التخطيط طويل الامد للطاقة فى ليبيا حالة دولة مصدرة للنفط والغاز**

د . عبد الحى بن عمران* ، د . عبدالله عمار بلوط*

1 ـ مقدمة

ليبيا ، كبلد نام ، تسعى لتعظيم الاستفادة من الموارد الهيدروكربونية الناضبة في التنمية المستديمة ، فبالاضافة الى توظيف مثل هذه الموارد لتلبية الطلب الطاقوى وغير الطاقوى فى كافة القطاعات الاقتصادية المحلية ، يتواصل تصدير النفط والغاز الطبيعى ومشتقاتها لبلدان العالم وذلك لتأمين العملة الصعبة التي تحتاج اليها فى أغراض التنمية الاقتصادية والاجتماعية ، وكمصدر صاف للنفط منذ بداية الستينات فقد تجاوز الانتاج المتراكم للنفط 23 بليون برميل بنهاية عام 1993 ، أما صادرات الغاز الطبيعى المسال فقد بدأت فى أوائل السبعينات ووصلت بنهاية عام 1993 حوالى 270 مليون برميل نفط مكافىء .

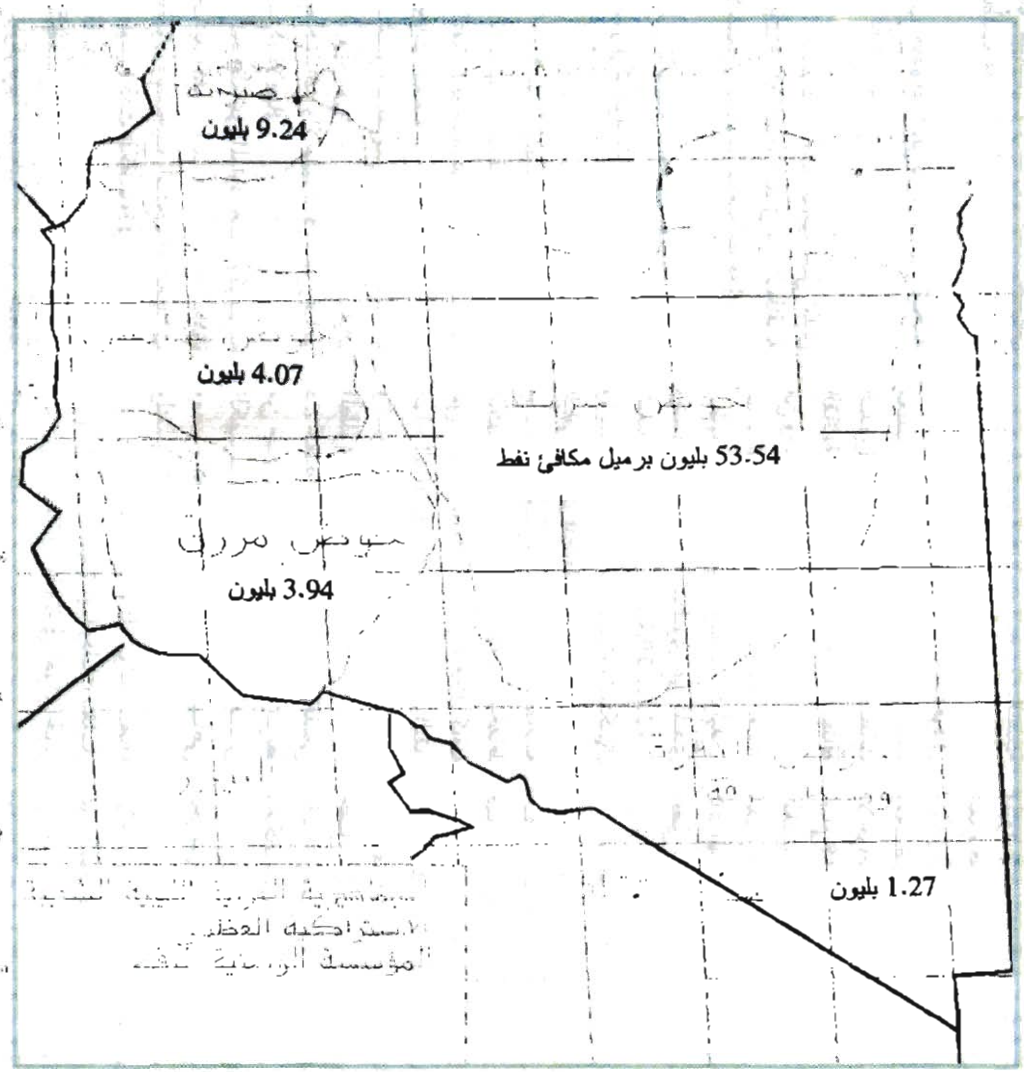
والتقديرات الحالية لاحتياطيات الهيدروكربونات الممكن استخراجها اقتصاديا تبلغ حوالى 50 بليون برميل مكافىء نفط بشكل الغاز الطبيعى الثلث فيها ، وبمصطلحات مألوفة فان مثل هذه الاحتياطيات تكفى لفترة لاتقل عن 100 سنة اذا ما تم انتاجها بالمعدل السنوى الحالى ، واجمالى احتياطى الهيدروكربونات المتواجدة فى المكان (على اليابسة وفى المناطق المغمورة) تتجاوز 70 بليون برميل نفط مكافىء ، والشكل رقم (1) يبين توزيع هذا الاحتياطى على الاحواض الرسوبية .

ويوفر موقع ليبيا الجغرافى وطبيعة المناخ فيها امكانيات هائلة من مصادر الطاقة المتجددة ممثلة بصورة رئيسية فى الطاقة الشمسية ، وطاقة الرياح ، والطاقة الحرارية الجوفية ، وبالنسبة للطاقة الشمسية فقط فهى تصل بمعدل يومى بمتوسط 4,580 كيلو سعر حرارى على المتر المربع أى حوالى 4.58 بليون كيلو سعر حرارى لكل كيلو متر مربع ، وعلى مدار السنة فان الكيلومتر المربع الواحد يستقبل 1.67 تريليون كيلو سعر حرارى . وباعتبار أن الطلب المحلى على الطاقة الاولية فى عام 1990 كان حوالى 9.5 مليون طن نفط مكافىء أو حوالى 10 تريليون كيلو سعر حرارى ، فان مايقارب 60 كيلو مترا مربعا من الصحراء تستقبل على مدار السنة فى المتوسط ما يكافىء اجمالى الاحتياجات الحالية للطاقة فى ليبيا ، وعند كفاءة تحويل بنسبة 10 بالمائة فان حوالى 600 كم مربع أو ما يقارب 0.034 بالمائة من مساحة الاراضى اليابسة بامكانها أن توفر ما يكافىء استهلاك الجماهيرية من الطاقة عام 1990 ، مع ملاحظة ان التكاليف الحالية لوحدة الطاقة الشمسية ليست فى وضع تنافسى مع الوقود الاحفورى وذلك بسبب تدنى الاسعار الحالية للنفط والغاز الا انها ستكتسب دفعا قويا فى المستقبل .

وخلال العقود القادمة من المتوقع أن يتنامى الطلب على الطاقة بشكل ملحوظ بسبب الانتعاش الاقتصادى والنمو السكانى مما يتطلب تخطيطا سليما للطاقة على المدى القصير والطويل بالاضافة الى ادارة عقلانية ورشيدة للموارد الحالية والمتوقعة للطاقة ، كما يتطلب جديا الاخذ بعين الاعتبار بعض المسائل المتعلقة بادخال تقنية التوليد المزدوج للطاقة فى قطاع الكهرباء ،

** الأصل باللغة الإنجليزية - ورقة مقدمة إلى مؤتمر الطاقة العالمي السادس عشر طوكيو اليابان 1995

* اللجنة الوطنية للطاقة



قاعدة المصادر الهيدروكربونية الليبية

- احتياطى الهيدروكربونات الثابت والمحتمل يفوق 70 مليون برميل نفط مكافئ، ثلثه غاز طبيعى.
- الاحتياطى الحالى الثابت والممكن استخراجه للهيدروكربونات بإمكانه تلبية الطلب الحالى والمستقبلى بما فى ذلك صادرات الهيدروكربونات لفترة لا تقل عن 50 سنة.
- الطبقات العميقة فى حوضى سرت وصبراتة مستهدفة كاحتياطى اضافى للهيدروكربونات.
- حوضا غدامس ومرزق يشكلان امتداد للتجمعات الهيدروكربونية الغزيرة فى الجزائر.

شكل (١) توزيع احتياطى الهيدروكربونات بين الاحواض الرسوبية

واستخدام الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية فى القطاعين المنزلى والتجارى بالاضافة الى تطبيق سياسات تستهدف الاقتصاد فى استهلاك الطاقة وترشيد استخداماتها فى مختلف القطاعات الاقتصادية مما سيؤدى الى تحقيق وفورات ملحوظة تسهم فى اطالة عمر الموارد الهيدروكربونية محليا .

وتتطرق هذه الورقة الى بعض من هذه المسائل وتتعامل معها فى اطار خطة طويلة الامد (تمتد حتى عام 2020) من خلال حوارات اقتصادية وطاقوية متعددة تستهدف استمرار ليبيا كمصدر صاف للطاقة وذلك باستخدام نماذج تخطيطية ذات استعمال موسع فى مجال العرض والطلب على الطاقة .

2ـ الخطوط العريضة لاستراتيجية الطاقة فى ليبيا

تتمركز الاستراتيجية على المدى البعيد فى الاكتفاء الذاتى من الطاقة والاستمرار كمصدر صاف للطاقة [1]

2 . 1 الاستراتيجية بالنسبة للهيدروكربونات

بالنسبة للهيدروكربونات فان الاستراتيجية تستهدف ما يلى :ـ

أ ـ اكتفاء كافة القطاعات الاقتصادية من المنتجات النفطية .

ب ـ نمو وتطوير الاحتياطيات الهيدروكربونية من خلال تنشيط أعمال الاستكشاف والاستمرار فى مشروعات الاستراد الاضافى .

ج ـ المحافظة على الموارد الهيدروكربونية بتحديد أقصى معدلات الانتاج الكفؤة للحقول وتشجيع استخدام المعدات والاجهزة ذات الكفاءة فى استهلاك الطاقة .

د ـ التقليل التدريجى لحصة الموارد الهيدروكربونية المستغلة فى تمويل خطط التنمية والبحث عن دخل بديل منشؤه مصادر متجددة .

هـ ـ إستقطاب الاستثمارات الاجنبية لاغراض استكشاف وتطوير الامكانيات الهيدروكربونية على اليابسة وفى المناطق المغمورة .

و ـ الحفاظ على البيئة أثناء انتاج واستهلاك الهيدروكربونات وتشجيع استخدام الغاز الطبيعى ومصادر الطاقة المتجددة على نطاق واسع .

2 . 2 الاستراتيجية بالنسبة للكهرباء

تستهدف الاستراتيجية بالنسبة للكهرباء مايلى :ـ

أ ـ الحفاظ على منظومة ثنائية الوقود فى معظم المحطات الكهربائية وتبنى تقنيات الدورة المزدوجة (المركبة) فى المحطات القائمة والجديدة لغرض تعظيم الطاقة من وحدة وزن الوقود .

ب ـ التحول التدريجى نحو الغاز الطبيعى كوقود رئيسى لمحطات التوليد ، ويستهدف الخليط الطاقوى على المدى البعيد الغاز الطبيعى بنسبة 50 بالمائة ، وزيت الوقود بنسبة 45 بالمائة واستكمال الباقى بمصادر الطاقة المتجددة .

ج ـ ربط النمو السنوى فى الطاقة الكهربائية بالتحوطات الخاصة بالحفاظ على الطاقة وتشجيع كفاءتها واقلال كافة انواع الفاقد (فى مراحل التحويل والنقل والتوزيع) بهدف تعظيم الاستثمارات المطلوبة .

د ـ تخطيط الطاقة على المستوى الاقليمى من خلال التعاون عبر الحدود (الربط الكهربائى مع دول المغرب العربى ومصر) لتعظيم المشاركة فى الاحتياطى ولتقليل الاستثمارات الى أدنى حد .

هـ ـ الحفاظ على البيئة أثناء توليد الطاقة الكهربائية واستهلاكها وذلك بتقليل مستوى الانبعاثات الملوثة فى الهواء الجوى الى أدنى حد .

و ـ دراسة امكانية استغلال الفضلات الصلبة فى توليد الكهرباء وقيام صناعات مرتبطة بها .

3 ـ توقعات العرض من الزيت الخام والغاز الطبيعى على المدى الطويل

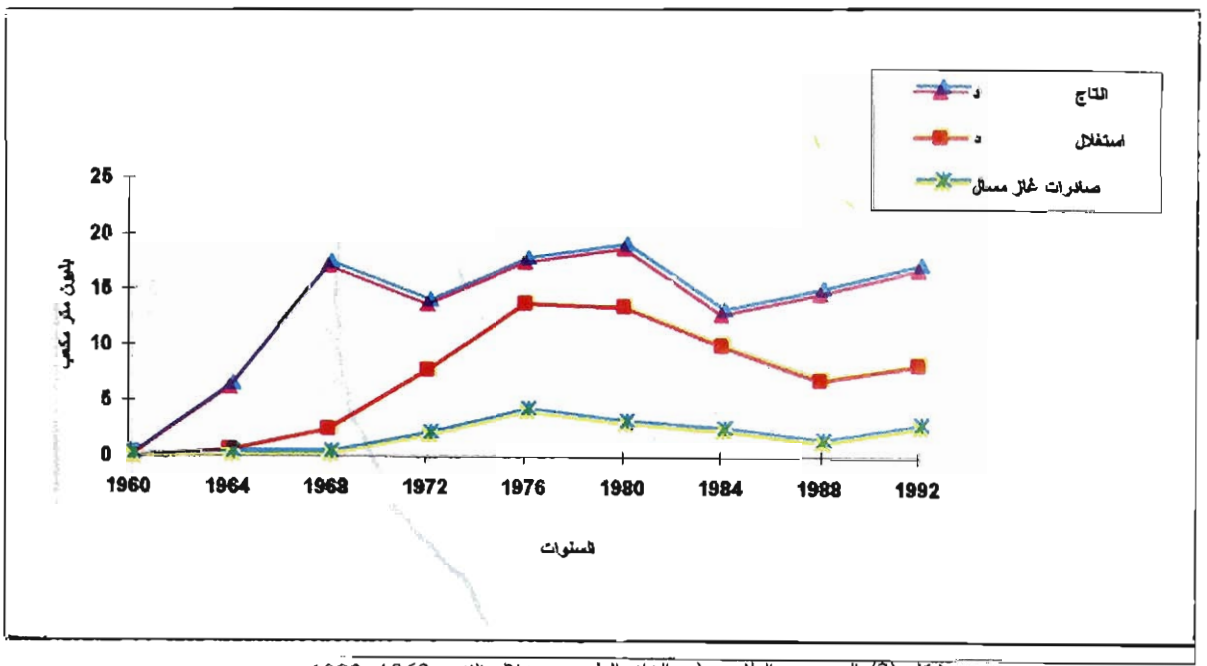
3 . 1 ـ الخلفية التاريخية

يوضح الشكل رقم (2) تطور انتاج النفط الليبى خلال الفترة من عام 1962 وحتى نهاية عام 1992 فقد وصل الانتاج فى عام 1970 حدا أقصى تجاوز 3 مليون برميل فى اليوم ، أما بالنسبة لبقية الفترة فقد كان الانتاج اليومى يتذبذب مابين مليون و2 مليون برميل /يوم . ومعظم هذا الانتاج كان مصدره الاحواض الرسوبية على اليابسة ، وفى عام 1988 بدأ انتاج النفط فى المناطق المغمورة من حقل "البورى" النفطى ، وهو أكبر حقل فى البحر المتوسط بمعدل 50 الف برميل /يوم ويستهدف معدلا أقصى يصل الى 150 ألف برميل فى اليوم فى المرحلة الثانية للتطوير .

ويبين الشكل رقم (3) نمط انتاج واستخدام الغاز الطبيعى الليبى خلال الفترة 1962 ـ 1992 وقد كانت صادرات الغاز الطبيعى المسال موجهه فى معظمها الى ايطاليا وأسبانيا . وقد تم العثور على عدة اكتشافات هيدروكربونية غالبيتها غاز طبيعى وذلك بالقرب من حقل "البورى" النفطى ويبين الشكل رقم (4) مواقع هذه الاكتشافات وامكانياتها .

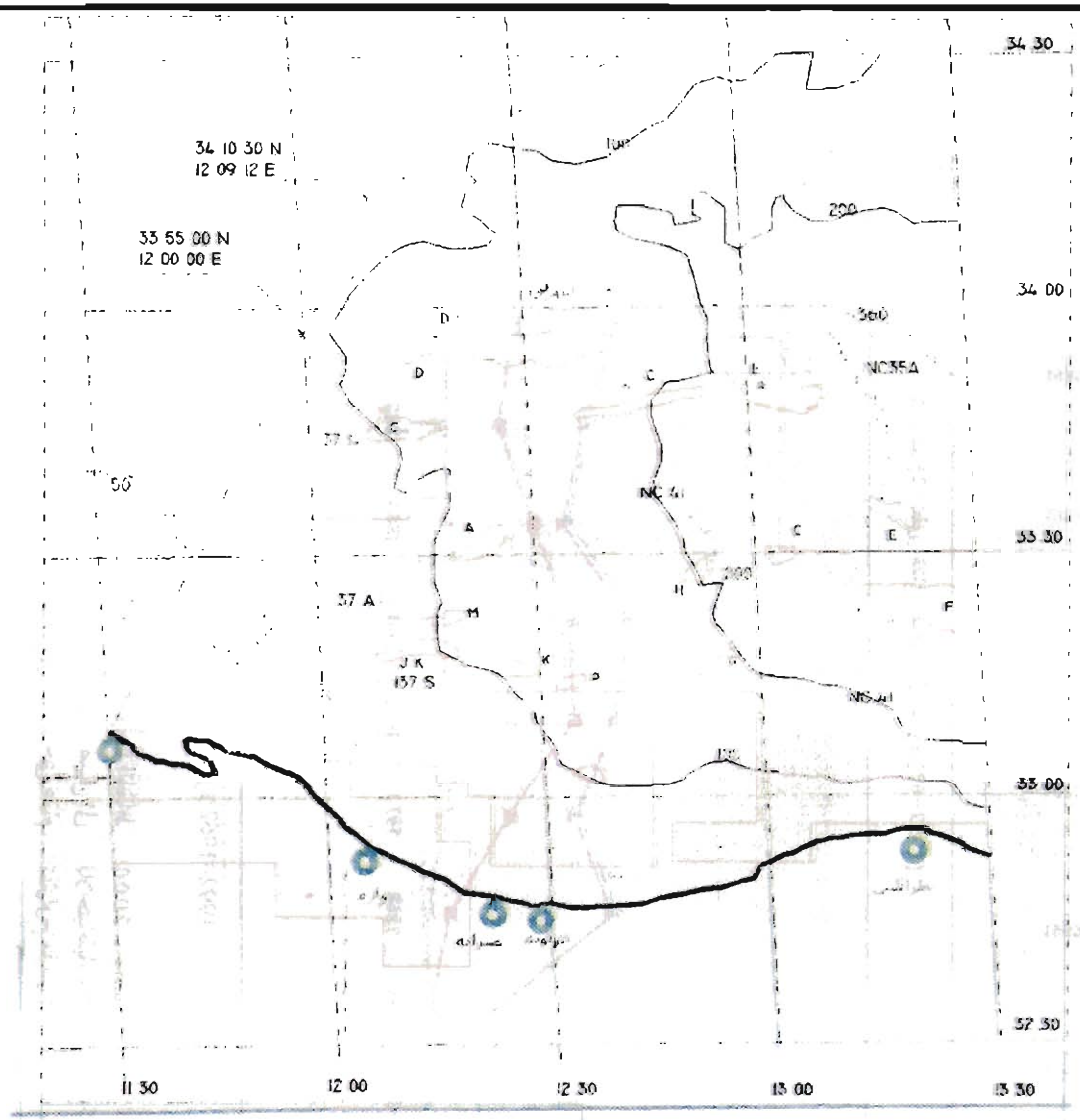
ويعتبر الجرف القارى بمثابة اقليم بحر شمال اخر ، وقد خلصت الدراسات الاولية الى جدوى تطوير هذه الاحتياطيات لغرض تلبية الطلب المحلى على الطاقة بالاضافة الى تصدير الفائض الى جنوب ايطاليا مباشرة أو عن طريق تونس فى صورة غاز أنابيب [2]

شكل رقم (2) تطور انتاج النفط خلال الفترة (62-1992)



شكل (3) العرض والطلب على الغاز الطبيعي خلال الفترة 1962-1992

والمنشآت النفطية القائمة على اليابسة وفي المناطق المغمورة ، مدعومة بالاحتياطيات الهيدروكربونية الممكن إستردادها اقتصاديا باستطاعتها الحفاظ على معدل ثابت للزيت الخام يصل الى 7 . 1 مليون برميل في اليوم حتى عام 2000 ، والتقديرات الاولية للاحتياطيات النفطية الممكن استردادها تتراوح ما بين 45 ، 50 بليون برميل



الامكانيات الهيدروكربونية للمنطقة الغربية المغمورة

القطعة	عدد التراكيب	عمق الماء بالامتار	بلايين البراميل المعطيه المكافئه
س - 41	11	273 - 108	24.22
س - 35 - ا	3	276 - 237	0.58
س13	4	111 - 80	1.72
ج137	3	103 - 82	0.119
المجموع	21	273 - 80	26.639

شكل (4) موقع وامكانيات الاكتشافات الهيدروكربونية فى المناطق المغمورة

وذلك تأسيسا على معامل استرداد بمتوسط 35 بالمائة من النفط المتوجد فى المكامن .

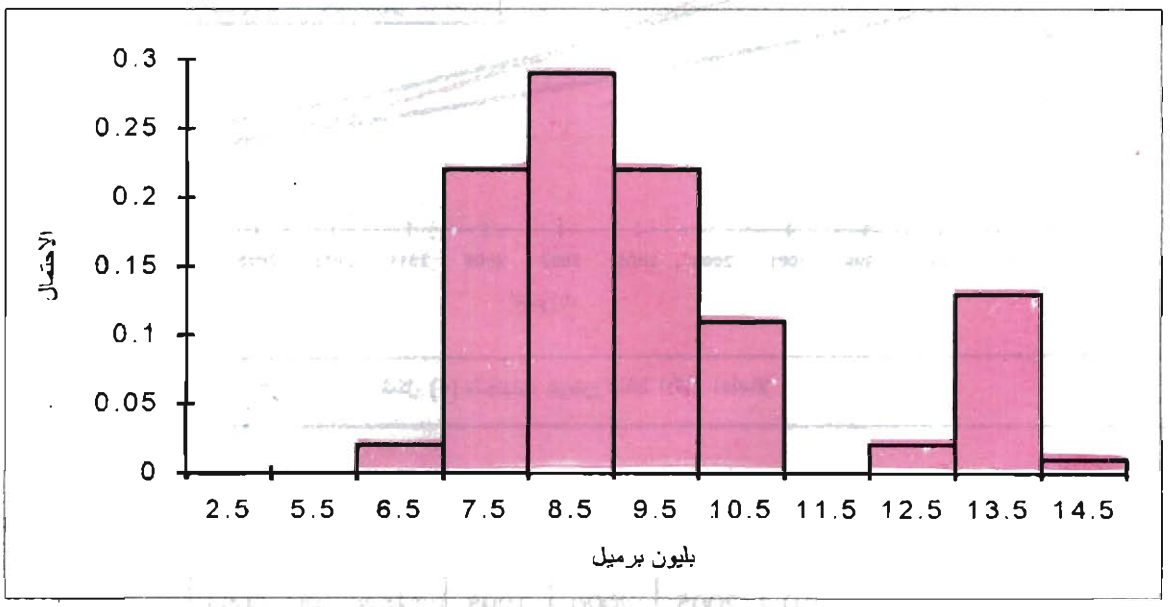
وبالنسبة للغاز الطبيعى فان الاحتياطى الثابت الممكن استرداده وصل بنهاية عام 1993 الى حوالى 1.3 تريليون متر مكعب ، وقدر الاحتياطى المحتمل والممكن من جميع الاحواض الرسوبية على اليابسة وفى المناطق المغمورة بما يربو على 3 تريليون متر مكعب .

3 . 2 ـ العرض المستقبلى من النفط والغاز

تبنى توقعات العرض من النفط والغاز على منحنيات هبوط الانتاج [3 , 4] ويعتمد نموذج العرض على الاحتياطيات الهيدروكربونية المتبقية ، وعلى محددات الانتاج الاقتصادى ، ونوع منحنى الهبوط وتم افتراض عدة حوارات للعرض تأخذ فى الاعتبار الطبيعية غير المحددة للنموذج .

ولتحديد العرض من الزيت الخام وحده فقد تم وضع خيارات احتمالية بصورة فردية لقيم النفط الاجمالى المراد انتاجه اثناء الهبوط ، ومعدل الانتاج الابتدائى عند بداية الهبوط ، ومعدل الانتاج النهائى الاقتصادى وكذلك نوع منحنى الهبوط ولكل من الكميات الثلاث الاولى تم استعمال التوزيع المستطيل ، والقيمة المستعملة عند كل محاولة دالة خطية للتقدير الادنى والاعلى لكل كمية ورقم عشرى موزع بانتظام بين الصفر والواحد الصحيح ، وبالنسبة للثابت المميز لعلاقات الهبوط تم افتراض ثلاث قيم (0 ، 0.5 ، 1) على انها متساوية الاحتمال . وتم استخدام رقم عشوائى لاختيار نوع منحنى الهبوط لكل محاولة بذاتها

وبعد احتساب معدلات الانتاج السنوية لفترة زمنية قدرها 25 سنة تم إختبار الانتاج التراكمى بعد 25 سنة مقابل 10 فصائل لقيم ذات نهايات تتراوح ما بين 5 ، 15 بليون برميل ، وتم استخدام طريقة مونت كارلو للحصول على 1000 محاولة للحل ، والشكل رقم (5) يبين نتائج هذه الحسابات على شكل انتاج نفط متراكم عند السنة 25 مقابل الاحتمال ، والقيمة الاكثر احتمالا هى 8.5 بليون برميل .



شكل (5) الانتاج المتراكم من النفط مقابل الاحتمال

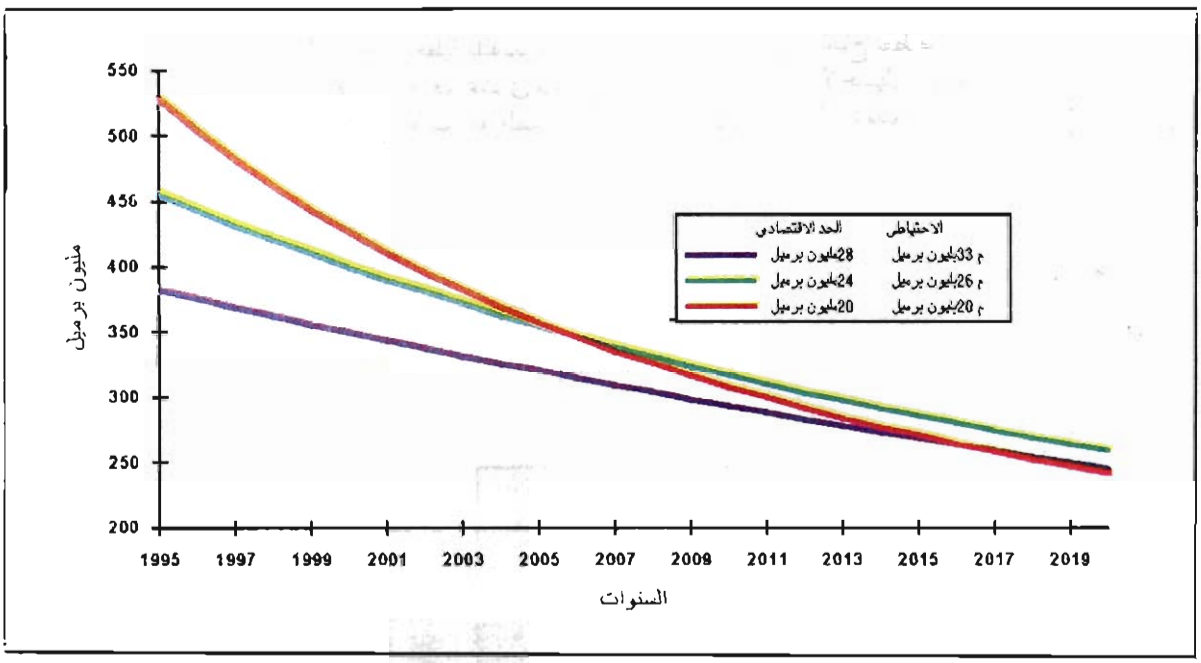
والشكل رقم (6) يورد ثلاثة حلول لثلاثة أنواع من منحنيات الهبوط حيث يقارب الانتاج التراكمى عند السنة 25 القيمة الاكثر احتمالا ، ولاغراض التوقعات فقد تم الاخذ بنتائج منحنى الهبوط ذى القطع المكافىء وذلك ليمثل القيمة الاكثر احتمالا من امدادات النفط للفترة 1995 ـ 2020 أما العرض المتوقع للغاز الطبيعى لنفس الفترة فهو مبين فى الجدول رقم (1) وقد بدأ الانتاج فى الهبوط بعد سنة 2010 وذلك لاحتياطين متبقيين مختلفين عند تلك السنة يتراوحان مابين 0.9 ، 3.7 تريليون متر مكعب .

4 ـ توقعات الطلب على الطاقة على المدى الطويل

4 . 1 ـ الخلفية التاريخية

تطور استهلاك الطاقة محليا بصفة هامة منذ عام 1970 ، ونما الطلب على الطاقة الاولية والنهائية بشكل كبير بتنامى الاقتصاد الليبى واستخدام عائدات النفط لتمويل خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية . وكما هو موضح بالشكل رقم (7) فقد ازداد استهلاك المنتجات النفطية بمعدلات متغيرة خلال الفترة 1970 ـ 1993 وذلك من مليون الى 6 مليون طن مترى سنويا . كذلك يبين الشكل رقم (8) توزيع استهلاك المنتجات النفطية الرئيسية بين القطاعات الاقتصادية .

كما تطور ت الطاقة التكريرية فى البلاد خلال نفس الفترة من 10 الاف برميل / اليوم الى حوالى 380 الف برميل / اليوم وذلك لمواجهة الطلب المتزايد على المنتجات النفطية . وعلى نفس المنوال ، تطور قطاع الكهرباء بشكل كبير حيث ازداد معدل استهلاك

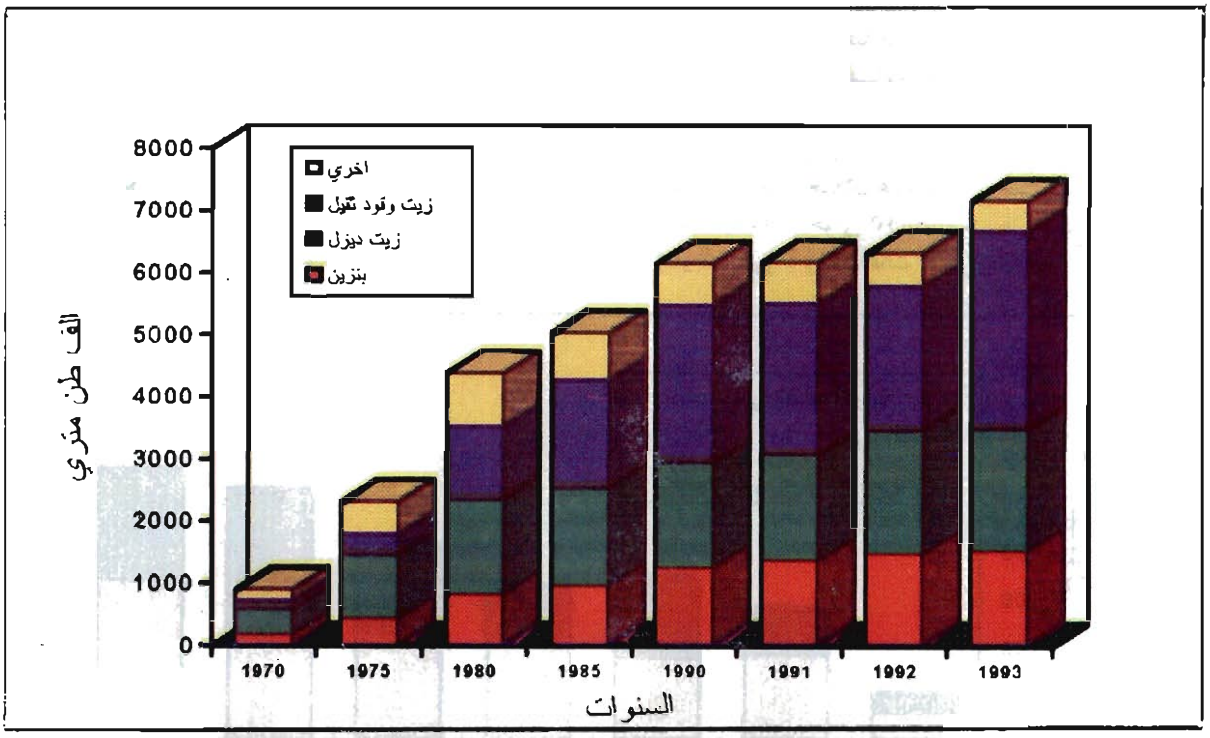


شكل (6) منحنيات عرض النفط الأكثر احتمالا

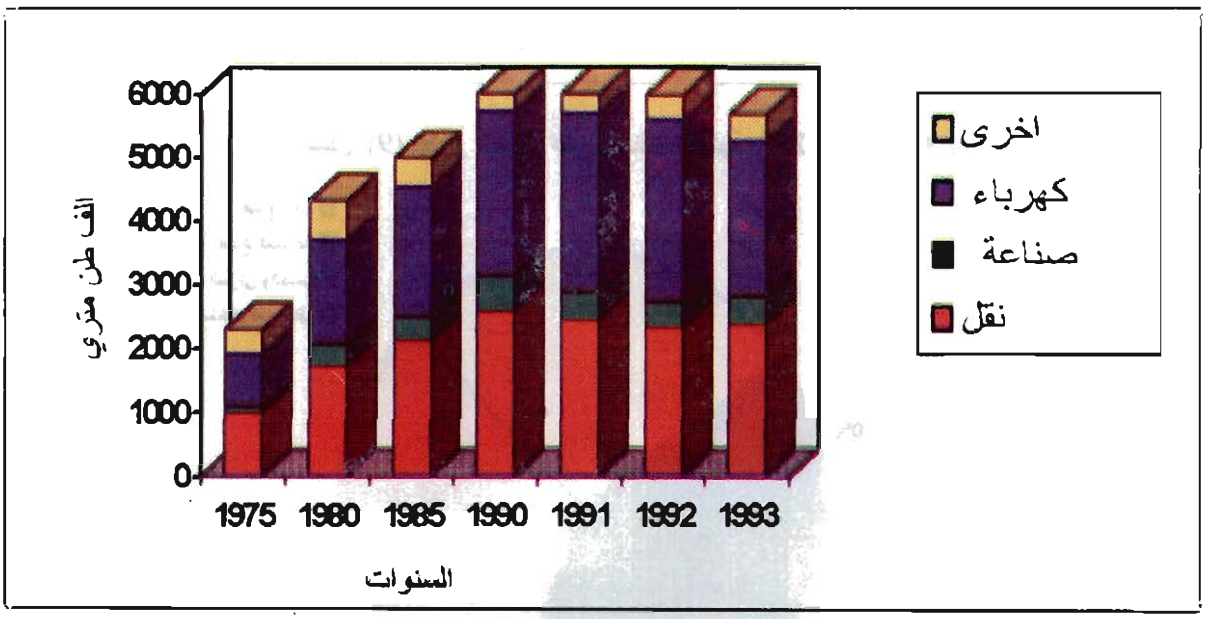
جدول رقم (1)

العرض من الغاز الطبيعي للفترة 1995 – 2020 (بليون متر مكعب)

إحتياطي الغاز المتبقي	1995	2000	2005	2010	2015	2020
900	10.8	16.7	25	25	21.7	18.9
3700	10.8	16.7	25	25	24.2	23.4



شكل (7) استهلاك المنتجات النفطية خلال الفترة (1970 - 1993)

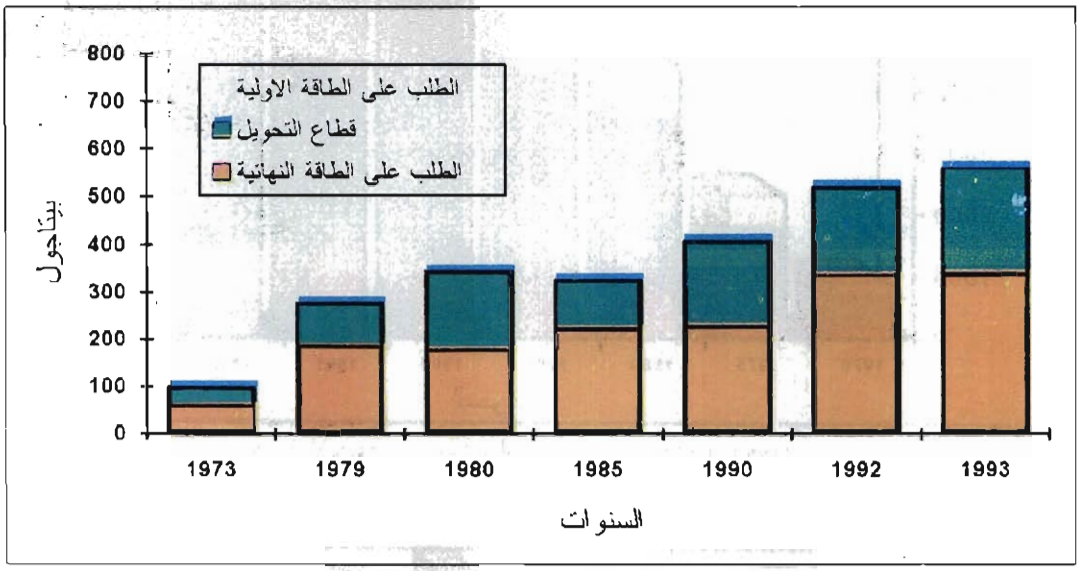


شكل رقم (8) توزيع استهلاك المنتجات النفطية بين مختلف القطاعات

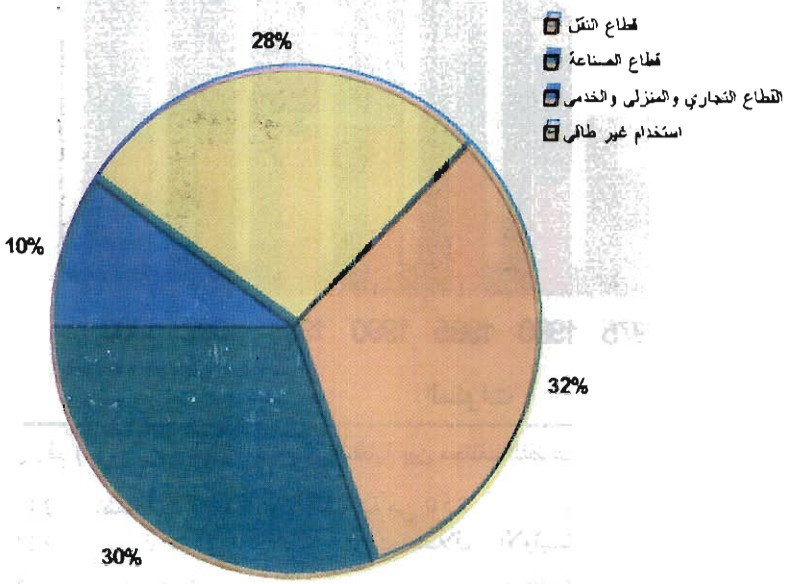
الفرد من الطاقة الكهربائية من 337 كيلووات ساعة فى عام 1970 الى 2257 كيلووات ساعة فى عام 1993 فى حين تضاعفت قدرة التوليد المركبة من 250 ميجاوات الى 3200 ميجاوات خلال نفس الفترة .

وفيما يتعلق بالطلب على الطاقة الاولية متمثلة فى النفط الخام والغاز الطبيعى والمنتجات النفطية فقد

تضاعفت ست مرات خلال الفترة 1973 ـ 1993 وذلك كما هو موضح بالشكل رقم (9) . وتعتبر الفترة 1973 ـ 1980 حاسمة بالنسبة لمعدلات النمو اذ وصلت أعلى مستوى لها بينما شهدت الفترة اللاحقة تباطؤاً ملحوظا . يوضح الشكل رقم (9) كذلك التطور الذى حدث بالنسبة للطلب على الطاقة النهائية وأيضا الطاقة المستنفذة فى قطاع التحويل (تكرير النفط وتوليد الكهرباء بالاضافة الى عمليات انتاج النفط) . كما يوضح الشكل رقم (10) توزيع الطلب على الطاقة النهائية بسبب التوسع فى استخدام الغاز الطبيعى والنافثا كلقيم فى الصناعات البتروكيماوية وفى صناعة الحديد والصلب . وباستثناء الاستخدام غير الطاقوى فان قطاع النقل يبرز كأكبر قطاع مستهلك للطاقة النهائية خلال عام 1993 حيث يستحوذ على حوالى 40 بالمائة متبوعا بقطاع الصناعة والقطاعات الاخرى .



شكل (9) تطور الطلب على الطاقة الاولية (1973 - 1993)



شكل رقم (10) توزيع الطلب على الطاقة النهائية بين القطاعات الاقتصادية

2 . 4 ـ توقعات الطلب المستقبلى على الطاقة

كانت هناك عدة دراسات خلال العقد الماضى تتعلق بتوقعات الطلب المستقبلى على الطاقة فى ليبيا [6 ، 7 ، 8 ، 9] واجمالا فقد كانت هذه الدراسات مبنية على منهجيات مبسطة من نوع (القمة ـ القاعدة) وكانت تعتمد على علاقات عامة تربط بين الطاقة والاقتصاد (الناتج المحلى الاجمالى) وقد ادى عدم توفر البيانات الاساسية الكافية والدقيقة فى الماضى الى عدم استخدام منهجيات أكثر تطورا خصوصا تلك التى تعتمد على أسلوب (القاعدة ـ القمة) .

وحاليا يتم استخدام اسلوب (القاعدة ـ القمة) فى دراسة مستمرة تقوم بها اللجنة الوطنية للطاقة بهدف اعداد التوقعات المستقبلية للطلب على الطاقة وذلك باستخدام نموذج (MEDEE–S) المطور من قبل معهد اقتصاديات وسياسات الطاقة التابع لجامعة جرنوبل بفرنسا .

ويعتبر برنامج (MEDEE–S) من النماذج الرياضية الخاصة بمحاكاة وحساب الطلب على الطاقة على المدى الطويل بحيث يأخذ فى الاعتبار خصوصيات الدول النامية . وهذا البرنامج كغيره من النسخ الاخرى الصادرة منه مثل (MEDEE–EUR)أو (MEDEE–3,MAED,MEDEE–2) يتميز بكونه يعتمد على أسلوب احصائى ـ اقتصادى ـ تقنى بالنسبة لمختلف الاستخدامات الطاقية ، ويتكون التحليل المتبع فى النموذج من الاتى : ـ

ـ تعريف المحددات الاقتصادية والسكانية والاجتماعية والتقنية والفنية للطلب على الطاقة النهائية قطاعيا وحسب نوع الاستخدام .

ـ محاكاة التطور الذى سيحصل لهذه المحددات فى المستقبل من خلال النموذج ذاته أو بواسطة متغيرات أو حوارات (سيناريوهات) طاقية .

1 . 2 . 4 نموذج MEDEE–S الخاص بليبيا

يحتوى النموذج المستخدم فى حالة ليبيا على خمسة قطاعات هى قطاع الصناعة ، قطاع الزراعة ، قطاع النقل ، القطاع المنزلى ، والقطاع التجارى / الخدمى . وقد تم تحليل قطاع الصناعة الذى يشكل 30٪ من الطلب على الطاقة النهائية عام 1993 بأكبر قدر من التفصيل وذلك لتوفر معظم المعطيات اللازمة حيث اشتمل النموذج على ست صناعات تتميز بأنها من الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة وهى صناعة الاسمنت ، والامونيا ، اليوريا ، والميثانول ، والحديد والصلب ، وتحليه المياه ، وقد تم تحديد الانتاج المستقبلى لهذه الصناعات عبر الحوارات المفترضة . كما تم تحليل أربعة أنواع من الطاقة فى محاكاة الطلب المستقبلى وهى الغاز الطبيعى ، وزيت الديزل ، وزيت الوقود الثقيل ، والكهرباء .

وبسبب عدم توفر بعض البيانات والاحصائيات اللازمة لمحاكاة الطلب على الطاقة فى قطاع النقل فقد تم ذلك باعتبار قطاع النقل وحدة واحدة دون تفصيل أو تمييز بين أنواع النقل كالنقل بين المدن أو داخل المدن أو النقل الريفى وتم تحليل ثلاثة أنواع من الوقود هى بنزين السيارات ، والديزل ، وكيروسين الطيران ، كما تمت معالجة النقل العام على اساس نوعين من وسائل النقل هى الحافلات وسيارات الاجرة بينما عولج نقل البضائع باعتبار نوعين من أنواع الوسائل (خفيف وثقيل) .

كذلك عولج القطاع المنزلى دون تمييز بين المنازل فى المدن والارياف وباعتبار ثلاثة أنواع من أنواع الطاقة هى الكهرباء ، وغاز البترول المسال ، والكيروسين المنزلى ، وتم تحليل القطاع التجارى أو الخدمى على أساس نفس أنواع الطاقة المستخدمة فى القطاع المنزلى .

أما بالنسبة للقطاع الزراعى فقد تمت معالجته بتبنى أبسط أسلوب للمحاكاة متوفر بالنموذج (MEDEE–S)وذلك بالنظر لصعوبة الحصول على البيانات اللازمة لاستخدام أسلوب محاكاة مفصل وقد تم اعتبار ثلاثة أنواع من الطاقة هى الكهرباء ، وغاز البترول المسال ، والكيروسين المنزلى ، مع افتراض أن القيمة المضافة للقطاع تحدد الطلب على الطاقة فيه .

2 . 2 . 4 محاكاة الطلب على الطاقة

يرتكز أسلوب محاكاة المتطلبات الطاقوية والطلب على الطاقة النهائية المتوفر بنموذج (MEDEE–S) ، وكما سبق بيانه ، على مجموعة من الافتراضات الخاصة بتعريف المكونات السكانية والاجتماعية والاقتصادية والفنية للبلاد وتطوراتها المحتملة خلال فترة طويلة نسبيا من الزمن وفى هذه الدراسة تم تحديد الاطار الزمنى على أنه سنوات 2000 ، 2010 ، و2020 . وهذه الافتراضات صيغت من خلال متغيرات حوارية .

لقد تم تحديد حوار (سيناريو)مرجعى أو متوسط لتعريف الكيفية التى ستتبلور عبرها التنمية الوطنية ووفق هذا الحوار المتوسطى فان الافتراضات الخاصة بالأفاق الديموغرافية كانت كما هو وارد بالجدول رقم (2)

كذلك وفق الحوار المرجعى فإن الافاق الاقتصادية تفترض معدلات نمو متواضعة بالنسبة للناتج المحلى الاجمالى كما يلى : ـ

الفترة	نسبة النمو٪
1990 ـ 2000	3.0
2000 ـ 2010	2.5
2010 ـ 2020	2.0

كما افترض ان التركيبة الهيكلية بالنسبة لمنظومة الانتاج ستتغير كما هو موضح بالجدول رقم (3) .

والجدير بالملاحظة فى هذا الصدد أنه بالنسبة للحوار المرجعى فان الخيارات الطاقية والتقنية المستخدمة بالنموذج أفترضت عدم وجود امكانية للاستبدال بين أنواع الوقود وكذلك عدم وجود تغير فى سياسات الطاقة وذلك لتسهيل وتبسيط الحسابات .

4 . 2 . 3 نتائج المحاكاة ـ

تم استخدام نموذج MEDEE–S وفق الحوار المرجعى الذى سبق بيانه للحصول على اسقاطات مستقبلية للطلب على الطاقة النهائية للاعوام (2000 ، 2010 ، 2020) على التوالى ، وكما هو متوقع فان افتراض معدلات نمو اقتصادية متواضعة أدى الى معدلات نمو متواضعة بالنسبة للطلب على الطاقة النهائية خلال فترة الدراسة 1990 ـ 2020 . وكما هو موضح بالشكل رقم (11) فان معدلات النمو للطلب على الطاقة النهائية (باستثناء الاستخدامات غير الطاقية) كانت وكما هو متوقع كما يلى : ـ

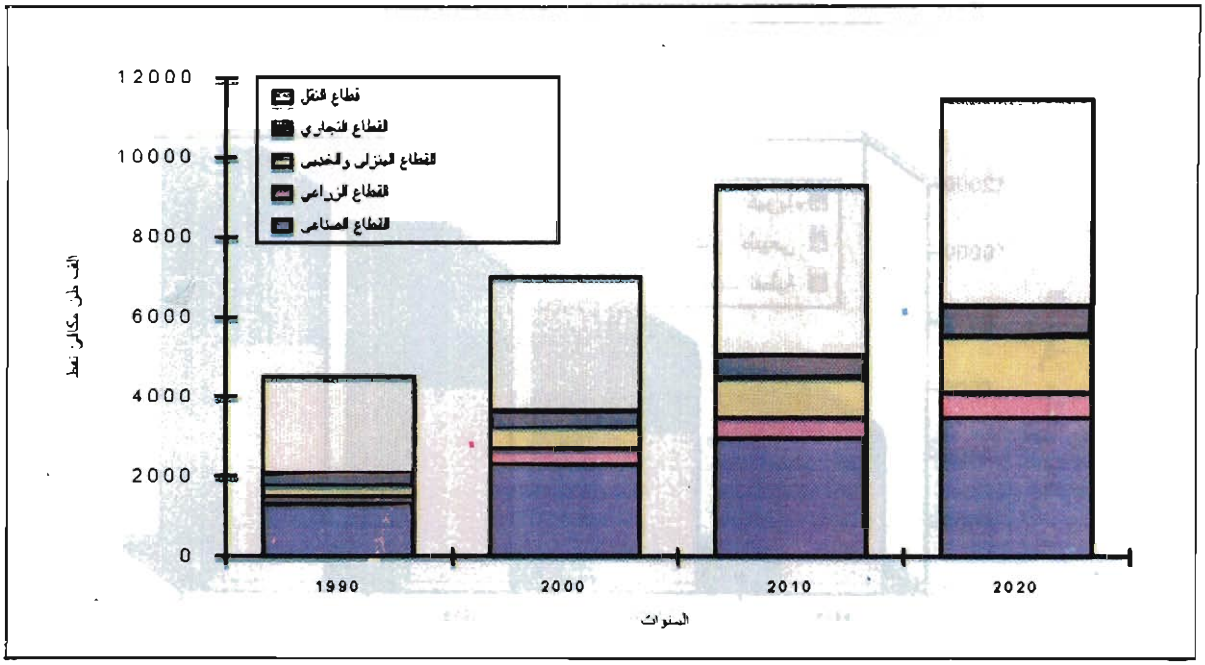
الفترة	معدل النمو
2000 ـ 1990	٪4 . 5
2010 ـ 2000	٪3 : 0
2020 ـ 2010	٪2 . 0

جدول (2)
المؤشرات الديموغرافية

	1990	2000	2010	2020
السكان (بالآف)	4530	6090	7800	9510
معدل التحضر (بالمائة)	76	76	75	75
الأفراد لكل منزل (مدن)	7	5	4	4
الأفراد لكل منزل (أرياف)	8	6	5	5

جدول (3)
المؤشرات الاقتصادية

	1990	2000	2010	2020
الناتج الإجمالي (مليون دينار)	7817	10505	13447	16392
الصناعة ٪	7.3	10	11	12
الزراعة ٪	5.4	8	9	9
التشييد ٪	13.1	13	12	11
التجارة ٪	45.4	42	45	44



شكل رقم (11) التوقعات المستقبلية للطلب على الطاقة النهائية

4 . 2 . 4 الطلب على الطاقة قطاعيا

قطاعيا ، وباستثناء الاستخدامات غير الطاقية ، يظل قطاع النقل وكما هو واضح من الشكل رقم (11) القطاع الاكثر استهلاكا للطاقة فى صورتها النهائية وذلك خلال فترة المحاكاة (1990 ـ 2020) مع حدوث انخفاض من نسبة 55 بالمائة عام 1990 الى نسبة 45 بالمائة عام 2020 . كما أن مساهمة بقية القطاعات الاخرى فيما يبدو لن تتأثر كثيرا والاستثناء فى ذلك هو القطاع المنزلى حيث يتوقع تضاعف نسبة مساهمة هذا القطاع وهو ما يعكس تأثير الافتراضات الديموغرافية التى تم استخدامها بالاضافة الى توقع التحسن فى مستوى المعيشة الامر الذى سيؤدى الى زيادة فى استهلاك الطاقة خاصة الطاقة الكهربائية .

4 . 2 . 5 الطلب على الطاقة حسب نوع الوقود ـ

يعكس تحليل الطلب على الطاقة النهائية بحسب نوع الطاقة الدور المهيمن للمشتقات النفطية بالرغم من توقع حدوث انخفاض من 70 بالمائة الى 60 بالمائة عام 2020 (الشكل 12) . كما يتوقع أن تظل نسبة مساهمة الغاز الطبيعى ثابتة بالرغم من الزيادة فى الكميات المستخدمة .

وبالنسبة للطاقة الكهربائية فان نسبة مساهمتها فى الخليط الطاقوى ستزداد من 13 بالمائة عام 1990 الى حوالى 23 بالمائة عام 2020 وفق معدلات النمو التالية : ـ

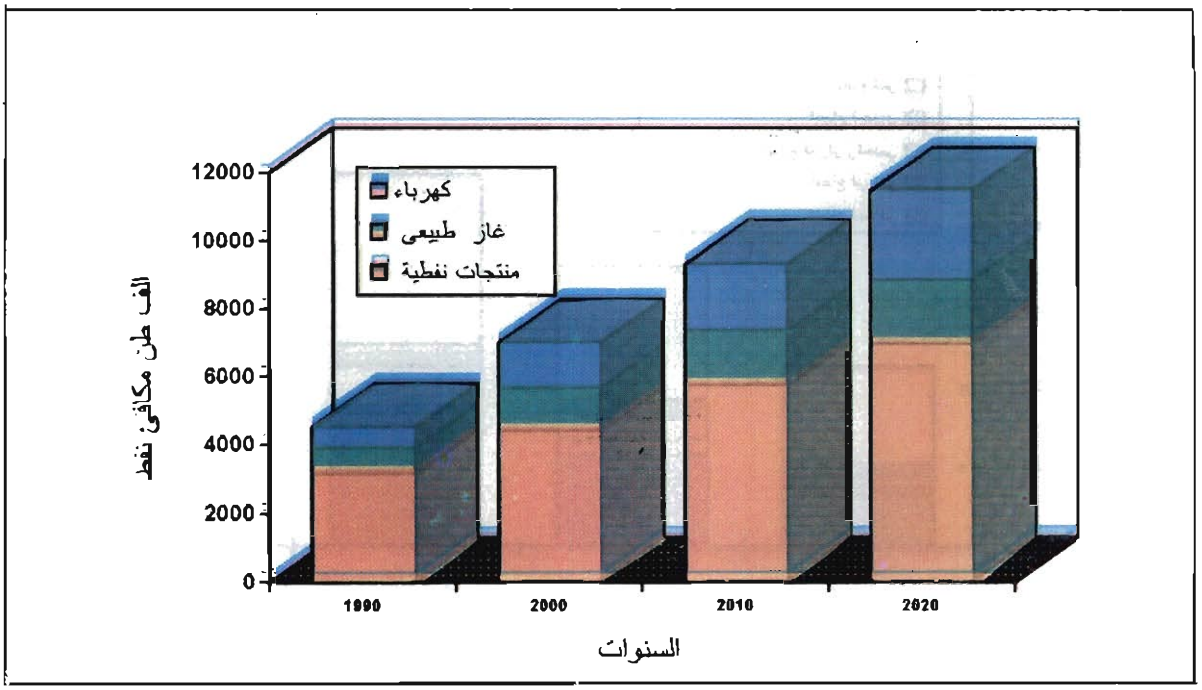
الفترة	معدل النمو
2000 ـ 1990	8٪
2010 ـ 2000	4٪
2020 ـ 2010	3٪

وتعزى الزيادة الكبيرة خلال الفترة 2000 ـ 1990 الى الزيادة فى الصناعات ذات الاستهلاك المكثف للطاقة خصوصا صناعة الحديد والصلب .

5 ـ موازنة العرض والطلب على الطاقة

5 . 1 ـ الطلب على الطاقة الاولية

للمضى فى تقدير الطلب على الطاقة الاولية على أساس الطلب النهائى على الطاقة المحسوب بنموذج (MEDEE-S) فانه يلزم الاخذ فى الاعتبار فاقد ومتطلبات قطاع التحويل ، فبالنسبة للكهرباء تم تقدير الطلب على الطاقة الاولية بتضمين فاقد النقل والتوزيع ، والاستعمال الذاتى وفاقد التحويل ، وبالمثل فيما يتعلق بالمنتجات النفطية فالطلب على الطاقة الاولية بالنسبة للزيت الخام يحسب باعتبار متطلبات التحويل والفاقد فى المصافى . وبالنسبة للغاز الطبيعى فان الطلب على الطاقة الاولية يشمل الاحتياجات الطاقوية والفاقد فى عمليات قطاع النفط .



شكل (12) الطلب على الطاقة النهائية حسب نوع الطاقة

5 . 1 . 1 ـ الطلب على النفط الخام

يتضمن الطلب على النفط الخام الطلب على المنتجات النفطية من قبل قطاعات اقتصادية متعددة بالاضافة الى طلب قطاع الكهرباء ، وهذا يعتمد على السياسة المتبعة بالنسبة للاستعاضة عن زيت الوقود وزيت الديزل بالغاز الطبيعى كوقود لتوليد الكهرباء ، وكذلك يعتمد على نوع التقنية المختارة لتوليد الطاقة (الدورة البسيطة مقابل الدورة المزدوجة على سبيل المثال)

ولهذا الغرض تم تحليل أربع حالات بالنسبة لقطاع الكهرباء كما يلى : ـ

حالة رقم (1)

ـ بدون تحسين فى فواقد التحويل والنقل والتوزيع ، بالاضافة الى عدم استعمال الغاز فى توليد الكهرباء .

حالة رقم (2)

ـ تحسين فى فواقد التحويل والنقل والتوزيع ، وبدون استعمال الغاز فى توليد الكهرباء .

حالة رقم (3)

ـ نفس الحالة رقم (1) ولكن مع استعمال الغاز فى توليد الكهرباء .

حالة رقم (4)

ـ نفس الحالة رقم (2) ولكن مع استعمال الغاز فى توليد الكهرباء .

وقد تم افتراض تقليل فاقد النقل والتوزيع من المعدل الحالى وهو 30 بالمائة الى 25 ، 20 ، 15 بالمائة للسنوات 2000 ، 2010 ، 2020 على التوالى ، وبالنسبة لفاقد التحويل يتم انقاصه بادخال الدورة المزدوجة (المركبة) وقد افترض أن تكون مساهمة الدورة المزدوجة بنسب 10 ، 15 ، 50 بالمائة للسنوات 2000 ، 2010 ، 2020 على التوالى .

وفيما يخص الاستعاضة عن المنتجات النفطية بالغاز الطبيعى فقد افترض ان يتم ذلك بنسب 25 ، 35 ، 50 بالمائة للسنوات 2000 ، 2010 ، 2020 على التوالى . ويلخص الجدول رقم (4) نتائج الحالات الاربع موضحا تناقص حصة الطلب على المنتجات النفطية فى قطاع الكهرباء بسبب تغلغل الغاز الطبيعى والتحسين فى فواقد التحويل والنقل والتوزيع .

كما يوضح الشكل رقم (13) اجمالى الطلب على النفط الخام واحتياجات المصافى المحلية مقارنة بالعرض المستقبلى من النفط الخام كما توقعه النموذج غير المحدد وواضح من الشكل ان ليبيا ستظل مصدرا صافيا وذا امكانيات على مدى فترة التوقع ، كذلك بالنسبة للحالات 2 ، 3 ، 4 فان السعة الحالية للمصافى بامكانها تلبية الطلب الاجمالى شريطة أن توجه نواتج المصافى نحو تلبية أنماط الطلب المحددة وذلك بتطوير المصافى باتجاه المقطرات الخفيفة .

5 . 2 . 1 ـ الطلب على الغاز الطبيعى

يستنتج الطلب على الغاز من

جدول رقم (4)
الطلب على الزيت الخام للسنوات 2000، 2010، 2020 (مليون طن نفط مكافئ)

جدول رقم (4)
الطلب على الزيت الخام للسنوات 2000، 2010، 2020 (مليون طن نفط مكافئ)

الحالة	القطـــاع	2000	2010	2020
1	- الكهرباء	7.20	10.52	14.13
	- قطاعات اخرى	4.61	6.00	7.27
	المجموع	11.81	16.52	21.40
	المجموع (بملايين البراميل)	87	121	157
2	- الكهرباء	6.43	8.27	9.31
	- قطاعات اخرى	4.61	6.00	7.27
	المجموع	11.04	14.27	16.58
	المجموع (بملايين البراميل)	82	105	122
3	- الكهرباء	5.40	6.83	7.06
	- قطاعات اخرى	4.61	6.00	7.27
	المجموع	10.01	12.83	14.33
	المجموع (بملايين البراميل)	74	94	105
4	- الكهرباء	4.82	5.38	4.65
	- قطاعات اخرى	4.62	6.00	7.27
	المجموع	9.44	11.38	11.92
	المجموع (بملايين البراميل)	69	84	88

استعمالات الغاز فى قطاع الكهرباء والقطاعات الاخرى ومن الاستخدامات غير الطاقوية . ولهذا الغرض تم تحليل ثلاث حالات كما يلى : -

حالة (أ)

- تحسين فى عمليات انتاج الغاز بدون استخدام الغاز فى قطاع الكهرباء .

حالة (ب)

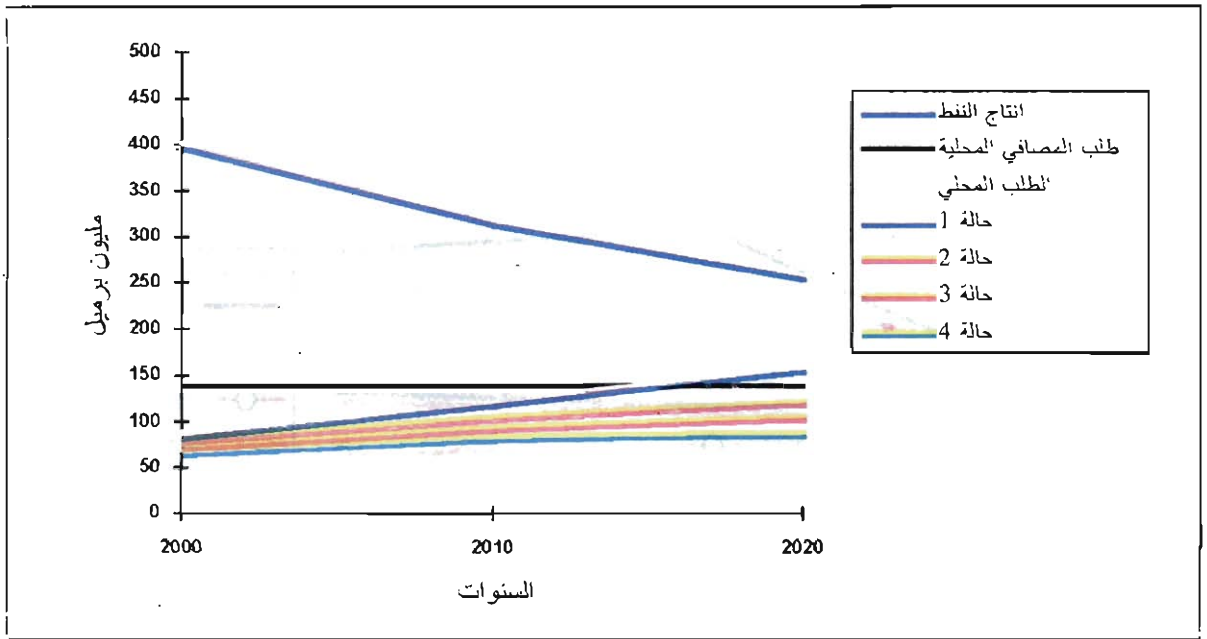
- نفس الحالة (أ) ولكن باستخدام الغاز فى قطاع الكهرباء وبدون تحسين فى كفاءة قطاع الكهرباء .

حالة (ج)

- نفس الحالة (ب) مع تحسين فى كفاءة قطاع الكهرباء .

كما تم افتراض استغلال الغاز الطبيعى فى قطاع الكهرباء عند نفس المعدلات التى تم ذكرها انفا والجدول رقم (5) يلخص نتائج هذه الحالات ويوضح الطلب المتزايد على الغاز الطبيعى بسبب تغلغله فى قطاع الكهرباء .

وهذه النتائج موضحة فى الشكل رقم (14) ، وهى مقارنة كذلك بالعرض من الغاز عند قيمتين مختلفتين لاحتياطى الغاز المتبقى ، 0.9 تريليون متر مكعب (الخط النفسجى) و3.7 تريليون متر مكعب (الخط الاخضر) ، ومن الواضح ان ليبيا ستستمر كمصدر



شكل (13) العرض والطلب على الزيت الخام 2000، 2010، 2020

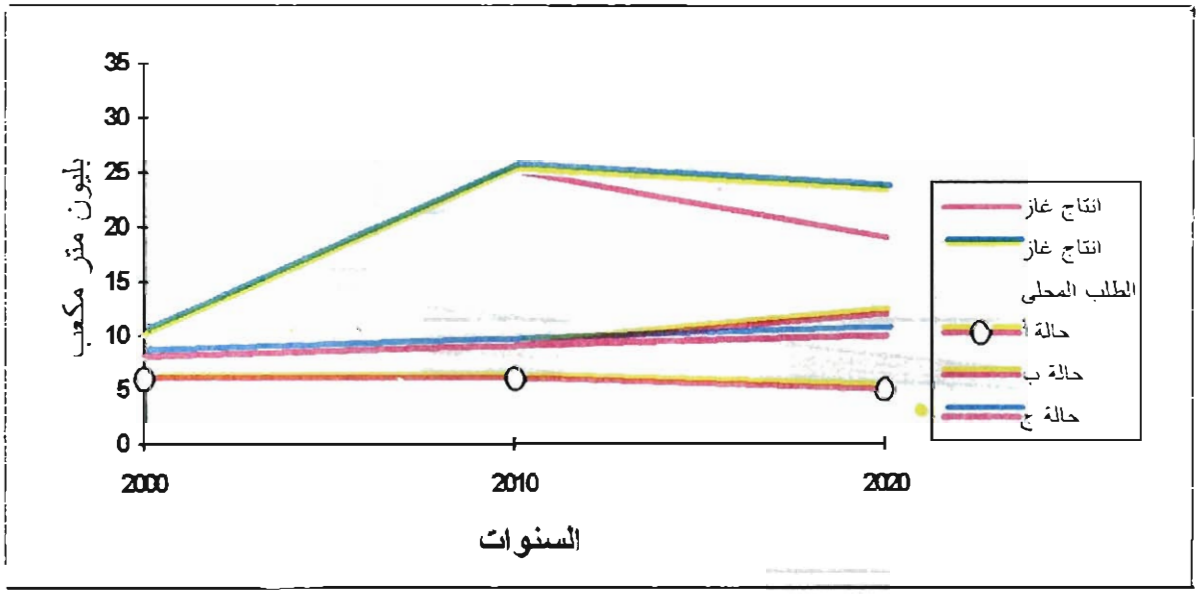
جدول رقم (5)
الطلب على الغاز الطبيعي للسنوات 2000، 2010، 2020 (بليون متر مكعب)

الحالة	القطاع	2000	2010	2020
أ	- إستخدام طاقي	1.26	1.63	1.90
	- إستخدام غير طاقي	0.85	0.85	0.85
	الإجمالي	2.11	2.48	2.70
	الكفاءة الإجمالية للإستغلال	0.40	0.50	0.60
	الطلب على - مليون طن نفط مكافئ	5.28	4.96	4.58
	الغاز - بليون قدم مكعب	6.16	5.79	5.34
ب	- الكهرباء	1.90	3.88	7.44
	- قطاعات أخرى	6.16	5.79	5.34
	الإجمالي	8.06	9.67	12.78
جـ	- الكهرباء	1.70	3.05	4.90
	- قطاعات أخرى	6.16	5.79	5.34
	الإجمالي	7.86	8.84	10.24

صاف للغاز وذى امكانيات حتى عام 2020 وما بعده بالرغم من تزايد الطلب المحلى عليه .

الاستنتاجات

ليبيا كبلد منتج للنفط والغاز لديها الامكانية لكى تظل مصدرا صافيا خلال القرن القادم حتى عام 2020 ومابعده ، والاستعاضة عن المنتجات النفطية بالغاز



شكل رقم (14) العرض والطلب على الغاز للسنوات 2000، 2010، 2020 (3 حالات)

الطبيعي خاصة في قطاع الكهرباء مع ادخال تقنية الدورة المزدوجة لها دور كبير في نجاعة طاقة التكرير القائمة ، وبامكان هذه الطاقة التكريرية أن تلبي الطلب المتنامي على المنتجات النفطية حتى عام 2020 شريطة التحسين في نوعية هذه الطاقة وذلك بتطويرها باتجاه المقطرات الخفيفة ، ومن شأن ذلك أن يحرر نفطا أكثر وأن يعزز قدرات ليبيا كي تظل مصدرا صافيا للنفط والغاز .

المراجع

1 ـ الورقة القطرية للجماهيرية العظمى في مؤتمر الطاقة العربي الخامس ، مجلة الطاقة والحياة العدد الرابع ـ الربيع (مارس) 1995 (1424 ميلادية)

2 ـ عبد الحي بن عمران واخرون "تطور صناعة الغاز في ليبيا ـ الوضع الحالي والتوقعات المستقبلية" مجلة الطاقة والحياة ، العدد الخامس ـ الفاتح (سبتمبر 1995) افرنجي (1424 ميلادية)

3 – Mccray, A.W. Petroleom Evaluation and Economic Decision Prentice – Hall Lnc . Englewood Cliffs, New Jersey 1975

4 – Lkoku C.u. Natural Gas Reservoir Engineering, John Wiley Sons Inc. New York U.S.A

5 ـ عبدالحي بن عمران "الاكتشافات الليبية للنفط والغاز وآفاق التعاون بين الجماهيرية العظمى وايطاليا" ورقة قدمت في الندوة الليبية الايطالية المشتركة حول أمور الطاقة ـ طرابلس 27 ـ 28 شهر النمو (اكتوبر) 1987 افرنجي تحت اشراف اللجنة الوطنية للطاقة وشركة أيني الايطالية .

6 ـ عبد الله بلوط ومحمد المنتصر "الانتقال من الوقود الاحفوري الى مصادر الطاقة المتجددة في ليبيا" وقائع المؤتمر العالمي الثاني عشر للطاقة للمجلس العالمي للطاقة . نيودهلي ـ الهند 18 ـ 23 الفاتح (سبتمبر 1983) .

7 ـ عبد الله بلوط " الطلب المستقبلي على الطاقة في ليبيا" المنجلة الليبية للطاقة العدد الاول ، ص22 ـ 37 الفاتح (سبتمبر 1984) .

8 ـ عبد الله بلوط وعز الدين الدباشي "نماذج الطاقة واستخداماتها في تخطيط الطاقة" الندوة الليبية السوفيتية حول الطاقة ـ طرابلس 30028 ناصر (يوليو 1985) .

9 ـ عبد الله بلوط "النموذج الوطني للطاقة ـ نتائج مبدئية" الندوة الليبية الايطالية حول قضايا الطاقة ـ طرابلس 27 ـ 29 التمور (أكتوبر 1987) .

10 ـ "برنامج MEDEE –S للطلب على الطاقة في الدول النامية" تقرير صادر عن برنامج الامم المتحدة الانمائي UNDP بالاشتراك من هيئة السوق الاوربية المشتركة ■

ملخص

ليبيا كبلد نام مصدر صاف للنفط والغاز وصل انتاجها المتراكم من النفط بنهاية عام 1993 الى ما يربو على 23 بليون برميل معظمه قد صدر ، أما صادراتها من الغاز الطبيعي المسال فقد جاوزت 270 مليون برميل مكافىء نفط ، والتقديرات الحالية لاحتياطي النفط والغاز الممكن استخراجه اقتصاديا تقارب 50 بليون برميل مكافىء نفط ، ثلثها في صورة غاز طبيعي ، وتتواجد كذلك امكانيات هائلة في صورة طاقات متجددة ممثلة بصورة رئيسية في الطاقة الشمسية ، ومثل هذه الهيدروكربونات وقاعدة مصادر الطاقة الاخرى تشكل أداة فاعلة للتنمية المستديمة .

ولهذا الغرض تم وضع استراتيجيات تستهدف الاكتفاء الذاتي من الطاقة والاستمرار كمصدر صاف لها وتتطرق الورقة الى موضوع التنبؤ بالعرض والطلب على الطاقة حتى عام 2020 . وفيما يتعلق بجانب العرض فقد تم استخدام نماذج رياضية غير محددة لتقدير كميات النفط والغاز الاكثر احتمالا والتي يمكن توفرها حتى عام 2020 لتلبية الطلب المحلي وللتصدير ، والطلب على الطاقة حتى عام 2020 تم تقديره باستخدام نماذج خاصة .

ولتحرير كميات اضافية من الهيدروكربونات لاغراض التصدير تم ادخال نظام الدورة المزدوجة (المركبة) في قطاع الكهرباء بالاضافة الى اجراءات المحافظة على الطاقة بقطاع تحويل الطاقة ، وبتحليل حالات متعددة الطلب على الطاقة بالنسبة لتغلغل الغاز في قطاع الكهرباء فان السعة الحالية لطاقة التكرير بمعدل 380 ألف برميل في اليوم بامكانها تلبية الطلب على الطاقة في المدى الطويل حتى عام 2020 ، وهذا يعززه كذلك اجراءات المحافظة والادارة الرشيدة لقطاع تحويل الطاقة والطاقات الاخرى .