاح لقطاع الكهرباء ، يتضح استمرار وجود العجز في تغطية طلب الكهرباء حتى بعد مساهمة مصادر الطاقات المتجددة والترشيد في الاستهلاك والكفاءة ، ولكن ينخفض العجز المتوقع بشكل كبير بالمقارنة مع سيناريو الاساس ، حيث سيبلغ العجز المتوقع في تغطية طلب الكهرباء حوالي 35 مليون ب م ن خلال العام 2019 وحوالي 46 مليون ب م ن خلال العام 2030 ، وكماهو مبين بالشكل رقم (23.7)



الشكل رقم (23.7) موازنة الوقود الاحفوري المتاح للكهرباء لسناريوهات الكفاءة والترشيد ومساهمة الطاقات المتجددة مقارنة بالاساس

وبإعتبار الامكانيات المتاحة الكبيرة لمصادر الطاقات المتجددة في ليبيا خصوصا الطاقة الشمسية ، وتطور تقنياتها على المستوى العالمي، والانخفاض المضطرد في تكلفة انتاج وحدة الطاقة من هذه المصادر، يرى فريق الخبراء أن النسب المخطط تنفيذها من قبل المؤسسات المعنية في هذا المجال تعتبر متحفظة جدا ومنخفضة ولا تمكن من تحقيق الاهداف المرجوة والممكنة من هذه المصادر، حيث يعتبر قطاع الطاقات المتجددة أحد أهم القطاعات التي يمكنها المساهمة في تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على النفط والغاز كمصدر وحيد لها ، كما يمكن ان يحقق دخل اضافي لدخل النفط والغاز ، وفي هذا السياق يرى فريق الخبراء ضرورة دراسة إمكانية رفع نسبة مساهمة مصادر الطاقات المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية لتصل إلى حوالي 30٪ على الاقل عام 2030.

3.6.7. سيناريو إدخال مساهمة الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء

تعتبر الطاقة النووية من المصادر المهمة والفعالة والتي يمكنها تغطية جزء هام من الطلب على الطاقة الكهرباءية وتوفير كميات كبيرة من الوقود الاحفوري والمحافظة على البيئة بخفض الانبعاثات الضارة، على الرغم من بعض الحوادث التي أدت إلى مراجعة معدلات الأمان ومعايير السلامة المتبعة في محطات الطاقة النووية.

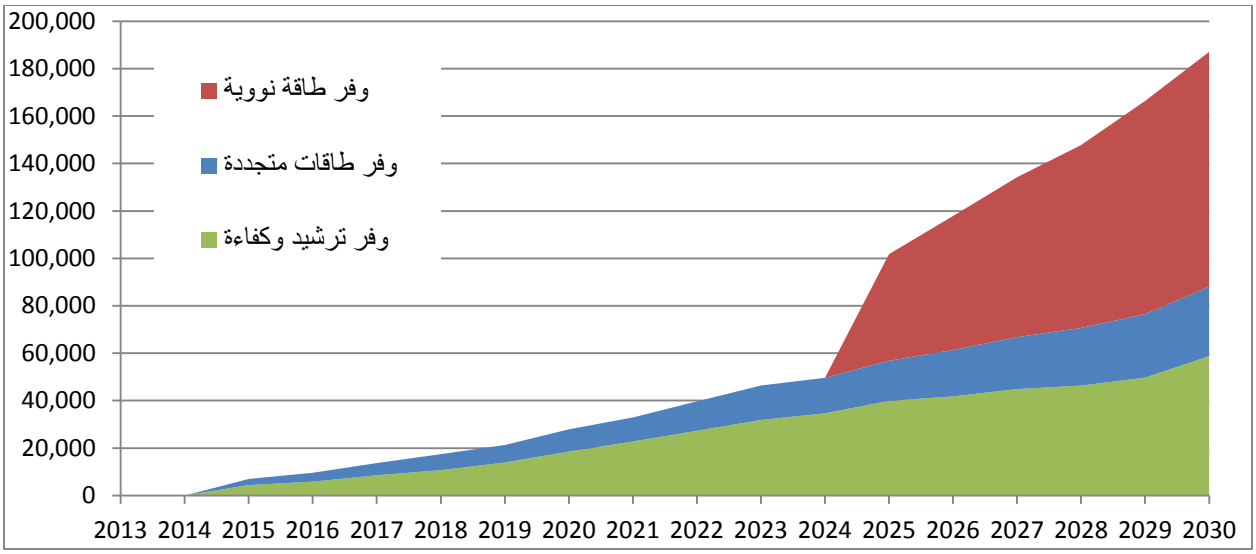
وكما تمت الاشارة إليه سابقا ، فإن العجز في تلبية الطلب على الوقود الاحفوري لقطاع الكهرباء سوف يستمر حتى بعد مساهمة مصادر الطاقات المتجددة والترشيد في الاستهلاك والكفاءة، وهذا الامر يجعل الحاجة ملحة الى خلق مزيج طاقوي وطني وضرورة تفرضها مقتضيات الوضع القائم للطاقة في ليبيا واهمية لتحقيق امن التزود بالطاقة وعلى الاخص الطاقة الكهربائية، ومن هذا المنطلق تأتي اهمية إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء في ليبيا لمواجهة الطلب المتزايد على الكهرباء والحد من ارتفاع الطلب على الوقود الأحفوري ، بالإضافة الى عدة عوامل اخرى اقتصادية وفنية وبيئية، باعتبار إن استخدام الطاقة النووية مجديا اقتصاديا على الرغم من تكلفة التشييد العالية.

وفي هذا البند سوف يتم توضيح نتائج خيار إدخال الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء في ليبيا ، ومدى تأثير ذلك على تغطية العجز في الطلب على الوقود الاحفوري ، خصوصا في قطاع الكهرباء، حيث تم الاخذ في ألاعتبار إنشاء محطة نووية لإنتاج الكهرباء مكونة من اربعة مفاعلات نووية بقدرة مركبة تبلغ 1600 ميجاوات لكل مفاعل وبقدرة إجمالية مركبة تبلغ 6400 ميجاوات، على ان يتم تركيب وتشغيل وربط المفاعل الأول والثاني بالشبكة العامة للكهرباء خلال العام 2025، والمفاعل الثالث خلال العام 2027، والمفاعل الرابع خلال العام 2029، وبالتالي يتوقع أن يتم إنتاج حوالي 24000 جيجاوات ساعة بنهاية العام 2025، بنسبة إجمالية تمثل حوالي 27٪ من إجمالي الطاقة الكهربية المتوقع إنتاجها خلال نفس العام، وبإستكمال تركيب وتشغيل كامل المحطة النووية بنهاية العام 2029، فإن الطاقة المتوقع إنتاجها من هذه المحطة سوف تبلغ حوالي 52000 جيجاوات ساعة خلال العام 2030 وبنسبة مساهمة إجمالية تبلغ حوالي 50٪ ، وكما هو مبين تفصيلا بالجدول رقم (10.7).

جدول (10.7) نسبة مساهمة الطاقة النووية والوفر المتوقع تحقيقه في الوقود الاحفوري

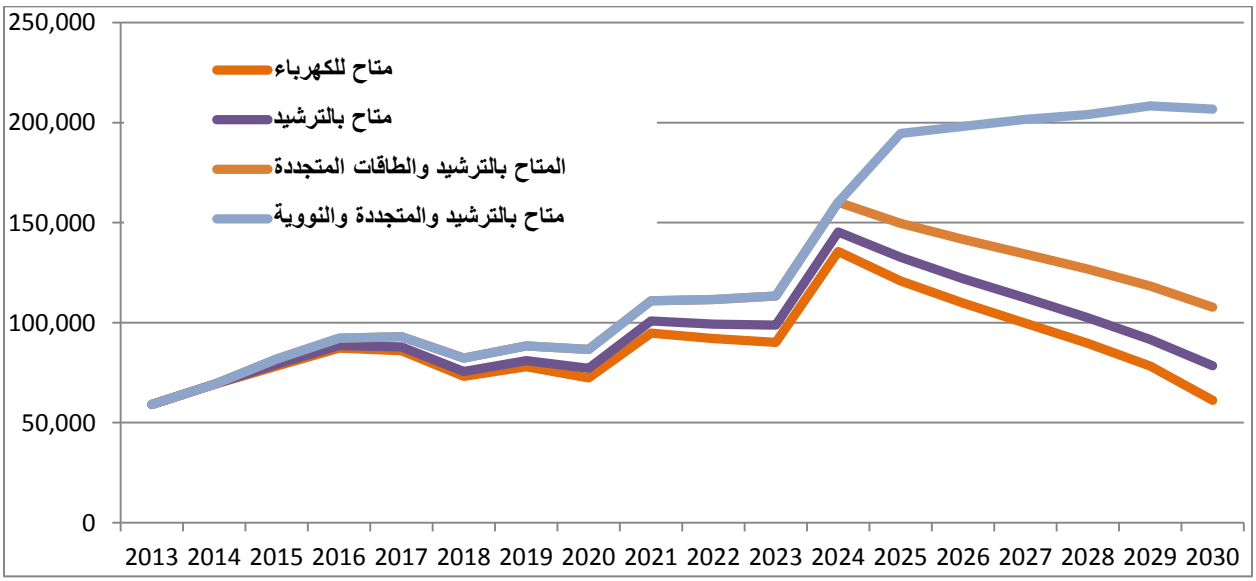
البيان	2017	2021	2025	2030
الطاقة الكهربائية المتوقع إنتاجها (ج.و.س)	54432	76632	89702	103585
الكهرباء المنتجة باستخدام الطاقة النووية (ج.و.س)			23827	52434
نسبة المساهمة			%27	%51
الوفر السنوي في الوقود الأحفوري (أ.ب.م.ن)			44966	98953

ويبين الشكل رقم (24.7) الوفر الممكن تحقيقه من خلال ادخال تقنيات الطاقات المتجددة وتطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة ، اضافة الى استخدام الطاقة النووية لانتاج الكهرباء، بينما



الشكل رقم (24.7) الوفر الممكن تحقيقه من خلال ادخال تقنيات الطاقات المتجددة وتطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة ، اضافة الى استخدام الطاقة النووية لانتاج الكهرباء

يبين الشكل التالي رقم (25.7) الكميات التي ستكون متاحة للكهرباء وذلك من خلال ادخال تقنيات الطاقات المتجددة وتطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة ، اضافة الى استخدام الطاقة النووية لانتاج الطاقة الكهربائية



ويوضح الجدول رقم (11.7)، موازنة الكميات المتاحة من الوقود الاحفوري للفترة (2013 -2030) مع الطلب المتوقع وذلك بعد تطبيق برامج الكفاءة والترشيد في الاستهلاك، وإدخال مساهمة الطاقات المتجددة والطاقة النووية.

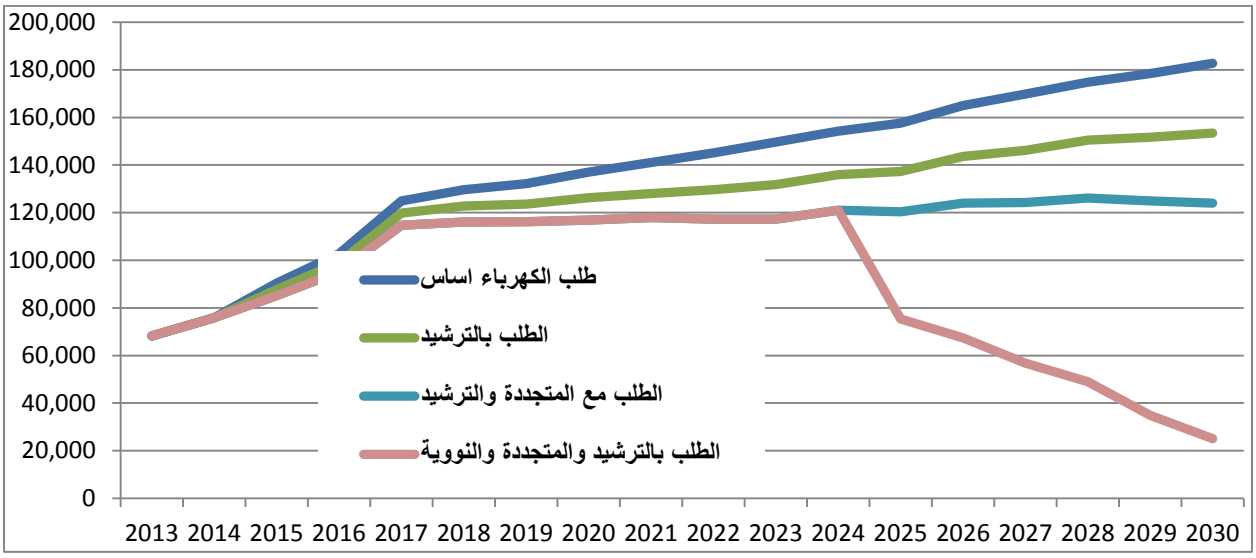
الجدول رقم (11.7)، موازنة الكميات المتاحة من الوقود الاحفوري للفترة (2013 -2030)

البيـــــــــان		2013	2017	2019	2021	2025	2030
الوقود المتاح للكهرباء مع ترشيد ومتجددة	الف ب م ن	59119	93017	88414	110923	149627	107787
اجمالي الكهرباء المنتجة	ج.و.س	38024	54432	65076	76632	89702	103585
اجمالي الطلب على الوقود مع ترشيد ومتجددة	الف ب م ن	139475	224973	244065	271132	296630	340259
نسبة مساهمة النووية		0%	0%	0%	0%	27%	51%
الطاقة المتوقع انتاجها	ج.و.س	0	0	0	0	23,827	52,434
الوفر في الوقود		0	0	0	0	44,966	98,953
اجمالي الطلب على الوقود		139,475	224,973	244,065	271,132	251,664	241,307
موازنة الوقود العامة	الف ب م ن	9,596	-40,696	-28,502	61,949	128,969	111,163
طلب الكهرباء		68,170	119,831	123,533	128,015	92,292	54,407
موازنة الوقود للكهرباء		-9,051	-26,814	-35,119	-17,092	57,335	53,380

ويتضح أن الطلب على الوقود الاحفوري ينخفض من حوالي 297 مليون برميل مكافئ نفط قبل مساهمة الطاقة النووية ألى حوالي 252 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2025 ، بعد مساهمة الطاقة النووية، وسيزداد الانخفاض بعد تشغيل كامل المحطة النووية ليصل إلى حوالي 241 مليون برميل مكافئ نفط نهاية العام 2030 بالمقارنة بحوالي 340 مليون برميل مكافئ نفط دون استخدام الطاقة النووية.

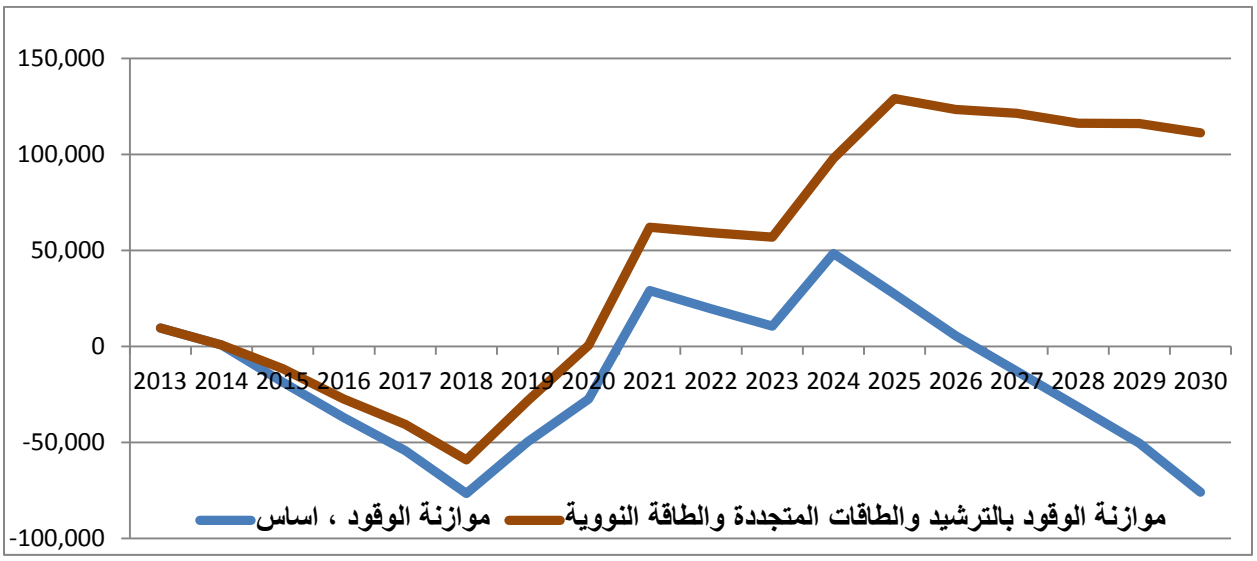
إن استخدام الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء، علاوة على المميزات الفنية والتي من أهمها زيادة استقرارية الشبكة الكهربائية ورفع جودة الكهرباء بتحسين مستوى الجهد والتيار والاهم من ذلك زيادة تأمين التزود بالطاقة الكهربائية، فإن الميزات الاقتصادية لا تقل أهمية، حيث أن محطات الطاقة النووية تنتج الكهرباء بكميات كبيرة وبمعامل سعة كبير مقارنة بالمحطات الاعتيادية، نتيجة لقلة الخروجات لهذا النوع من المحطات ونتيجة لتشغيلها لفترات طويلة خلال السنة ما يؤدي إلى خفض تكلفة وحدة إنتاج الطاقة إلى أقل ما يمكن بالمقارنة مع محطات انتاج الكهرباء بواسطة التقنيات الحرارية الاخرى، إضافة إلى ذلك، فإن مساهمة الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء سوف يحقق توفير كميات لاباس بها من الوقود الاحفوري، حيث يتضح من الجدول المشار اعلاه أن كمية الوفر في الوقود الاحفوري ستبلغ حوالي 45 مليون برميل مكافئ نفط خلال العام 2025 وتصل إلى قرابة 100 مليون برميل مكافئ نفط بنهاية العام 2030.

ويبين الشكل رقم (26.7)، الخفض في طلب الكهرباء من الوقود الاحفوري الممكن تحقيقه من خلال ادخال تقنيات الطاقات المتجددة وتطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة ، اضافة الى استخدام الطاقة النووية لانتاج الطاقة الكهربائية

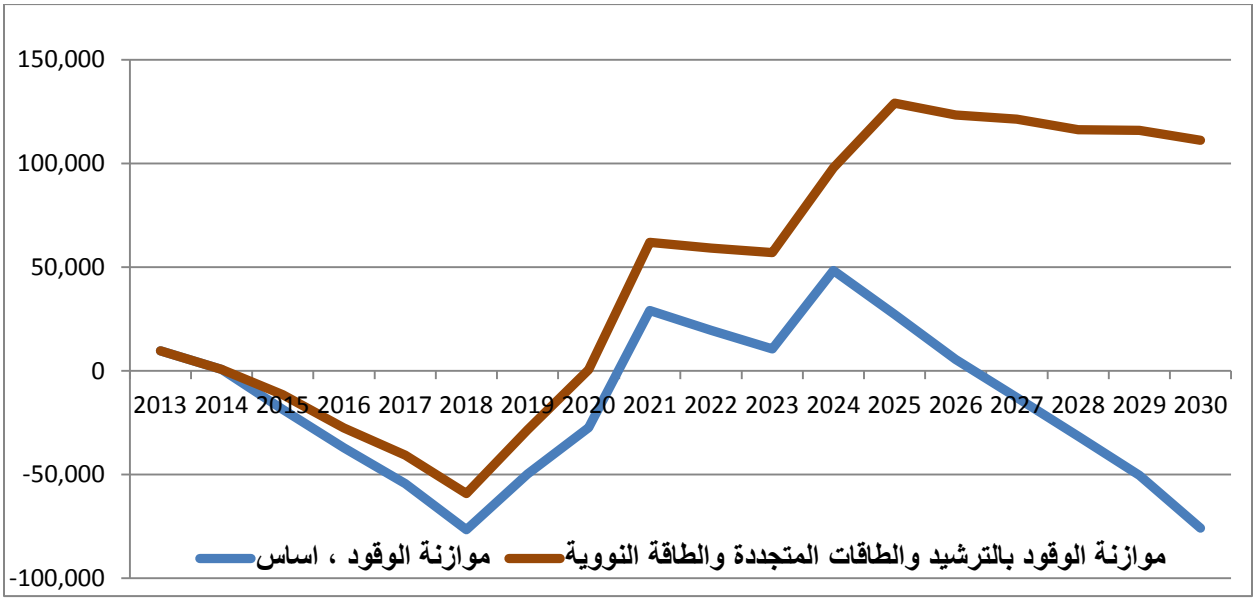


الشكل رقم (26.7)، مقارنة طلب الكهرباء من الوقود الاحفوري لمختلف السيناريوات

ويوضح الشكل رقم (27.7) التالي ، مقارنة لموازنة الوقود الاحفوري بين سيناريو الاساس ومن خلال ادخال تقنيات الطاقات المتجددة وتطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة ، اضافة الى استخدام الطاقة النووية لانتاج الطاقة الكهربائية



ويوضح الشكل رقم (28.7) التالي ، مقارنة لموازنة طلب الكهرباء من الوقود الاحفوري بين سيناريو الاساس ومن خلال ادخال تقنيات الطاقات المتجددة وتطبيق سياسات الترشيد في الاستهلاك والرفع من كفاءة الطاقة ، اضافة الى استخدام الطاقة النووية لانتاج الطاقة الكهربائية



مما تقدم ، يتضح جليا أهمية إدخال الطاقة النووية ضمن مزيج الطاقة الوطني للمساهمة في تغطية الطلب التمزايد والحد من حرق الوقود الاحفوري لإنتاج الكهرباء وتوفيره للاستخدامات الاخرى والتصدير، ويبقى التحدي الهام الذي يواجه البرنامج هو التزام الدولة الليبية طويل المدى (المادي والمعنوي) من حيث رصد الميزانيات المطلوبة لمدد طويلة وتنفيذ برامج التدريب والإعداد للكوادر البشرية والتعاون التام مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية بشفافية تامة، يظل هو الركن الرئيسي والجوهري لإدخال الطاقة النووية. وتجدر الإشارة إلى أن التوقعات الزمنية لإدخال الطاقة النووية في المزيج الطاقوي الليبي يمكن الإيفاء بها في حالة توفير كل الإمكانيات المطلوبة والالتزام الكامل والصارم من المؤسسات ذات العلاقة.

7.7. تلخيص واستنتاج

من خلال السيناريوهات والحوارات التي تمت دراستها ووضع استراتيجية وطنية للطاقة تعتمد على تنفيذ وتحقيق رؤية واضحة تعتمد على الوصول إلى مزيج طاقوي يؤمن التزود بالطاقة ويحقق الاهداف والمرتكزات المشار إليها في البند (5.7)، وسيكون من الضروري العمل على رفع كفاءة استخدام الطاقة والحد من الهدر الحالي والترشيد في الاستهلاك بوضع الخطط والاهداف وتنفيذ برامج محددة لتحقيق النسب التي تم إفتراضها في هذه الدراسة على أقل تقدير، كما ينبغي العمل وبشكل جدي وحثيث على تطوير قطاعات الطاقة المتجددة والطاقة النووية ورفع مساهمتهما في إنتاج الكهرباء وتغطية الطلب على الطاقة وإعتماد استراتيجيات وبرامج تطبيقية تؤدي إلى تحقيق معدلات المساهمة التي تمت افتراضها كحد ادنى ، مع التنويه كذلك على ضرورة الاستمرار في دعم وتطوير الاستثمار في مجال النفط والغاز لزيادة الاحتياطي ومعدلات الانتاج والتصدير ورفع الطاقات التكريرية المحلية لسد الاحتياج وتصدير المنتجات للرفع من مستويات الدخل الحالية.

وبتنفيذ برنامج وطني يعتمد على تعدد المصادر الطاقوية، مستنتجة من خلال السيناريوهات التي تم دراستها وتفصيلها أعلاه، سيتم تحقيق جملة من العوائد نذكر منها:

1. وفر في الوقود الاحفوري (النفط والغاز) وكما هو مبين بالجدول رقم (12.7) أدناه، يصل إلى قرابة 14 مليون برميل مكافئ نفط عام 2017، يرتفع ليصل إلى حدود 102 مليون برميل مكافئ

نفط عام 2025 وحوالي 187 مليون برميل مكافئ نفط عام 2030، مما ينجم عنه تحقيق عوائد مالية من هذا الوفر تقدر قيمتها بمئات الملايين من الدينارات سنويا.

الجدول (12.7) الوفر السنوي في الوقود الاحفوري (ألف ب. م. ن) بعد تطبيق السيناريو المختلفة

البيان	2015	2020	2025	2030
وفر من الكفاءة والترشيد	8600	22800	40000	59000
وفر من الطاقات المتجددة	5100	9400	16900	29300
وفر من الطاقة النووية			45000	99000
إجمالي الوفر السنوي في الوقود	13700	32200	101900	187300

2. خفض الاستثمارات المطلوبة لإنشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية التقليدية مقارنة بسناريو الاساس الذي يعتمد التخطيط غير المتكامل للطاقة (Unintegrated Energy Planning)، حيث من الممكن خفض إجمالي الاستثمارات المطلوبة لقطاعات الطاقة بأكثر من 15 مليار دينار تقريبا
3. حماية البيئة بخفض ملايين الاطنان من الغازات الضارة سنويا وتحقيق عوائد مالية من بيع شهائد الخفض في الانبعثات الكربونية تقدر قيمتها بملايين الدينارات.
4. امكانية تصدير الفائض من الطاقة المنتجة بمصادر أخرى غير النفط والغاز (طاقات متجددة ونووية).
5. تشجيع المستثمرين المحليين والأجانب على الاستثمار في هذا المجال وتطوير التشريعات واللوائح المتعلقة بالطاقة.
6. تغطية الطلب على الطاقة بمختلف صورها وتأمين التزود بها وعدم الاعتماد الكلي على الوقود الاحفوري.
7. اكتساب الخبرة ونقل المعرفة وتوطينها خصوصا في مجالات الطاقة المتجددة والنووية.
8. تنمية مكانية مستدامة وتوفير عشرات الآلاف من فرص العمل.

الباب الثامن
الاستثمارات المطلوبة وأليات التمويل واللوائح والتشريعات

1.8 الاستثمارات المطلوبة

ستشهد ليبيا في الفترة القادمة نهضة تنموية كبرى في جميع المجالات والانشطة الاقتصادية وتطوير البنية التحتية (الصناعة، التجارة، السياحة، مشاريع الاسكان والمرافق، ...الخ) وهذا يتطلب توفير الطاقة اللازمة بمختلف صورها ومصادرها لهذه المشاريع، علاوة على إعتماد ليبيا شبه الكلي في دخلها الوطني على الطاقة كثروة قوميه وحيدة يستفاد منها حاليا في تمويل مختلف مشاريع التنمية وكافة الانشطة الحياتية، ولذلك لابد من تطوير قطاعات الطاقة وتوفير الاستثمارات اللازمة حتى يمكن تلبية هذه الاحتياجات، وفي مايلي نوجز الاستثمارات المطاوبة لمختلف قطاعات الطاقة وفقا لسيناريو الاساس وطبقا للمخططات الحالية لتنمية وتطوير قطاعات الطاقة المختلفة

1.1.8 النفط والغاز سيناريو الاساس

- في مجال الاستكشاف والانتاج وطبقا للخطط الموضوعة بالتوسع في استكشافات النفط والغاز في البر والبحر وتطوير الحقول المكتشفة المطورة وغير المطورة وتنفيذ مشاريع زيادة القدرة الإنتاجية ومشاريع تصفير حرق الغاز (ZERO FLARING)، فإن التقديرات الاستثمارية لهذا البند خلال الفترة (2013 - 2030) قد تصل إلى 30 مليار دولار.
- وفي مجال التكرير وتصنيع النفط والغاز هناك توجه لدعم هذا القطاع سواء بالرفع من قدرة وكفاءة المصافي والمصانع الحالية أو انشاء مصافي ومصانع جديدة وذلك بغرض تلبية الطلب المحلي المتزايد من الوقود والمنتجات والسلع من جهة ومن جهة أخرى احداث نقلة نوعية ليتم التشغيل على أسس فنية واقتصادية عالمية، و تقدر استثمارات هذا البند لنفس الفترة أيضا بحوالي 30 مليار دولار.
- وعليه فإن إجمالي التقديرات الاستثمارية لقطاع النفط والغاز للفترة (2013 – 2030) هي في حدود 60 مليار دولار (ما يعادل 80 مليار دينار) تقريبا.

2.1.8 الطاقة الكهربائية سيناريو الاساس

يحتاج قطاع الكهرباء لتنفيذ برامجه ومخططاته قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل لتغطية الطلب على الطاقة الكهرباء استثمارات في محطات الانتاج وشبكات النقل ذات الجهد العالي والفائق وشبكات الجهد المتوسط والتوزيع بمختلف المناطق، وبمستوى الأسعار الحالية تقدر إجمالي

الاستثمارات المطلوبة بحوالي (40 مليار دولار) ما يعادل (50 مليار دينار) للفترة (2013 - 2030)، وفقا لسيناريو الاساس موزعة على مجالات القطاع على النحو التالي:

- في مجال إنتاج الكهرباء 24 مليار دينار
- في مجال شبكات النقل والتحكم والتوزيع 26مليار دينار

3.1.8 الطاقات المتجددة

- وفقا لمخطط قطاع الطاقات المتجددة وبرنامجه التنموي للفترة (2013 -2025)، فإن إجمالي الاستثمارات المطلوبة لتنفيذ مشروعات الطاقات المتجددة (طاقة الرياح، الطاقة الشمسية) تقدر بحوالي 6.5 مليار دولار (ما يعادل 8.5 مليار دينار)، أي ما يقارب 500 مليون دولار سنويا، وبناء على ذلك فإن إجمالي الاستثمارات التقديرية المطلوبة لتنمية وتطوير قطاع الطاقات المتجددة قد تصل إلى أكثر من 10 مليار دولار (13 مليار دينار) بحلول عام 2030.
- وحيث أن البرنامج التنموي وفقا لمخطط قطاع الطاقات المتجددة يعتبر متحفظا ولا يلبي الطموحات في التحول إلى مصادر الطاقات البديلة وتقليل الاعتماد على النفط والغاز وإيجاد مصادر دخل أخرى داعمة للمصدر الوحيد النفط والغاز، عليه يرى فريق الخبراء أن إجمالي الاستثمارات المطلوبة لتنمية وتطوير هذا النشاط قد تصل إلى ما يزيد عن 20 مليار دولار (26 مليار دينار) للفترة حتى العام 2030.

4.1.8 الطاقة النووية

تتباين المصادر في تحديد التكلفة الراسمالية لبناء المحطات النووية، حيث ان العديد من العوامل تدخل في تقديرا ت تلك التكلفة ومنها:

- طريقة التعاقد (تسليم مفتاح أو غيره)
- أسلوب وطريقة التمويل
- المساهمة المحلية في تصنيع مكونات المحطة.
- عدد المفاعلات النووية المراد بنائها والجدول الزمني لذلك.
- توفير الحمولة الاولى للوقود النووي من عدمه.
- نقل وتوطين المعرفة.

ويشير تقرير الرابطة النووية العالمية (WNA) لسنة 2010 الى تباين تكلفة نفس النوع من المفاعلات باختلاف الدولة التي يشيد بها المفاعل. ووفق هذا القرير فان تكلفة الانشاء لمفاعلات دولة الامارات العربية على سبيل المثال حوالي 3600 دولار لكل كيلو وات مركب، عليه فان تكلفة انشاء محطة نووية في ليبيا بقدرة إجمالية مركبة 6400 ميجاوات، أي بسعة أربع مفاعلات نووية وبقدرة كهربائية اجمالية 1600 ميجاوات لكل مفاعل بكامل المرافق والمنظومات اللازمة للتشغيل ستحتاج الى استثمار يقدر بحوالي 23 مليار دولار ما يعادل (30 مليار دينار تقريبا)خلال الفترة (2013 – 2030).

5.1.8 إجمالي الاستثمارات المطلوبة لتنمية وتطوير قطاعات الطاقة في ليبيا

بناء على ما تقدم، تبلغ إجمالي الاستثمارات المطلوبة لقطاعات الطاقة المختلفة في حالة إستمرار السياسة الحالية للتخطيط والتنفيذ في مجال الطاقة حوالي 143 مليار دولار ما يعادل (186 مليار دينار وفقا لسعر الصرف الحالي 1 دولار = 1.3 دينار) وذلك للفترة حتى العام 2030، إى ما يزيد على 5 مليار دولار (7 مليار دينار) سنويا.

هذه الاستثمارات مرتفعة جدا وتمثل تحدي كبير لمؤسسات الدولة العاملة في مجال الطاقة، وقد لا يستطيع القطاع العام أي الدولة أو الميزانية العامة مجابهة هذه الاستثمارات الكبيرة بالاضافة إلى المتطلبات الاخرى لمختلف قطاعات الدولة.

وتأسيسا على ذلك، يوصي فريق الخبراء بضرورة الانتباه لهذا التحدي ودراسة سبل التمويل المناسبة والعمل على بناء شراكة فاعلة مع القطاع الخاص وربما فتح السوق للاستثمارات الخارجية المباشرة.

2.8 آليات ومصادر التمويل

تتمثل أليات التمويل لمشروعات التنمية وغيرها من الانشطة الاقتصادية في مايلي:

- تمويل الميزانية العامة للدولة
- مؤسسات التمويل والاستثمار والمصارف التجارية المحلية

- القطاع الخاص المتمثل في الافراد والشركات الخاصة
- مؤسسات التمويل الاقليمية والدولية
- الاستثمار الخارجي المباش (FDI)

لكل من هذه الآليات ميزاتها وعيوبها، وعلى الدولة دراسة أفضل السبل لتوفير التمويلات اللازمة لمشروعاتها وسن التشريعات الضرورية لذلك ودراسة المخاطر والمنافع لكل اسلوب من أساليب التمويل، وفي هذا المجال يرى فريق الخبراء ما يلي:

- لن تستطيع الدولة ضمن ميزانياتها السنوية مجابهة الاستثمارت العالية المطلوبة لقطاعات الطاقة بالاضافة إلى بقية قطاعات البنية التحتية والخدمية الاخرى، نتيجة لمحدودية الدخل واعتماده على مصدر وحيد وهو النفط والغاز
- إن تذبذب اسعار النفط والغاز وتقلبات السوق سوف تؤثر وبشكل كبير على مصدر الدخل وبالتالي القدرة على توفير الاستثمارات المطلوبة
- الحصول على التمويلات اللازمة عبر مؤسسات التمويل والاستثمار والمصارف التجارية المحلية يمكن أن يساعد على المدى المتوسط ولكن يبقى تمويل عام مملوك للدولة وعليه سوف يكون محدود كذلك ويعتمد على مستوى الدخل السنوي الذي بدوره يعتمد على سوق النفط والغاز
- التمويل عن طريق القطاع الخاص، مؤسسات وصناديق التمويل الاقليمية والدولية والاستثمار الخارجي المباشر، يتطلب فتح السوق وكسر الاحتكار القانوني المعمول به الآن خصوصا في مجال الطاقة.
- ضرورة سن التشريعات وإصدار القوانين المنظمة لمزاولة النشاط وإعادة هيكلة المؤسسات والشركات التابعة للدولة لتكون قابلة للمنافسة وفقا للاقتصاد المفتوح وإنشاء أليات للتنظيم والمراقبة طبقا لأحدث النظم والياسات المتبعة على المستوى العالمي

3.8 القوانين والتشريعات المطلوبة لتنظيم سوق الطاقة المفتوح

من أهم التحديات التي تواجه قطاعات الطاقة علاوة على مجابهة الطلب المتزايد؛ تطوير الاطار القانوني والمؤسسي وإعادة هيكلة مختلف قطاعات الطاقة بما يتلائم والتطورات المحلية والدولية في

هذا المجال، وهذا يتطلب مراجعة وتطوير التشريعات النافذة وصياغة وإصدار تشريعات جديدة من شأنها كسر الاحتكار والتحول إلى السوق التنافسية في مجال الطاقة، وكذلك دعم وتحفيز الاستخدامات ذات الكفاءة العالية والنظيفة التي تساهم في المحافظة على البيئة، وفي هذا الاطار، الحاجة ملحة لإتخاذ الاجراءات التالية:

- مراجعة وتحديث القوانين والتاشريعات والاتفاقيات المعمول بها حاليا في قطاع النفط والغاز لتأخذ في الاعتبار المستجدات الحالية لصناعة النفط والغاز والتحولات المطلوبة لسوق الطاقة المحلي والاقليمي والدولي
- لازال قطاع انتاج ونقل وتوزيع الكهرباء محتكر من قبل شركة واحدة مملوكة للقطاع العام، تدار وفقا للقانون رقم 17 لسنة 1985 القضي بإنشاء الشركة العامة للكهرباء وتعديلاته، ولازالت الشركة العامة للكهرباء تعمل بنموذج قديم يعتمد على هيكلية التكامل العمودي (Vertical Integration) والذي لم يعد مناسبا لهذا القطاع المهم والكبير خصوصا أن ليبيا ذات مساحة شاسعة ومناطق متعددة.
- وفي هذا الخصوص، لابد من إصدار قانون جديد ينظم نشاط إنتاج ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية على اساس نظام السوق المفتوح والتنافسي الذي يكسر الاحتكار ويمكن من الاستثمار ومشاركة القطاع الخاص في مشروعات التنمية والتطوير وكذلك السماح بإنشاء مشروعات الانتاج المستقل للطاقة الكهربائية (IPP)، كما يأخذ في الاعتبار تنوع مصادر الطاقة الكهربائية ويسمح بإدخال مصادر الطاقات المتجددة والطاقة النووية.
- إعادة هيكلة الشركة العامة للكهرباء وفصل الانشطة التابعة لها قانونيا وإنشاء شركات منعددة للانتاج والتوزيع تملك أصول الدولة مرحليا على أن يتم وضعها في سوق الاوراق المالية تمهيدا لفتح الاكتتاب بها وخصصتها.
- أصدار قانون إنشاء المنظم (Regulator) للمحافضة على حقوق المستهلك وتنظيم السوق وتقييم واعتماد الاسعار ومنح رخص المزاولة.
- العمل على إنشاء هيئة تعنى بموضوع كفاءة الطاقة، واصدار التشريعات الضرورية لإلزام كافة القطاعات والجهات المنتجة والناقلة والموزعة والمستهلكة للطاقة بمختلف صورها وانواعها لتطبيق وإحترام برامج رفع الكفاءة والترشيد في استهلاك الطاقة.

- إصدار قانون خاص بالطاقات المتجددة، ووضع سياسات من شأنها تقديم الحوافز والدعم لمصادر الطاقات المتجددة خصوصا الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، حتى يتم تنمية وتطوير هذا المجال ويساهم في تغطية الطلب على الكهرباء وتأمين التزود بالطاقة
- مراجعة القوانين والتشريعات الصادرة في مجال الطاقة النووية، وتحديثها وفقا لسوق الطاقة المفتوح المزمع إنشاءه والاخذ في الاعتبار العلاقة مع القوانين الاخرى المذكورة أعلاة

الباب التاسع
الاستنتاج والتوصيات

إن منظومة الطاقة الوطنية بوضعها الحالي هي منظومة ضعيفة ومجزيئة الاركان ولا يمكن الاستمرار في الاعتماد عليها في المستقبل لتلبية الطلب على الطاقة وتحقيق التنمية المنشودة ، كونها منظومة لا تأخذ في الاعتبار تنويع مصادر الطاقة من خلال مساهمة التقنيات البديلة نووية وشمسية ورياح في إنتاج الكهرباء، كما انها تعتمد على سياسات تؤدي الى تفاقم الوضع القائم، الامر الذي سينجم عنه تزايد الاستهلاك المحلي للنفط والغاز وازدياد الواردات لبعض المشتقات النفطية، مما سيترتب علية خفض في الايرادات، أي تدني الدخل الوطني وانخفاض مستوى الناتج المحلي الاجمالي (GDP)، بالاضافة الى:

- **تهديد الأمن الوطني للطاقة، بالاعتماد على النفط والغاز كمصدر وحيد للتزود بها .**
- **ارتفاع نسبة الفقد في منظومة الطاقة بشكل عام وصعوبة تلبية الطلب المحلي المتزايد من الطاقة الكهربائية.**
- **ضعف الوعي بالاستخدام الرشيد للطاقة، والهدر الكبير في نمط استهلاكها، وغياب برامج وآليات رفع الكفاءة والترشيد في الاستهلاك .**
- **الاثر السلبي لسياسات الدعم غير المرشد والمدروس بعناية على استهلاك الكهرباء والوقود بمختلف انواعه.**
- **إعتماد الدخل الوطني على تصدير النفط والغاز فقط.**
- **تهديد البيئة المحلية نتيجة تزايد الانبعاثات الضارة بالبيئة**

مما تقدم تتضح الاهمية الاستراتيجية للتخطيط المبكر للطاقة في ليبيا وذلك لتحقيق جملة من الاهداف الفنية والاقتصادية والبيئية من اهمها:

- مواجهة الطلب وتلبية الاحتياجات المتزايدة من الطاقة بمختلف صورها
- تأمين التزود بالطاقة وصولا لتحقيق تنمية مستدامة
- تفادي التقلبات السياسية والاقتصادية التي يواجهها سوق الطاقة العالمي
- المحافظة على البيئة وخفض الانبعاثات الكربونية الضارة للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري

يتناول هذا الباب ملخصا للعوائد الممكن تحقيقها نتيجة اعتماد وتنفيذ خطة واستراتيجية وطنية للطاقة، شاملة ومتكاملة الاركان ومتعددة المصادر، كما سيتم استخلاص أهم النقاط التي ينبغي التركيز عليها مستقبلا لمواجهة التحديات في هذا المجال الحيوي والتطرق لأهم التوصيات المطلوب تطبيقها لتحقيق الاهداف الاستراتيجية في هذا المجال.

1.9 الأبعاد السياسية والاقتصادية والاجتماعية للبرنامج الوطني للطاقة

بتنفيذ الاستراتيجية الوطنية للطاقة سوف يتم تحقيق جملة من الابعاد السياسية والاقتصادية والاجتماعية نذكر منها:

1. وفر في الوقود الاحفوري (النفط والغاز) وكما هو مبين بالجدول رقم (1.9) أدناه، يصل إلى قرابة 14 مليون برميل مكافئ نفط عام 2017، يرتفع ليصل إلى حدود 102 مليون برميل مكافئ نفط عام 2025 وحوالي 187 مليون برميل مكافئ نفط عام 2030، مما ينجم عنه تحقيق عوائد مالية من هذا الوفر تقدر قيمتها بمئات الملايين من الدينارات سنويا.

الجدول (1.9) الوفر السنوي في الوقود الاحفوري (ألف ب. م. ن) بعد تطبيق السيناريو المختلفة

البيان	2015	2020	2025	2030
وفر من الكفاءة والترشيد	8600	22800	40000	59000
وفر من الطاقات المتجددة	5100	9400	16900	29300
وفر من الطاقة النووية			45000	99000
إجمالي الوفر السنوي في الوقود	13700	32200	101900	187300

2. خفض الاستثمارات المطلوبة لإنشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية التقليدية مقارنة بسناريو الاساس الذي يعتمد التخطيط غير المتكامل للطاقة (Unintegrated Energy Planning)، حيث من الممكن خفض إجمالي الاستثمارات المطلوبة لقطاعات الطاقة بأكثر من 15 مليار دينار تقريبا
3. حماية البيئة بخفض ملايين الاطنان من الغازات الضارة سنويا وتحقيق عوائد مالية من بيع شهائد الخفض في الانبعثات الكربونية تقدر قيمتها بملايين الدينارات.
4. امكانية تصدير الفائض من الطاقة المنتجة بمصادر أخرى غير النفط والغاز (طاقات متجددة ونووية).
5. تشجيع المستثمرين المحليين والأجانب على الاستثمار في هذا المجال وتطوير التشريعات واللوائح المتعلقة بالطاقة.

6. تغطية الطلب على الطاقة بمختلف صورها وتأمين التزود بها وعدم الاعتماد الكلي على الوقود الاحفوري.
7. اكتساب الخبرة ونقل المعرفة وتوطينها خصوصا في مجالات الطاقة المتجددة والنووية.
8. تنمية مكانية مستدامة وتوفير عشرات الآلاف من فرص العمل.

2.9 الخلاصة

من خلال ما تقدم يمكن الوصول إلى جملة من الاستنتاجات أهمها:

- تمثل الطاقة أهمية كبيرة لكافة المجتمعات بشكل عام والمجتمعات النامية بشكل خاص، لدور الطاقة الاساسي في كافة الانشطة الاقتصادية والحياتية.
- الوضع الحالي للطاقة في ليبيا مثيرا للقلق وينذر بمخاطر كبيرة سيكون لها الأثر السلبي على الاقتصاد الوطني والتنمية في البلاد بشكل عام، وعلى الأمن الطاقي ومستوى المعيشة للمواطن الليبي بشكل خاص، إذا ما استمر كما هو عليه لأنه لا يؤدي إلى ضمان التزود بالطاقة على المدى البعيد.
- تتمتع ليبيا بمصادر مهمة للطاقة التقليدية (النفط والغاز) وحباها الله سبحانه وتعالى بموقع استراتيجي يتوسط قارات العالم وفي قلب منطقة الحزام الشمسي الذي يوفر أعلى معدلات للطاقة الشمسية في العالم، بالإضافة إلى ما يتوفر من مصادر طاقة الرياح.
- الطلب المحلي على الطاقة بمختلف صورها في تزايد مستمر وبمعدلات سنوية عالية، خصوصا الطلب على الكهرباء وبعض المشتقات النفطية، ما ينجم عنه التزامات ثقيلة على القطاعات المختصة وعلى الدولة بوجه عام، ويؤثر سلبيا على الناتج المحلي الاجمالي.
- إنتاج الكهرباء بالطاقة النووية في ليبيا بحلول سنة 2025 يساهم في الحفاظ على الموارد النفطية الليبية لاستعمالها في صناعات ذات قيمة إضافية أعلى. ونظرا لكون الطاقة

النووية مصدر كهرباء للأحمال الأساسية المستقرة، فإنها تعتبر مكملا أساسيًا لمصادر أخرى للطاقة كالطاقات المتجددة.

- خيار إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء في ليبيا لمواجهة الطلب على الطاقة والتحديات المقبلة لاسيما نضوب الوقود الاحفوري والتوسع في استخدام الطاقات المتجددة (شمسية ورياح) ، هو خيار استراتيجي وقد يكون ضرورة حتمية.
- ارتفاع الاستثمارات المطلوبة لتنمية وتطوير قطاعات الطاقة خلال الفترة القادمة، حيث تقدر إجمالي الاستثمارات المطلوبة بحوالي **(143) مليار دولار** ما يعادل **(186) مليار دينار**، للفترة حتى العام 2030، أي ما يزيد على **5 مليار دولا (7مليار دينار) سنويا**
- هذه الاستثمارات مرتفعة جدا وتمثل تحدي كبير لمؤسسات الدولة العاملة في مجال الطاقة، وقد لا يستطيع القطاع العام أي الدولة أو الميزانية العامة مجابهة هذه الاستثمارات الكبيرة بالاضافة إلى المتطلبات الاخرى لمختلف قطاعات الدولة، خصوصا في ضل تذبذب سوق النفط والغاز المصدر الوحيد للدخل الوطني ، الامر الذي يحتم دراسة مصادر التمويل لمشروعات وبرامج الطاقة وآلياتها.
- التخطيط المتكامل للطاقة ورفع كفاءة استخدامها يؤدي إلى خفض هذه الاستثمارات نسبيا، فإذا ما تم اعتماد استراتيجية وطنية للطاقة مبنية على تنويع مصادرها؛ تقليدية (نفط وغاز)، متجددة (شمسية ورياح) وجديدة (نووية)، فإنه يمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تساهم بنسبة قد تصل إلى **(15 -20)٪** من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة بحلول العام 2030، والطاقة النووية قد تساهم بنسبة تصل إلى أكثر من **25٪** من إجمالي القدرات المركبة بحلول العام 2025.
- إعتماد برنامج وطني يعتمد على تحقيق الرؤية الاستراتيجية في الوصول إلى مزيج طاقي يعتمد على مختلف المصادر وتقليل الاعتماد على النفط والغاز سوف يؤدي إلى خفض إجمالي الاستثمارات المطلوبة لقطاعات الطاقة بأكثر من 15 مليار دينار، اعتماد آليات تمويل مناسبة واتخاذ القرار السياسي اتجاه هذا المجال المهم والاستراتيجي، حيث تتوفر الموارد المالية اللازمة حاليا تفاديا لما آلت إليه بعض الدول التي أدركت

حاجتها الملحة لتنويع مصادر الطاقة ولم تجد الموارد المالية ولا حتى المولين العالميين لتحقيق ذلك.

- من أهم التحديات التي تواجه قطاعات الطاقة علاوة على مجابهة الطلب المتزايد؛ تطوير الاطار القانوني والمؤسسي وإعادة هيكلة مختلف قطاعات الطاقة بما يتلأم والتطورات المحلية والدولية في هذا المجال، وهذا يتطلب مراجعة وتطوير التشريعات النافذة وصياغة وإصدار تشريعات جديدة من شأنها كسر الاحتكار والتحول إلى السوق التنافسية في مجال الطاقة، وكذلك دعم وتحفيز الاستخدامات ذات الكفاءة العالية والنظيفة التي تساهم في المحافظة على البيئة.
- ليبيا دولة مهمة وتلعب دورا اساسيا في مجال الطاقة ما يجعلها تتأثر بالعوامل الجيوسياسية المحلية والاقليمية والدولية سلبا أو إيجابا، لذلك لابد من وضع استراتيجية وطنية، مبنية على رؤية واضحة وأهداف محددة ومعايير مراقبة وأداء تضمن مصالح ليبيا المحلية والدولية وتحافظ على مصادرها وإمكانياتها.
- في هذا الاطار لابد لليبيا ان تشارك وتساهم وتتفاعل مع مختلف المبادرات الدولية في مجال الطاقة خصوصا على المستوى الاقليمي وبما يخدم مصلحة ليبيا العليا ويحافظ على سيادتها على مصادرها وثرواتها الطبيعية ووفق اتفاقيات ذات منفعة متبادلة (Win – Win Situation).

3.9 التوصيات

- إصدار التشريعات والقوانين واللوائح المنظمة لقطاعات الطاقة بمختلف مؤسساتها، وإعادة تأهيلها وهيكلتها لتكون قادرة على التعامل مع الوضع المستقبلي للطاقة بما يحقق التكامل بينها وتحت مضلة الاستراتيجية الوطنية للطاقة.
- لتأمين مصادر الطاقة وضمان التزود بها، لا مناص من تنويع مصادر انتاج الطاقة بالاستثمار في الطاقات المتجددة والطاقة النووية، ما يؤدي إلى إطالة عمر احتياطات النفط والغاز وتقليل الاعتماد عليهما.
- توجيه قطاع النفط لإقامة مصافي لتكرير النفط ومصانع بتروكيماويات، تساهم في زيادة القيمة الاقتصادية للنفط والغاز واتاحة فرص عمل وخلق تنمية مكانية مستدامة.

- كفاءة الطاقة من الموضوعات المهمة والتي تساهم بقدر مهم في المحافظة على الطاقة والتحكم في الطلب خصوصا على المدى القصير والمتوسط ما يسفر عن المساعدة في مجابهة الطلب وإدارته، لذلك يجب التأكيد على الاهتمام بهذا المجال وتوجيه مختلف قطاعات انتاج واستهلاك الطاقة لتبني سياسات واجراءات من شأنها رفع كفاءة استخدام الطاقة والمحافظة على جودة التزود بها.
- وضع خطة او برنامج وطني يهدف الى تطوير وبناء القدرات البشرية اللازمة لادارة وتشغيل منظومات الطاقة المستقبلية بمختلف مصادرها، وإصدار التشريعات الوطنية اللازمة للتحفيز والاستثمار في مجال الطاقة.
- دراسة توجيه نسبة من الدعم الحالي لأنواع الطاقة التقليدية النفط والغاز وكذلك الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر تقليدية لدعم وتشجيع استخدام تطبيقات الطاقة المتجددة والدخول في إنتاج الكهرباء وتحلية المياه بالطاقة النووية.
- ضرورة إدخال الطاقة النووية لإنتاج الكهرباء بجدية في المزيج الطاقي الليبي، والتوسع في استخدام الطاقات المتجددة وتنفيذ المشاريع المقترحة والتي بدئ في تنفيذ بعض منها للأسباب التي ذكرت آنفا، حيث تتوفر الموارد المالية اللازمة حاليا تفاديا لما آلت إليه بعض الدول التي أدركت حاجتها الملحة لتنويع مصادر الطاقة بها ولم تجد الموارد المالية ولا حتى المولين العالميين لتحقيق ذلك.

فريق إعداد التقرير

في إطار المهام المناطة بمجلس التخطيط الوطني ، وتنفيذاً لقرار السيد رئيس اللجنة التسييرية بمجلس التخطيط الوطني رقم ((2)) لسنة 2012م ، بشأن تشكيل فريق عمل لوضع إستراتيجية وطنية للطاقة ترتكز على عدة اعتبارات وبيانات وطنية تستهدف تحقيق رؤية مستقبلية لليبيا فى مجال الطاقة فقد تم تشكيل الفريق المذكور من عدد من الخبراء والمتخصصين عن الجهات المختلفة للطاقة وقام فريق العمل المكلف بانجاز المطلوب "وضع إستراتيجية وطنية للطاقة " مستعين فى ذلك بعدد من الفرق النوعية عن الجهات المختلفة لقطاع الطاقة ، ومن تم فقد شارك فى إعداد ومراجعة هذا التقرير الفرق التالية :-

أولا : فريق إعداد الدراسة المشكل بموجب قراري اللجنة التسييرية لمجلس التخطيط الوطني رقم (2) لسنة 2012 ورقم (10) لسنة 2013م ، وقد ضم هذا الفريق الأعضاء الاتية أسمائهم وهم:-

- **م.محمد نصر الدين سيـــدون رئيساً**
- **أ.عبدالناصر عبدالسلام احمد عضواً**
- **د.موسى المبروك الذويـــب عضواً**
- **د.وداد ابوالقاسم الاسطـــــي عضواً**
- **د.علي محمد قشـــــــوط عضواً**
- **م.محمد نوري سبيطـــــة عضواً**
- **م.خالد عوض عبدالحفيـــظ عضواً**
- **م.يوسف خليفـــة بوكـــر عضواً**
- **م.مسعود خمـــــاج العريفي عضواً**
- **م.مختار محمد الوحيشـــــي عضواً**
- **م.محمد علي موســـــــي عضواً**
- **م.فتحي محمد ابوقـــــراض عضواً**
- **م.محمد علـــــي الطيـــف عضواً**
- **م.عبدالناصر ساسي شامـــخ عضواً**
- **د.خيـــري قاســـــم أغـــا عضواً**
- **م.احمد محمد الحبـــــروش عضواً**
- **أ.محمد سالـــــم بلـــــوط مقرر الفريق**
- **رحمـــه علي ناجـــم قحمان أعمال الطباعة**
- **هويـــــدا عبدالله زرتـــــي أعمال الطباعة**

ثانياً : الفرق النوعية عن القطاعات المختلفة للطاقة ضمت عدداً من المنذوبين ، وهم كما يلي:-

- **عزالدين سالم ابوراس**
- **فوزي عامر قشـــوط**

} **عن قطاع الكهرباء**

- **بشير محمد المزوغي**
- **علي الطـــــاهر غوله**

} **عن قطاع النفط والغاز**

- **الهادي سالم العجيلي**
- **مصطفي بن علـــــي**

} **عن قطاع الطاقة النووية**

- **بلقاسم علي بلقاسم** — **عن الجهاز الإداري للمجلس**

ثالثاً : الفريق المكلف بإعداد التقرير النهائي ، وقد تكون من الأعضاء الآتية أسمائهم ، وهم:-

- **فتحي محمد ابوقراض** — **رئيساً**
- **علي محمد قشـــــوط** — **عضواً**
- **مختار محمد الوحيشي** — **عضواً**
- **محمد نوري سبيطـــة** — **عضواً**
- **سمير سالم كمـــــــال** — **عضواً**

توقيعات أعضاء فريق الطاقة

- م.محمد نصر الدين سيـــدون رئيساً .....
- أ.عبدالناصر عبدالسلام احمد عضواً.....
- د.موسى المبروك الذويـــب عضواً.....
- د.وداد ابوالقاسم الاسطـــي عضواً.....
- د.علي محمد قشـــــــوط عضواً.....
- م.محمد نوري سبيطـــــة عضواً.....
- م.خالد عوض عبدالحفيـــظ عضواً.....
- م.يوسف خليفـــة بوكـــر عضواً.....
- م.مسعود خمـــــاج العريفي عضواً.....
- م.مختار محمد الوحيشـــــي عضواً.....
- م.محمد علي موســـــــي عضواً.....
- م.فتحي محمد ابوقـــــراض عضواً.....
- م.محمد علـــــي الطيـــف عضواً.....
- م.عبدالناصر ساسي شامـــخ عضواً.....
- د.خيـــري قاســـــم أغـــا عضواً.....
- م.احمد محمد الحبـــــروش عضواً.....
- أ.محمد سالـــــم بلـــــوط مقرر الفريق.....
- رحمـــه علي ناجـــم قحمان أعمال الطباعة.....
- هويـــــدا عبدالله زرتـــــي أعمال الطباعة.....

المراجع

- تقارير ومنشورات المؤسسة الوطنية للنفط
- تقارير وبيانات منظمة المصدرة للنفط (أوبك) ، ومنظمة الدول العربية المصدرة للنفط (أوبك) .
- التقرير الإحصائي السنوي للشركة العامة للكهرباء .
- مخططات الشركة العامة للكهرباء المستقبلية والموقع الالكتروني للشركة (WWW.gecol.ly) .
- بيانات ومنشورات جهاز الطاقة المتجددة .
- مخطط قطاع الطاقات المتجددة المقترح للفترة (2013 -2025).
- التقرير الإحصائي الدولي لمختلف أنواع وفروع الطاقة المتجددة الصادر عن المنظمة الدولية (REN21) لسنة 2011 .
- تقارير وبيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA PRIS 12/2012) .
- التقرير الإحصائي السنوي للوكالة الدولية للطاقة (World Energy – IEA Outlook -2011) .
- تقرير الوكالة الدولية للطاقة (IEA) سنة 2010 حول مستقبل الطاقة (ETP2010).
- تقرير نتائج الدراسة التي أعدها معهد الفضاء الألماني (DLR) وأخرون حول استغلال الطاقة الشمسية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا .
- تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرية حول تقديرات مساهمة الطاقة النووية في إنتاج الكهرباء للفترة حتي عام 2050 الصادر سنة 2012 .
- تقارير وإحصائيات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) -GSKM 2011 2012.
- تقرير الفريق النوعي لقطاع النفط والغاز .
- تقرير الفريق النوعي لقطاع الكهرباء .
- تقرير الفريق النوعي لقطاع الطاقة المتجددة .
- تقرير الفريق النوعي لقطاع الطاقة النووية .