الطاقة المتجددة
وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية
وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة لتجارة الكربون

إعداد

دكتورة/ مرفت محمد عبد الوهاب

مدرس بقسم الاقتصاد – كلية التجارة

جامعة الأزهر (فرع البنات) – القاهرة

المنارة للاستشارات

www.mar

المنارة للاستشارات
www.mar

مقدمة:

تؤدي الطاقة دورًا حيويًا لا غنى عنه في عالمنا المعاصر، فقد اتضحت أهميتها في عملية التنمية وارتباطها الوثيق بمختلف مجالات التنمية المستدامة. وتعتمد مصر على مصادر الطاقة التقليدية (الوقود الأحفوري) والمتمثلة في كل من البترول والغاز الطبيعي فتصل نسبة إنتاج هذه المصادر إلى حوالي ٩٥,٤% من إجمالي إنتاج الطاقة. وذلك بالرغم من محدودية الاحتياطيات المتوفرة من هذه المصادر والتي لا تتناسب مطلقًا مع معدلات زيادة استهلاك الطاقة في مصر، ويهدد هذا الوضع كل من آمن الطاقة واستدامتها وبالتالي استدامة التنمية. ولذلك تسعى الدولة إلى وضع إستراتيجيات جديدة تقوم على التوجه بقوة وسريعًا إلى إنتاج واستهلاك مصادر متجددة للطاقة خاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية كمصدر تكميلي لمصادر الطاقة التقليدية غير المتجددة في الوقت الحاضر والمستقبل القريب وكمصدر بديل عنها في المستقبل البعيد.

أهمية الدراسة: تكمن أهمية الدراسة في أهمية موضوع الطاقة المتجددة الذي أصبح من أهم المجالات المطروحة في القرن الحادي والعشرين لأسباب اقتصادية وبيئية. وفي أهمية الحصول على طاقة مستدامة ونظيفة كضمان للحاضر وآمان للمستقبل.

مشكلة الدراسة:

على الرغم من وجود مصادر الطاقة التقليدية في مصر خاصة البترول والغاز الطبيعي، إلا أن هذه المصادر قابلة للنضوب بسبب استنزافها فضلاً عن مخاطرها على البيئة. ومن هنا تتمثل مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة على التساؤل التالي: هل يمكن للطاقة المتجددة أن تكون مصدرًا يعتمد عليه لتأمين الطاقة في المستقبل القريب وصديقة للبيئة.

المنارة للاستشارات
www.mar

هدف الدراسة:

تفعيل دور الطاقة المتجددة في تلبية الاحتياجات المتزايدة من الطلب على الطاقة في المستقبل، وذلك في ضوء المحددات الاقتصادية والبيئية الملائمة.

فرضية الدراسة:

الطاقة المتجددة يمكن أن توفر إمدادات الطاقة على المدى القريب والمتوسط والبعيد وكذلك تحمي البيئة من التلوث الناتج عن استخدام الطاقة التقليدية.

منهج الدراسة:

تم الاعتماد على المنهج التحليلي بطريقته الاستقرائية والاستنباطية وذلك في تحليل المعلومات التي تم الحصول عليها من البحوث السابقة والتقارير وكذلك الإحصاءات المتاحة ذات الصلة بموضوع الدراسة.

خطة الدراسة:

لإظهار أهمية الدراسة، ولتحقيق الهدف منها، وللإجابة على التساؤل الوارد في مشكلة الدراسة تم تقسيم الدراسة إلى:

نتناول في الجزء الأول التطورات الراهنة والمتوقعة للطاقة التقليدية في مصر، وفي الجزء الثاني نتعرف على مفهوم ومصادر الطاقة المتجددة وتكاليف الاستثمار والإنتاج الخاصة بها. أما في الجزء الثالث فنستعرض مصادر الطاقة المتجددة في مصر، والوضع الحالي والمستقبلي لاستغلالها للحصول على الطاقة. وكذلك الاستفادة منها للاتجار في الكربون من خلال آليات التنمية النظيفة. وفي الجزء الرابع ندرس تشريعات وآليات تنمية وتشجيع إنتاج واستخدام الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في مصر، وفي النهاية نستعرض النتائج والتوصيات.

المنارة للاستشارات
www.mar

١- التطورات الراهنة والمتوقعة للطاقة التقليدية في مصر

للطاقة مصادر متعددة أهمها في مصر الطاقة التقليدية والمتمثلة بصفة خاصة في البترول والغاز الطبيعي. ويهدف هذا الجزء إلى تحليل التطورات الراهنة في أوضاع مصادر الطاقة التقليدية. وذلك خلال الفترة (٢٠٠٠-٢٠١٥) وفقًا للبيانات المتاحة، كما يتم التعرف على التطورات المتوقعة لإمدادات الطاقة التقليدية والطلب عليها. وذلك حتى يمكن معرفة التحديات التي تواجهها مصر في مجال الوقود الأحفوري.

١-١ تطور إنتاج واستهلاك الطاقة الأولية:

ازداد إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في مصر بمعدل نحو سنوي ١,٨% خلال الفترة من (٢٠٠٠ – ٢٠١٥) ليرتفع مستوى الإنتاج من ٦٠,٥ مليون طن مكافئ بترول عام ٢٠٠٠ إلى ٩٣,٣ مليون طن مكافئ بترول عام ٢٠١٠ ثم انخفض إلى ٧٩,٣ مليون طن مكافئ بترول عام ٢٠١٥.

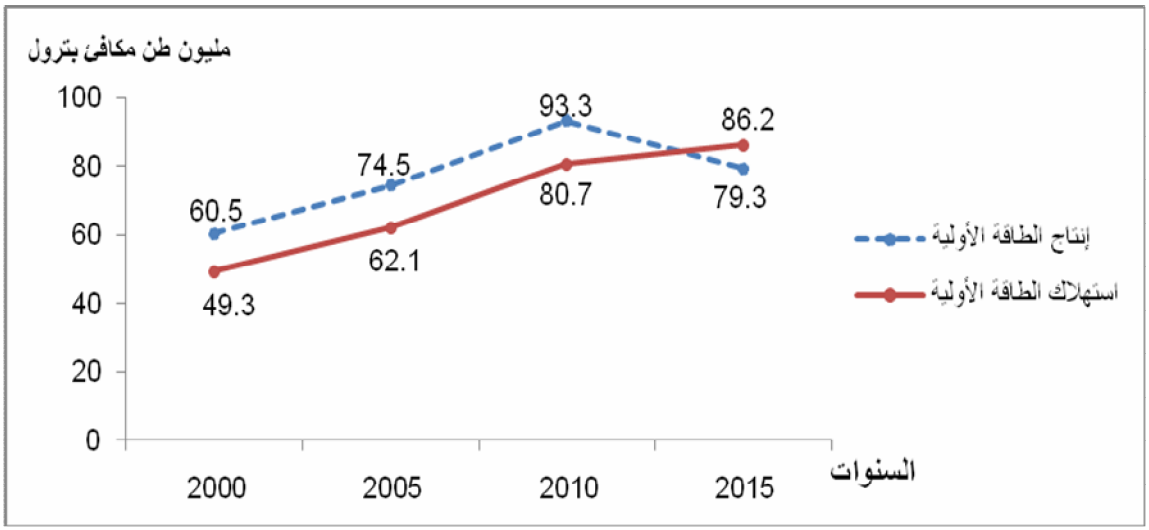
أما استهلاك الطاقة الأولية فقد شهد تطورًا كبيرًا يرجع إلى النمو السكاني، والنمو المتزايد في الطلب على الطاقة الكهربائية فأرتفع إجمالي الطلب على الطاقة الأولية من ٤٩,٣ مليون طن مكافئ بترول عام ٢٠١٠ ليصل إلى ٨٦,٢ مليون طن مكافئ بترول عام ٢٠١٥ محققًا بذلك معدل نمو سنوي ٣,٨% خلال الفترة (٢٠٠٠ – ٢٠١٥) وذلك كما هو موضح بالشكل (١).

ويظهر تتبع حجم استهلاك وإنتاج الطاقة الأولية عن تراجع نسبة تغطية الإنتاج للاستهلاك من ١٢٣% عام ٢٠٠٠ إلى ٩٢% عام ٢٠١٥، الأمر الذي أدى إلى وجود فجوة في الطاقة مقدارها حوالي ٧ مليون طن مكافئ بترول.

المنارة للاستشارات
www.mar

شكل (١):

تطور إنتاج واستهلاك الطاقة الأولية ٢٠٠٠ - ٢٠١٥



Source: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2004, 2008, 2016. <http://www.bp.com

١-٣ هيكل إنتاج واستهلاك الطاقة الأولية:

يتركز معظم إنتاج الطاقة الأولية في مصر طوال فترة الدراسة في الوقود الأحفوري (زيت خام وغاز طبيعي)، حيث يمثل إنتاجهما حوالي ٩٦,٦% و ٩٥,٤% من إجمالي إنتاج الطاقة الأولية في بداية ونهاية فترة الدراسة.

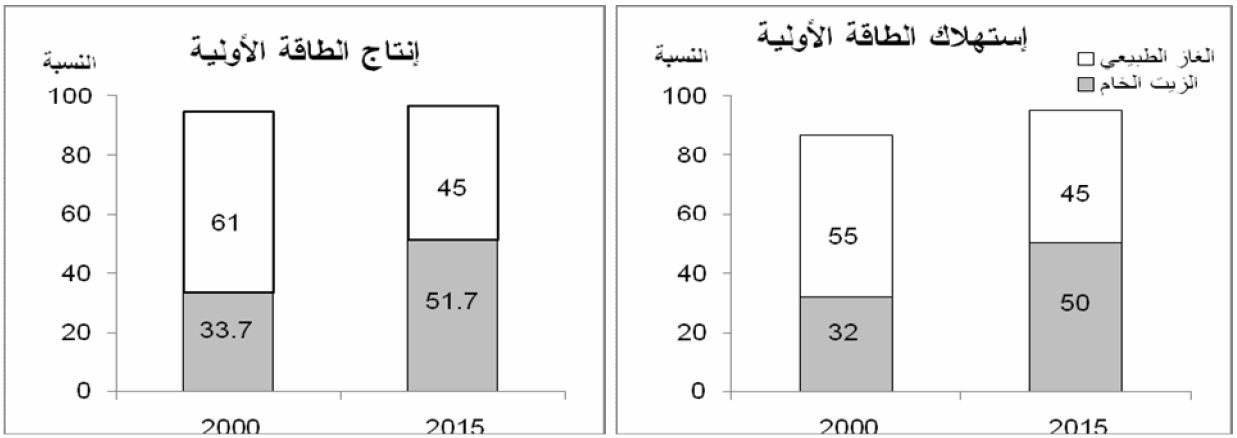
ويبلغ نصيب الزيت الخام والمتكثفات ٤٥% من إجمالي الطاقة الأولية في ٢٠١٥ بينما يبلغ نصيب الغاز الطبيعي ٥١,٧% وذلك كما هو مبين بالشكل (٢) وذلك بخلاف الوضع في عام ٢٠٠٠ حيث كان نصيب الزيت الخام والمتكثفات ٦١% والغاز الطبيعي ٣٣,٧% من إجمالي إنتاج الطاقة الأولية. ويرجع ذلك إلى زيادة كل من الاحتياطيات المؤكدة والاستثمارات المنفذة للبحث والاستكشاف عن الغاز الطبيعي مما أدى إلى زيادة الكميات المنتجة

المنارة للاستشارات
www.mar

منه، بينما تناقصت الكميات المنتجة من الزيت الخام نتيجة قرب نضوب الحقول القديمة الكبيرة[١].

أما مزيج الطاقة الأولية المستهلكة فيعكس ترتيب الأهمية النسبية لمصادر الطاقة التقليدية في إنتاج الطاقة في مصر إلى درجة كبيرة وترتيب مساهمة هذه الطاقة في تلبية متطلبات الطاقة بها، حيث يهيمن الوقود الأحفوري على مزيج الطاقة المستهلكة في مصر فبلغت نسبته نحو ٩٥% من الطاقة الأولية المستهلكة عام ٢٠١٥ مقارنة بنحو ٨٩% عام ٢٠٠٠ ويوضح الشكل (٢) زيادة حصة الغاز الطبيعي على حساب الزيت الخام حيث بلغت نحو ٥٠% عام ٢٠١٥ مقارنة بـ ٣٢% عام ٢٠٠٠، في حين تراجعت حصة البترول من ٥٥% إلى ٤٥% خلال فترة الدراسة.

شكل (٢) نصيب الزيت الخام والغاز الطبيعي من إجمالي الطاقة الأولية المنتجة والمستهلكة



Source: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2004, 2008, 2016. <http://www.bp.com

[١] مجلس الوزراء المصري، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، مركز الدراسات المستقبلية، مستقبل الطاقة البديلة في مصر، ابريل ٢٠٠٩، ص ٣٥.

المنارة للاستشارات
www.mar

١-٣ تطور احتياطيات الزيت الخام والغاز الطبيعي:

بلغ الاحتياطي المؤكد من الزيت الخام والمتكثفات في عام ٢٠١٥ نحو ٣,٥ مليار برميل بانخفاض نحو ٠,٢ مليار برميل عن العام السابق الذي بلغ فيه نحو ٣,٧ مليار برميل ويبين الجدول (١) بالملحق تطور الاحتياطي المؤكد من الزيت الخام في مصر خلال الفترة (٢٠٠٠ – ٢٠١٥). فنجد الفترة من (٢٠٠٠ – ٢٠٠٥) بلغ معدل النمو السنوي نحو ٠,٥ % حيث ارتفع الاحتياطي المؤكد من ٣,٦ مليار برميل عام ٢٠٠٠ إلى ٣,٧ مليار برميل عام ٢٠٠٥. أما الفترة من (٢٠٠٥ – ٢٠١٠) فقد ارتفع الاحتياطي المؤكد من ٣,٧ إلى ٤,٥ مليار برميل / السنة محققًا معدل نمو سنوي ٤%. بينما شهدت الفترة (٢٠١٠ – ٢٠١٥) تراجعًا في حجم الاحتياطي حيث انخفض من ٤,٥ مليار برميل / السنة ليصل إلى ٣,٥ مليار برميل/ السنة ليحقق معدل تراجع سنوي ٥%، وبمقارنة نسبة الاحتياطي المؤكد من الزيت الخام إلى المتاح عالميًا في عام ٢٠١٥ يتضح تضاؤلها حيث بلغت هذه النسبة ٠,٢ % من حجم الاحتياطيات العالمية. وكذلك منخفضة مقارنة بمثيلتها في بعض الدول العربية حيث تبلغ هذه النسبة ٥,٨% في الإمارات العربية المتحدة، ٦% في الكويت، ١,٥% في قطر[٢].

وبالمثل تزايد الاحتياطي المؤكد من الغاز الطبيعي خلال الفترة (٢٠٠٠ – ٢٠٠٥) من ١,٤ إلى ١,٨٩ مليار متر مكعب سنويًا ليسجل معدل نمو سنوي ٥,٧% خلال تلك الفترة، ومن (٢٠٠٥ – ٢٠١٠) ارتفع الاحتياطي المؤكد من الغاز الطبيعي من ١,٨٩ إلى ٢,٢١ مليار متر مكعب سنويًا، بمعدل نمو سنوي بلغ ٣%. ثم حدث انخفاض في حجم الاحتياطي ليسجل معدل نمو

---

[٢] تم حسابه من: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2016. <http://www.bp.com

المنارة للاستشارات
www.mar

سالب مقداره ٤% للفترة (٢٠١٠ - ٢٠١٥) حيث وصل حجم الاحتياطي المؤكد، ١,٨ مليار متر مكعب عام ٢٠١٥ بعد أن كان ٢,٢١ مليار متر مكعب عام ٢٠١٠.

أما نسبة احتياطي مصر من الغاز الطبيعي إلى الاحتياطيات المؤكدة على المستوى العالمي فتبلغ ١% عام ٢٠١٥. وبالرغم من تضاؤلها إلا أنها تعد مرتفعة نسبيًا بالمقارنة ببعض الدول العربية حيث تبلغ هذه النسبة ٠,١ % في اليمن، ٠,٤% في عمان، في حين تعد هذه النسبة منخفضة بالمقارنة بدولة قطر حيث يمثل الاحتياطي بها ١٣,١% من الاحتياطي العالمي[٣].

١-٤ تطور إنتاج واستهلاك الزيت الخام

يوضح الجدول (٢) بالملحق والشكل (٣) وجود انخفاض شبه مستمر في إنتاج الزيت الخام في الفترة محل الدراسة. حيث سجلت معدلات نمو الإنتاج المحلي من الزيت الخام قيمًا سالبة خلال معظم سنوات التحليل باستثناء الأعوام ٢٠٠٦، ٢٠٠٨، ٢٠٠٩، ٢٠١٢، ٢٠١٥ والتي حققت بها معدلات نمو الإنتاج قيمًا موجبة بلغت نحو ٤,٨%، ٢,٤%، ٢,١%، ٠,١%، ١,٣% على التوالي. وهذا الانخفاض في الإنتاج يرجع إلى تناقص حجم الاحتياطي ونضوب حقول الزيت الخام القديمة التي تم استكشافها في الستينات والسبعينات والثمانينات من القرن العشرين وذلك لسد احتياجات الاستهلاك المحلي والوفاء بالتزامات التصدير بهدف توفير النقد الأجنبي اللازم لتمويل خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية[٤].

---

[٣] تم حسابه من: Ibid.

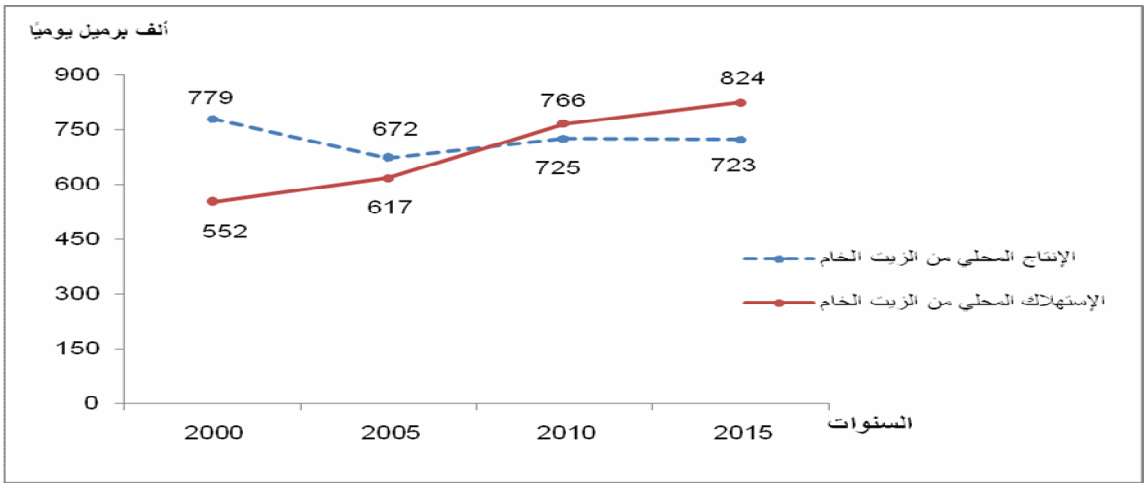
[٤] الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مستقبل الطاقة في مصر، مارس ٢٠١٤، ص ٢٥.

المنارة للاستشارات
www.mar

أما الاستهلاك المحلي من الزيت الخام فقد حقق معدلات نمو موجبة خلال معظم سنوات الدراسة، بلغت أقصاها حوالي ١١% عام ٢٠٠٥. هذا بالإضافة إلى ارتفاع معدلات نمو الاستهلاك المحلي عن معدلات نمو الإنتاج المحلي للزيت الخام لجميع السنوات محل البحث، مما أدى إلى تراجع نسبة تغطية الإنتاج للاستهلاك المحلي من ١٤١% عام ٢٠٠٠ إلى ٨٧,٧% عام ٢٠١٥ وذلك كما هو مبين بالجدول (٢) بالملحق، مما يعني وجود فجوة بين العرض والطلب على الزيت الخام مقدارها ١٠٠ ألف برميل في اليوم تقريبًا.

شكل (٣)

تطور الإنتاج والاستهلاك المحلي من الزيت الخام خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٥)



Source: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2004, 2008, 2016. <http://www.bp.com

١-٤ تطور إنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي:

تطور إنتاج الغاز الطبيعي بشكل ملحوظ خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠٠٩) ويعود ذلك إلى الأنشطة التطويرية المستمرة في حقول الغاز الطبيعي وخاصة في منطقة البحر المتوسط، ويوضح الجدول (٢) بالملحق والشكل (٤) ارتفاع

المنارة للاستشارات
www.mar

الإنتاج من ٢١ مليار متر مكعب عام ٢٠٠٠ ليصل إلى ٦٢,٧ مليار متر مكعب عام ٢٠١٠، وبنمو سنوي نسبته ١٢,٩% إلا أنه منذ عام ٢٠١٠ بدأ إنتاج الغاز الطبيعي في التراجع حيث وصل إلى ٤٥,٦ مليار متر مكعب عام ٢٠١٥. ويعود التراجع في إنتاج الغاز خلال تلك الفترة إلى التناقص الطبيعي في معدلات الإنتاج في الحقول الواقعة في منطقة البحر المتوسط(٥).

أما فيما يتعلق بتطور استهلاك الغاز الطبيعي فيوضح الجدول (٢) بالملحق والشكل (٤) نمو ملحوظًا في الطلب المحلي على الغاز الطبيعي خلال الفترة (٢٠٠٠ – ٢٠١٢) حيث ارتفع الاستهلاك من ٢٠ مليار متر مكعب عام ٢٠٠٠ ليصل إلى ٥٢,٦ مليار متر مكعب عام ٢٠١٢، محققًا نموًا سنويًا نسبته ٨,٤%. إلا أنه من منذ عام ٢٠١٣ انخفض استهلاك الغاز الطبيعي ليصل إلى ٤٧,٨ مليار متر مكعب عام ٢٠١٥.

ويعود تنامي الطلب المحلي على الغاز الطبيعي إلى التوسع في استخدام الغاز في محطات الكهرباء، والمركبات ووسائل النقل العام، والاستخدامات المنزلية.

كذلك تطورت نسبة تغطية الإنتاج للاستهلاك من ١٠٥% عام ٢٠٠٠ إلى ١٤٩% عام ٢٠٠٦، إلا أن هذه النسبة بدأت في التراجع لتصل إلى ٩٥% عام ٢٠١٥ ليسجل بذلك وجود عجز في الإنتاج يزيد عن ٢ مليار متر مكعب.

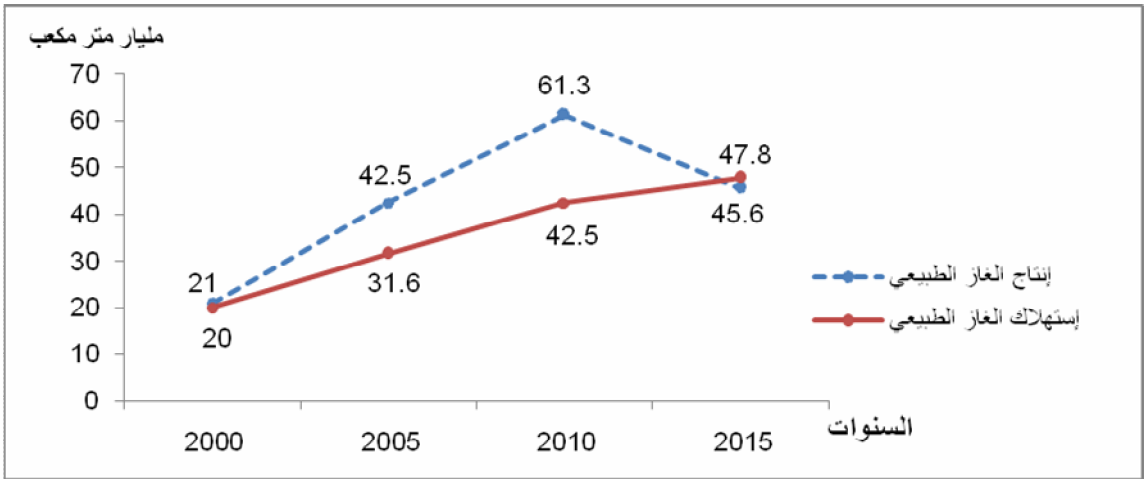
---

(٥) وائل حامد عبد المعطي، "واقع وآفاق صناعة وتجارة الغاز الطبيعي في الدول العربية"، الجزء الأول، النفط والتعاون العربي، المجلد الأربعون، العدد ١٥٠، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول ٢٠١٤، ص ٢٢٩.

المنارة للاستشارات
www.mar

شكل رقم (٤)

تطور إنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٥)



Source: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2004, 2008, 2016. <http://www.bp.com

١-٥ تطور الصادرات والواردات لقطاع البترول:

شهدت صادرات الزيت الخام خلال فترة الدراسة قيمًا متذبذبة بين الزيادة والنقصان وذلك كما هو موضح بالجدول (٤) بالملحق فانخفضت من ٧١,٨ مليون برميل/السنة عام ٢٠٠٠ إلى ١٦ مليون برميل / السنة عام ٢٠٠٧ أي بمعدل تراجع سنوي بلغ ١٩%، ثم عاودت للارتفاع لتصل إلى ٩٠,٤ مليون برميل/السنة عام ٢٠١٥ أي بمعدل نمو سنوي بلغ ٢٤%. وتجدر الإشارة هنا إلى أهمية البحث في مكونات صادرات الزيت الخام حيث تتضمن كمية

المنارة للاستشارات
www.mar

الصادرات الواردة بالجدول (٤) فائض الاستيراد، وحصة الشريك الأجنبي من صادرات الزيت الخام(٦).

كذلك شهدت واردات الزيت الخام قيمًا متذبذبة، حيث انخفضت من ٣٦,٣ مليون برميل/السنة عام ٢٠٠٠ إلى ١٧,٦ مليون برميل/ السنة عام ٢٠٠٧ بمعدل انخفاض سنوي ٩,٨% ثم تصاعدت خلال الفترة (٢٠٠٧ – ٢٠١٥) لتصل كمية الواردات إلى ٣٣,٨ مليون برميل/السنة عام ٢٠١٥ محققة بذلك معدل نمو سنوي بلغ ٨,٥% تقريبا.

أما الصادرات من المنتجات البترولية فقد انخفضت من ٤١,٥ مليون برميل/السنة إلى ٢٢,٦ مليون برميل/السنة بمعدل تراجع بلغ ٤% خلال السنوات (٢٠٠٠ – ٢٠١٥). هذا في الوقت الذي ارتفعت فيه الواردات من المنتجات البترولية لتصل إلى ١٢١,٨ مليون برميل/السنة عام ٢٠١٥ بعد أن كانت ٢٧,٤ مليون برميل/السنة عام ٢٠٠٠ لتسجل معدل نمو سنوي بلغ ١٠,٥%.

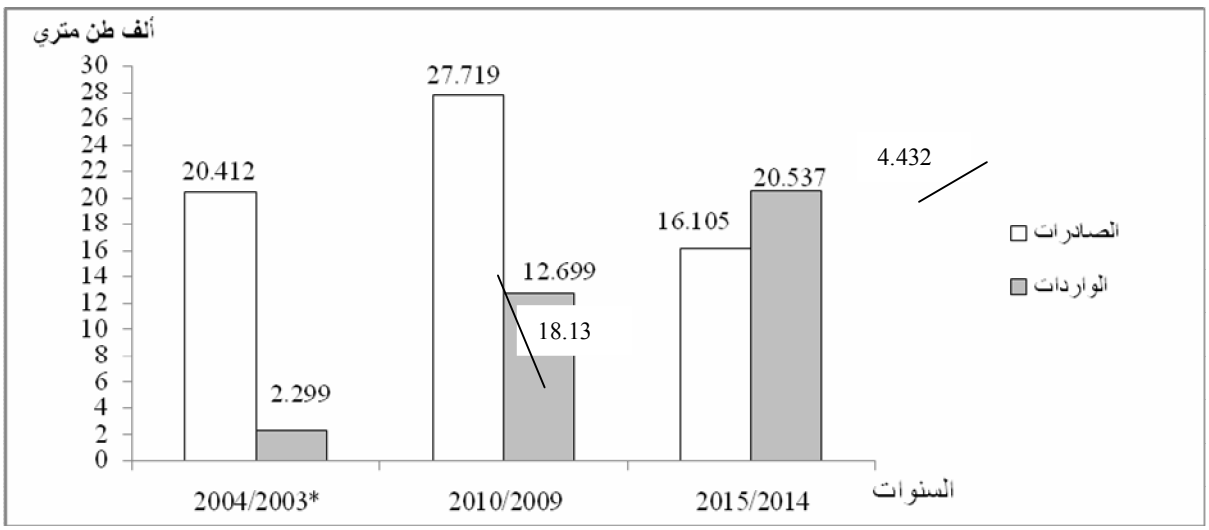
أما بالنسبة للغاز الطبيعي فمع ارتفاع معدلات الإنتاج وتحقيق فائض عن الاستهلاك قامت مصر بتصدير الغاز منذ عام ٢٠٠٤ فارتفعت صادرات الغاز من ١,١ مليون متر مكعب/السنة عام ٢٠٠٤ إلى ١٩,٧ مليون متر مكعب/السنة عام ٢٠٠٨، بمعدل نمو سنوي ٤٣% إلا أنه في السنوات الأخيرة ومع نمو الطلب المحلي على الغاز ووجود فائض في الاستهلاك منه تراجعت الصادرات من ٥ مليون متر مكعب / السنة عام ٢٠١٠ لتصل إلى ٠,٢ مليار متر مكعب/ السنة عام ٢٠١٥، ليس هذا فحسب بل بدأت مصر في استيراد

(٦) معهد التخطيط القومي، "نحو مزيج أمثل للطاقة في مصر"، سلسلة قضايا التخطيط والتنمية رقم (٢٢٧)، فبراير ٢٠١١، ص ٥٩.

المنارة للاستشارات
www.mar

الغاز الطبيعي لأول مرة عام ٢٠١٤، وذلك لسد الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك، ويوضح الشكل (٥) تطور إجمالي الصادرات والواردات لقطاع البترول، حيث يتضح ارتفاع كمية الصادرات من ٢٠,٤ ألف طن متري عام ٢٠٠٣ / ٢٠٠٤ إلى ٢٧,٧١٩ ألف طن متري عام ٢٠٠٩/ ٢٠١٠ ثم انخفضت حتى بلغت نحو ١٦,١٠٥ ألف طن متري عام ٢٠١٤/ ٢٠١٥، أما واردات قطاع البترول فقد ارتفعت من ٢,٢ ألف طن متري عام ٢٠٠٤/٢٠٠٣ لتصل إلى ٢٠,٥ ألف طن متري عام ٢٠١٥/٢٠١٤ محققه بذلك زيادة في الواردات عن الصادرات مقدارها ٤,٤٣٢ ألف طن متري عام ٢٠١٥ بالمقارنة بتحقيق زيادة في الصادرات عن الواردات مقدارها ١٨,١١٣ ألف طن متري عام ٢٠٠٣ / ٢٠٠٤.

شكل (٥) تطور الصادرات والواردات لقطاع البترول



المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مستقبل الطاقة في مصر مارس، ٢٠١٤ ص ٦٨، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الكهرباء والطاقة عام ٢٠١٥/٢٠١٤، يوليو ٢٠١٦، ص ١٣١.

المنارة للاستشارات
www.mar

١-٦ التوقعات المستقبلية للعرض والطلب على الطاقة التقليدية:

يعتمد مستقبل الطلب والعرض على الطاقة على متغيرات كثيرة مثل النمو السكاني، أسعار مصادر الطاقة، التطورات التكنولوجيـــة، الـــدعوات البيئيـــة، وغيرها من المتغيرات.

وتتباين تقديرات الدراسات بشأن عرض وطلب الطاقة التقليدية وذلك تبعًا للسيناريوهات المفترضة.

فتشير "إستراتيجية مصر للطاقة حتى عام ٢٠٣٥[٧] والتي تـــم إعـــدادها بالتعاون مع الاتحاد الأوربي، أنه من المتوقع بناءًا على سيناريوهات مفترضة لوضع مستقبل الطاقة في مصر ووفقًا للحالة الأرجح بجميع الـــسيناريوهات أن يصل متوسط معدل النمو الـــسنوي لإنتـــاج الزيـــت الخـــام خـــلال الفتـــرة (٢٠٠٩/٢٠١٠ - ٢٠٣٤/٢٠٣٥) إلى ١,٧% على أعلى التقديرات و ١,٥% وفقًا لأقل التقديرات ومعنى ذلك أنه من المتوقع أن يصل إنتاج الزيـــت الخـــام إلى ٠,٨٥ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم وفقًا لأعلى نسبة نمـــو متوقعـــة و ٠,٨ مليون برميل مكافئ بترول /اليوم بناء على أقل نسبة نمو متوقعة في عام ٢٠٣٥[٨].

كما تتوقع الإستراتيجية أن يتراوح معدل النمو الـــسنوي لإنتـــاج الغـــاز الطبيعي خلال ذات الفترة بين ١,٨%، و١%، ليـــسجل بـــذلك إنتـــاج الغـــاز

(٧) <http:www.El.Youm7.com

(٨) تم حسابه بواسطة الباحثة باستخدام بيانات إنتاج الزيت الخـــام عـــام ٢٠٠٩، معـــدل النمو السنوي.

المنارة للاستشارات
www.mar

الطبيعي ١,٧ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم و ١,٤ مليون برميل مكافئ بترول / اليوم وفقًا لنسب النمو على التوالي وذلك عام ٢٠٣٥[٩].

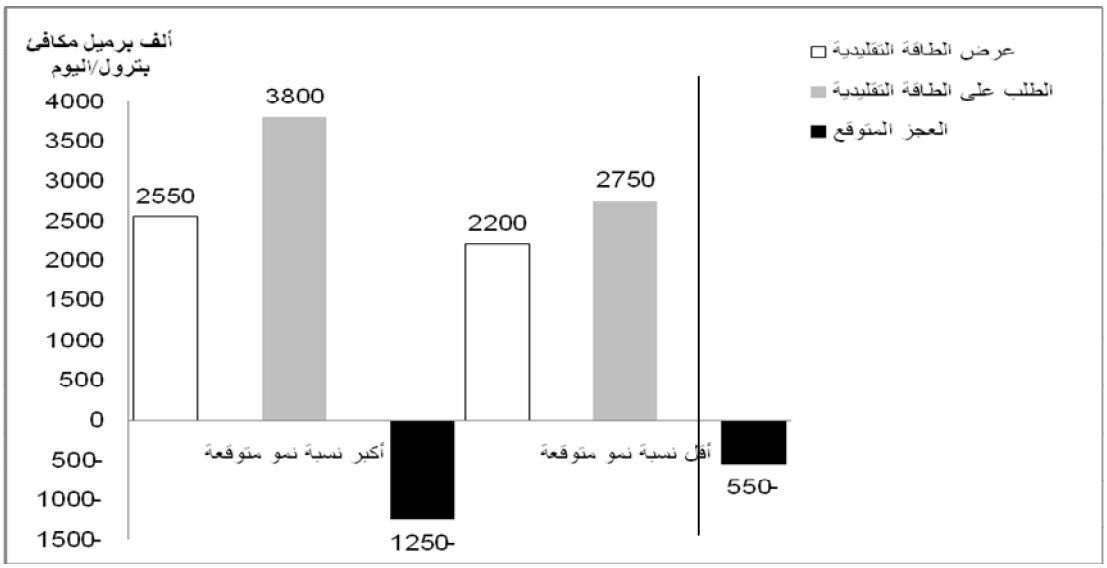
أما فيما يتعلق بالتوقعات المستقبلية للطلب على الزيت الخام والغاز الطبيعي فتتوقع الإستراتيجية أن يتراوح استهلاك المنتجات البترولية عام ٢٠٣٥ بين ١,٤ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم إلى ٠,٩٥ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم محققًا بذلك معدل نمو سنوي ٢,٦% كأعلى تقدير و٠,٨% كأقل تقدير وذلك خلال الفترة (٢٠٠٩/٢٠١٠ - ٢٠٣٤/٢٠٣٥).

كما يتوقع أن يبلغ استهلاك الغاز الطبيعي ٢,٤ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم وفقًا لأعلى معدل نمو سنوي متوقع والذي يقدر بـــ ٥% خلال ذات الفترة، ويسجل استهلاك الغاز الطبيعي ١,٨ مليون برميل مكافئ بترول /اليوم بناء على أقل معدل نمو سنوي للفترة ذاتها والذي يقدر بـــ ٣,٢%، وبناء على ذلك سيكون هناك عجز في عرض الزيت الخام يقدر بنحو ٠,٥٨ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم وفقًا لأعلى نسبة نمو متوقعة، ويقدر بحوالي ٠,١٤ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم بناء على أقل نسبة نمو متوقعة. وكذلك تقدر الفجوة بين إنتاج الغاز الطبيعي والطلب عليه بنحو ٠,٦٥، ٠,٤٢ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم على أساس أعلى واقل نسبة نمو متوقعة على التوالي. وعليه وكما يتضح من الشكل (٦) أنه سيتأرجح مستوى إنتاج الطاقة التقليدية في عام ٢٠٣٥ مابين ٢,٥٥ إلى ٢,٢٠ مليون برميل مكافئ بترول/ اليوم.

(٩) تم حسابه بواسطة الباحثة باستخدام بيانات إنتاج الغاز الطبيعي عام ٢٠٠٩، معدل النمو السنوي.

المنارة للاستشارات
www.mar

شكل (٦) توقعات العرض والطلب على الطاقة التقليدية في مصر وفقًا للحالة الأرجح لجميع السيناريوهات عام ٢٠٣٥



المصدر: من إعداد الباحثة بناء على إستراتيجية مصر للطاقة ٢٠٣٥.
<http.www.El.Youm7.com

كما يتراوح مستوى الطلب على الطاقة التقليدية من ٣,٨٠ إلى ٢,٧٥ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم وفقًا لأعلى وأقل نسبة نمو متوقعة على التوالي. ومعنى ذلك أنه من المتوقع أن تعاني مصر مستقبلاً من وجود عجز في الطاقة التقليدية يقدر مابين ١,٢٥ إلى ٠,٥٥ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم عام ٢٠٣٥.

١-٧ تحديات الطاقة التقليدية:

تتنوع تحديات الطاقة التقليدية فمنها تحديات على المستوى المحلي وتحديات على المستوى المحلي والعالمي، فالتحديات على المستوى المحلي تتمثل في تلبية الطلب الحالي والمستقبلي على الطاقة التقليدية. استدامة الإمداد وتحقيق أمن الطاقة.

المنارة للاستشارات
www.mar

أما التحديات على المستوى المحلي والعالمي فتتمثل في الأضرار البيئية وذلك كما يلي:

١-٧-١ تلبية الطلب الحالي والمستقبلي على الطاقة التقليدية

اتضح من دراسة الوضع الراهن والمستقبلي للطاقة التقليدية عن تراجع نسبة تغطية الإنتاج للاستهلاك من الطاقة الأولية حيث وصلت هذه النسبة إلى ٩٢% عام ٢٠١٥، الأمر الذي أدى إلى وجود فجوة مقدارها ٧ مليون برميل طن مكافئ بترول، وكذلك وجود عجز في إنتاج الزيت الخام عن الاستهلاك منه بلغ مقداره ١٠٠ ألف برميل/اليوم، وأيضًا تراجع مؤشر (الإنتاج/الاستهلاك) للغاز الطبيعي ليظهر وجود فائض في الاستهلاك مقداره ٢ مليار متر مكعب في عام ٢٠١٥. ونتيجة لهذه الفجوة الواضحة بين إنتاج واستهلاك الطاقة التقليدية ارتفعت الواردات المصرية من الزيت الخام من ١٧,٦ مليون برميل/السنة عام ٢٠٠٧ إلى ٣٣,٨ مليون برميل/السنة عام ٢٠١٥ أي ارتفعت بما يقارب من الضعف تقريبًا وكذلك ارتفعت الواردات من المشتقات البترولية بمقدار ٩٤ مليون برميل/السنة فيما بين عامي (٢٠٠٠ - ٢٠١٥).

أما فيما يتعلق بالغاز الطبيعي فانخفضت كمية الصادرات منه من ١٨ مليون متر مكعب عام ٢٠٠٩ لتصل إلى ٢٣٨ ألف متر مكعب عام ٢٠١٥، ليس هذا فحسب بل لجأت مصر إلى استيراد الغاز الطبيعي منذ عام ٢٠١٤ لتلبية احتياجات الاستهلاك المحلي المتزايد من الغاز الطبيعي.

كذلك تشير التوقعات المستقبلية إن تلك التحديات مرشحة للاستمرار في المستقبل حيث تؤكد إستراتيجية مصر للطاقة حتى عام ٢٠٣٥ أن مصر ستكون مستوردة للطاقة بحلول عام ٢٠٣٥، حيث أن استهلاك مصر من

المنارة للاستشارات
www.mar

الوقود سيصل إلى ٢٦٠ مليون طن بحلول عام ٢٠٣٥ بعد أن كان ٦٨ مليون طن عام ٢٠١٣.

١-٧-٢ استدامة الإمداد وتحقيق آمن الطاقة:

إن الخليط الحالي للطاقة غير آمن ولا يحقق التنمية المستدامة، حيث إنه يعتمد على البترول والغاز الطبيعي بنسبة تصل إلى ٩٥%، ويعتمد عليه بنسبة ٩١% في إنتاج الطاقة الكهربائية المولدة على مستوى الجمهورية عام ٢٠١٤ / ٢٠١٥[١٠]. وحيث أن هذه المصادر ناضبة أي أنها قابلة للنفاذ فإن استمرار إنتاجها بالمستوى الحالي سيؤدي إلى نضوبها في حدود ١٣ عام فقط بالنسبة لاحتياطيات الزيت الخام، ٣٩ عام بالنسبة لاحتياطيات الغاز الطبيعي[١١]. وبالرغم من أن التقييم المستمر لاحتياطيات الطاقة التقليدية يبين بعض الزيادة في الاحتياطيات إلا أنه من الواضح أن هناك حدودًا لتوافرها تجعلها في النهاية قابلة للنضوب، ولذلك إذا زادت معدلات الإنتاج بمعدل أكبر من معدل نحو الاحتياطي لسد الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك ولتقليل الاعتماد على الواردات فإن هذه الزيادة في الإنتاج ستقلص من مدة بقائها مما يعني الوقوع في أزمة طاقة وشيكة وعدم استدامتها للجيل الحالي والأجيال القادمة.

١-٧-٣ الأضرار البيئية لاستخدام الطاقة التقليدية

إن أهم معضلة ينطوي عليها استخدام الطاقة التقليدية هي الأضرار البيئية الناتجة عنها، حيث أن لتقنيات استخراج الوقود الأحفوري ونقله ومعالجته. وعلى وجه الخصوص استخداماته النهائية (الاحتراق) تأثير ضار في البيئة،

---

(١٠) وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٤ /٢٠١٥، ص ٢٠.

(١١) تم حسابه بواسطة الباحثة، يتم تحديد مدة كفاية المخزون بحساب نسبة المخزون إلى الإنتاج في الفترة المعنية، ويتوقف على معدل الإنتاج ومستوى المخزون الحالي.

المنارة للاستشارات
www.mar

ورغم التطورات التي عرفتها الصناعات الطاقوية في الحد من كميات الملوثات ومعالجتها وبالتالي الحد من أثارها الإيكولوجية، إلا أنها لازالت تمثل المصدر الأساسي للعديد من الملوثات الخطيرة، حيث تتعدد الغازات والشوائب التي تتصاعد إلى الهواء نتيجة إحراق الوقود في المصانع، ومحطات الكهرباء، وفي محركات السيارات ومنها غاز ثاني أكسيد الكبريت، أول أكسيد الكربون، عادم السيارات والرصاص. ولعل أكثرها خطورة الارتفاع المتزايد لتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي[١٢]، ويبين الجدول (١) كمية الانبعاث من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن استهلاك المنتجات البترولية والغاز الطبيعي.

جدول رقم (١)

تطور كمية الاستهلاك من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي

والانبعاث من غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عنها

الوحدة: ألف طن

البيان	٢٠٠٣/٢٠٠٢*	٢٠٠٦/٢٠٠٥*	٢٠١١/٢٠١٠	٢٠١٥/٢٠١٤
الاستهلاك من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي	٤٣٩٤٧	٤٩٥٨٤	٦٨٢٥٨	٧٣٣٥٨
كمية الانبعاث من غاز ثاني أكسيد الكربون	١١٨٢٦٢	١٣٩٤٠٠	١٨١٩٥٠	٢٠١٣٤٠

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التقرير الإحصائي البيئي عام ٢٠٠٧، أغسطس ٢٠٠٩، ص ١٥.

(١٢) IEA, Co_2 emissions from fuel combustion highlights, (2016), p 9.

المنارة للاستشارات
www.mar

الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التقرير السنوي لإحصاءات البيئة عام ٢٠١٤، مايو ٢٠١٦، ص ٢٠.

فنجد أن كمية الاستهلاك من المنتجات البترولية والغاز الطبيعي بلغ ٧٣٣٥٨ ألف طن عام ٢٠١٥/٢٠١٤ مقابل ٤٣٩٤٧ ألف طن عام ٢٠٠٣/٢٠٠٢ بنسبة زيادة قدرها ٦٦%، بينما بلغت كمية الانبعاث من غاز ثاني أكسيد الكربون ٢٠١٣٤٠ ألف طن عام ٢٠١٥/٢٠١٤ مقابل ١١٨٢٦٢ ألف طن عام ٢٠٠٣/٢٠٠٢ بنسبة زيادة قدرها ٧٠%.

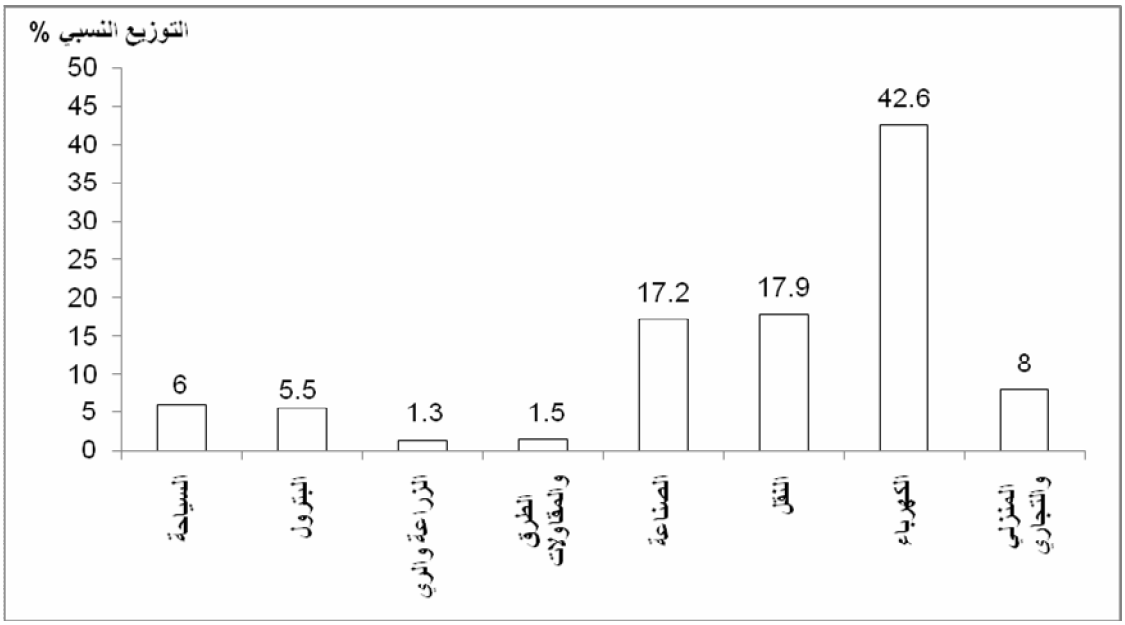
ويوضح الشكل (٧) أن قطاع الكهرباء هو المسئول الأول والرئيسي لانبعاث ثاني أكسيد الكربون حيث بلغ نصيبه ٤٢,٧% من جملة الانبعاث في عام ٢٠١٥/٢٠١٤ يليه قطاع النقل بنسبة ١٧,٩% ثم قطاع الصناعة بنسبة ١٧,٢%.

المنارة للاستشارات
www.mar

شكل رقم (٧)

التوزيع النسبي لانبعاث غاز ثاني الكربون

طبقًا للقطاع عام ٢٠١٤/٢٠١٥



المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التقرير السنوي لإحصاءات البيئة عام ٢٠١٤، إصدار مايو ٢٠١٦، ص ٢١.

وهذه الإنبعاثات يترتب عليها العديد من الآثار السلبية ومنها:

١- ظاهرة الاحتباس الحراري:

وتعرف بأنها ظاهرة كونية مفادها أن متوسط درجة حرارة الأرض في ارتفاع مستمر وهي التي حباها الله تعالى بنظام طبيعي متناسق يعمل على متوسط درجة حرارتها في حدود ١٥,٥ درجة مئوية لتبقى صالحة للحياة. هذا

المنارة للاستشارات
www.mar

الارتفاع كان نتيجة لزيادة إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري(١٣). وبالرغم من كون هذه الغازات طبيعية وتلعب دور مهما في التدفئة والحفاظ على درجة حرارة الأرض عند المعدل المناسب، إلا إن مقدار تركزها في الجو عرف تغيرًا وارتفاعا ملحوظاً ناتج عن زيادة الأنشطة البشرية خاصة بعد الثورة الصناعية في القرن العشرين. وأن ما يميز هذه الغازات هو بقائها في النظام البيئي لمدة طويلة قد تصل إلى قرون، الأمر الذي يساعد على تضخم آثارها السلبية. ومن أكثر الغازات مساهمة في هذه الظاهرة بإجماع العلماء غاز ثاني أكسيد الكربون حيث أن مضاعفة حجمه في الجو سيؤدي إلى ارتفاع حرارة سطح الأرض بمقدار يتراوح ين ١,٥ و ٤,٥ درجة مئوية. مع العلم أن معدل الارتفاع في متوسط درجة حرارة سطح الأرض تراوح بين ٠,٣ وحتى ٠,٦ درجة مئوية خلال المائة سنة الماضية(١٤).

ومن المتوقع أن يؤدي ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض بهذا الشكل إلى انصهار جزء من طبقات الجليد التي تغطي القطبين الشمالي والجنوبي للأرض، وانصهار الجليد المغطي لقمم الجبال في بعض المناطق مما سيؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح الماء في البحار والمحيطات وإلى إغراق كثير من حواف القارات وما عليها من مدن ومنشآت، بالإضافة إلى ذلك فإن الشواطئ

---

(١٣) غازات الاحتباس الحراري: غاز ثاني أكسيد الكربون Co_2، الميثان CH_4، ثاني أكسيد النيتروز N_2O، مركبات البيروفلوروكربون PFCs، هايدروفلوروكربون HFCs، سادس فلوريد الكبريت SF_6.

IPCC, First Assessment Report, Cambridge University Press, UK, (1990), p 7.
<http://www.IPCC.Ch/report.

(١٤) IPCC, fourth Assessment Report, Cambridge University Press, UK, (2007), p 18.

المنارة للاستشارات
www.mar

والدلتا في كثير من دول العالم بما فيها مصر وبنجلاديش، واندونيسيا والهند والصين وغيرها سوف تغمر بالمياه كنتيجة لزيادة منسوب مياه البحار والمحيطات، وكذلك التأثير على الموارد المائية والإنتاج المحصولي، بالإضافة إلى انتشار بعض الأمراض الخطيرة كالملاريا، وتعتبر مصر من أكثر دول العالم تضررًا من آثار التغيرات المناخية الناتجة عن ظاهرة الاحتباس الحراري(١٥).

٢- الإضرار بطبقة الأوزون:

إن من أهم الأضرار الناشئة عن الأكسيد الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري هو ثقب طبقة الأوزون. وحيث أن طبقة الأوزون تقوم بدور المرشح الطبيعي والدرع الواقي الذي يحيط بالأرض ليحمي جميع المخلوقات من الجزء الضار من الأشعة فوق البنفسجية التي تأتي من الشمس إلى سطح الأرض، فإن ثقب تلك الطبقة ينتج عنه الكثير من الأضرار بالحياة على الأرض بالنسبة للإنسان والحيوان والنبات(١٦).

٣- مشكلة الضباب الدخاني:

يمثل الضباب الدخاني أكثر ملوثات الهواء تعقيدًا وصعوبة في السيطرة عليه، وهو لا ينبعث بصورة مباشرة من مصادر معينة وإنما يتكون في الجو نتيجة لتفاعلات كيميائية ضوئية بين أكاسيد النيتروجين والمركبات العضوية الطيارة التي تنبعث من مصادر كثيرة ثابتة ومتحركة كوسائل النقل ومحطات البنزين وتكرير البترول وغيرها. وتنشط أشعة الشمس هذه التفاعلات، ويرتفع تركيزها خلال فصل الصيف مع ارتفاع درجة الحرارة، وللضباب

---

(١٥) Ibid, p 47.

(١٦) A. Lesser, E. Dodds, Environmental Economics and Policy, Addison- New York - England, 2001, p 17.

المنارة للاستشارات
www.mar

الدخاني تأثيرات ضارة على صحة الإنسان وعلى المحاصيل الزراعية والغطاء النباتي بشكل عام(١٧).

٤- الأمطار الحمضية:

تتحرر بعض الغازات الحمضية عند احتراق الوقود وبالأخص ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وتتحد مع بخار الماء في الجو مكونة بذلك الأمطار الحمضية، ونتيجة لهذا فإن أي مطر يتساقط على منطقة ما سيكون حامضًا مما يؤدي إلى تلوث المجاري والمسطحات المائية ويمتد بذلك إلى الغابات والمحاصيل الزراعية. وقد يختلط هذا الغاز بالضباب الدخاني فوق المدن ويسبب أضرار بالغة على صحة سكان هذه المدن(١٨).

وانطلاقًا من هذه التحديات اتخذت مصر عدة خطوات من شأنها تنويع مزيج الطاقة الأولية وذلك بالتوجه نحو استغلال مصادر الطاقة المتجددة والتي تتسم بخاصية عدم النفاذ والتجديد المستمر وذلك لتحقيق التوازن المفقود بين جانبي عرض الطاقة والطلب عليها، وتحقيق آمن الطاقة واستدامتها وأيضًا الحفاظ على البيئة وذلك نظرًا لما تمتاز به الطاقة المتجددة بأنها طاقة نظيفة.

---

(١٧) فاتح بن نونه، الطاهرة خامرة "تحديات الطاقة والتنمية المستدامة"، المؤتمر العلمي الدولي، التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة، ٧ - ٨ ابريل ٢٠٠٨، ص ١٥.

(١٨) فاتح بن نونه، الطاهرة خامرة، المرجع السابق، ص ١٦.

المنارة للاستشارات
www.mar

٢- أساسيات حول الطاقة المتجددة

٢-١ مفهوم الطاقة المتجددة

الطاقة المتجددة Renewable Energy هي موارد الطاقة التي يتجدد تدفقها في الطبيعة ولا تنضب ولكنها قد تكون محدودة(١٩). بتعبير أخر هي عبارة عن مصادر طبيعية دائمة غير ناضبة متوفرة في الطبيعة بصورة محدودة أو غير محدودة إلا أنها متجددة باستمرار، واستخدامها لا ينتج عنه تلوث بيئي نسبيًا أي أنها طاقة نظيفة.

٢-٢ مصادر الطاقة المتجددة

يمكن تقسيم مصادر الطاقة المتجددة إلى نوعين، النوع الأول ويضم كل مصادر الطاقة المتجددة قيد الاستخدام، والتي تأكدت جدواها الاقتصادية والفنية مثل الطاقة المائية، والطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة حرارة باطن الأرض، أما النوع الثاني فيضم مصادر الطاقة المتجددة والتي لا تزال في مرحلة التجارب والأبحاث مثل طاقة الهيدروجين وطاقة المد والجزر.

وسنتناول هنا مصادر الطاقة المتجددة قيد الاستخدام

٢-٢-١ الطاقة المائية

إن الطاقة المائية واحدة من أقدم الطاقات استخدامًا في العالم فقد استخدمها الإنسان لتوليد الكهرباء الميكانيكية اللازمة لاستخداماته مثل رفع المياه، وفي عصرنا الحالي بدأ استعمال المياه لتوليد الطاقة الكهربائية وتعرف هذه العملية باسم الطاقة الكهرومائية Hydro power، ومن أجل هذه الغاية تقام محطات توليد الطاقة على مساقط الأنهار، وتبني السدود والبحيرات الاصطناعية لتوفير

(١٩) U.S Energy Information Administration, EIA, <http.://www.eia.gov.

المنارة للاستشارات
www.mar

كميات كبيرة من الماء تضمن تشغيل هذه المحطات بصورة دائمة، وتعد الطاقة الكهرومائية أكبر مساهم في إمدادات الطاقة المتجددة على المستوى العالمي، حيث تنتج حوالي ١٦,٤ من إنتاج الكهرباء في العالم عام ٢٠١٤ وتأتي الصين في المرتبة الأولى في إنتاج الكهرباء من الطاقة الكهرومائية حيث تنتج حوالي ٢٦,٧% من إنتاج العالم(٢٠).

٢-٢-٢ الطاقة الشمسية

تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي لكثير من مصادر الطاقة الموجودة في الطبيعة، وتستخدم الطاقة الشمسية في العديد من التطبيقات أهمها: التدفئة، الإنارة، تسخين المياه، التبريد، إنتاج البخار، تحلية مياه البحر، وتوليد الكهرباء حراريًا.

ويوجد نظامين للإمداد بالطاقة الشمسية، **الأول:** نظام الخلايا الفوتوضوئية photovoltaic cells (PV) ويطلق عليه الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتعتمد فكرتها على الاستفادة من أشعة الشمس المباشرة أو المشتتة لتحويلها إلى طاقة كهربائية، وتعتبر نظم الخلايا ملائمة للاستخدام في المناطق الريفية والنائية كأنظمة معزولة، كما يمكن ربطها بالشبكة في حالة المحطات الكبرى(٢١).

الثاني: نظام التوربينات الحرارية باستخدام الطاقة الشمسية المركزة concentrated solar power ويسمى الطاقة الشمسية الحرارية ويعتمد هذا النظام في عملة على تركيز أكبر كمية ممكنة من أشعة الشمس على خزان أو

---

(٢٠) IEA Key Renewable Trends, Excerpt from: Renewable Information, International Energy Agency, 2016, p3.

(٢١) اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) دور الطاقة المتجددة في الحد من تغير المناخ في منطقة الأسكوا، الأمم المتحدة، ٢٠١٢، ص ٩.

المنارة للاستشارات
www.mar

أنبوب يحتوي على محلول ملحي، وما إن يسخن هذا المحلول إلى درجات حرارة مرتفعة جدًا يتحول إلى بخار ويقوم بتدوير توربينه لتوليد الكهرباء، كما يمكن استخدام حرارة البخار أو السائل في تسخين المياه أو تكييف الهواء.

وعلى الرغم من أن حصة الطاقة الشمسي لا تزال متواضعة نسبيًا حيث يبلغ نصيبها ٢,٥% من إجمالي نصيب الطاقة المتجددة على المستوى العالمي عام ٢٠١٤[٢٢]، إلا أنها تنمو بشكل متسارع حيث بلغ معدل النمو السنوي للطاقة الشمسية الكهروضوئية ٤٦,٢%، ١١,٧% للطاقة الشمسية الحرارية وذلك خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٤[٢٣].

٢-٢-٣ طاقة الرياح

لقد استخدم الإنسان طاقة الرياح منذ زمن بعيد، ولعل أول مجالات استخدامه لهذه الطاقة كان في مجال النقل باستخدام قوة دفع الرياح للسفن الشراعية، وبتطور المجتمعات الإنسانية وتعدد حاجاتها وأساليب حياتها تطورت استخدامات طاقة الرياح، وبدأ استغلالها في إنتاج الكهرباء بواسطة تربينة، أي عنفة رياح في القرن التاسع عشر للمرة الأولى في العالم، ومنذ ذلك الحين تم إجراء الكثير من البحث والتطوير على هذه التربينات. ويمكن استغلال طاقة الرياح في إنتاج الكهرباء عندما لا تقل سرعة الرياح عن ٣-٥ متر/ثانية ولا تزيد عن ٢٥ متر/ثانية، فقدرة الرياح على إنتاج الطاقة الكهربائية تتناسب مع مكعب سرعة الرياح فإن تضاعف سرعة الرياح يؤدي إلى زيادة القدرة بثماني أضعاف، لذا فإن أي تغير طفيف في سرعة الرياح يمكن أن يؤدي إلى تغيرات كبيرة في قدرة إنتاج الكهرباء، لذا في حالة إنشاء

---

(٢٢) IEA Key Renewable Trends, Op. Cit., p 4.

(٢٣) تم حسابه بواسطة الباحثة اعتمادًا على بيانات: Ibid.

المنارة للاستشارات
www.mar

مزارع رياح كبرى يجب دراسة التغيرات المناخية واستخدام برنامج للتنبؤ بسرعات الرياح ويمكن إنشاء مزارع رياح على اليابسة وكذلك في البحر بالقرب من الشواطئ(٢٤). وقد زادت قدرة طاقة الرياح على المستوى العالمي إلى نحو ٤٦٦ ألف ميجا وات عام ٢٠١٦ بعد أن كانت ٩٣ ألف ميجا وات عام ٢٠٠٧(٢٥)، لتسجل معدل نمو سنوي ٢٠%.

٢-٢-٤ طاقة الكتلة الحيوية (Biomass)

تعرف الكتلة الحيوية (البيوماس) بأنها المواد العضوية المتخلفة ذات المنشأ النباتي أو الحيواني. وبذلك تتضمن مصادر طاقة الكتلة الحيوية الأشجار ومخلفاتها والمحاصيل الزراعية ومخلفاتها والنباتات المائية والطحالب والإفرازات الحيوانية والآدمية والقمامة ونفايات المنازل والمدن، وبعض مخلفات الصناعات الغذائية وصناعة الأخشاب واللب والورق.

ويستفاد من طاقة الكتلة الحيوية إما باستخدام الطرق الحرارية كالحرق المباشر والتحويل الحراري إلى وقود بطريقة التكسير pyrolysis للحصول على فحم ووقود غازي وسائل، أو بطريقة التغوير Gasification لإنتاج وقود غازي، أو بالطرق الحيوية وتشمل التخمير إلى الكحول الإيثيلي، أو الهضم اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي (البيوجاز) والتمثيل الضوئي الحيوي لبعض أنواع الطحالب لإنتاج غاز الهيدروجين(٢٦).

---

(٢٤) طاقة الرياح وآلية التنمية النظيفة، ترجمة محمد مصطفى الخياط، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وزارة الكهرباء والطاقة، مصر، يوليو ٢٠٠٦، ص ٢٥.

(٢٥) International Renewable Energy Agency, IRENA, Renewable Capacity Statistics, 2017. <http://www.IRENA.

(٢٦) رئاسة الجمهورية، المجالس القومية المتخصصة، تقرير المجلس القومي للإنتاج والشئون الاقتصادية، الدورة الحادية والثلاثون، ٢٠٠٤ - ٢٠٠٥، ص ١٥٧.

المنارة للاستشارات
www.mar

ويبقى النوع الذي يحظى بالأهمية من بين مصادر الكتلة الحيوية وهو الوقود الحيوي والمتمثل في إنتاج الإيثانول (الكحول) من بعض المنتجات الزراعية كقصب السكر والبنجر والذرة. ويستعمل هذا الكحول كوقود للسيارات بعد مزجه بالبنزين في بعض الدول كالبرازيل وأمريكا. وكذلك إنتاج البيوديزل (الديزل الحيوي) ويستخرج من الحاصلات الزيتية مثل دوار الشمس وفول الصويا وزيت النخيل وغيرها. ويرى البعض أن اللجوء إلى الوقود الحيوي ذا تكلفة مرتفعة ويحتاج إلى طاقة لإنتاجه قد تعادل ما ينتج منها أو تزيد، كذلك يضر بزراعة المحاصيل الغذائية في الدول النامية وقد تستنزف الثروة المائية الموجودة لصالح هذا الوقود(٢٧).

وتأتي طاقة الكتلة الحيوية في المرتبة الرابعة بالنسبة لمصادر الطاقة الأولية في الوقت الحاضر حيث تمثل حوالي ١٠,٣% من مصادر الطاقة في العالم عام ٢٠١٤. وتأتي الولايات المتحدة في أول قائمة الدول التي تستخدم طاقة الكتلة الحيوية لنفس العام(٢٨).

٢-٢-٥ طاقة الحرارة الجوفية

تصنف الحرارة الجوفية على إنها متجددة من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA حيث تمتد لعقود وربما لقرون. والحرارة الجوفية هي طاقات حرارية دفينة في أعماق الأرض وموجودة بشكل مخزون من المياه الساخنة أو البخار والصخور الحارة، إلا أن الحرارة المستغلة حاليًا عن طريق الوسائل التقنية المتوافرة هي المياه الساخنة والبخار الحار، بينما حقول

(٢٧) أمنية مخلفي، النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة، مجلة الباحث عدد ٩، جامعة ورقلة – الجزائر، ٢٠١١، ص ٢٢٨.

(٢٨) IEAk, Key Renewables Trends, Op. Cit., p 6.

المنارة للاستشارات
www.mar

الصخور الحارة مازالت قيد الدراسة والبحث والتطوير. وتستغل هذه الطاقات لتوليد الكهرباء، والتدفئة المركزية، والأغراض الطبية والسياحية ومن أكثر البلدان استخدامًا لهذه الطاقة نيكارجوا والفلبين وكينيا، وأيسلندا ويبلغ معدل النمو السنوي ١,٤% لهذه الطاقة خلال الفترة (١٩٩٠ – ٢٠١٤)[٢٩].

٢-٣ تكاليف الاستثمار والإنتاج للطاقة المتجددة

بعد التعرف على أهم مصادر الطاقة المتجددة، فإنه للوقوف بشكل أكثر دقة على الجدوى الاقتصادية لها فإنه لابد من النظر إلى تكاليف الاستثمار في مجال إنتاج الطاقة المتجددة والذي معظمه ينتج على شكل كهرباء، وتتضمن تكاليف إنشاء المحطات الكهربائية، وتكاليف ما قبل البناء مثل تراخيص الموقع، وتكاليف الاختبار البيئي لهذه المحطات وأية تكاليف أخرى طارئة[٣٠]. ويوضح الجدول (٢) التكاليف الاستثمارية لمختلف أنواع محطات الطاقة الكهربائية لكل كيلو وات من القدرة المركبة وعلى أساس معدل عائد على الاستثمار.

حيث نجد أن التكاليف الاستثمارية للمحطات الغازية هي الأقل مقارنة بالمحطات الأخرى وتتراوح بين ٥٢١ دولار لكل كيلو وات من القدرة المركبة على أساس عائد على الاستثمار نسبته ٣% أثناء الإنشاء والتركيب، ١٤٢٠ دولار على أساس عائد على الاستثمار نسبته ١٠%.

بينما تتراوح التكلفة الاستثمارية للمحطات العاملة بالطاقة الكهرومائية بين ٦٦٤ و ١٢٣٤٨ دولار لكل كيلو وات من القدرة المركبة. أما مصادر الطاقة المتجددة الأخرى فتصل التكلفة الاستثمارية إلى ٣١٤٦ دولار لكل كيلو وات

---

(٢٩) تم حسابه بواسطة الباحثة اعتمادًا على المصدر: Ibid.

(٣٠) International Energy Agency, IEA, NEA, Projected Costs of Generating Electricity, 2015, p 31.

المنارة للاستشارات
www.mar

من القدرة المركبة لمحطات الرياح البرية وإلى ٢٦٨٨ دولار للمحطات العاملة بالخلايا الكهروضوئية. وبشكل عام يعود هذا التفاوت في التكاليف الاستثمارية إلى عدة عوامل أهمها طول العمر الافتراضي للمحطة، نوع التكنولوجيا المطبقة، نسبة العائد على الاستثمار، ظروف السوق المحلي لكل بلد.

جدول (٢)

التكاليف الاستثمارية لمختلف أنواع محطات الطاقة الكهربائية

دولار/ كيلو وات من القدرة المركبة

المصدر	عائد على الاستثمار ٣%		عائد على الاستثمار ١٠%	
	أقل تكلفة	أكبر تكلفة	أقل تكلفة	أكبر تكلفة
الغاز الطبيعي	٥٢١	١٣٢٨	٥٧٤	١٤٢٠
الفحم	٨٦٣	٣٢٥٥	٩٨٩	٣٧٣٢
الطاقة النووية	٢٠٠٧	٦٧٥٦	٥٥١٩	٨١٦٤
الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV)	٩٥١	٢٦٠١	٩٨٣	٢٦٨٨
الطاقة الشمسية الحرارية	٣٦٢٤	٨٢٩٧	٣٧٤٥	٨٦٥٥
رياح برية	١٢١٨	٣٠٤٤	١٢٥٩	٣١٤٦
رياح بحرية	٣٨٧٩	٦٠٢٢	٤٣١٠	٦٢٦٣
المحطات الكهرومائية – سعات صغيرة	١٧١١	١٠٤٤٨	١٨٣٠	١٣٣٦٧
المحطات الكهرومائية – سعات كبيرة	٦٦٤	٩٦٥١	٨٥٠	١٢٣٤٨
الكتلة الحيوية	٧٣٢	٤٧٩٤	٧٦٤	٥٣٠٣
الوقود الحيوي	١٨٨٠	٨٩٣٤	١٩٤٢	٩٥٦٧
طاقة حرارة باطن الأرض	١٥٨٧	٧٠٤٦	١٨٢٤	٨٠٩٦

Source: International energy agency, NEA, projected costs of generating electricity, 2015, p 38. <http://www.IEA.org.

المنارة للاستشارات
www.mar

٣- مصادر الطاقة المتجددة في مصر

تتضمن مصادر الطاقة المتجددة التي تمتلكها مصر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المتولدة من المياه. وتلك المتولدة من الكتلة الحيوية (البيولوجية)، واتساقًا مع حاجة مصر المتزايدة للطاقة من جهة، والتوجهات العالمية نحو بدائل نظيفة ومستدامة للطاقة من جهة أخرى. ومع استغلال معظم إمكانات الطاقة المائية فإنه تم بذل جهود حثيثة من أجل تنمية استخدام مصادر الطاقة المتجددة وعلى وجه الخصوص الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وطاقة الكتلة الحيوية وذلك على النحو التالي.

٣-١ الطاقة الشمسية

تتمتع مصر بوفر في مصادر الطاقة المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية. حيث تقع مصر في منطقة الحزام الشمسي الأكثر مناسبة لتطبيقات الطاقة الشمسية، فتظهر إحصاءات الأطلس الشمسي الصادر عام ١٩٩١ أن متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي تتراوح شدته بين ٢٠٠٠- ٣٢٠٠ ك.و.س/م٢/السنة، ويتراوح معدل سطوع الشمس بين ٩-١١ ساعة/يوم. وتستخدم الطاقة الشمسية في عدة مجالات ومن أهمها في مصر حاليًا توليد الكهرباء والسخانات الشمسية والإنارة.

٣-١-١ الوضع الحالي لاستغلال الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء

يتم إنتاج الكهرباء من النظم الشمسية الحرارية في مصر باستخدام أساليب مشابهة لتلك المستخدمة في المحطات التقليدية لإنتاج الكهرباء مع استبدال مصادر الوقود المستخدمة في النظم التقليدية بالطاقة الناتجة من تركيز الإشعاع الشمسي عند درجات حرارة عالية من ٤٠٠ – ١٥٠٠ درجة

المنارة للاستشارات
www.mar

مئوية[٣١]. والمحطة الشمسية الحرارية الوحيدة التي تعمل في مصر لإنتاج الكهرباء هي محطة الكريمات جنوب الجيزة. وتبلغ قدرة هذه المحطة ١٤٠ ميجا وات بطاقة إجمالية إنتاجية في السنة قدرها ٨٥٢ جيجا وات/ساعة وبدأ تشغيل المحطة تجاريًا اعتبارًا من يوليو ٢٠١١. وتعمل هذه المحطة بتقنية مزدوجة تعتمد على الشمس والغاز الطبيعي وبالتالي فهي تشمل على مكونيين: مكون حراري بقدرة ١٢٠ ميجا وات (حوالي ٨٥,٧% من إجمالي قدرة المحطة) ومكون شمسي بقدرة ٢٠ ميجا وات (حوالي ١٤,٣ من إجمالي قدرة المحطة). أما الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية بلغت نحو ٤٧٩ جيجا وات ساعة بما يمثل نحو ٠,٣% من إجمالي القدرة المركبة عام ٢٠١٢/٢٠١١. إلا أن هذه النسبة انخفضت عام ٢٠١٤/٢٠١٣ لتصل إلى ٠,٠٦% من إجمالي القدرة المركبة[٣٢]. مما يعني محدودية بل وانخفاض مستوى الاستفادة من الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء في مصر حتى عام ٢٠١٤/٢٠١٣.

٣-١-٢ استخدام الطاقة الشمسية في تسخين المياه

تعتبر استغلال الطاقة الشمسية في تسخين المياه من التطبيقات الشائعة عالميًا وذلك بغرض الحد من استهلاك الكهرباء وتوفير الوقود. وفي عام ١٩٨٠ بدأ استخدام أنظمة التسخين الشمسي الحراري في مصر، حيث تم استيراد ١٠٠٠ سخان مياه شمسي بسعات مختلفة وتم تركيبها بأماكن عديدة، وفي نفس الوقت تم إنشاء أول شركة قطاع خاص لتصنيع السخانات، ويقدر

(٣١) هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، ٢٠١٥، ص ٥٠. <http://www.NREA.gov.eg

(٣٢) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الكهرباء والطاقة، عام ٢٠١٤ /٢٠١٥، ص ١١.

المنارة للاستشارات
www.mar

عدد الشركات المصرية العاملة في مجال تصنيع واستيراد وتوزيع وتركيب سخانات المياه الشمسية بحوالي ٢٠ شركة وذلك حتى عام ٢٠١٤/٢٠١٥(٣٣). ويتم حاليًا مشروع نشر السخانات الشمسية بالمنشآت الفندقية بمحافظة البحر الأحمر وجنوب سيناء بالتعاون بين الحكومة المصرية والحكومة الإيطالية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ويهدف المشروع إلى تركيب ما يزيد عن ٥٠٠ متر مربع من أنظمة التسخين الشمسي للمياه.

٣-١-٣ استخدام الطاقة الشمسية في الإنارة

تعتبر نظم الخلايا الفوتوفولطية (PV) أحد أفضل تطبيقات الطاقة المتجددة لأغراض الإنارة وضخ المياه بالمناطق النائية ذات الأحمال الصغيرة والمنازل المتناثرة البعيدة عن الشبكة الكهربائية. ولقد شهدت تكنولوجيات الخلايا الفوتوفولطية في الفترة الماضية انخفاض مستمر في الأسعار بسبب التقدم التكنولوجي ووجود فائض إنتاج في وحدات الخلايا الفوتوفولطية حيث أصبحت هذه التكنولوجيا متوفرة بأسعار معقولة للمستهلكين في الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، كما أن تكلفة التشغيل والصيانة تعتبر محدودة في ظل العمر الافتراضي الذي يصل إلى ٢٥ سنة. ولقد تم تنفيذ مشروع الإنارة لقريتي أم الصغير وعين زهرة بواحة سيوة بواسطة نظم الخلايا الفوتوفولطية من خلال منحة لا ترد مقدمة من الحكومة الإيطالية والذي يتضمن: إنارة عدد (١٠٠) منزل، وعدد (٤٠) عمود إنارة شوارع، إنارة عدد (١) مدرسة، وعدد (٣) مساجد. إنارة عدد (٢) وحدة صحية ريفية، وتركيب (٢) ثلاجة حفظ أمصال و (٢) معقم طبي. ويعمل هذا المشروع بنجاح اعتبارًا من ديسمبر ٢٠١٠.

(٣٣) هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٥، مرجع سابق، ص ٥١.

المنارة للاستشارات
www.mar

كما قامت الحكومة الصينية بتقديم منحة إنارة سور المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات بواسطة (٣٠٠) عمود إنارة باستخدام نظم الخلايا الفوتوفولطية. وفي مارس ٢٠١٢ تم توقيع مشروع إنارة عدد (٤٠) منزل بمحافظة مرسى مطروح بقدرة إجمالية ٨,٨ كيلو وات وذلك بالتعاون مع وزارة الطاقة الجديدة والمتجددة الهندية(٣٤).

٣-١-٤ الخطة المستقبلية لمشروعات الطاقة الشمسية

تتضمن الخطة المستقبلية لمشروعات الطاقة الشمسية حتى عام ٢٠١٨/٢٠١٧ الآتي:

- مقترح إنشاء محطة شمسية حرارية لتوليد الكهرباء بقدرة إجمالية ١٠٠ ميجا وات مع نظام تخزين حراري لمدة ٤ ساعات بقرية بينبان بكوم أمبو بمحافظة أسوان، وأن كمية الطاقة التي سوف يتم إنتاجها من المشروع حوالي ٣٨٥ مليون ك.و.س/سنويًا، ومن المخطط بدء تشغيل المشروع في عام ٢٠١٧/٢٠١٦.
- مشروع مقترح لتنفيذ محطة توليد كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية قدرة ٢٠ ميجا وات بالغردقة بالتعاون مع الوكالة اليابانية للتعاون الدولي JICA، ومن المخطط بدء تشغيل المشروع في عام ٢٠١٧/٢٠١٦.
- مشروع مقترح لتنفيذ محطة توليد الكهرباء قدرة ٢٠ ميجا وات بكوم أمبو بالتعاون مع الوكالة الفرنسية لتنمية AFD ومن المخطط تشغيل المشروع في عام ٢٠١٧.
- مشروعات مقترحة لإنشاء محطات توليد كهرباء بالخلايا الفوتوفولطية بقدرة إجمالية ٢٠٠ ميجا وات مقسمة إلى عشر قطع كل منها بقدرة ٢٠

(٣٤) هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقدير السنوي، ٢٠١٣/٢٠١٢، ص ٣٦.

المنارة للاستشارات
www.mar

ميجا وات بنظام البناء والتمليك والتشغيل (Boo) من خلال القطاع الخاص ومن المخطط بدء تشغيل هذه المشروعات في عام ٢٠١٨/٢٠١٧.

- مشروع مقترح لتغذية القرى والتجمعات الغير مرتبطة بالشبكة بالطاقة الكهربائية باستخدام أنظمة الخلايا الفوتوفولطية وذلك من خلال منحة من دولة الإمارات العربية المتحدة تهدف إلى توفير الكهرباء لحوالي ١٦٧ ألف شخص محروم من الإمداد بالكهرباء لعدد ٢٦٤ قرية وتجمع ومدينة في عدد ٩ محافظات (شمال وجنوب سيناء والبحر الأحمر وسوهاج والوادي الجديد وقنا والأقصر وأسوان ومرسى مطروح) [٣٥].

٣-٢ طاقة الرياح في مصر

اتجهت مصر خلال السنوات الماضية لاستغلال طاقة الرياح، وتعتبر الرائدة في مجال استغلال هذه الطاقة في توليد الكهرباء بمنطقة الشرق الأوسط وأفريقيا. وتتمتع مصر بسرعات رياح عالية في مناطق كثيرة، حيث أوضح أطلس رياح مصر الذي تم إصداره في ديسمبر ٢٠٠٥ وذلك بالتعاون مع معامل ريزو الدنمركية وهيئة الأرصاد الجوية إلى توافر مناطق واعدة تتمتع بسرعات رياح عالية تبلغ في المتوسط حوالي ١٠,٥ م/ث على ارتفاع ٥٠ متر وذلك في خليج السويس، وحوالي ٧,٥ م/ث على ارتفاع ٨٠ متر في مناطق شرق وغرب النيل وذلك لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح.

٣-٢-١ الوضع الحالي لطاقة الرياح

تم تشغيل محطة رياح قدرة ٥ ميجا وات بالغردقة اعتبارًا من عام ١٩٩٣ وتضم تربينات رياح ذات تكنولوجيات مختلفة (ثنائية وثلاثية الريشة) وقد وصلت نسبة التصنيع المحلي لبعض المكونان في ذلك الوقت إلى حوالي

(٣٥) هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٥، مرجع سابق، ص ٣٩ - ٤٠.

المنارة للاستشارات
www.mar

٤٠% (الريش، الأبراج بنوعيها الأسطواني والشبكي، الوصلات الميكانيكية والكهربائية)، وبلغ إنتاج المحطة حوالي ٥ مليون ك.و.س خلال عام ٢٠١٣/٢٠١٤[٣٦]. كما تم تنفيذ محطة توليد كهرباء بطاقة الرياح قدرة ٥٤٥ ميجا وات بالزعفرانة وذلك على عدة مراحل اعتبارًا من عام ٢٠٠١، وذلك من خلال بروتوكولات تعاون حكومي مع كل من ألمانيا والدنمرك وأسبانيا واليابان. وتشير البيانات إلى أن إجمالي القدرات المركبة لطاقة الرياح بلغت ٥٤٧ ميجا وات وهي تمثل نحو ١,٥% من إجمالي القدرات المركبة لإنتاج الكهرباء وذلك عام ٢٠١٤/٢٠١٥[٣٧]، ويعني ذلك أن طاقة الرياح تستخدم حاليًا في مصر لتوليد الكهرباء ولكن بقدرات محدودة جدًا.

٣-٢-٢ الخطة المستقبلية لطاقة الرياح

لتعظيم الاستفادة من طاقة الرياح كمصدر لتوليد الكهرباء تم وضع إستراتيجية للطاقة المتجددة تستهدف الوصول إلى نسبة ٢٠% من إجمالي القدرات المركبة في عام ٢٠٢٢، تساهم فيها طاقة الرياح بنسبة ١٢%. ولتنفيذ هذه الإستراتيجية تم وضع خطة مستقبلية لتنفيذ مشروعات بإجمالي قدرات ٤٠٠٠ ميجا وات منها ٣١٨٠ ميجا وات من خلال مشروعات بناء على اتفاقيات تعاون حكومية، ٥٠٠ ميجا وات من مشروعات المناقصات التنافسية بنظام (Boo)، و٣٢٠ ميجا وات من المشروعات التجارية بواسطة القطاع الخاص.

---

(٣٦) المرجع السابق، ص ١٨.

(٣٧) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الكهرباء والطاقة، ٢٠١٤/٢٠١٥، مرجع سابق، ص ١٩.

المنارة للاستشارات
www.mar

أولاً: المشروعات التي من خلال اتفاقيات تعاون حكومية وتنقسم إلى:

أ – مشروعات جاري تنفيذها بإجمالي قدرات ٢٥٨٠ ميجا وات وهي:

- توسعة محطة جبل الزيت بقدرة إجمالية ٤٠ ميجا وات، ومن المتوقع الانتهاء من تنفيذ المشروع في يناير ٢٠١٨.
- مزرعة رياح بالتعاون مع الحكومة اليابانية (جبل الزيت ٢) بقدرة إجمالية ٢٢٠ ميجا وات، ومن المتوقع تنفيذ المشروع بالكامل في مارس ٢٠١٨.
- مزرعة رياح بمنطقة خليج السويس بالتعاون مع الحكومة الأسبانية (جبل الزيت ٣) بقدرة إجمالية ١٣٠ ميجا وات، ومن المتوقع الانتهاء من التنفيذ وتشغيل المشروع بالكامل مارس ٢٠١٨.
- محطات رياح بالتعاون مع شركة سيمنس الألمانية بقدرة إجمالية ٢٠٠٠ ميجا وات حتى عام ٢٠٢٣، تاريخ تشغيل المرحلة الأولى ٢٠١٨/٢٠١٩ بقدرة ١٨٠م.و.
- مزرعة رياح بمنطقة خليج السويس بالتعاون مع شركة مصدر الإماراتية بقدرة ٢٠٠ ميجا وات، تاريخ التشغيل ٢٠١٨/٢٠١٩.

ب – مشروعات في مرحلة الإعداد بقدرة إجمالية ٦٠٠ ميجا وات وهي:

- محطات رياح بالتعاون مع بنك التعمير الألماني وبنك الاستثمار الأوروبي والوكالة الفرنسية للتنمية والإتحاد الأوروبي بقدرة إجمالية ٢٠٠ – ٢٥٠ ميجا وات، تاريخ التشغيل ٢٠١٨/٢٠١٩.
- مزرعة رياح بمنطقة غرب النيل بالتعاون مع الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (JICA) بقدرة إجمالية ٢٠٠ ميجا وات، تاريخ التشغيل ٢٠١٩/٢٠٢٠.

المنارة للاستشارات
www.mar

- محطات رياح بمنطقة خليج السويس بالتعاون مع الوكالة الفرنسية للتعاون الدولي (AFD) بقدرة إجمالية ٢٠٠ ميجا وات، تاريخ التشغيل ٢٠١٩/٢٠٢٠.

ثانيًا: مشروعات المناقصات التنافسية بنظام (Boo) وهي:

- محطة رياح بقدرة إجمالية ٢٥٠ ميجا وات بخليج السويس، تاريخ التشغيل ٢٠١٧/٢٠١٨.
- محطة رياح بقدرة إجمالية ٢٥٠ ميجا وات بغرب النيل، تاريخ التشغيل ٢٠١٩.

ثالثًا: المشروعات التجارية بواسطة القطاع الخاص (لتغذية أحمال خاصة بهم أو بيع الكهرباء المنتجة لمستهلكين تابعين لهم مباشرة). وهي محطة رياح بواسطة شركة إيطالجن الإيطالية بقدرة إجمالية ٣٢٠ ميجا وات[٣٨].

٣-٣ طاقة الكتلة الحيوية في مصر

سبق وأوضحنا أن الكتلة الحيوية (Blomass) تشير إلى جميع المواد التي مصدرها بيولوجي (مزروعات، محاصيل، حيوانات، النباتات المائية والطحالب، الإنسان).

ويتم الاستفادة من طاقة الكتلة الحيوية بثلاث أساليب هي: تجفيف المخلفات النباتية والحيوانية لحرقها، والتحليل الكيماوي، والحصول على البيوجاز (الغاز الحيوي). وتعتبر المخلفات العضوية بأنواعها المصدر الرئيسي لطاقة الكتلة الحيوية بمصر وأهمها:

٣-٣-١- المخلفات الزراعية:

(٣٨) هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٥، مرجع سابق، ص ٢٦ - ٣٠.

المنارة للاستشارات
www.mar

تقدر كمية المخلفات الزراعية بنحو ٣٠ مليون طن سنويًا[٣٩]، وتختلف كميات وأنواع هذا المخلفات تبعًا لنوع المحصول والغرض من زراعته ونمط استخدامه، ويقدر إجمالي إنتاج مصر من بعض المخلفات الزراعية كما يلي: تبن القمح حوالي ٥,٧ مليون طن/سنة. حطب الذرة حوالي ٦,٤ مليون طن/سنة. قش الأرز حوالي ٤,٥ – ٥ مليون طن/سنة.

وقد بلغت نسبة المخلفات النباتية الصالحة لإنتاج الطاقة، بما في ذلك الحرق المباشر حوالي ٦٠% من المخلفات، وتقدر بحوالي ١٨ مليون طن/سنة[٤٠]، بما يتيح إمكانية الحصول على طاقة مولدة بنحو ٧,٢ مليون طن بترول مكافئ سنويًا[٤١].

٣-٣-٢ المخلفات الحيوانية:

يبلغ متوسط أعداد البقر والجاموس نحو ٨,٨ مليون رأس[٤٢]، وتستخدم بعض مخلفات الأبقار والجاموس إما لإنتاج الطاقة (نحو ٤٠%)، أو كمواد سمادية للأراضي (نحو ٣٥%)، والباقي يفقد في الشوارع والحقول. أما مخلفات المذبوحات فتُلقى في مقالب القمامة والمساحات الفارغة ولا يُستفاد منها، وبناء على ذلك تقدر كمية المخلفات الحيوانية التي يمكن الاستفادة

---

(٣٩) وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، تقرير حالة البيئة في مصر، ٢٠١٥، إصدار ٢٠١٧، ص ٣٧٦.

(٤٠) رئاسة الجمهورية، المجالس القومية المتخصصة، تقرير المجلس القومي للإنتاج والشئون الاقتصادية، الدورة الحادية والثلاثون، ٢٠٠٤ – ٢٠٠٥، ص ١٦٢.

(٤١) تم حسابه بواسطة الباحثة اعتمادًا على المصدر: معهد التخطيط القومي، إطار لرؤية مستقبلية لاستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، سلسلة قضايا التخطيط والتنمية رقم (٢٦١)، أغسطس ٢٠١٥، ص ٥٧.

(٤٢) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، مستقبل الطاقة في مصر، مرجع سابق، ص ١٠٤.

المنارة للاستشارات
www.mar

منها كمصدر للطاقة، بالإضافة إلى مخلفات المجازر بنحو ٨,٣ مليون طن/سنة، وبالتالي يقدر المحتوى الحراري بنحو ٢,٩ مليون طن بترول مكافئ/سنة(٤٣).

٣-٣-٣ المخلفات البلدية الصلبة:

بلغت إجمالي كمية المخلفات البلدية الصلبة (القمامة) نحو ٢٢ مليون طن/سنة، وتقدر نسبة المواد العضوية بها ٥٦%، كما تحتوي على مخلفات بلاستيك بنسبة ١٢%، ومخلفات الورق والكرتون بنسبة ١٠%، والصاج وخردة وغيرهم بنسبة ٢١%(٤٤).

وهذه المخلفات الصلبة التي تحتوي على ٥٦% من المخلفات العضوية يمكن استخدامها في تصنيع السماد العضوي، أو في توليد الطاقة بمعدل ٠,٢٥ طن بترول مكافئ لكل طن بترول مكافئ لكل طن مادة عضوية من المخلفات البلدية(٤٥)، ويتم حاليًا تحويل بعض هذه المخلفات إلى وقود صلب RDF، واستخدامه كطاقة بديلة في صناعة الأسمنت.

٣-٣- ٤ المخلفات الصناعية:

يصل إجمالي المخلفات الصناعية إلى ٦ مليون طن/سنة، كما يصل إجمالي المخلفات الصناعية المتاحة كمصدر للطاقة إلى حوالي ٣,١٢ مليون طن/سنة، ويمكن الحصول منها على نحو ١,٥ مليون طن بترول مكافئ

---

(٤٣) تم حسابه بواسطة الباحثة اعتمادًا على المصدر: معهد التخطيط القومي، إطار لرؤية مستقبلية لاستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، مرجع سابق، ص ٥٧.

(٤٤) وزارة البيئة، مرجع سابق، ص ٣٧٧.

(٤٥) وزارة البيئة، مرجع سابق، ص ٣٧٧.

المنارة للاستشارات
www.mar

سنويًا، وتستخدم بعض الشركات الصناعية مثل شركة السكر بالحوامدية، وشركة سكر الدلتا بعض أنواع من مخلفاتها لإنتاج الغاز الحيوي(٤٦).

٣-٣-٥ الحمأة:

الحمأة هي مزيج شبة صلب من المواد العضوية محملة بمواد كيميائية ومعادن ثقيلة، وتنقسم الحمأة إلى نوعين: حمأة الصرف الصحي وهي الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي في محطات المعالجة الابتدائية والثانوية، وتحتوي هذه الحمأة على ٩٥% من وزنها ماء، وتصل نسبة المادة العضوية بها نحو ٥٠%، ويمكن حرق هذه الحمأة بعد تجفيفها أو معالجتها بتقنية التخمير اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي الذي يمكن استخدامه كمصدر بديل للطاقة. والحمأة الصناعية وهي الحمأة الناتجة عن معالجة المخلفات الصناعية السائلة، ويمكن حرقها واستخدامها كمصدر للطاقة، وتقدر كمية الحمأة بحوالي ٢ مليون طن/سنة تحتوي على طاقة بمقدار ٠,٢ طن بترول مكافئ لكل طن حمأة، وبذلك يبلغ إجمالي الطاقة الحرارية للحمأة حوالي ٠,٤ مليون طن بترول مكافئ وفقـــاً لتقديرات عام ٢٠١٥، وتستخدم الحمأة التي تنتج من محطة الصرف الصحي في الجبل الأصفر لإنتاج حوالي ٧٠% من طاقة تشغيل المحطة(٤٧).

٣-٣-٦ استخدامات طاقة الكتلة الحيوية:

قامت وزارة البيئة بالتعاون مع البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة ومرفـــق البيئة العالمية بإنشاء مشروع الطاقة الحيوية للتنمية الريفية المستدامة، والـــذي يعمل على توفير الطاقة باستخدام الكتلة الحيوية، والمشروع كان فـــي البدايـــة

(٤٦) المرجع السابق، ص ٦٣.

(٤٧) المرجع السابق، ص ٦٥.

المنارة للاستشارات
www.mar

يستهدف قريتين فقط داخل محافظتي الفيوم وأسيوط، ولكن تم التوسع في أنشطته ليصل إلى ٦٠ قرية داخل (١٤) محافظة، كما كان المشروع يستهدف (٦٠٠) وحدة بيوجاز منزلية، ووصل المحقق إلى (١٠٠٠) وحدة خلال عامين فقط.

كما يتم حاليًا إنهاء إجراءات تأسيس مؤسسة الطاقة الحيوية للتنمية الريفية المستدامة والتي صدر قرار مجلس الوزراء بتأسيسها في يوليو ٢٠١٥، كذلك تم الانتهاء من تنفيذ أولى الوحدات التجارية بإحدى مزارع المواشي بالفيوم، والتي تنتج (٥٠م^{٣}) بيوجاز يوميًا[٤٨]. أما شركة لافارج للأسمنت فتستخدم كوقود بديل ٢٣ ألف طن سنويًا من مخلفات النفط المحلية، ومخلفات صناعة المستحضرات الصيدلانية، و٧٢ ألف طن سنويًا من المخلفات الزراعية، ومن مفروزات القمامة المضغوطة (RDF)، وأيضًا تستخدم ١٢٠ ألف طن سنويًا من مخلفات قش الأرز، كذلك شركة أسمنت أسيوط CEMEX تستخدم ٣٣٣ ألف طن سنويًا من المخلفات الزراعية، و٥٦ ألف طن سنويًا من مخلفات الأشجار، و٦٠ ألف طن سنويًا من مخلفات أخرى[٤٩]. هذا وتهدف شركات ومصانع أخرى للأسمنت استخدام طاقة الكتلة الحيوية للحصول على مصادر بديلة للوقود.

٣-٤ أهمية الطاقة المتجددة بالنسبة لمصر:

٣-٤-١ المساهمة في توفير احتياجات الطاقة:

إن استخدام الطاقة المتجددة يمكن أن يساهم بشكل كبير في توفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة، وهو ما يؤدي إلى تحقيق وفر في

---

(٤٨) وزارة البيئة، مرجع سابق، ص ٣٤٧.

(٤٩) معهد التخطيط القومي، إطار لرؤية مستقبلية لاستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، مرجع سابق، ص ١٤٧.

المنارة للاستشارات
www.mar

استهلاك المصادر التقليدية للطاقة، وهو ما يساهم في إطالة عمر المخزون من الطاقة التقليدية، هنا بالإضافة إلى تجنب الآثار السلبية للوقود الأحفوري على البيئة. ويوضح الجدول (٥) بالملحق تطور القدرة المركبة، والطاقة الكهربائية المنتجة والوفر المحقق من الوقود الأحفوري، وخفض الانبعاثات نتيجة لاستخدام الطاقة المنتجة من محطة الرياح بالزعفرانة، حيث يتبين منه زيادة كمية الطاقة الكهربائية المولدة من طاقة الرياح من ٢٦٠ مليون ك.و.س عام ٢٠٠١ إلى ١٣٥١ مليون ك.و.س عام ٢٠١٣، محققًا بذلك وفر في الوقود الأحفوري بلغ ٢٨٣ ألف طن مكافئ بترول عام ٢٠٠١، كما تم أيضًا خفض في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بمقدار ٧٤٣ ألف طن عام ٢٠١٣.

٣-٤-٢ الاستفادة من تجارة الكربون من خلال آليات التنمية النظيفة:

في إطار السعي إلى تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في مختلف أنحاء العالم، اتفقت (١٩٣) دولة على إصدار ما سُميَ بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في عام ١٩٩٧، وذلك أثناء ثالث مؤتمر للأطراف في الاتفاقية (Cop -3) والذي عقد في مدينة كيوتو باليابان، وتقسم الاتفاقية دول العالم إلى قسمين: دول المرفق الأول ويضم الدول الصناعية التي أسهمت تاريخيًا في حدوث التغير المناخي، بالإضافة إلى بعض الدول مثل الصين والهند والبرازيل وكوريا الجنوبية وإندونيسيا وجنوب إفريقيا، ودول غير المرفق الأول وتضم الدول النامية(٥٠).

وتضمن بروتوكول كيوتو أهدافًا إلزامية للدول المدرجة بالمرفق الأول بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة تتراوح ما بين ٨% و١٠% من

(٥٠) IEA, Co_2 emissions from fuel combustion, Op. Cit., p 12.

المنارة للاستشارات
www.mar

مستوى الانبعاثات المسجلة في تلك الدول في عام ١٩٩٠، بحيث يتم تخفيض الانبعاثات الإجمالية لدول المرفق الأول بما لا يقل عن ٥% من مستويات عام ١٩٩٠، وتم تحديد الفترة الممتدة من ٢٠٠٨م إلى ٢٠١٢ كفترة التزام أولي لبروتوكول كيوتو(٥١)، وعقب انتهائها في ٢٠١٢ تم إصدار قرار من مؤتمر أرطرف بروتوكول كيوتو بإنشاء فترة التزام ثانية للبروتوكول مدتها ٨ سنوات تنتهي في ٢٠٢٠(٥٢).

ولكن في واقع الحال فإن النشاط الاقتصادي والصناعي المتسارع يجبر هذه الدول على تجاوز سقف الانبعاثات المحدد لها وبشكل كبير في بعض الأحيان، مما يتعذر معه تخفيض الانبعاثات بدون الإضرار الكبير بمصالح هذه الدول؛ ولذلك حدد البروتوكول ثلاث آليات مرنة تستطيع من خلالها دول المرفق الأول تحقيق أهدافها فيما يتعلق بانبعاثات الغازات الدفيئة وهي:

١- تجارة الانبعاثات Emission Trading (ET) وهي تسمح بتبادل الانبعاثات بين دول المرفق الأول من خلال شراء الدول والشركات التي تتجاوز انبعاثاتها الحدود القصوى المسموح بها حصص من الدول التي لم تصل بعد إلى المستوى الأقصى.

٢- التنفيذ المشترك Joint Implementation (JI) يجوز لأي دولة مدرجة بالمرفق الأول للاتفاقية أن تمتلك شهادات خفض انبعاثات الغازات الدفيئة المتحققة عبر مشاريع تم تنفيذها في دولة أخرى مدرجة بالمرفق الأول.

---

(٥١) Sami Kamel, Clean Development Mechanism & Carbon Market, Expert Meting on Trade & Environment Priorities in the Arab Region, Cairo, Egypt, 11-12 October 2007, UNEP, UNEP RSOE Center, p 7.

(٥٢) IEA, Co_2 emissions from fuel combustion, Op. Cit., p 20.

المنارة للاستشارات
www.mar

٣- آلية التنمية النظيفة Clean Development Mechanism (CDM) وهي تهدف إلى مساعدة الدول المدرجة في المرفق الأول على خفض الانبعاثات كميًا، ومساعدة الدول غير المدرجة في المرفق الأول؛ أي الدول النامية على تحقيق التنمية المستدامة وفق مشروعات نظيفة من التلوث، وتساعد أيضًا على خفض الانبعاثات(٥٣).

ولا يفرض البروتوكول أي التزامات لتحديد أو لخفض من انبعاثات الغازات الدفيئة على الدول النامية، غير أن هذه الدول وبالمصادقة على بروتوكول كيوتو، وإنشاء هيئة قومية لآلية التنمية النظيفة في دولها، يمكنها الاستفادة بإمكانيات التمويل المتاحة في إطار آلية التنمية النظيفة وتتحدد هذه الآلية في إصدار شهادات موثقة بمقادير ثاني أكسيد الكربون المعادلة لمقادير الانبعاثات التي تم خفضها (Certified Emission Reduction) CERs عند إقامة المشروع. وتشترى هذه الشهادات الحكومات وشركات القطاع الخاص المدرجة كأطراف في المرفق الأول مقابل نظير مادي تدفعه للدول النامية التي أقيم فيها المشروع وذلك وفق النماذج الثلاثة التالية:

(أ) **النموذج الآحادي:** تطور الدول النامية مشروعًا وتستثمر فيه ثم تبيع أو تخضع خفوضات الانبعاثات المعتمدة للعمليات المصرفية، وهنا يتحمل مطور المشروع جميع المخاطر والمنافع المرتبطة بإعداد وبيع خفوضات الانبعاثات المعتمدة.

(ب) **النموذج الثنائي:** تقام شراكة بين مطور المشروع وأحد الدول الأطراف في المرفق الأول، وبموجب هذه الشراكة تتلقى الدولة الطرف في المرفق

(٥٣) Christina Hood, Environment and Climate Change, Introduction: Climate change and climate policy in the energy sector, IEA, 2014, p 12.

المنارة للاستشارات
www.mar

الأول خفوضات الانبعاثات المعتمدة المتحققة من المشروع من خلال اتفاق لشراء خفض الانبعاثات Emission Reduction Purchase Agreement (ERPA).

(جـ) النموذج متعدد الأطراف: وتباع فيه خفوضات الانبعاثات المعتمدة إلى صندوق يدير محفظة من المشاريع، ويوزع الصندوق المخاطر بالاستثمار في عدة مشاريع، بينما يوزع المستثمرون المخاطر بالاستثمار في صناديق مختلفة(٥٤).

ومن المشروعات التي تندرج تحت مظلة آلية التنمية النظيفة، مشروعات الطاقة المتجددة مثل توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، مشروعات تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، مشروعات الطاقة الحيوية، مشروعات إدارة المخلفات، مشروعات استبدال الوقود، ومشروعات التشجير وزراعة الغابات(٥٥).

في ضوء ما تقدم يتضح أن آلية التنمية النظيفة من بين الآليات الثلاث في بروتوكول كيوتو هي التي يمكن للدول النامية الاستفادة منها، وبالفعل استفادت مصر منها عن طريق إدراج مشاريع للتنمية المستدامة في إطارها؛ لتحقيق عوائد اقتصادية وبيئية، وتعزيز دورها في سوق تجارة الكربون على مستوى العالم.

فتعتبر مصر من أوائل الدول التي وقعت على الاتفاقية الإطارية وصدقت عليها في ١٩٩٤/٢/٥، كما وقعت على بروتوكول كيوتو في سنة

---

(٥٤) Sami Kamel, Op. Cit., p 8.

(٥٥) Nicholas Dreves, Opportunities for Emissions Trading and Environmental Investment in Arab Countries, Expert Group Meeting on Trade & Environment Priorities in the Arab Region, Cairo, Egypt, H-13 October 2007, Eco Securities, p 4.

المنارة للاستشارات
www.mar

١٩٩٩، وصدقت عليه في ٢٠٠٥/١/١٢ [٥٦]، وقامت باتخاذ الإجراءات الكفيلة بتفعيل آلية التنمية النظيفة، والاستفادة من أهدافها، فوصل إجمالي المشروعات التي تم تسجيلها دوليًا في المجلس التنفيذي الدولي لآلية التنمية النظيفة إلى ٢٥ مشروع حتى عام ٢٠١٦، تحقق خفضًا سنويًا فعليًا يقدر بنحو ٤,٢ مليون طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وباستثمارات تقدر بنحو ٥٧٣ مليون دولار، وتغطي مجالات توليد الكهرباء من طاقة الرياح، تخريد وإحلال سيارات التاكسي القديمة، تحويل الوقود، تحسين كفاءة الطاقة، خفض انبعاثات أكسيد النيتروز من مصانع الأسمدة[٥٧].

ويبلغ عدد مشروعات توليد الكهرباء من طاقة الرياح التي تم العمل فيها فعليًا أربعة مشاريع تحقق خفض سنوي في الانبعاثات يقدر بحوالي ٨٠٠ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وبتكلفة استثمارية تبلغ حوالي ٤٢٤ مليون دولار، وذلك كما هو موضح بالجدول (٦) بالملحق، وهذه المشروعات هي:

١- محطة رياح بقدرة ١٢٠ ميجا وات، وبالتعاون مع اليابان، (زعفرانة ٧) تم تسجيل المشروع في إطار آلية التنمية النظيفة في يونيو ٢٠٠٧، وتقدر الكهرباء المولدة منه سنويًا بنحو ٤٥٢ جيجا وات في الساعة، ويوفر حوالي ١٠٣ ألف طن مكافئ بترول، ويحد من انبعاثات حوالي ٢٤٩ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون وتم التعاقد مع صندوق تحويل الكربون الياباني لتوريد ٧٠٠ ألف شهادة الصادرة حتى ٢٠١٢ على أربع دفعات، وتم حصول الهيئة على عائد مقابل بيع شهادات الكربون[٥٨].

---

(٥٦) هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، ٢٠١٠، ص ٢٩.

(٥٧) وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، اللجنة الوطنية لآلية التنمية النظيفة، يوليو ٢٠١٦.

(٥٨) هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، ٢٠١٣/٢٠١٢، ص ٤٣.

المنارة للاستشارات
www.mar

٢- محطة رياح بقدرة ٨٠ ميجا وات بالتعاون مع ألمانيا (زعفرانة ٦)، تم تسجيل المشروع في إطار آلية التنمية النظيفة في مارس ٢٠١٠، وتقدر الكهرباء المولدة سنويًا بنحو ٢٨٠ جيجا وات/ ساعة، وبالتالي يوفر حوالي ٦٨ ألف طن مكافئ بترول، ويحد من انبعاثات حوالي ١٧٢ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويًا، وتم التعاقد مع بنك التعمير الألماني لتوريد عدد ٥٥٠ ألف شهادة الصادرة حتى ٢٠١٢ على ثلاث دفعات(٥٩).

٣- محطة رياح بقدرة ١٢٠ ميجا وات وبالتعاون مع الدنمارك (زعفرانة ٨)، وتم تسجيل المشروع في إطار آلية التنمية النظيفة في سبتمبر ٢٠١٠، وتقدر الكهرباء المولدة سنويًا بنحو ٤٠٠ جيجا وات/ساعة، وتوفر حوالي ٩١ ألف طن مكافئ بترول، وتحد من انبعاثات حوالي ٢١٠ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وتم التعاقد مع الوكالة الدنمركية للتنمية الدولية لتوريد عدد ٣٣٤ ألف شهادة (الصادرة حتى نهاية ٢٠١٢) على دفعتين، وقد حصلت الهيئة على العائد منها(٦٠).

٤- محطة رياح بقدرة ٨٥ ميجا وات (زعفرانة ٥)، وقد تم تسجيل المشروع في إطار التنمية النظيفة في أغسطس ٢٠١١، وتقدر الكهرباء المولدة سنويًا بنحو ٢٨٢ جيجا وات/ساعة، مما يؤدي إلى توفير حوالي ١٦٥ ألف طن مكافئ بترول، ويحد من انبعاثات حوالي ١٧٠ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وتم التعاقد مع صندوق تحويل الكربون الأوروبي لتوريد ١٥٣ ألف شهادة (الصادرة حتى ٢٠١٢)، ولكن لم يتم البيع أو التوريد نظرًا لتصفية الصندوق(٦١).

---

(٥٩) المرجع السابق، ص ٤٣.

(٦٠) المرجع السابق، ص ٤٣.

(٦١) المرجع السابق، ٤٤

المنارة للاستشارات
www.mar

كذلك تحتوي حافظة مشروعات آلية التنمية النظيفة على مشاريع في مجال تحويل الوقود من الوقود الأحفوري إلى استخدام الوقود الحيوي والمخلفات الزراعية، والوقود المشتق من المخلفات البلدية والحمأة، وذلك كما هو واضح بالجدول (٦) بالملحق، وتحقق هذه المشاريع خفض سنوي يقدر بحوالي ٥٤٣ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

وهكذا يتضح أنه لا يُنظر للطاقة المتجددة فقط كأداة لتحسين مستوى أمن الطاقة، ولكن أيضًا باعتبارها وسيلة للتخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتحقيق التنمية المستدامة.

٤- تشريعات آليات تنمية وتشجيع إنتاج واستخدام الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في مصر:

تهدف منظومة الطاقة المتجددة إلى تحقيق عدة أهداف يمكن إجمالها فيما يلي:

- تحقيق أهداف إستراتيجية الطاقة والمتمثلة في تحقيق ٢٠% من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المتجددة بحلول عام ٢٠٢٢، وذلك اعتمادًا على طاقة الرياح بصفة خاصة والتي تساهم بنسبة حوالي ١٢% من الطاقة المنتجة، وتساهم الطاقة المائية فيها بحوالي ٦%، و٢% من مصادر الطاقات المتجددة الأخرى، وعلى الأخص الطاقة الشمسية، وقد تضمنت الإستراتيجية إنشاء محطات رياح بمساهمة القطاع الخاص ليصل إجمالي القدرات المركبة من الرياح إلى حوالي ٧٢٠٠ ميجا وات بحلول عام ٢٠٢٢[٦٢].

(٦٢) وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة .www.NREA.gov.eg

المنارة للاستشارات
www.mar

- تشجيع المستثمرين المحليين والدوليين على الاستثمار في إنشاء مشروعات لإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، وذلك من خلال آليات تشمل عقود طويلة الأجل وبأسعار مناسبة.
- خلق طلب على استخدام الكهرباء المنتجة من المصادر المتجددة، وذلك من خلال النسب الإلزامية لشرائح من المستهلكين لشراء تلك الطاقة بأسعارها الاقتصادية.
- تحفيز القطاع الصناعي على الدخول في مجال تصنيع وتوطين تكنولوجيا الطاقة المتجددة عن طريق خلق طلب على تلك المعدات والخدمات من خلال زيادة الاستثمار في مجال مشروعات الطاقة المتجددة.

وفي سبيل تحقيق هذه الأهداف تم إصدار بعض التشريعات الداعمة لتحفيز إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة وبصفة خاصة اعتمادًا على القطاع الخاص.

٤-١ آليات تحفيز إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة:

٤-١-١- إنشاء مشروعات إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة:

ويتم تنفيذ هذه المشروعات على النحو التالي:

- مشروعات مملوكة للدولة (حوالي ٣٣% من إجمالي القدرات المركبة) من خلال الاستفادة من بروتوكولات التعاون الحكومية التي تتيح تمويلات ميسرة، ويتم بيع الطاقة الكهربائية المنتجة من تلك المحطات للشركة المصرية لنقل الكهرباء بسعر يقترحه جهاز تنظيم مرافق الكهرباء وحماية

المنارة للاستشارات
www.mar

المستهلك وفقـاً لدراسة تقدمها هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة ويعتمده مجلس الوزراء(٦٣).

- مشروعات بواسطة القطاع الخاص (حوالي ٦٧% من إجمـالي القـدرات المركبة)، وتتم عن طريق المناقصات التنافـسية، حيـث تقـوم الـشركة المصرية لنقل الكهرباء بطرح مناقصات على المستثمرين لإنـشاء وتملـك وتشغيل (Boo) محطات إنتاج الكهرباء من أحد مصادر الطاقة المتجـددة، ويتم بيع الطاقة الكهربائية المنتجة من تلك المحطات للشركة المصرية لنقل الكهرباء بالشروط والأسعار المتعاقد عليها فيما بينها وبين المستثمر.
- مشروعات سيقوم المستثمر باستخدام الطاقة الكهربائية المنتجة من المشروع في تغذية أحماله الخاصة أو بيعها مباشرة لمستهلكين تابعين له(٦٤).

٤-١-٢- تعريفة التغذية الكهربائية من المصادر المتجددة:

تعريفة التغذية الكهربائية Feed in Tariff، وقد أقرها مجلس الوزراء عام ٢٠١٤، ووفقًا لهذه الآلية تقوم شركات الكهرباء (النقل أو شركات التوزيع) بشراء الطاقة المنتجة من منتجيها بسعر معلن مسبقـاً يحقق عائد جاذب للاستثمار من خلال اتفاقيات شراء الطاقة طويلة الأجل حتى نهاية العمر الافتراضي للمشروع (٢٠ سنة لمشروعات الرياح، و٢٥ سنة لمشروعات

(٦٣) قانون تحفيز إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، قـانون رقـم ٢٠٣ لـسنة ٢٠١٤، مادة ٢- أ، ص ٢.

(٦٤) المرجع السابق، ص ٣.

المنارة للاستشارات
www.mar

الطاقة الشمسية)، وهي تختلف باختلاف التكنولوجيا المستخدمة وسعة المحطة وموقعها(٦٥).

كما تقدم الدول بعض التيسيرات لدعم منظومة الطاقة المتجددة، ومنها:

- وضع القواعد اللازمة لتخصيص الأراضي المملوكة للدولة لتلك المشروعات من خلال نظام حق الانتفاع لمدة تعاقدية تساوي فترة اتفاقية شراء الطاقة.
- اعتماد الشركة المصرية لنقل الكهرباء لكودي ربط مشروعات الرياح ومشروعات الطاقة الشمسية بالشبكة وإقراره من جهاز تنظيم مرفق الكهرباء.
- خفض الرسوم الجمركية إلى نسبة ٢% على مكونات وقطع غيار نظم الطاقة المتجددة.
- توفير الضمانات الحكومية للمشروعات ذات القدرة أكبر من ٥٠٠ ك.و.
- توفير تيسيرات التمويل من وزارة المالية بقروض ميسرة ٤% فائدة للمشروعات المنزلية وقدرة حتى ٢٠٠ك.و، و٨% فائدة على المشروعات ذات القدرة من ٢٠٠ك.و وحتى ٥٠٠ك.و.
- تفعيل قرارات المجلس الأعلى للطاقة بشأن توفير استثمارات مبدئية بقيمة ٢ مليار جنيه لإنشاء شبكات النقل والتوزيع(٦٦).

---

(٦٥) جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، منظومة تشجيع إنتاج الكهرباء المنتجة في مصر من مصادر الطاقة المتجددة، أكتوبر ٢٠١٤، ص ٣.

(٦٦) المرجع السابق، ص ٥.

المنارة للاستشارات
www.mar

٥- النتائج والتوصيات

٥-١ النتائج:

من عرضنا لواقع الطاقة التقليدية في مصر، ووضع الطاقة المتجددة يمكن استخلاص النتائج التالية:

- إن اعتماد مصر على الطاقة التقليدية وخاصة البترول كمصدر أساس للطاقة سوف يكون مهددًا بالنضوب قبل غيره من مصادر الطاقة التقليدية الأخرى، بسبب محدودية احتياطيه مقارنة بنسبة الاعتماد عليه.
- تواجه الطاقة التقليدية بعض التحديات تتمثل في تلبية الطلب الحالي والمستقبلي على الطاقة التقليدية، استدامة الإمداد، وتحقيق أمن الطاقة، الآثار السلبية على البيئة.
- بالرغم من أن مصر تعتبر من أنسب دول العالم لاستغلال الطاقة الشمسية في كثير من المجالات، إلا أن مساهمة الطاقة الشمسية لإنتاج الكهرباء لم تتعد نحو ٠,٠٦% من إجمالي القدرة المركبة عام ٢٠١٣/٢٠١٤، وهو ما يعني أن مساهمة الطاقة الشمسية الحرارية في إنتاج الكهرباء في مصر مازالت محدودة جدًا.
- تعتبر طاقة الرياح مصدر مستدام للطاقة في مصر ومن أنظف مصادر الطاقة، حيث تتمتع مصر بسرعات رياح عالية في مناطق كثيرة مما يجعلها من أكثر دول العالم وفرة في توليد الطاقة من الرياح، ولكن مازالت هناك محدودية كبيرة في الاستفادة من هذا المصدر، حيث لا تتعدى مساهمة هذا المصدر ١,٥% من إجمالي القدرات المركبة عام ٢٠١٤/٢٠١٥.
- مصادر الكتلة الحيوية في مصر يمكن الاستفادة منها كمصدر متجدد للطاقة باستخدامها في تطبيقات عديدة تساهم في الحد من استخدام مصادر الطاقة

المنارة للاستشارات
www.mar

التقليدية.

- أدى استخدام الطاقة المنتجة من محطة الرياح (الزعفرانة ١) تحقيق وفر في الوقود الأحفوري بلغ ٢٨٣ ألف طن مكافئ بترول عام ٢٠١٣، كما تم خفض ٧٤٣ ألف طن من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون عام ٢٠١٣.

استفادت مصر من تجارة الكربون من خلال آليات التنمية النظيفة، حيث سجلت أربعة مشاريع في توليد الكهرباء من طاقة الرياح تحقق خفض سنوي في الانبعاثات يقدر بحوالي ٨٠٠ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وتم توريد وبيع ١,٥٨٤ مليون شهادة كربون حصلت هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة على عائد مقابل بيع هذه الشهادات، كما قامت بتنفيذ مشاريع في مجال تحويل الوقود من الوقود الأحفوري إلى استخدام الوقود الحيوي، وهذه المشاريع حققت خفض سنوي يقدر بحوالي ٥٤٣ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون وهو ما يساوي ٥٤٣ ألف شهادة كربون.

- وضعت الدولة بعض التشريعات والآليات التي تشجع إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، ومنها وضع تعريفة التغذية الكهربائية، ووفقاً لهذه الآلية تقوم شركات الكهرباء (النقل أو التوزيع) بشراء الطاقة المنتجة من منتجيها بسعر معلن مسبقاً يحقق عائد جاذب للاستثمار في الطاقة المتجددة.

٥-٢-١ التوصيات:

يقترح البحث بعض التوصيات التي من شأنها تعظيم الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة المتاحة في مصر، وذلك على النحو التالي:

- تشجيع الاستثمار المحلي في مشروعات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية.
- التوعية باستخدام وحدات الطاقة الشمسية والتعرف على مزاياها.
- زيادة منافذ عرض وبيع وحدات الطاقة الشمسية.

المنارة للاستشارات
www.mar

- تعظيم الاستفادة من المخلفات البلدية عن طريق الفرز والفصل من المنبع.
- توفير الحوافز المناسبة لتشجيع القطاع الخاص على المشاركة في مشروعات تدوير المخلفات.
- الترويج لمشاريع الطاقة المتجددة القابلة للاعتماد من خلال آلية التنمية النظيفة.
- بناء القدرات الوطنية في مجال تعزيز مصر كسوق لتجارة الكربون من خلال آلية التنمية النظيفة.

المنارة للاستشارات
www.mar

الملحق

جدول (١)

الاحتياطي من الزيت الخام والغاز الطبيعي

في مصر ٢٠٠٠ - ٢٠١٥

السنة	احتياطي الزيت الخام (مليار برميل سنويًا)	احتياطي الغاز الطبيعي (مليار/متر مكعب/ سنويًا)
٢٠٠٠	٣,٦	١,٤٣
٢٠٠١	٣,٧	١,٥٦
٢٠٠٢	٣,٥	١,٦٦
٢٠٠٣	٣,٥	١,٧٢
٢٠٠٤	٣,٦	١,٨٧
٢٠٠٥	٣,٧	١,٨٩
٢٠٠٦	٣,٧	٢,٠٥
٢٠٠٧	٤,١	٢,٠٧
٢٠٠٨	٤,٢	٢,١٥
٢٠٠٩	٤,٤	٢,١٩
٢٠١٠	٤,٥	٢,٢١
٢٠١١	٤,٣	٢,١٩
٢٠١٢	٤,٢	٢,٠٤
٢٠١٣	٤,٢	١,٨٥
٢٠١٤	٣,٧	١,٨٠
٢٠١٥	٣,٥	١,٨٠

المصدر: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2004, 2008, 2016. <http://www.bp.com

المنارة للاستشارات
www.mar

جدول (٢)

تطور الإنتاج والاستهلاك المحلي للزيت الخام

وسوائل الغاز في مصر ٢٠٠٠ - ٢٠١٥

السنة	الإنتاج ألف برميل/يوميًا	الاستهلاك ألف برميل/يوميًا	معدل التغير السنوي(*)		الإنتاج/ الاستهلاك %(*)
			الإنتاج	الاستهلاك	
٢٠٠٠	٧٧٩	٥٥٢	-	-	١٤١
٢٠٠١	٧٥٨	٥٣٧	٢,٧ -	٢,٧ -	١٤١
٢٠٠٢	٧٥١	٥٢٤	٠,٩٣-	٢,٤-	١٤٣
٢٠٠٣	٧٥٠	٥٤٠	٠,١٣-	٣,١	١٣٨,٨
٢٠٠٤	٧٠١	٥٥٦	٦,٥-	٢,٩	١٢٦
٢٠٠٥	٦٧٢	٦١٧	٤,١-	١١	١٠٨,٩
٢٠٠٦	٧٠٤	٦٠١	٤,٨	٢,٤-	١١٦,٩
٢٠٠٧	٦٩٨	٦٤٢	٠,٨٥-	٦,٦	١٠٨,٧
٢٠٠٨	٧١٥	٦٨٦	٢,٤	٧	١٠٤
٢٠٠٩	٧٣٠	٧٢٥	٢,١	٥,٧	١٠٠,٥
٢٠١٠	٧٢٥	٧٦٦	٠,٧-	٥,٥	٩٤,٦
٢٠١١	٧١٤	٧٢٠	١,٥-	٦-	٩٩
٢٠١٢	٧١٥	٧٤٧	٠,١	٣,٨	٩٥,٧
٢٠١٣	٧١٠	٧٥٦	٠,٧-	١,٢	٩٣,٩
٢٠١٤	٧١٤	٨٠٥	٠,٦	٦,٥	٨٨,٦
٢٠١٥	٧٢٣	٨٢٤	١,٣	٢,٧	٨٧,٧

المصدر: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2004, 2008, 2016. <http://www.bp.com

(*) تم حسابه بواسطة الباحثة.

المنارة للاستشارات
www.mar

جدول (٣)

تطور إنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي

في مصر ٢٠٠٠ - ٢٠١٥

مليار متر مكعب/ سنويا

السنة	الإنتاج	الاستهلاك	الإنتاج/الاستهلاك %(*)
٢٠٠٠	٢١	٢٠	١٠٩
٢٠٠١	٢٥	٢٤,٥٠	١٠٢
٢٠٠٢	٢٧,٣٠	٢٦,٥٠	١٠٣
٢٠٠٣	٣٠,١٠	٢٩,٧٠	١٠١
٢٠٠٤	٣٣	٣١,٧٠	١٠٤
٢٠٠٥	٤٢,٥٠	٣١,٦٠	١٣٤
٢٠٠٦	٥٤,٧٠	٣٦,٥٠	١٤٩,٨
٢٠٠٧	٥٥,٦٩	٣٨,٣٦	١٤٥
٢٠٠٨	٥٨,٩٧	٤٠,٨٤	١٤٤
٢٠٠٩	٦٢,٦٩	٤٢,٥٤	١٤٧
٢٠١٠	٦١,٣٢	٤٥,١١	١٣٦
٢٠١١	٦١,٤٥	٤٩,٦٢	١٢٣,٨
٢٠١٢	٦٠,٨٨	٥٢,٦١	١١٥,٧
٢٠١٣	٥٦,٠٧	٥١,٤٣	١٠٩
٢٠١٤	٤٨,٨٠	٤٨	١٠١,٦
٢٠١٥	٤٥,٦٠	٤٧,٨٠	٠,٩٥

المصدر: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2004, 2008, 2016. <http://www.bp.com

(*) تم حسابه بواسطة الباحثة.

المنارة للاستشارات
www.mar

جدول (٤)

تطور الصادرات والواردات لقطاع البترول

في مصر ٢٠٠٠ - ٢٠١٥

مليون برميل/ سنويا مليون برميل/ سنويا مليون متر مكعب/ سنويا

السنة	الزيت الخام		المشتقات البترولية		الغاز الطبيعي	
	صادرات	واردات	صادرات	واردات	صادرات	واردات
٢٠٠٠	٧١,٨٦٩	٣٦,٣٠٠	٤١,٥٣٧	٢٧,٤٣١	_____	_____
٢٠٠١	٣٢,٠١١	٢,٧٠١	٣٦,٥٠٠	٢٧,٣٣٧	_____	_____
٢٠٠٢	٣٣,٩٤٥	_____	٣٢,٨٥٠	٣٢,٢٩٤	_____	_____
٢٠٠٣	٢٠,٤٤٠	_____	٣٣,٢١٥	٢٠,٣٩٧	_____	_____
٢٠٠٤	٢٠,٨٧٨	_____	٣٤,٣١٠	٢٥,٤٩٨	١,١٠٠,٠٠٠	_____
٢٠٠٥	٢٠,٨٧٨	١٨,٣٨٤	٣٥,٧٧٠	٢٨,٤٨٧	٨,٠٣٠,٠٠٠	_____
٢٠٠٦	٢٠,٨٧٨	١٧,٥٤٨	٢٤,٩٦٦	٢٧,٤٥٠	١٦,٩٠٠,٠٠٠	_____
٢٠٠٧	١٦,٠٦٠	١٧,٦٥١	٢٣,٦١٦	٣٣,٦٤٥	١٥,٩٦٠,٠٠٠	_____
٢٠٠٨	٤٧,٣٠٩	٤٤,٣٤٦	٢٥,١١٣	٤٨,٥٥٦	١٩,٧٠١,٦٤٠	_____
٢٠٠٩	٤٤,٤٦٨	٣٦,٠٧١	٢٠,٥٢٣	٦٦,٩٠٦	١٨٢٦١٧٣٩	_____
٢٠١٠	٤١,٦٧٢	٢٧,١٥٦	٢٢,٨٧٨	٦٧,٤٤٣	٥١٤٠٩٢٠	_____
٢٠١١	٤٠,٦٠٦	١٥,٦٨٠	١٧,٥٣٤	٧٢,٣١٩	١٠٠٣٠	_____
٢٠١٢	٦٩,١٨٨	٢١,٣٨٩	١٣,٤٨١	٧٨,٩٦٢	٦٦٢٧٥٥٠	_____
٢٠١٣	٧٢,٥٧٩	١٩,٨٥٢	١٦,٥٥٠	٩٩,١٢٨	٢٧٠١٥٩٥	_____
٢٠١٤	٨٧,٢٢٠	٣٥,١٧٩	١٤,٨٧٧	١٩٤,٢٥٣	٦٩٥٠٠٠	٩٤٠,٨٠٠
٢٠١٥	٩٠,٤٩٤	٣٣,٨٨٧	٢٢,٦٥٧	١٢١,٨٤٧	٢٣٨٠٠٠	٤,١١٢,٠٠١

المصدر: OAPEC, Organization of Arab Petroleum Exporting Countries Data Bank, http://www.Oapec.org.

المنارة للاستشارات
www.mar

جدول (٥)

تطور القدرة المركبة والطاقة الكهربائية والوفر في الوقود والخفض في ثاني أكسيد الكربون نتيجة استخدام طاقة الرياح في مصر ٢٠٠١ - ٢٠١٣

السنة	القدرة المركبة م.و	الطاقة الكهربائية المنتجة مليون ك.و.س	الوفر المحقق من الوقود ألف طن ب.م	الخفض في ثاني أكسيد الكربون ألف طن
٢٠٠١	٦٨	٢٦٠	٥٨	١٤٣
٢٠٠٢	٦٨	٢١٩	٤٩	١٢٠
٢٠٠٣	١٤٥	٣٨٧	٨٧	٢١٣
٢٠٠٤	١٤٥	٥٣٣	١٢٢	٢٩٣
٢٠٠٥	٢٣٠	٥٦١	١٢٧	٣٠٩
٢٠٠٦	٢٣٠	٦٣٥	١٣٩	٣٤٩
٢٠٠٧	٣٠٥	٨٤٧	١٨٤	٤٦٦
٢٠٠٨	٤٣٠	٩٤٠	٢٠٣	٥١٧
٢٠٠٩	٥٢٢	١١٥٩	٢٤٩	٦٣٧
٢٠١٠	٥٥٠	١٤٩٥	٣١٢	٨٢٢
٢٠١١	٥٥٠	١٥٥٧	٣٢٥	٨٥٦
٢٠١٢	٥٥٠	١٢٨٧	٢٦٩	٧٠٨
٢٠١٣	٥٥٠	١٣٥١	٢٨٣	٧٤٣

المصدر: التقرير السنوي لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، ٢٠١٥، ص٢٢.

المنارة للاستشارات
www.mar

جدول (٦)

الحافظة المصرية لمشروعات آلية التنمية النظيفة المسجلة دوليًا

في مجال الطاقة المتجددة، والمخلفات، وتحويل الوقود يوليو ٢٠١٦

اسم المشروع	الخفض السنوي المتوقع بالألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون	التكلفة الاستثمارية مليون دولار	شهادات الكربون	تاريخ التسجيل الدولي
الطاقة المتجددة: ١- إنشاء محطة توليد الكهرباء من طاقة الرياح بطاقة ١٢٠ ميجاوات بالزعفرانة مقدم من هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA) بالتعاون مع اليابان.	٢٤٩	٣٨	٢٤٨٦٠٩	٢٢يونيو٢٠٠٧
٢- إنشاء محطة لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح بطاقة ١٢٠ ميجاوات بالزعفرانة مقدمة من (NREA) بالتعاون مع الدنمارك.	٢١٠	١٧٠	٢٠٩٧١٤	٢٣سبتمبر٢٠١٠
٣- إنشاء محطة لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح بطاقة ٨٥ ميجاوات بالزعفرانة مقدمة من (NREA) بالتعاون مع أسبانيا.	١٧٠	٩٤	١٥٤٧٧٢	٨أغسطس٢٠١١

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

اسم المشروع	الخفض السنوي المتوقع بالألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون	التكلفة الاستثمارية مليون دولار	شهادات الكربون	تاريخ التسجيل الدولي
٤- إنشاء محطة لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح ٨٠ ميجاوات بالزعفرانة مقدمة من (NREA) بالتعاون مع ألمانيا.	١٧٢	١٢٢	١٧١٥٠٠	٢مارس٢٠١٠
٥- برنامج تنمية الطاقة المتجددة في منطقة المتوسط - مقدم من شركة الطاقة المتجددة للمتوسط (REM) الفرنسية، مصر- المغرب- تونس- لبنان- فرنسا- الجزء الأول في المغرب.	٢٠٨٨٣ الجزء الأول		٢٠٨٨٣ الجزء الأول	٢٠١٢
٦- برنامج الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا- مقدم من شركة (CES) الأيرلندية، مصر- السعودية- عمان- أيرلندا- الجزء الأول في السعودية.	١٢٥٩		١٢٥٧ الجزء الأول	٢٨ ديسمبر ٢٠١٢
تحويل الوقود: ١- تحويل وقود مصنع أسمنت أسيوط للوقود الحيوي.	٤١٦	٢,٤	٤١٦٥٢٨	١٧يناير ٢٠١١
٢- الاستبدال الجزئي للوقود الأحفوري بالمخلفات الزراعية	٤٢,٦	٣,٥	٤٢٦١٥	٢٦ديسمبر٢٠١٢

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

اسم المشروع	الخفض السنوي المتوقع بالألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون	التكلفة الاستثمارية مليون دولار	شهادات الكربون	تاريخ التسجيل الدولي
والوقود المشتق من المخلفات البلدية في مصنع أسمنت حلوان – شركة السويس للأسمنت.				
٣- الاستبدال الجزئي للوقود الأحفوري بالمخلفات الزراعية والوقود المشتق من المخلفات البلدية في مصنع أسمنت القطامية- شركة السويس للأسمنت	٣٢,٣	٣,٥	٣٢٣٢٠	٢٤ديسمبر ٢٠١٢
٤- التحول الجزئي لاستخدام المخلفات الزراعية والحمأة والوقود المشتق بمصنع المصريين للأسمنت.	٧٠,٨	٩,٧	٧٠٨٦٢	٣١ديسمبر ٢٠١٢

المصدر: وزارة البيئة، جهاز شئون البيئة، اللجنة الوطنية لآلية التنمية النظيفة، أغسطس ٢٠١٤، يوليو ٢٠١٦.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المستخلص

للطاقة مصادر متعددة أهمها في مصر الطاقة التقليدية والمتمثلة بصفة خاصة في البترول والغاز الطبيعي، ونتيجة للنمو المتزايد في الطلب على الطاقة، فقد أدى هذا إلى تراجع نسبة تغطية الإنتاج للاستهلاك من الطاقة الأولية من ١٢٣% عام ٢٠٠٠ إلى ٩٢% عام ٢٠١٥. الأمر الذي أدى إلى وجود فجوة في الطاقة مقدارها حوالي ٧ مليون طن مكافئ بترول عام ٢٠١٥، كما انه من المتوقع أن تعاني مصر مستقبلا من وجود عجز في الطاقة التقليدية يقدر ما بين ١,٢٥ إلى ٠,٥٥ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم عام ٢٠٣٥. وبالتالي تواجه الطاقة التقليدية تحديات على المستوى المحلي تتمثل في تلبية الطلب الحالي والمستقبلي على الطاقة التقليدية واستدامة الإمداد وتحقيق أمن الطاقة. كما تواجه تحديات على المستوى العالمي تتمثل في الأضرار البيئية الناتجة عن استخدام الوقود الاحفورى، وانطلاقا من هذه التحديات تم التوجه نحو استغلال مصادر الطاقة المتجددة خاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية.

حيث يمكن أن تساهم الطاقة المتجددة في توفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة، وهو ما يؤدي إلى تحقيق وفر في استهلاك الطاقة التقليدية، هذا بالإضافة إلى تجنب الآثار السلبية للوقود الأحفوري على البيئة. كما استفادت مصر من إدراج بعض مشاريع الطاقة المتجددة في إطار آلية التنمية النظيفة لتحقيق عوائد اقتصادية وبيئية وتعزيز دور مصر في سوق تجارة الانبعاثات الناشئة على مستوى العالم.

الكلمات المفتاحية:

الطاقة التقليدية، الطاقة المتجددة، الأضرار البيئية،آلية التنمية النظيفة، المشروعات التنافسية، التعريفة الكهربائية

المنارة للاستشارات
www.mar

Abstract

Energy has many sources, the most important of which is traditional energy in Egypt, especially in oil and natural gas. As a result of the increasing growth in energy demand, this has led to a decline in the ratio of production coverage to primary energy consumption from 123% in 2000 to 92% in 2015 , Resulting in an energy gap of around 7 million tons of oil equivalent in 2015. Egypt is also expected to suffer from a Traditional energy deficit of 1.25 to 0.55 million barrels per day in 2035 , Traditional energy therefore faces challenges at the local level of meeting current and future demand for conventional energy, sustaining supply and achieving energy securit It also faces challenges at the global level of environmental damage resulting from the use of fossil fuels. Based on these challenges, there has been a trend towards the exploitation of renewable energy sources, especially wind and solar energy. Renewable energy can contribute to the energy needs of different sectors, leading to savings in conventional energy consumption, as well as avoiding the negative impacts of fossil fuels on the environment. Egypt also benefited from the inclusion of some renewable energy projects under the Clean Development Mechanism (CDM) to achieve economic and environmental returns and to enhance Egypt's role in the emerging emissions trading market worldwide.

key words:

Traditional energy, renewable energy, environmental damage, clean development mechanism, competitive projects, Electrical tariff.

المنارة للاستشارات

www.mar