

مشروع إعداد البلاغ الوطني الأول للجمهورية العربية السورية
الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغيرات المناخية



تخفيف انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في سورية

التقرير الختامي



سورية - Syria



وزارة الدولة لشؤون البيئة (MSEA) بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)

ومرفق البيئة العالمي (GEF)

البلاغ الوطني الأول للجمهورية العربية السورية
الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغيرات المناخية

Project Title: "Enabling Activities for Preparation of Syria's Initial National Communication to UNFCCC", (Project Nr.00045323).

التقرير العام تقييم إمكانية تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في سورية

(INC-SY_Mitigation_General opportunities-Ar)

تحرير

الدكتور يوسف مسلماني

المدير الوطني للمشروع

info@inc-sy.org

شباط/فبراير 2010

© حقوق الطبع والنشر محفوظة:

يسمح بالنسخ والنقل عن هذا التقرير للاستخدام الشخصي بشرط الإشارة إلى المرجع، أما النسخ والنقل لأهداف تجارية فغير مسموح بهما إلا بموافقة خطية من إدارة المشروع.

Copyright © 2010_INC-SY_Mitigation_General-Ar, United Nation Development Programme (UNDP) / MSEA.

تمت المصادقة على هذا التقرير بالإجماع من قبل اللجنة الفنية، خلال ورشة العمل الفنية التي جرت بتاريخ 2010/2/28، في فندق سمير

أميس بدمشق.

فريق الدراسة:

المدير الوطني للمشروع.	الدكتور يوسف مسلماني
رئيس فريق تخفيف الانبعاثات	الدكتور محمد قرصاب
عضو فريق تخفيف الانبعاثات.	الدكتور موسى الشعار
عضو فريق تخفيف الانبعاثات	الدكتور عبد الهادي زين
عضو فريق تخفيف الانبعاثات.	الدكتور علي حينون
عضو فريق تخفيف الانبعاثات.	الدكتور سعد الدين خرفان
عضو فريق تخفيف الانبعاثات	الدكتورة نادرة حسامي
عضو فريق تخفيف الانبعاثات.	المهندس رياض القابلي

اللجنة التوجيهية للمشروع:

برئاسة الدكتورة كوكب داية وزيرة الدولة لشؤون البيئة، وعضوية كل من:

الممثل المقيم لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي في سورية	السيد إسماعيل ولد الشيخ أحمد
رئيس تخطيط الدولة	الدكتور عامر حسني لطفي
معاون الوزير/ نقطة الاتصال الوطنية لمرفق البيئة العالمي	المهندس عماد حسون
رئيس فريق الطاقة والبيئة في برنامج الأمم المتحدة الإنمائي	المهندسة عبير زينو
المنسق الوطني للمشروع / وزارة الدولة لشؤون البيئة	المهندس هيثم نشواتي
المدير الوطني للمشروع	الدكتور يوسف مسلماني

اللجنة الفنية للمشروع:

تتألف من المدير العام للهيئة العامة لشؤون البيئة، ورئيس فريق الطاقة والبيئة في برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، والمدير الوطني للمشروع، والمنسق الوطني للمشروع، وممثلين عن كل من: وزارة الدولة لشؤون البيئة، و هيئة تخطيط الدولة، و وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، و وزارة الري، و وزارة الصناعة، و وزارة الكهرباء/مركز بحوث الطاقة، و وزارة الإسكان والتعمير، و وزارة النقل، و وزارة النفط والثروة المعدنية، و المديرية العامة للأرصاد الجوية، والجامعات ومراكز البحث العلمي، الجمعيات الأهلية.

المحتويات

المقدمة

1- وضع الطاقة في سورية

1-1- استهلاك الطاقة الأولية

1-2- الطاقة النهائية المستهلكة

2- قطاع النفط والغاز

1-2- إنتاج سورية من النفط والغاز

2-2- إنتاج سورية من الغاز واستهلاكه

2-3- الشركات العاملة في مجال النفط والغاز

أ- في مجال النفط

ب- في مجال الغاز

ح- في مجال نقل النفط والغاز

د- في مجال تخزين وتوزيع المشتقات

2-4- صناعة تكرير النفط

أ- شركة مصفاة حمص

ب- شركة مصفاة بانياس

2-5- التخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

2-5-1- التخفيف عن طريق ترشيد استهلاك الطاقة

2-5-2- التخفيف عن طريق التحويل إلى وقود أخف

2-5-3- التخفيف باسترجاع غاز الشعل

2-5-4- التخفيف بصيانة الأنابيب ومنع التسرب

2-5-5- التخفيف بتخزين ثنائي أكسيد الكربون في الحقول النفطية والاسترجاع المدعم

3- قطاع توليد الكهرباء

1-3- الاستطاعة الكهربائية المركبة وحمل الذروة والطاقة الكهربائية المولدة

2-3- توزيع استهلاك الكهرباء النهائية

3-3- انبعاثات غازات الدفيئة لقطاع توليد الكهرباء

3-4- تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة في قطاع توليد الكهرباء حتى عام 2030

3-4-1- تطور نظام التوليد للسيناريو المرجعي

3-4-2- تطور نظام التوليد لسيناريو تخفيف الانبعاثات

4- قطاع النقل

4-1- واقع قطاع النقل

4-2- استهلاك الوقود في قطاع النقل

4-2-1- تأثير سرعة السيارة على استهلاك الوقود

4-2-2- استهلاك المازوت في قطاع النقل

4-2-3- استهلاك البنزين في قطاع النقل

4-2-4- إجمالي استهلاك الوقود في قطاع النقل خلال العام 2005

4-3- كميات الانبعاثات من غازات الاحتباس الحراري في قطاع النقل في سورية

4-4- إجراءات تخفيف انبعاثات الاحتباس الحراري في قطاع النقل ، وحساب كمية التخفيف

الحاصلة من كل إجراء مقترح

4-4-1- الخيارات التقنية لزيادة كفاءة استهلاك الوقود

4-4-2- مقادير تخفيض الانبعاثات الناتجة عن الإجراء المقترح خلال العامين 2020 - 2030

4-4-3- اتجاهات تطوير وتحسين كفاءة منظومة النقل الطرقي للبضائع والركاب

4-4-4- إجراءات تحسين وتطوير منظومة النقل والمرور في المدن السورية

4-4-5- إجراءات تخفيض الطلب على النقل وتعديل ذرواته

4-4-6- ضبط الحالة الفنية للسيارات وتحسين كفاءة قيادة السيارات

4-4-7- تحسين مواصفات الوقود

4-5- الحسابات التقديرية لمقادير تخفيض الانبعاثات الناتجة عن الإجراء المقترح خلال العامين

2020 - 2030

4-6- النقل بالقطارات

4-7- النقل الجوي

4-8- النقل البحري

- 5- قطاع الأبنية (الأبنية المنزلية والخدمية)
- 5-1- قطاع الأبنية المنزلية
- 5-2- القطاع الخدمي
- 5-3- تطور عدد الأبنية السكنية والتجارية
- 5-4- الإجراءات المقترحة لتخفيض إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري في القطاع السكني
- 5-4-1- تسخين المياه بالطاقة الشمسية
- 5-4-2- تطبيقات الطاقة الكهروضوئية
- 5-4-3- العزل الحراري للأبنية السكنية
- 5-4-4- العمل على جعل سطوح الأبنية عاكسة للإشعاع الشمسي
- 5-4-5- استخدام الإنارة الموفرة للطاقة
- 5-4-6- استخدام التجهيزات الكهربائية المنزلية الموفرة للطاقة
- 5-5- الخطط والدراسات والمواصفات
- 5-5-1- طاقة الرياح
- 5-5-2- التدفئة بالطاقة الشمسية
- 5-5-3- النظم الكهروضوئية
- 5-5-4- تسخين المياه بالطاقة الشمسية
- 5-5-5- دراسات التدقيق الطاقوي
- 5-6- التشريعات الطاقوية الصادرة في مجال الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة
- 5-7- إدارة الطلب على الطاقة
- 5-8- ترشيد استهلاك الطاقة في الإنارة العامة
- 5-9- أهمية آلية التنمية النظيفة
- 5-10- التوقعات المستقبلية لبعض المؤشرات الهامة
- 5-11- استشراف إمكانات استثمار الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المستقبل
- 5-11-1- الورقة الوطنية
- 5-11-2- المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة

- 6- قطاع الصناعة في سورية
- 6-1- استهلاك الوقود في قطاع الصناعة
- 6-2- الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود في قطاع الصناعة
- 6-3- توزيع الانبعاثات الناتجة عن استهلاك الطاقة في الصناعة
- 6-4- الانبعاثات من العمليات الصناعية
- 6-5- تقدير مساهمة استهلاك الطاقة والعمليات الصناعية في الانبعاثات
- 6-6- إجراءات تخفيف الانبعاثات من الصناعة
- 6-6-1- إجراءات تخفيف الانبعاثات من العمليات الصناعية
- 6-6-2- إجراءات تخفيف الانبعاثات الناتجة عن استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة
- 6-7- إجراءات تخفيف استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة في سورية
- 7- قطاع الزراعة في سورية
- 7-1- استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية
- 7-2- انبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية
- 7-3- إجراءات لترشيد وتخفيف استهلاك الطاقة وانبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة في سورية
- 7-4- إجراءات لزيادة حيز C وتخفيف انبعاث C و N في قطاع الزراعة وتقليص استعمال الأسمدة في سوري
- 8- قطاع النفايات
- 8-1- كميات النفايات الصلبة في سوريا خلال الفترة 1994-2008 :
- 8-2- الإصدارات المتوقعة من النفايات البلدية الصلبة خلال الفترة (2008-2030)
- 8-3- الإجراءات التخفيفية من الانبعاثات في قطاع النفايات
- 8-4- استخدام تقنيات الغاز الحيوي في معالجة النفايات العضوية الصلبة والاستفادة من الميثان الناتج في توليد الطاقة الكهربائية.
- 8-5- تخفيض إنتاج النفايات
- 8-6- التشجيع على إنتاج السماد المنزلي

- 8-7- تطوير عمليات جمع النفايات
- 8-8- الإجراءات التخفيفية من الصرف الصناعي
- 8-9- تخفيف الانبعاثات الناتجة عن المخلفات الصلبة
- 8-10- الطمر الصحي للمخلفات العضوية الصلبة
- 8-11- المعالجة البيولوجية للمخلفات العضوية الصلبة باستخدام تقنية الغاز الحيوي
- 8-12- الصرف الصحي والصناعي
- 8-13- المنعكسات الايجابية للإجراءات المقترحة

المقدمة

في إطار مشروع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي حول "نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية (UNFCCC)" سيجري تحليل وتقييم الإجراءات الملائمة لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة في جميع القطاعات المساهمة في إصدار هذه الغازات في سورية. ويأتي في طليعة هذه القطاعات قطاع الطاقة والذي يتضمن إنتاج الطاقة في قطاعاتها العليا ثم تحويلها إلى حوامل طاقة على شكل مشتقات نفطية من خلال مصافي التكرير أو من خلال محطات توليد الطاقة الكهربائية لتستهلك في قطاعات الاستهلاك النهائي للطاقة وهي قطاع الصناعة والزراعة والنقل والأبنية بأنواعها السكنية والتجارية والإدارية.

1- وضع الطاقة في سورية

1-1- استهلاك الطاقة الأولية

لقد بلغت كمية الطاقة الأولية الكلية المستهلكة في عام 2005 حوالي 19,6 مليون طن مكافئ نפט توزعت حسب القطاعات بنسبة 35,2% لتوليد الكهرباء و 9,6% للصناعات الاستخراجية والمصافي، و 8% للتصنيع والتشييد، و 22,7% للنقل، و 13,3% للقطاع المنزلي، و 2,4% للقطاع الخدمي و 8,8% للقطاع الزراعي، كما هو موضح في الجدول (1)¹. كما يوضح الشكل (1) توزع استهلاك الطاقة الأولية في عام 2007 حسب القطاع² حيث ارتفعت حصة توليد الكهرباء إلى 38% والقطاع المنزلي إلى 19% مقابل انخفاضها في القطاعات الأخرى.

¹ Ali Heinoun, GHG Inventory for Energy Sector in Syria, April 2009

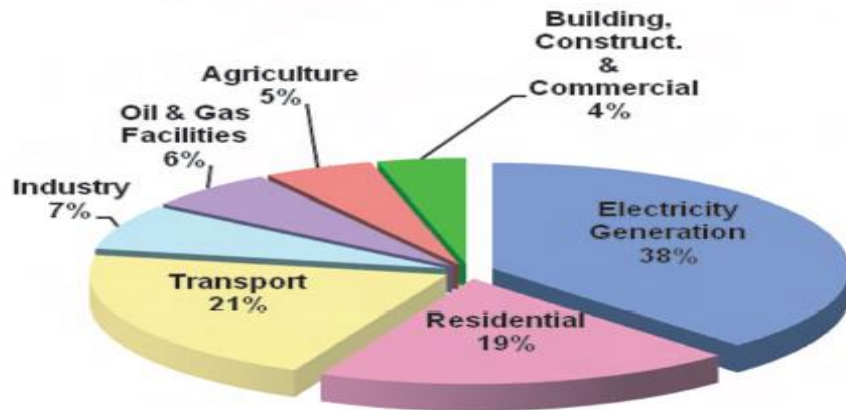
² Alexandra Hilbig, Solar Thermal Application in Egypt, Jordan, Lebanon, Palestinian Territories & Syria: Technical Aspects, Framework Conditions and Private Sector Needs, Cairo 23rd - 25th March, 2009.

الجدول (1) استهلاك الطاقة الأولية

Year: 2005	Unit		
Total Primary Energy Consumption:	Mtoe	%	إجمالي الطاقة الأولية المستهلكة
Electricity	6.90	35.2	توليد الكهرباء
Refining & Extraction	1.88	9.6	صناعات استخراجية ومصافي
Manufacturing Industry & Construction	1.57	8.0	التصنيع والتشييد
Transportation	4.44	22.7	النقل
Household	2.62	13.3	القطاع المنزلي
Service	0.47	2.4	القطاع الخدمي
Agriculture	1.72	8.8	قطاع الزراعة
Total	19.6	100	الإجمالي

المصدر: المرجع [1]

Energy Consumption by Sector (2007)



الشكل (1) استهلاك الطاقة الأولية قطاعيا في عام 2007 [2]

ويتوزع استهلاك الطاقة الأولية بحسب نمط الوقود بنسبة 72% للمشتقات النفطية، 10% للغاز الطبيعي، 3% للوقود التقليدي والطاقة الشمسية و15% للكهرباء . ويبين الجدول (2) توزيع الطاقة الأولية بحسب نمط الوقود (قبل عمليات توليد الكهرباء) للفترة 2003- 2005. ويلاحظ أن الطلب على الطاقة الأولية قد نما خلال هذه الفترة بنسبة 5.3% وجرى تغطية هذا الطلب من قبل المشتقات النفطية (بمساهمة رئيسية للديزل) والغاز الطبيعي مع مساهمة متواضعة للطاقة المتجددة ممثلة بالطاقة المائية.

الجدول (2) توزيع الطاقة الأولية بحسب نمط الوقود للفترة 2003-2005

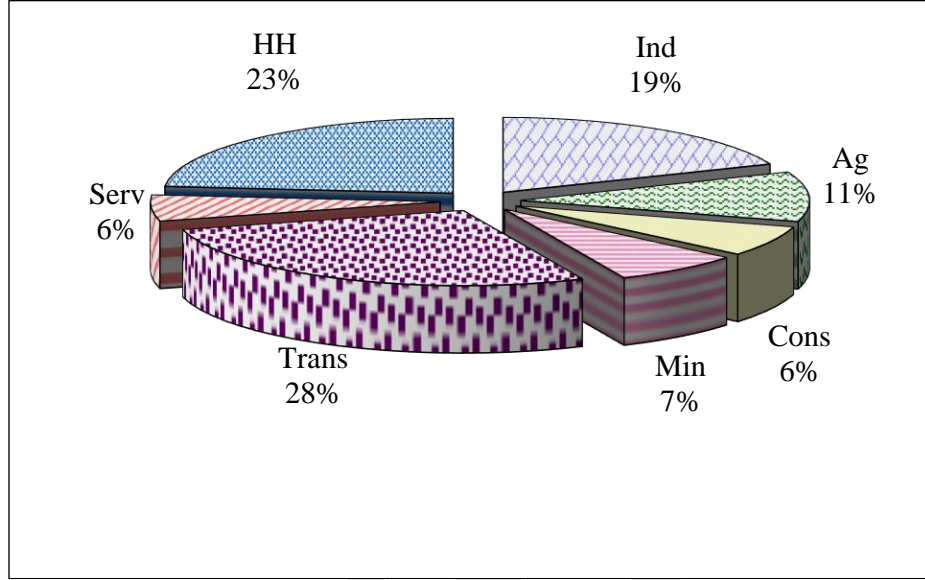
نوع الطاقة الأولية	2003	2004	2005
المازوت	32.3%	32.2%	33.0%
الغازولين	6.9%	6.8%	6.9%
الفيول	23.2%	25.3%	24.7%
غاز البترول المسال	4.4%	4.4%	4.5%
الغاز الطبيعي	23.1%	22.1%	21.6%
الاسفلت	3.7%	3.6%	3.6%
المنتجات الثقيلة	2.3%	2.2%	2.2%
الطاقة الكهرومائية	3.1%	2.5%	2.4%
طاقة تقليدية	1.0%	1.0%	1.0%
المجموع السنوي (Mtoe)	18.13	19.00	19.41

المصدر: المرجع [1]

1-2- الطاقة النهائية المستهلكة

بلغت كمية الطاقة النهائية المستهلكة لعام 2005 حوالي 15.25 مليون طن من النفط المكافئ، توزعت بنسبة 28% لقطاع النقل، 23% للقطاع المنزلي و19% للصناعة، و11% للزراعة. أما

قطاعات البناء والصناعة الاستخراجية والقطاع الخدمي فقد بلغت حصصها 6% ، 7% و 6% على التوالي كما في الشكل (2)³ .



المصدر: "تقرير جرد غازات الدفيئة (قطاع الطاقة)" - البلاغ الوطني الأول - وزارة الدولة لشؤون البيئة (2009)

الشكل (2) توزيع استهلاك الطاقة النهائية في سورية بحسب القطاع

يبين الجدول (3) استهلاك المشتقات النفطية في سورية خلال الفترة 2000-2008

جدول (3) كميات الاستهلاك من المشتقات النفطية خلال الفترة 2000-2008

³ " تقرير جرد غازات الدفيئة (قطاع الطاقة) " - البلاغ الوطني الأول - وزارة الدولة لشؤون البيئة (2009)

الوحدة ألف طن		الوحدة طن			الوحدة متر مكعب						البيان العام
غاز مسيل	فيول	زيت وشحوم			بنزين عادي	بنزين ممتاز	كاز الطيران المدني	كاز مهدرج R.T	الكاز المنزلي	المازوت	
		مجموع	مستورد	محلي							
586	4058	53789	1675	52114	105630	1056206	128786	63631	75872	6412261	2000
636	4031	57610	1841	55769	115289	1137607	141713	60863	73596	6402116	2001
666	3932	59035	2471	56564	113578	1209640	141427	83919	60675	6548665	2002
687	3717	58518	1860	56658	105750	1213231	140713	67278	18928	7147725	2003
722	4109	53293	1609	51684	98237	1300780	170483	63610	3469	7716018	2004
767	5330	62579	1305	61274	101053	1518228	182319	57885	2631	8413486	2005
811	5515	56837	1057	55780	88583	1737265	180199	52122	3593	8925712	2006
847	6253	61334	1171	60163	86699	1929317	178316	47278	3892	9658041	2007
824	6862	54502	862	53640	78913	1992999	174055	60558	4702	8409061	2008

المصدر: اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

ويبين الجدول (4) بعض مؤشرات قطاع الطاقة في سورية مقارنةً مع بعض المناطق الأخرى لعام 2004. ويلاحظ أن حصة الفرد من الطاقة الأولية قد بلغت في سورية حوالي 0.99 طن مكافئ نفط مقارنة مع 1.77 و 2.64 طن مكافئ نفطي للمعدل الوسطي العالمي ولمنطقة الشرق الأوسط⁴. بالمقابل يلاحظ أن معدل إصدار غاز ثاني أكسيد الكربون في سورية قريب من المتوسط العالمي. الجدول (4) مؤشرات قطاع الطاقة في سورية مقارنة بالقيم العالمية لعام 2004.

إنبعاثات غاز CO2 (tCO2/capita)	إنبعاثات غاز CO2 (tCO2/toe)	الاستهلاك النهائي من الكهرباء (kWh/capita)	الطاقة الأولية (toe/capita)	
2.57	2.59	1317	0.99	سورية
6.51	2.47	2881	2.64	الشرق الأوسط
1.22	1.94	617	0.63	آسيا
0.93	1.39	547	0.67	أفريقيا
2.57	2.37	2516	1.77	المعدل العالمي

المصدر: IEA statistics, www.iea.org

4 IEA statistics, www.iea.org

2- قطاع النفط والغاز في سورية

بدأت أعمال البحث والتنقيب عن النفط والغاز في سورية منذ عام 1933 . وفي عام 1956 تدفق أول نفط تجاري من تركيب كراتشوك في شمال شرق سورية. وصدر في عام 1974، المرسوم التشريعي رقم 9 الذي أحدثت بموجبه الشركة السورية للنفط، وأحدثت بعد ذلك شركات أخرى متخصصة في مجالات التكسير والنقل، وترتبط جميعها بوزارة النفط والثروة المعدنية. تتولى الشركة السورية للنفط كافة الأعمال المتعلقة بصناعة استخراج النفط والغاز بدءاً من أعمال البحث والتنقيب وانتهاء بضخ النفط والغاز ضمن الأنابيب إلى المصافي المحلية أو الموانئ للتصدير مروراً بكافة عمليات الاستكشاف والحفر ودراسات المخزون والإنتاج والتجميع والتطوير والضخ ضمن الأنابيب⁵

واكتشف النفط الخفيف في دير الزور عام 1984 بعد أن كانت معظم الاكتشافات قبل عام 1984 من النفط الثقيل. وحققت شركات الخدمة اكتشافات تجارية أخرى ليصل إنتاج النفط إلى 30 مليون م³ / السنة عام 2002⁶. وفي قطاع الغاز بدأت الشركة السورية للنفط باستثمار الغاز المرافق لتوليد الطاقة الكهربائية منذ عام 1975، وأصبح الغاز يشكل أحد مصادر الطاقة الرئيسية.

وبحسب إحصاءات BP لعام 2008 بلغ احتياطي سورية من النفط 2,5 بليون برميل في نهاية 2007 كما وصل الاحتياطي من الغاز الطبيعي إلى 0,28 تريليون م³ في نهاية عام 2007 وهذا يعادل 0,16% من الاحتياطي العالمي وبلغ الإنتاج من الغاز للعام 2007 حوالي 5.26 بليون م³.

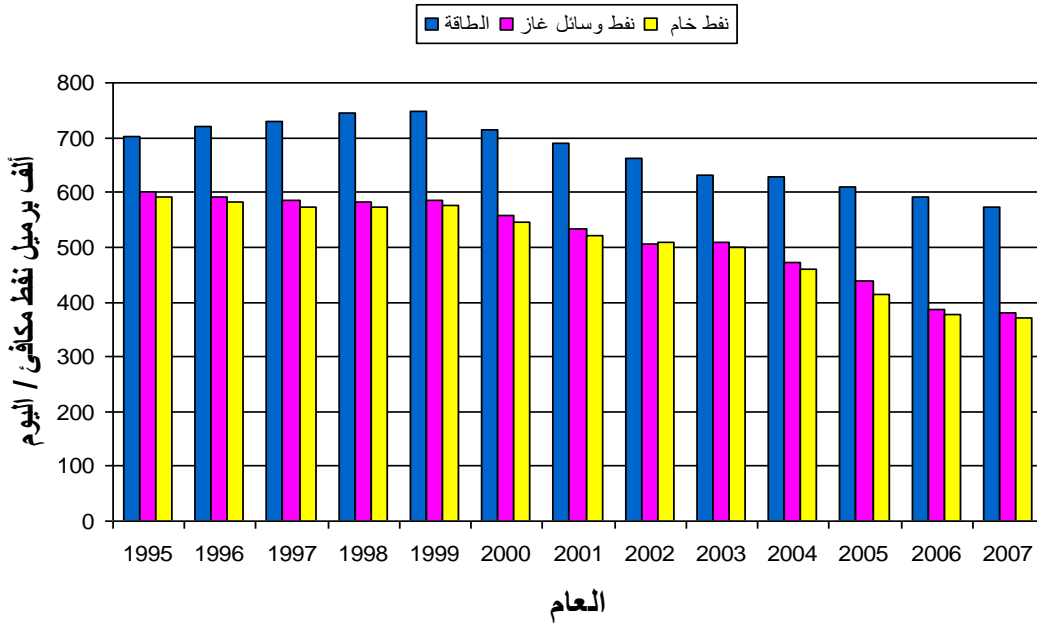
1-2 إنتاج سورية من النفط والطاقة:

يبين الشكل (3) تطور إنتاج سورية من النفط الخام ومن النفط وسوائل الغاز ومن الطاقة بين عام 1997 و 2007 مقدراً بألف برميل/ اليوم. حيث يتضح الانخفاض التدريجي لإنتاج النفط بعد عام 1995 . بينما بقيت الطاقة الكهرومائية ثابتة وربما زادت كميات سوائل الغاز بسبب

⁵ <http://fossil.energy.gov/programs/oilgas/eor/>

⁶ <http://www.spc-sy.com> موقع الشركة السورية للنفط

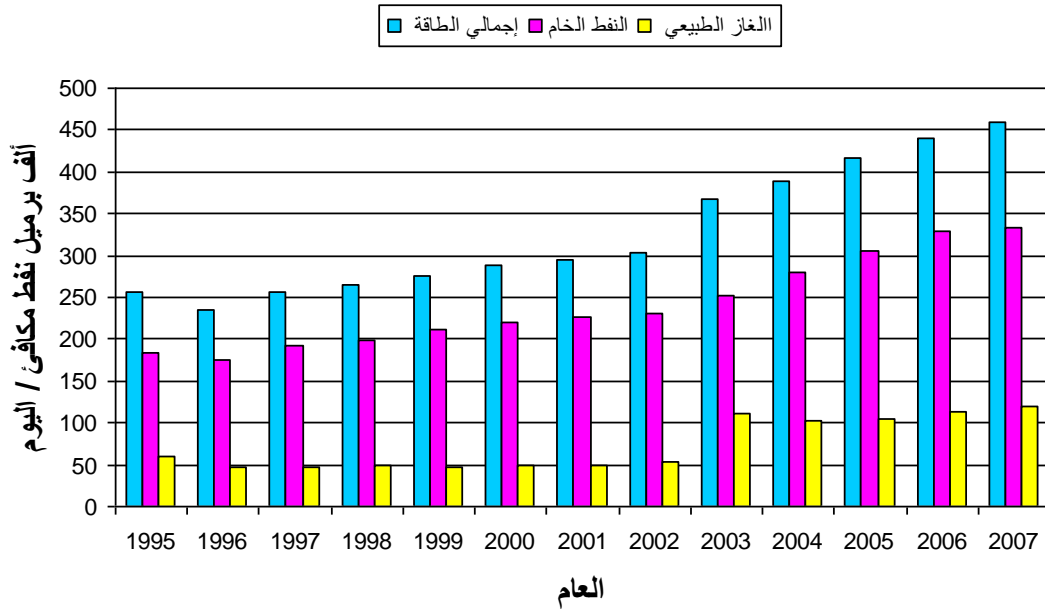
ارتفاع إنتاج سورية من الغاز الطبيعي⁷ .



الشكل (3) تطور إنتاج سورية من النفط الخام ومن النفط وسائل الغاز ومن الطاقة بين عام 1997 و 2007

بالمقابل يبين الشكل (4) استهلاك سورية من النفط والغاز ومن الطاقة خلال الفترة نفسها حيث يتضح أن هذا الاستهلاك قد ازداد بشكل مستمر من عام 1997 وحتى عام 2007. ويعود ذلك إلى نمو الطلب على المشتقات النفطية لتوليد الكهرباء وللنقل بشكل خاص. وقد شهد هذان القطاعان تزايداً مستمراً نتيجة الزيادة الكبيرة المستمرة في عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة والهجرة من الريف إلى المدينة .

⁷ " التقرير الإحصائي السنوي " ، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول ، أوابك ، الكويت (2001- 2009)



الشكل (4) استهلاك سورية من الطاقة والنفط والغاز من عام 1995 حتى عام 2007⁸

وقد ازداد الطلب على النفط من 180 ألف برميل / اليوم عام 1997 ليصل إلى 330 ألف برميل/ اليوم عام 2007 . وبقي إنتاج سورية من الطاقة الكهرومائية ثابتاً تقريباً بسبب ثبات مردود السدود والذي يعتمد على كمية المياه التي تأتي من تركيا وعلى المناخ. ويسيطر الوقود الأحفوري على نمط استهلاك الطاقة مع غياب دور الطاقات المتجددة.

2-2- إنتاج سورية من الغاز واستهلاكه :

تقدر الاحتياطات المؤكدة للغاز الطبيعي في سورية بـ 8,5 تريليون قدم³ Tcf. وفي عام 1998 أنتجت سورية حوالي 208 بليون قدم³ من الغاز الطبيعي وهي زيادة تعادل 5 أمثال ما كانت تنتجه منذ عقد من الزمن قبل ذلك . وبلغت كمية الغاز الطبيعي المنتج في سورية عام 2009 حوالي 24 مليون م³ / اليوم منها 16 مليون م³ / اليوم من الغاز الطبيعي الحر و 8 مليون م³ / اليوم من الغاز المرافق للنفط. وبذلك يشكل الغاز المرافق للنفط حوالي نصف الغاز الطبيعي الحر في سورية⁹

⁸ نفس المرجع 7

⁹ الشركة السورية للغاز ، SGC ، التقرير الإحصائي السنوي (2009) <http://www.sgc-sy.com>

. و ترمع سورية زيادة إنتاج الغاز الطبيعي الحر والمرافق في المستقبل واستخدامه في توليد الكهرباء بدلاً من النفط وبالتالي تحرير كميات أكبر من النفط للتصدير إلى الخارج وفي الوقت نفسه خفض انبعاثات CO₂ إلى الجو والتخفيف من تلوث الهواء . تعمل الشركة السورية للغاز SGC على زيادة إنتاج الغاز من خلال مشاريع عديدة .

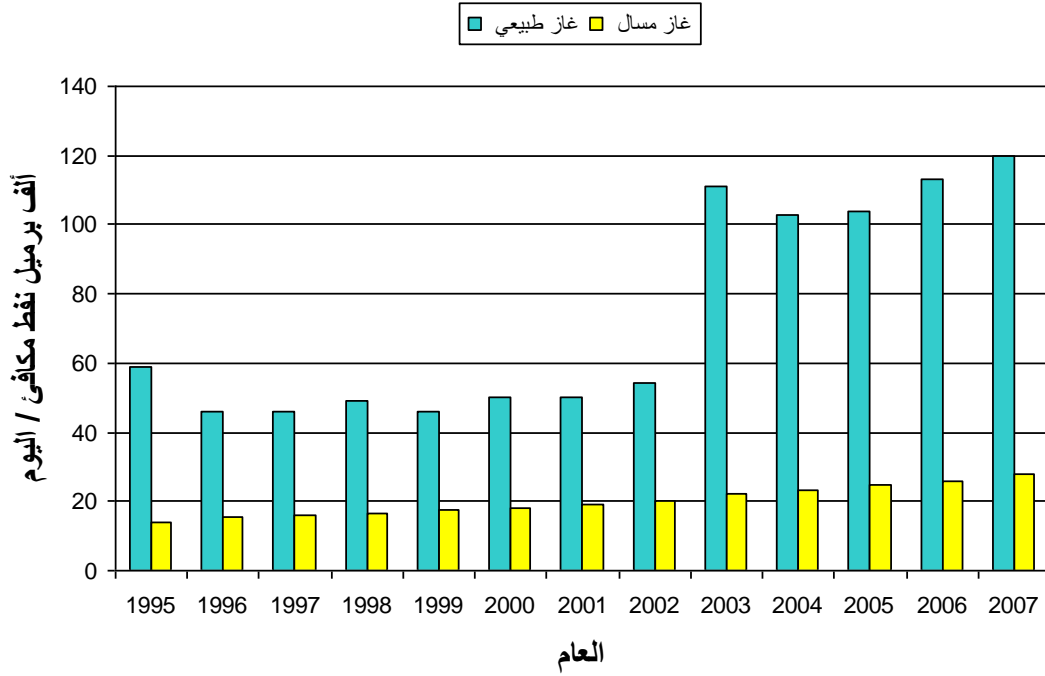
قدر الاحتياطي الجيولوجي للغاز الطبيعي بكل أنواعه في سورية بنحو 705 مليار متر مكعب ، في حين قدر الاحتياطي القابل للإنتاج بحوالي 405 مليار متر مكعب. ويبين الجدول (5) استهلاك سورية من الغاز الطبيعي و الغاز المسال بألف برميل / اليوم للفترة 1997 وحتى 2007 . ويظهر الشكل (5) أن استهلاك سورية من الغاز الطبيعي ازداد بشكل طفيف من 45 ألف برميل نفط مكافئ في اليوم عام 1997 إلى 55 ألف برميل نفط مكافئ عام 2002 . لكنه قفز منذ عام 2003 إلى 110 ألف برميل نفط مكافئ / اليوم وهبط قليلاً في 2004 لكنه ارتفع من عام 2005 ليصل إلى 120 ألف برميل نفط مكافئ / اليوم عام 2007. وكذلك فقد ازداد إنتاج سورية من غاز البترول المسال من 18 ألف برميل نفط مكافئ عام 1997 إلى 30 ألف برميل نفط مكافئ عام 2007. ويعكس هذا ازدياد الطلب على الغاز في الصناعة وفي توليد الكهرباء بدلاً من المشتقات النفطية والحصول على اكتشافات غازية هامة. ويبين الشكل () تطور إنتاج النفط والغاز في سورية للفترة 1980-2005 . ويتضح تزايد اعتماد سورية على الغاز الطبيعي والمرافق. كان إنتاج الغاز ضئيلاً في الثمانينات وبدأ في الزيادة في التسعينات لكنه قفز إلى مستوى أعلى في نهاية التسعينات. وقد ترافق هذا الصعود مع ثبات إنتاج النفط وانخفاضه تدريجياً بعد ذلك¹⁰ .

الجدول (5) استهلاك سورية من الغاز الطبيعي و الغاز المسال (ألف برميل / اليوم)

العام	غاز مسال	غاز طبيعي	العام	غاز مسال	غاز طبيعي
1995	59	14.2	2002	54	20.4
1996	46	15.5	2003	111	22.0
1997	46	16.1	2004	103	23.0
1998	49	16.7	2005	104	25.0
1999	46	17.5	2006	113	26.0
2000	50	18.2	2007	120	28.0
2001	50	19.3			

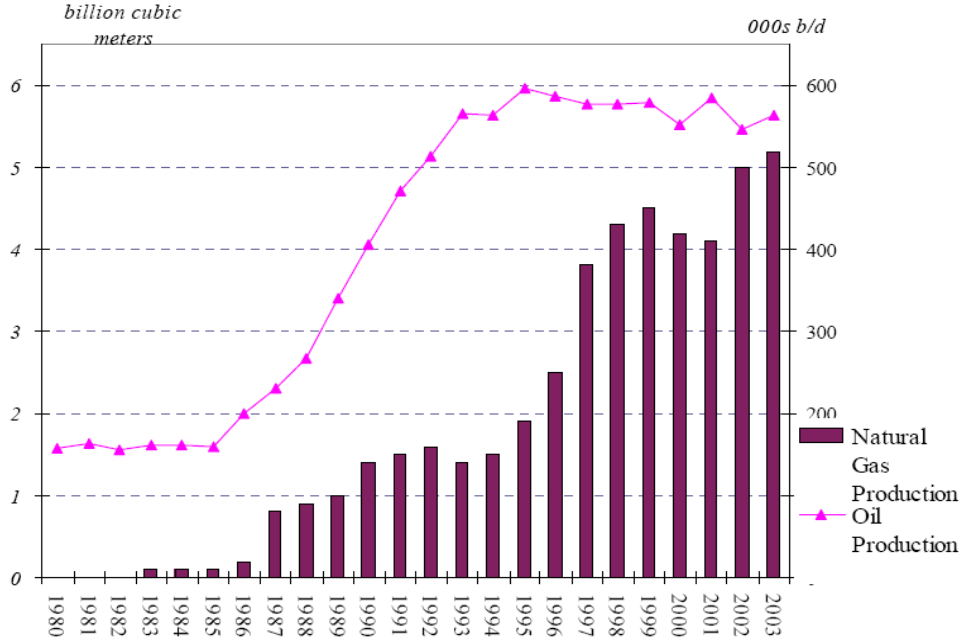
¹⁰ British Petroleum , " BP Statistical Review of World Energy" , London (2005)

المصدر: "التقرير الإحصائي السنوي"، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، أوابك، الكويت (2001-2009).



المصدر: " التقرير الإحصائي السنوي " ، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، أوابك، الكويت (2001 - 2009)

الشكل (5) استهلاك سورية من الغاز الطبيعي والغاز المسال بين عامي 1995-2007



Source: BP, Statistical Review of World Energy 2005

الشكل (6) إنتاج النفط والغاز في سورية من 1980 - 2005

2-3 الشركات العاملة في مجال النفط والغاز

أ- في مجال النفط:

يبين الجدول (6) أهم الشركات العاملة في مجال النفط في سورية وملكيته وكمية الإنتاج .

الجدول (6) أهم الشركات المنتجة للنفط في سورية

الإنتاج (ألف برميل / اليوم)	وضع الشركة	الشركة
200000	مملوكة من الدولة	الشركة السورية للنفط SPC
120000	مشترك بين SPC وشل و CNPC	شركة الفرات للنفط AFPC
30000	مشترك بين SPC و شركة توتال ألف	شركة دير الزور للنفط DEZPC
20000	مشترك بين SPC و دبلن الدولية	شركة دبلن الدولية
10000	مشترك بين SPC و CNODC	شركة كوكب السورية الصينية
6000	مشترك بين SPC و INA كرواتيا	شركة حيان للنفط

ب- في مجال الغاز

الشركة السورية للغاز SGC هي شركة مشغلة لأنظمة تجميع الغاز الطبيعي ومعالجته ونقله من مواقع الإنتاج المختلفة إلى مواقع التجميع والمعالجة، وضخه في شبكة نقل الغاز إلى المستهلكين. تقوم الشركة حالياً بتشغيل : ثلاثة معامل للغاز، وشبكة من خطوط نقل الغاز النظيف تتجاوز 2500 كم بأقطار مختلفة، إضافة إلى تنفيذ مشاريع تطوير وتنمية الاكتشافات الغازية في سورية كما تتم متابعة التعاون مع دول الجوار من خلال خط الغاز العربي. ويتم العمل حالياً على ربط الشبكة السورية بالشبكة التركية من مدينة حلب إلى كيليس بطول 62 كم حيث من المتوقع الانتهاء من تنفيذه بحلول العام 2010 . ومن خلال الانخراط في المشاريع الغازية الإقليمية مثل مشروع خط الغاز العربي تتطلع سوريا إلى الاستفادة من موقعها الهام وجعله بلد عبور للغاز إلى تركيا وأوروبا¹¹ .

ح- في مجال نقل النفط والغاز :

يتسرب غاز الميثان من أنابيب النفط والغاز ويعرف بالمتسربات Fugitives . ويعد هذا أحد أهم مصادر انبعاث غاز الميثان الناجم عن نشاطات الإنسان في الغلاف الجوي. تدير الشركة السورية لنقل النفط SCOT أنابيب النفط. يبين الجدول (7) خطوط النفط في سورية¹²

الجدول (7) أنابيب النفط الخام في سورية في نهاية عام 2006

اسم الخط	القطر انش	الطول ميل
تل عدس/ حمص	22	358
حمص/طرطوس	18	56 * 2
الورد/ المحطة الثانية	16	40
التيم/ المحطة الثانية	20	57

¹¹ نفس المرجع 9

¹²القرعيش ، سمير " أنابيب نقل البترول في الأقطار العربية " ، النفط و التعاون العربي مجلد 34 عدد 127، الكويت (2008)

56	24	عمر / المحطة الثانية
67	16	الجفرا/ المحطة الثانية
25	24	طرطوس/ بانياس
304	32-26	جمبور / بانياس
غ/ موجود	30/24	كركوك/بانياس

المصدر: الشركة السورية للغاز ، SG ، التقرير الإحصائي السنوي (2009)
<http://www.sgc-sy.com>

د- في مجال تخزين وتوزيع المشتقات

تقوم الشركة السورية للتخزين وتوزيع المشتقات النفطية "محروقات" بنقل وتخزين وتوزيع المنتجات المكررة. وتمتلك الشركة شبكة خطوط لنقل المشتقات النفطية يوضحها الجدول (8).

الجدول (8) أنابيب المشتقات النفطية في سورية (10)

اسم الخط	القطر انش	الطول ميل
حمص/ دمشق	6	103
حمص/دمشق	12	103
حمص/حلب	6	114
حمص/حلب	20	115
حمص/بانياس	6	77
بانياس/ حمص	24	72
بانياس/اللاذقية	6	27

المصدر: القرعيش، سمير " أنابيب نقل البترول في الأقطار العربية " ، النفط والتعاون العربي مجلد 34 عدد 127، الكويت (2008)

وبالنسبة للغاز الطبيعي فقد أدت زيادة إنتاج الغاز واستهلاكه إلى تطور سريع لشبكة نقل الغاز كما في الجدول (9).

الجدول (9) أنابيب الغاز الطبيعي في سورية في نهاية عام 2008

الخط	القطر (انش)	الطول (ميل)
جببسة / حمص / زارة	16	323
عمر / دمشق / حمص / محردة	18	423
ارك / حمص / الزارة / زيزون / حلب	24	347
معمل الغاز / تدمر	18	153
حمص / بانياس / لبنان	24	112
دير الزور / تشرين	18	273
تدمر / ادلب	24	202
تدمر / محردة	18	127
تدمر / حلب	24	147

المصدر: القرعيش، سمير " أنابيب نقل البترول في الأقطار العربية "، النفط والتعاون العربي مجلد 34 عدد 127، الكويت (2008)

4-2- صناعة تكرير النفط

يوجد في سورية مصفّاتان لتكرير النفط هما :

أ- شركة مصفاة حمص¹³

أنشئت مصفاة حمص عام 1959 كأول مصفاة لتكرير النفط في سورية بطاقة تكرير 1 مليون طن/السنة من الخام العراقي الخفيف. وشهدت المصفاة خلال الأربعين سنة الماضية عدة توسعات. وبذلك بلغت طاقة تكرير المصفاة 5,7 مليون طن /السنة . وفي عام 1989 أنشئت وحدات أخرى لتحسين مواصفات المنتجات ولهدرجة النفط والكروسين والمازوت ووحدة تحسين للبنزين ووحدة أزمنة ووحدة كبريت جديدة ومحطة توليد لإنتاج الطاقة الكهربائية والبخار .

تنتج المصفاة غاز البترول المسال LPG والمذيبات والبنزين الممتاز والبنزين العادي والكروسين المنزلي وكروسين الطائرات والمازوت الخفيف والثقيل والفيول والاسفلت وفحم الكوك البترولي والكبريت والزيوت.

¹³ موقع مصفاة حمص <http://www.homsrefinery.com>

ب- شركة مصفاة بانياس¹⁴

صممت مصفاة بانياس باستطاعة سنوية مقدارها 6 مليون طن من النفط الخام المزيج من نפט خفيف و نפט سوري ثقيل بنسب تكرير تتراوح بين 80% وزناً خفيفاً و 20% وزناً ثقيلاً وحتى 50% وزناً خفيفاً و 50% وزناً ثقيلاً . أما التكرير السنوي منذ عام 1988 وحتى تاريخه فقد تجاوز الطاقة التصميمية ووصل إلى ما نسبته 102% - 117 % من هذه الطاقة متضمناً بذلك الفيول والنفثا المستلمين من الشركة العامة لمصفاة حمص والنشاط التجاري لباقي المشتقات .

ويبين الجدول (10) طاقة التكرير في سورية من عام 1995 و حتى عام 2007¹⁵.

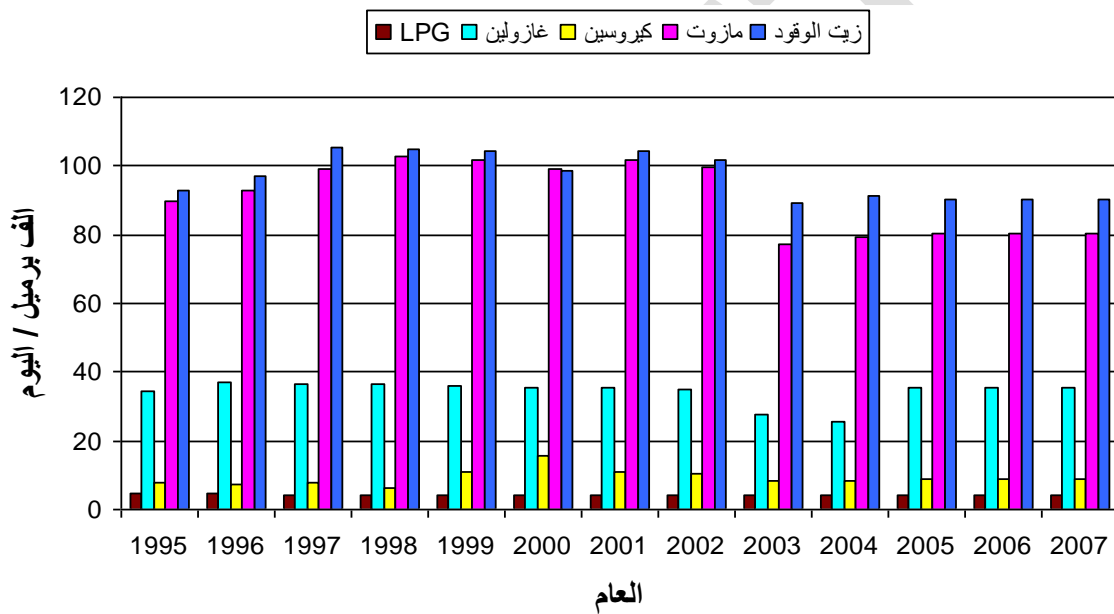
الجدول (10) طاقة التكرير في سورية بين عام 1997 و 2007 ألف برميل / اليوم

أخرى	زيت الوقود	المازوت	الكيروسين	غازولين	غاز مسال	العام
16,3	92,8	89,7	7,6	34,5	4,9	1995
12,9	97,0	92,8	7,1	37,0	4,8	1996
15,6	105,4	99,1	7,7	36,5	4,3	1997
17,8	105,1	102,9	6,5	36,5	4,3	1998
17,6	104,3	101,8	10,9	35,8	4,3	1999
16,5	98,5	98,9	15,5	35,4	4,3	2000
17,6	104,3	101,8	10,9	35,6	4,3	2001
17,2	101,9	99,4	10,6	34,8	4,3	2002
14,7	89,1	77,1	8,1	27,5	4,3	2003
15,8	91,5	79,3	8,6	25,6	4,3	2004
25,8	90,1	80,4	8,9	35,5	4,3	2005
19,4	90,1	80,4	8,9	35,4	4,3	2006
19,4	90,1	80,4	8,9	35,4	4,3	2007

¹⁴ موقع مصفاة بانياس <http://www.brc.com>

¹⁵ نفس المرجع 7

يظهر الشكل (7) المشتقات النفطية الناتجة عن التكرير في مصفاتي حمص وبانياس في سورية للأعوام 1995 – 2007 . ومنه يتضح أن كمية الغازولين قد ازدادت من 25,6 إلى 35,5 ألف برميل/ اليوم بين عامي 2004 و 2005 وبقيت ثابتة بعد ذلك. ويعود ذلك إلى زيادة استهلاك القطر من هذه المادة بعد السماح باستيراد السيارات من الخارج وتخفيض الضرائب عليها مما زاد من أعدادها زيادة كبيرة. لقد بقيت طاقة التكرير في سورية ثابتة لعدم بناء مصاف جديدة أو عدم توسيع المصافي القائمة خلال هذه الفترة.



المصدر: "التقرير الإحصائي السنوي " ، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، أوابك ، الكويت (2001 - 2009)

الشكل (7) إنتاج سورية من المشتقات النفطية بين عامي 1995 - 2007

2-5- التخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

2-5-1 التخفيف عن طريق ترشيد استهلاك الطاقة

من أهم وسائل التخفيف من إصدارات غازات الاحتباس الحراري ترشيد استهلاك الطاقة.

يبين المرجع¹⁶ الإجراءات المتبعة لترشيد الطاقة الكهربائية والحرارية لدى شركات إنتاج النفط والغاز الطبيعي في سورية ومنها :

-وضع مكثفات على الشبكة الكهربائية لرفع معامل القدرة لتقليص الفاقد على الشبكة وتركيب مكثفات في مراكز التحويل 20 ك . ف في المحطات الرئيسية للحد من القدرة الردية ولتحسين معامل القدرة إلى قيمة 93 % ،

-استبدال العنفات الغازية القديمة التي بلغ عمرها ما بين 25 - 30 عاماً في الشركة السورية للنفط (مديرية حقول الحسكة) وذات المردود المنخفض بحوالي 20 % بعنفات حديثة .

-استبدال التجهيزات الكهربائية القديمة ذات الوضع الفني السيئ بمعدات حديثة لتقليص الفاقد في الإنتاج بسبب الأعطال الكهربائية واستبدال الحفارات القديمة ذات الوضع الفني السيئ والتي تحتاج إلى صيانة دائمة بحفارات جديدة .

-الصيانة الدورية المبرمجة للمعدات والتدقيق الدوري لاستهلاك هذه المعدات من الطاقة، وتركيب أنظمة الإشعال والإطفاء الذاتي لإستهلاكات الإنارة، واستخدام نظم الإقلاع المتسلسل للمحركات الكهربائية ذات القدرات الكبيرة (star soft)

وفي مجال تكرير النفط هناك اجراءات عدة لترشيد استهلاك الطاقة والتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة منها :

- مراقبة الاحتراق في الأفران والغلايات للمحافظة على كميات هواء مناسبة وبالتالي الحد من انبعاث غاز الميثان والغازات الهيدروكربونية غير المحترقة بشكل كامل .
- الحد من الترسبات على جدران أنابيب الأفران والغلايات والمبادلات الحرارية لنقل أكبر كمية من الحرارة والتخفيف من استخدام الوقود .

Almani , Dawod " Energy Efficiency of oil production sector in Syria " , www.syria-oil.com ¹⁶

- التأكد من أداء مصائد البخار بشكل جيد واختيار المصيدة ذات القدرة المناسبة
- استرجاع أكبر قدر ممكن من الماء المتكاثف لمحتواه الحراري وخلوه من الأملاح .
- التشغيل الأمثل لوحدات المصفاة، ومراقبة الكمية المعاد ضخها أو تدويرها في الوحدات المختلفة.
- إرسال المنتج الوسيط من الوحدة المنتجة له إلى الوحدة المستقبلية له دون المرور بعملية تخزينه قدر الإمكان .
- إقامة نظم لاسترجاع الطاقة من المنتجات الساخنة من أجل تسخين مواد أخرى .
- استخلاص الطاقة من الغازات العادمة لتحميمص البخار المنتج وتسخين المياه الداخلة إلى المراجل لرفع كفاءة هذه المراجل.
- استخدام الغازات العادمة في إنتاج البخار الذي يمكن استعماله في توليد الكهرباء بواسطة عنفة بخارية تستخدم الغاز المتوفر في المصفاة
- عزل خزانات زيت الوقود بشكل جيد إن لم تكن معزولة.
- الاستفادة من درجة حرارة الغازات العادمة التي تخرج من فرن وحدة التقطير.
- الاستفادة من درجة حرارة الغازات العادمة التي تخرج من وحدة تحسين البنزين

2-5-2 التخفيف عن طريق التحويل إلى وقود أخف

يقلل التحويل من الفحم الحجري إلى النفط ومنه إلى الغاز الطبيعي من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وهو وسيلة أولى من وسائل التخفيف من تغير المناخ. وتدعى عملية التحول من وقود صلب إلى سائل ثم إلى غاز بعملية إزالة الكربون Decarbonization . وهناك إمكانية تقنية لتحويل الفحم إلى الغاز في عملية تدعى التغويز Gasification .

قامت سورية بجهود حثيثة خلال التسعينات من القرن الماضي للتحويل إلى الغاز الطبيعي في مجال توليد الكهرباء حيث أقيمت محطات عديدة جديدة لتوليد الكهرباء تعمل على الغاز فقط مثل محطة جندر بينما حولت محطات توليد قديمة مثل محطة بانياس ومحردة وغيرها لتعمل على الغاز الطبيعي و زيت الوقود أيضاً. كما حول إنتاج اليوريا في معمل السماد من النفط إلى الغاز الطبيعي. وقد ساعد على هذا قيام وزارة النفط بإقامة مصانع لاسترجاع الغاز المرافق الذي كان يحرق

في الشعلة في آبار النفط. كما ساعد على هذا اكتشاف حقول غاز طبيعي واستثماره في العديد من الأماكن. وقد ازداد استهلاك سورية من الغاز الطبيعي بشكل كبير من 45 ألف برميل نفط مكافئ في اليوم عام 1997 إلى 120 ألف برميل نفط مكافئ / اليوم عام 2007 . وكذلك ازداد استهلاك سورية من غاز البترول المسال من 18 ألف برميل نفط مكافئ / اليوم عام 1997 إلى 30 ألف برميل نفط مكافئ / اليوم عام 2007 .

2-5-3 التخفيف باسترجاع غاز الشعلة

تعود أسباب الحرق في الشعلة إلى :عدم إمكانية تصنيع الغاز المرافق؛ و عدم وجود وسائل نقل ملائمة للغاز؛ وعدم وجود قدرات لتصدير الغاز إلى الخارج؛ ووجود حقول الإنتاج في مناطق بعيدة عن مناطق الاستهلاك؛ أو أن الكميات المنتجة من الغاز غير اقتصادية .

قدر تقرير الاسكوا كمية الغاز المحروقة في الشعلة عام 2004 بـ 150 مليار م³ / العام وهي تعادل 30% من استهلاك دول الاتحاد الأوروبي من الغاز¹⁷. يعطي حرق الغاز الطبيعي بكفاءة 100% CO₂ والماء وبكفاءة أقل الميثان وهو أكث تلوينا بـ 23 مرة من CO₂ . وقد تراجعت الانبعاثات نتيجة الحرق في الشعلة في العالم باستمرار منذ السبعينات وانخفضت من 2% إلى 0,5% . وتطرق تقرير الاسكوا إلى تقليص كميات الغاز الطبيعي المحروق في الشعلة في سورية. فبين أن كمية الغازات المحروقة في الشعلة انخفضت بمقدار 72 % من 3420 ألف متر مكعب يوميا عام 2003 إلى 952 ألف متر مكعب يوميا في عام 2005 . ويعود ذلك إلى الإجراءات المتخذة من قبل الشركات مثل :

- ربط عدد من الحقول التي ينتج فيها الغاز المرافق بمعامل الغاز، وتجهيز خط لربط حقل الخراطة لاستثمار حوالي 200 ألف متر مكعب يوميا ، وبالتالي انخفضت الكمية المحروقة في الشعلة إلى 452 ألف متر مكعب يوميا، وأصبحت نسبة التخفيض الإجمالية 78 % . وأما بقية الكميات التي ما تزال تحرق في الشعلة فهي موزعة على عدد من الحقول المتباعدة. وتتراوح كميات الغاز المنتجة فيها بين 15000 و 20000 متر مكعب يوميا وهي تخضع حاليا لدراسات فنية واقتصادية لإمكانية ربطها والاستفادة منها .

¹⁷ نفس المرجع 16

- خفضت كميات الغاز المحروقة في الشعل بتركيب وحدة استرجاع الأبخرة البترولية عند ضغوط منخفضة أقل من 0,5 بار في كل من حقلي (العمر والتتك) كما استتجرت 4 ضواغط للعمل في محطتين رئيسيتين

- تقدر كميات الغاز التي ما تزال تحرق في الشعل بنحو (215 ألف متر مكعب يوميا) من 6 محطات . وجميعها غير موصولة بمعمل الغاز لبعد المسافة أكثر من 70 كيلو مترا .

4-5-2 التخفيف بصيانة الأنابيب ومنع التسرب¹⁸

كان عدد حالات التسرب في عام 2004 ، 464 تسربا نفطيا و 16 تسربا غازيا ، ومجموع كميات النفط المتسربة 3 755 برميلا (512 طناً)، وفي عام 2005 طراً تحسن واضح على عدد التسربات النفطية وعلى الكميات فقد أصبح العدد 416 تسربا، ومجموع الكميات المتسربة 2 925 برميلا (345 طن) . والإجراءات المتخذة للحد من التسرب هي : قيام مجموعات عمل بجولات يومية لصيانة المعدات السطحية على كل الآبار ومحطات التجميع الفرعية، لكشف أماكن التآكل قبل حدوث التسرب، وحقن المواد الكيميائية المانعة للتآكل داخل خطوط الإنتاج وعلى رؤوس الآبار، كما يتم سحب النفط من مواقع التسرب .

2-5-5- التخفيف بتخزين ثنائي أكسيد الكربون في الحقول النفطية والاسترجاع المدعم

:

تعرف تقنية اصطياد غاز CO₂ وتخزينه Carbon dioxide Capture & Storage (CCS) بأنها الطريقة التي تضمن جمع أكبر كمية ممكنة من غاز ثنائي أكسيد الكربون بعد انبعاثه من المصدر المولد له ومن ثم ضغطه ونقله وتخزينه بضخه في الخزانات الطبيعية التي تضمن عدم تسربه إلى الجو . قدرت الـ IPCC أنه يمكن لطريقة CCS أن تخفض 15-55% من CO₂ عام

¹⁸ نفس المرجع 17

2100¹⁹ . ولكي تكون الطريقة مثمرة يجب أن يكون مصدر الانبعاث كبيراً وثابتاً وأن يكون غاز الاحتراق غنياً ب CO₂ .

يمكن خزن ثنائي أكسيد الكربون بحقنه في باطن الأرض ، ضمن كهوف أو مناجم مهجورة أو تشققات جيولوجية مناسبة أو خزانات مياه جوفية مالحة.

ويمكن حقن غاز CO₂ لاسترجاع النفط المعزز أو الثالثي Enhanced or Tertiary Oil EOR Recovery ويعرف ذلك " عملية حقن CO₂ في حقول النفط الخام شبه الناضبة حيث يدفع النفط الخام بالإزاحة المختلطة أو بالإزاحة غير المختلطة مما يؤدي إلى تدفقه للخارج " إذ ويمكن حقن غاز CO₂ بمفرده أو مع الماء . ويمكن بهذه الطريقة إنتاج ما لا يقل عن 10-15% من كمية النفط الخام الموجودة في الحقل . وتتطلب هذه العملية حقن كمية تتراوح بين 140-280 م³ من غاز CO₂ لإنتاج برميل واحد من النفط الخام . قدرت الـ IPCC أنه يمكن لـ CCS أن تخفض 15-55% من CO₂ عام 2100 . ولكي تكون الطريقة مثمرة يجب أن يكون مصدر الانبعاث كبيراً وثابتاً وأن يكون غاز الاحتراق غنياً ب CO₂ .

3- قطاع توليد الطاقة الكهربائية

لعب قطاع توليد الكهرباء الدور الرئيس في إصدار غازات الدفيئة ولا بد من التركيز على تخفيف استهلاك الطاقة التقليدية في هذا القطاع لما سيكون لإجراءات التخفيف المعتمدة فيه دوراً حاسماً في المساهمة في خفض انبعاثات غازات الدفيئة في سورية.

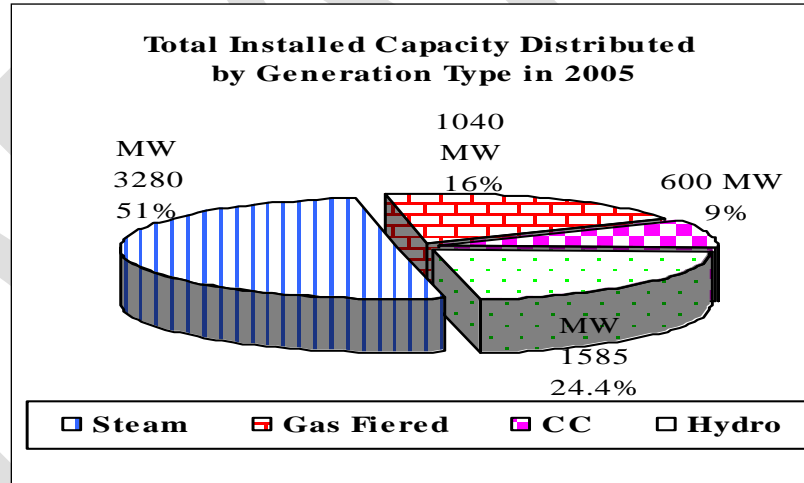
إن وزارة الكهرباء في سورية هي الجهة المسؤولة عن سياسات توليد واستثمار وتسعير الطاقة الكهربائية، حيث تقوم بإدارة هذا القطاع عبر المؤسسة العامة لتوليد ونقل الطاقة الكهربائية والمؤسسة العامة لتوزيع الطاقة الكهربائية. تضطلع المؤسسة الأولى بمسؤولية التوليد والنقل على مستويات التوتر 400 kV و 230 kV وبالتالي يتبع لها المستهلكون على هذه المستويات وهي بشكل أساسي الصناعات

¹⁹ الشالحي ، وسام قاسم " اصطياد غاز ثاني أوكسيد الكربون وتخزينه " ، مجلة النفط والتعاون العربي ، المجلد 35 ، العدد 129 ، الكويت (2009)

الكبيرة والري بينما تشرف الثانية على التوزيع على بقية المستهلكين. كما تقوم وزارة الري بمهمة تنمية واستغلال وإدارة المصادر المائية وتتبع لها محطات توليد الكهرباء المائية، وتشرف بشكل رئيسي من خلال المؤسسة العامة لحوض الفرات على المحطات الكهرمائية الثلاث المقامة على نهر الفرات وفروعه وهي الثورة والبعث و تشرين.

3-1- الاستطاعة الكهربائية المركبة وحمل الذروة والطاقة الكهربائية المولدة

يوضح الشكل (8) توزيع استطاعات التوليد المركبة عام 2005 حسب نمط التوليد، ويجدر التنويه إلى أن الاستطاعة الكلية المركبة قد بلغت في ذلك العام MW 7160 بلغ المتاح منها حوالي MW 6008. وقد توزعت الاستطاعة المركبة بنسبة 24% للمحطات الكهرمائية و 76% للمحطات الحرارية. كما أن حوالي 76% من الاستطاعة الكلية المولدة لعام 2005 والبالغة TWh 34,8 قد أتيح للاستهلاك النهائي (أي حوالي TWh 26,8) والباقي توزع ضياعات فنية وتصدير واستهلاك ذاتي للمحطات.



المصدر: المرجعين [20] و [21]

الشكل (8): توزيع الاستطاعة المركبة حسب نمط التوليد لعام 2005.

من جهةٍ أخرى نما الطلب على حمل الذروة من MW 2474 عام 1994 إلى حوالي 6008 MW عام 2005 مسجلاً بدوره نسبة نمو سنوية قدرها 8,4%. ويبين الجدول (11) والشكل (9) أن الهامش الاحتياطي للتوليد قد فاق نسبة 30% حتى عام 2000 ثم تراجع بشكل مضطرب مع تزايد حمل الذروة وعدم تنامي الاستطاعة المركبة بشكل يغطي هذا النمو ما أدى إلى انعدام هذا الهامش

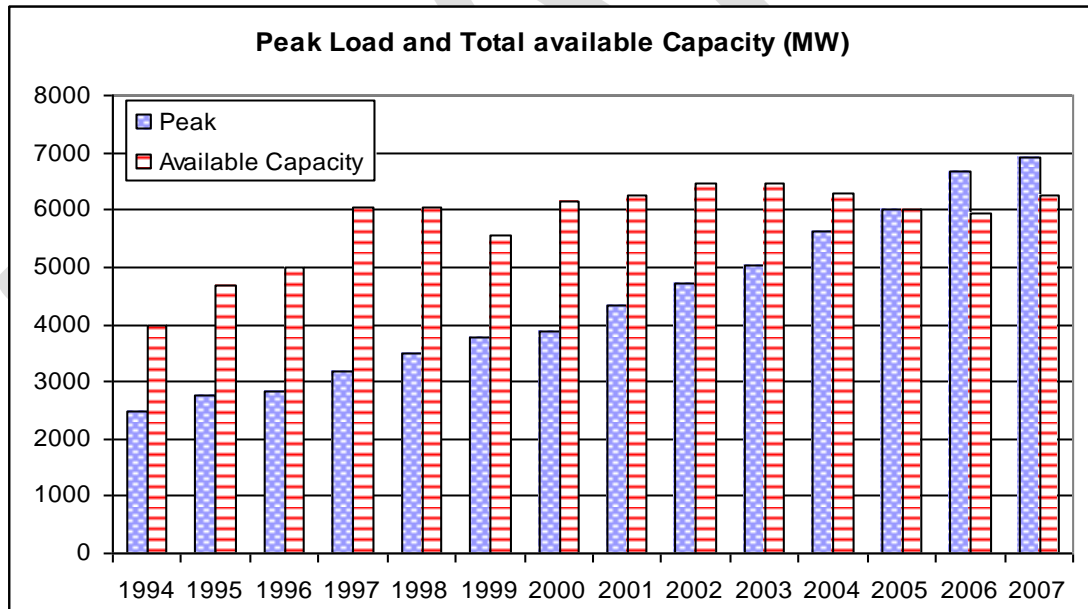
عام 2005 وصولاً لمرحلة العجز في السنوات الأخيرة (2006-2007) وتسبب في انقطاعات جزئية متكررة أوقات الذروة مما دعا إلى استيراد التيار الكهربائي من دول الجوار²⁰.

الجدول (11) تطور الطلب على حمل الذروة والاستطاعة المتاحة للفترة 1994-2007

Available Capacity	Peak	Year	Available Capacity	Peak	Year
6250	4315	2001	3998	2474	1994
6450	4731	2002	4698	2745	1995
6450	5018	2003	4998	2830	1996
6296	5620	2004	6028	3179	1997
6008	6008	2005	6028	3480	1998
5950	6689	2006	5569	3771	1999
6250	6932	2007	6145	3878	2000

المصدر: Technical Statistical Report, Ministry of Electricity, Damascus, 2003-2006

الشكل (9): تطور الطلب على حمل الذروة والاستطاعة المتاحة للفترة 1994-2007



ونمت كمية الكهرباء المولدة للفترة 1994-2007 من 14,88 تيرا واط ساعة عام 1994 إلى حوالي 38,6 تيرا واط ساعة عام 2007 ، ما يقابل معدل نمو سنوي وسطي يقرب من 8% كما يبين

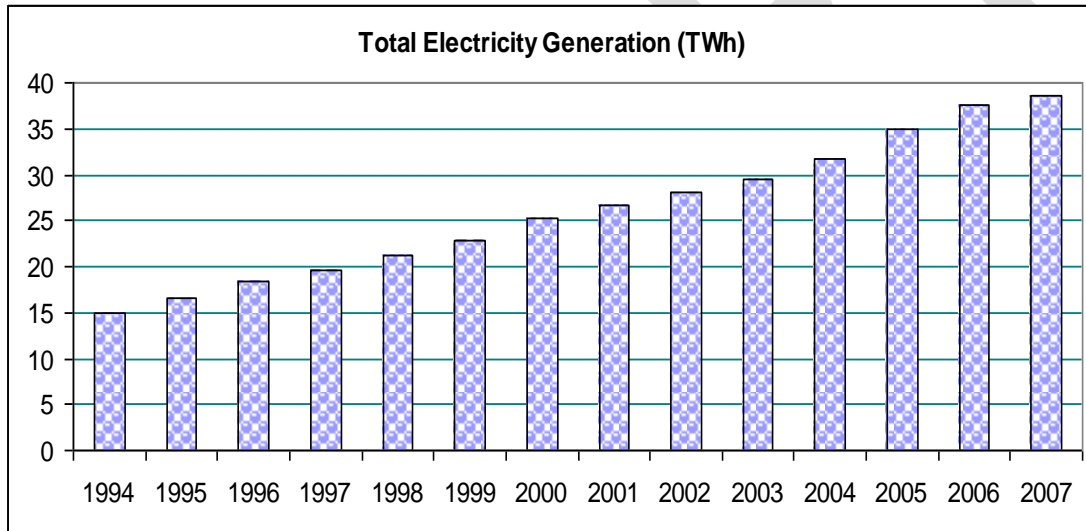
²⁰ نفس المرجع 17

ذلك الجدول (10) والشكل (10) ²¹، ²². وقد نمت خلال ذلك حصة الفرد الوسطية من مجمل الكهرباء المولدة من 1545 كيلو واط ساعي عام 2000 إلى حوالي 2000 كيلو واط ساعي عام 2007.

الجدول (10) تطور كمية الكهرباء المولدة للفترة 1994-2007

GWh	Year	GWh	Year
26.712	2001	14.88	1994
28.012	2002	16.62	1995
29.533	2003	18.341	1996
31.777	2004	19.512	1997
34.935	2005	21.159	1998
37.504	2006	22.819	1999
38.642	2007	25.217	2000

المصدر : المرجعين [17] و[18]



الشكل (10): تطور كمية الكهرباء المولدة للفترة 1994-2007 (المصدر: المرجعين [17]، [18])

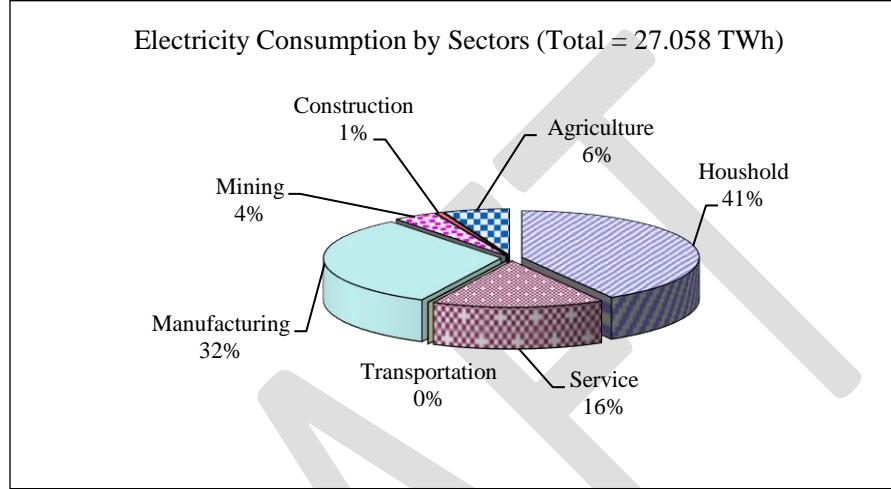
3-2- توزيع استهلاك الكهرباء النهائية

لقد توزع الاستهلاك النهائي للطاقة في سورية عام 2005 حسب نمط الوقود بنسبة 72% للمشقات النفطية، و 10% للغاز، و 2,6% للوقود التقليدي و 15% للكهرباء. أما الاستهلاك النهائي

²¹ Technical Statistical Report, Ministry of Electricity, Damascus, 2003- 2006

²² النشرة الإحصائية 2004-2008، الاتحاد العربي لمنتجي وناقلي وموزعي الكهرباء

للكهرباء²³ البالغ حوالي 27 TWh فقد توزع حسب قطاعات الاستهلاك بنسبة 41,6% للقطاع المنزلي و 15,7% للقطاع الخدمي و 32,1% لقطاع الصناعة وأقل من 1% لخطوط نقل النفط والغاز وحوالي 6% لقطاع الزراعة و 4% للصناعات الاستخراجية وفق ما هو موضح في الشكل (11)²⁴،²⁵



الشكل (11): توزع الاستهلاك النهائي للكهرباء حسب قطاعات الاستهلاك لعام 2005. [20]، [21].

أدى النمو المطرد في الطلب على الكهرباء لنمو الطلب على الوقود الأحفوري نظراً لمحدودية مصادر التوليد المائي ما قاد لزيادة اعتماد نظام التوليد الكهربائي على المحطات الحرارية البخارية والغازية التي استهلكت الفيول والغاز وكميات محدودة من الديزل. ويبين الجدول (12) والشكل (12) التوزيع النسبي لتطور كميات الوقود الأحفوري المستهلك في عملية التوليد حيث نمت كميته من حوالي 3 إلى 7,7 مليون طن مكافئ خلال الفترة 1994-2007. ويلاحظ أن مساهمة الديزل شبه مهمة. بالمقابل فقد تآرجحت حصة الغاز الطبيعي خلال الفترة 1994-2007 من حوالي 32% عام 1994 و 60% عام 1997 و 48% عام 2000، و 59% عام 2002 لكنها عادت فتراجعت بشكل حاد خلال الفترة الأخيرة لتصل عام 2007 لحوالي 36%.

الجدول (14): تطور الطلب على الوقود في توليد الكهرباء للفترة 1994-2007 (ktoe)

²³ تمثل الكهرباء النهائية مجمل الطاقة الكهربائية المولدة منقوصاً منها ضياعات النقل والتوزيع والكهرباء المصدرة والاستهلاك الذاتي للمحطات.

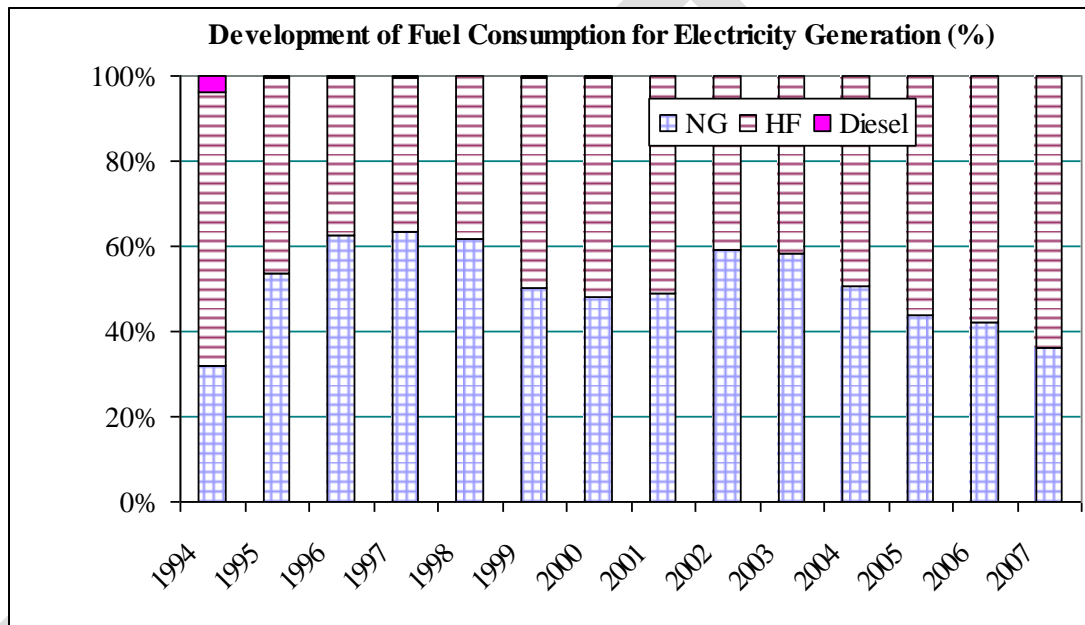
²⁴ إستراتيجية استخدام وتطوير الطاقة الكهربائية، هيئة تخطيط الدولة 2005.

²⁵ اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة

مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

Diesel	HF	NG	Year	Diesel	HF	NG	Year
6	2814	2680	2001	114	1926	952	1994
8	2282	3315	2002	14	1511	1768	1995
3	2399	3355	2003	12	1249	2088	1996
4	2973	3070	2004	16	1304	2297	1997
3	3889	3013	2005	8	1506	2429	1998
4	4284	3136	2006	11	2284	2312	1999
6	4927	2805	2007	11	2644	2479	2000

المصدر: المرجعين [17]، [20]



المصدر: نفس المرجعين [17]، [20]

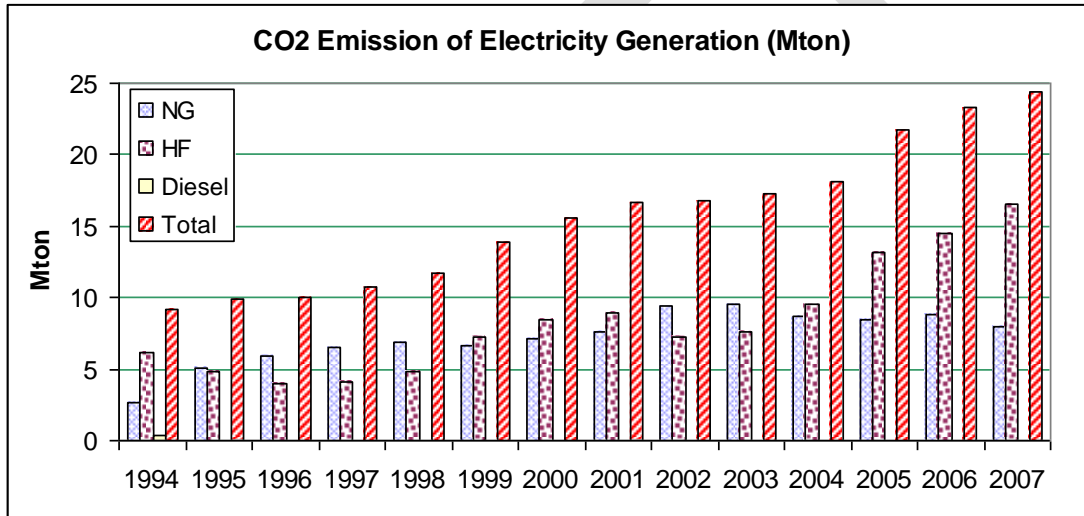
الشكل (14): تطور الطلب على الوقود في توليد الكهرباء للفترة 1994-2007.

3-3- انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من قطاع توليد الكهرباء

يبين الشكل (15) تطور انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من قطاع توليد الكهرباء حسب نمط الوقود المستهلك. أما بقية غازات الدفيئة المنبعثة من هذا القطاع والمتمثلة بغاز الميثان (CH₄) وغاز النتروز (N₂O) فلم تتجاوز 0,5% خلال جميع السنوات. لقد ازدادت كمية إصدارات ثاني أكسيد الكربون من حوالي 9 مليون طن عام 1994 إلى ما يقرب من 24 مليون طن في عام 2007 مسجلةً

معدل نمو سنوي وسطي قدره 8%. ولقد أصدر قطاع التوليد أكثر من 40% من مجمل إصدارات عام 2005²⁶.

إن التحول إلى استخدام الغاز الطبيعي بدل الفيول في هذا القطاع خلال الفترة 2000-2004 قد حد بشكل ملموس من معدل النمو السنوي للإنبعاثات (4%) إلا أن تراجع مساهمة الغاز من جديد خلال الفترة 2005-2007 أدى إلى تزايد معدل هذا التطور ليصل إلى 10%.

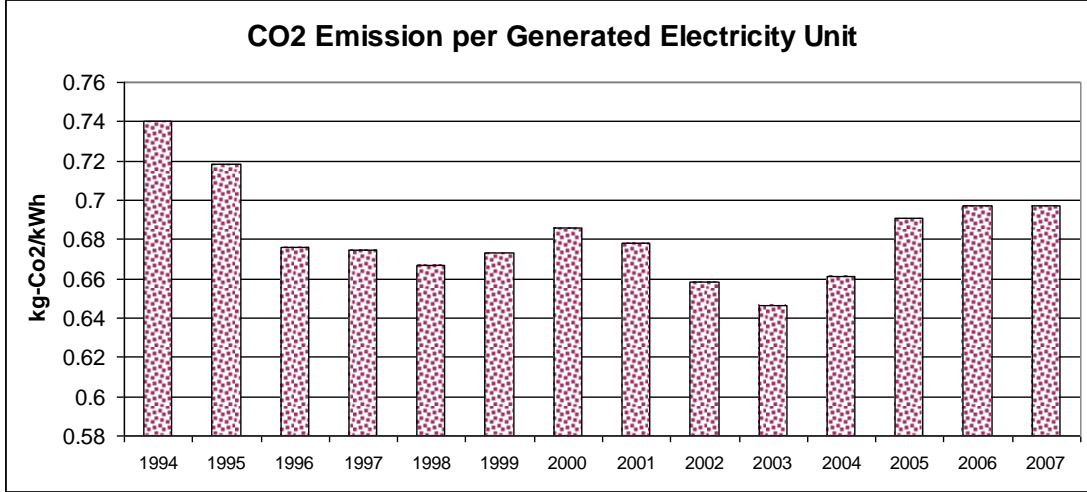


الشكل (15): تطور انبعاث قطاع التوليد لثاني أكسيد الكربون حسب نمط الوقود.

ويبين الشكل (16) تطور معدل الإنبعاث النوعي لثاني أكسيد الكربون لوحد الكهربياء المولدة للمحطات العاملة على الوقود الأحفوري من حوالي 0,74 kg CO₂/kWh خلال الفترة 1998-1994 إلى حوالي 0,685 kg CO₂/kWh عام 2000، ليتأرجح عند مستوى 0,69 للسنوات

A. Hainoun, M. K. Seif-Eldin, A. Alkhatib, S. Almoustafa, 2004. Analysis of ²⁶ Energy and Electricity Demand Projection and Identifying the Optimal Expansion Strategy of Electric Generation System in Syria (Covering the period 1999-2030), AECS-NE/FRSR 316

الثلاث الأخيرة. ويعزى هذا التآرجح إلى تغير نسبة الوقود الثقيل والغاز الطبيعي المحروق في عمليات التوليد حيث يقابل التراجع زيادة نسبة الغاز الطبيعي المستهلك في قطاع التوليد.



الشكل (16): تطور معدل الانبعاث النوعي لغازات الدفيئة في قطاع التوليد

3-4- تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة في قطاع التوليد حتى عام 2030

يعتمد قطاع توليد الكهرباء في سورية على الوقود الأحفوري بنسبة تفوق 80%، وسيواجه هذا القطاع تحديات كبيرة في تخفيض هذا الاعتماد بهدف تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. ولتقييم أثر الإجراءات المتبناة في سياسة التوسع المستقبلية لنظام التوليد على تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة سيتم عرض سيناريوهين للتزود بالطاقة الكهربائية هما:

- سيناريو التزود المرجعي،
- وسيناريو التخفيف يعتمد على تحقيق الإجراءات التالية:
- تحسين المستوى التقني للمحطات بهدف رفع المردود مع تحسين أدائها لرفع معامل الحمل؛
- استبدال وقود الفيول الثقيل بالغاز الطبيعي؛
- تحسين الكفاءة بزيادة الاعتماد على الدارة المركبة لمحطات التوليد؛
- زيادة مساهمة التكنولوجيات النظيفة من خلال زيادة الاعتماد على الطاقات المتجددة والطاقة النووية؛
- تخفيض الضياعات الفنية والاستمرار غير المشروع في مجال التوزيع.

وفيما يلي عرض مفصل لذلك

3-4-1- تطور نظام التوليد للسيناريو المرجعي

تعتمد معطيات هذا السيناريو على الفرضيات المعتمدة في تطوير إستراتيجية التزود المثلى المفصلة في المرجعين²⁷ و²⁸ وقد جرى حساب كمية انبعاث ثاني أكسيد الكربون لهذا السيناريو وفقاً لإرشادات IPCC²⁹، والقيم المرجعية للوقود السوري. وجرى اعتماد النتائج كقيم مرجعية مقارنة (base-line) لموازنة نتائج سيناريو التخفيف بها بخصوص تخفيف الانبعاثات.

وفقاً لهذا السيناريو ستزداد كمية الكهرباء المنتجة من 34.14 تيراواط ساعي عام 2005 إلى 148,4 تيراواط ساعي عام 2030. ولتوليد هذه الكمية من الكهرباء فإن الاستطاعة المركبة ستتمو من 6200 ميغاواط عام 2005 إلى 29600 ميغاواط عام 2030 ما يقابل إضافة سنوية وسطى تقرب من 1000 ميغاواط لمجابهة نمو الطلب وتعويض المحطات المتقادمة. وستوزع الاستطاعة المضافة بمعدل 14360 ميغاوات من المحطات العاملة بالدارة المركبة، 12200 ميغاوات من المحطات البخارية العاملة على الفيول، 900 ميغاوات من العنفات الغازية إضافة إلى محطتين تعملان بالوقود النووي (600 ميغاوات في الفترة بين 2020 و2025، و1000 ميغاوات في الفترة اللاحقة)؛ و 300 ميغاوات عنفات ريحية، في حين لا تملك أي من مصادر الطاقة المتجددة الأخرى - وفق فرضيات السيناريو المرجعي - المزايا التنافسية التي تمكنها من ردف المنظومة الكهربائية بأي استطاعة.

وسينمو الطلب على وقود التوليد وفق ما يلي:

7 مليون طن مكافئ عام 2005 (58% للفيول، و 42 % للغاز)

11 مليون طن مكافئ عام 2015 (78,3% للغاز، و 20.4% للفيول، و 1,3% للديزل)

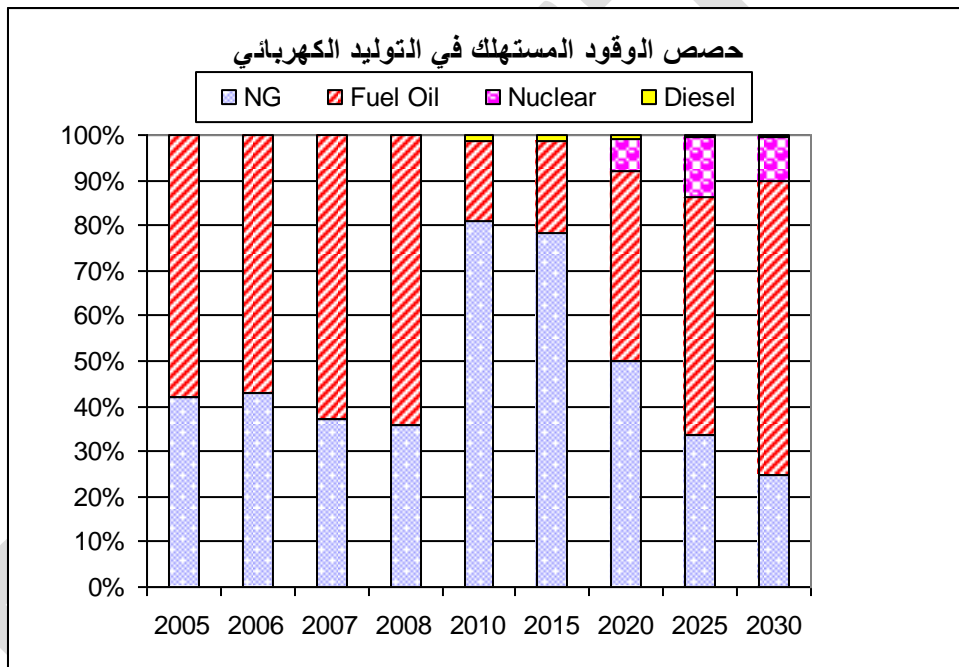
²⁷ نفس المرجع 25

²⁸ Gas Movement in Syria, Ministry of Oil and Minerals resources (2009)

²⁹ Manual for the UNFCCC non-Annex I, GHG Inventory Software, Version1.3.2

30 مليون طن مكافئ عام 2030 (24,6% غاز و 65,2% فيول بالإضافة إلى 9,7% وقود نووي و0,5% ديزل) وفق ما هو مبين في الشكل (17).

وتبين نتائج توزيع الكهرباء المولدة حسب نمط الوقود أن حصة الكهرباء المولدة بواسطة الغاز سوف تزداد وصولاً إلى 83% عام 2017 ثم ستتراجع وصولاً إلى حوالي 31% في نهاية فترة الدراسة. ويتوقع أن يساهم الفيول في تعويض هذا التراجع، كما ستساهم الطاقة النووية بعد عام 2020 بحصة تصل إلى 7.5% [5].



الشكل (17): تطور مساهمة أنماط الوقود المستهلكة في التوليد الكهربائي (السيناريو المرجعي).

3-4-2- تطور نظام التوليد لسيناريو تخفيف الانبعاثات

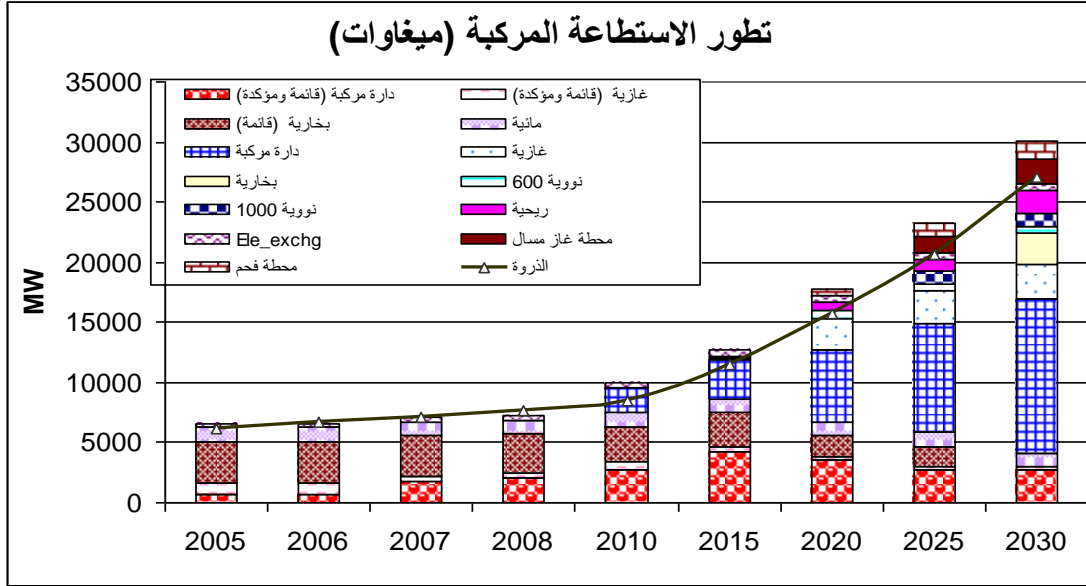
يعتمد هذا السيناريو على تبني سياسة أكثر مراعاة للمتطلبات البيئية، ويهدف إلى زيادة مساهمة الطاقة المتجددة في سياسة التزود المستقبلي وتقليل الاعتماد الوطني على الوقود الأحفوري، والحد من انبعاثات غازات الدفيئة في قطاع التوليد. وقد اعتمدت في هذا السيناريو خيارات العنفات الريحية والخلايا الكهروضوئية في عمليات توليد الكهرباء والمركبات الشمسية في التطبيقات الكهحرارية وفق الفرضيات التالية:

- مساهمة عنفات التوليد المائي الصغيرة بقدرة تصل إلى 200 ميغاوات لغاية عام 2030، -
- رفع مساهمة الطاقة الريحية لتصل إلى 2000 ميغاوات لغاية عام 2030،
- تخفيض الفاقد الكلي في شبكات النقل والتوزيع إلى 12% نهاية الدراسة
- إدخال محطات كهروضوئية باستطاعة 2000 ميغاوات لغاية عام 2030،
- إدخال محطات مزارع شمسية باستطاعة لا تقل عن 1000 ميغاوات لغاية عام 2030،
- زيادة مساهمة الغاز الطبيعي في عملية التوليد لاسيما في الفترة 2015-2030 ؛
- إدخال محطة توليد عاملة على الغاز المسال بعد عام 2020؛
- تبني الخيار النووي وإدخال محطتين نوويتين إلى الخدمة بعد عام 2020

وستصل حصة الاستطاعة المركبة للطاقات المتجددة (عدا المائية) إلى حوالي 15.3% عام 2030! وستكون مساهمة المحطات العاملة على الفيوول نسبة 8% عام 2030 ومساهمة الطاقة النووية ستصل إلى حوالي 5%.

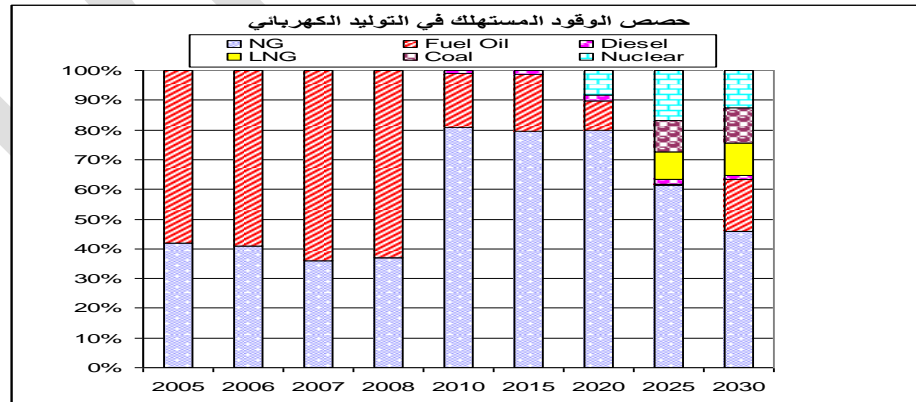
إن إجمالي الاستطاعة المضافة للسنياريو البديل أعلى منها للسنياريو المرجعي بحوالي 3000 ميغاوات، ويعود ذلك إلى زيادة نسبة مساهمة محطات الطاقة المتجددة التي تتميز بمعامل إتاحية منخفض ما يفرض بدوره رفع الاستطاعة المركبة للوصول لمستوى التوليد المطلوب.

ويبين الشكل (18) التوسع المتوقع لنظام التوليد بالنظر للاستطاعة المركبة وحمل الذروة لغاية عام 2030. حيث يتضح أن تركيبة نظام التوليد المستقبلي تظهر تنوعاً كبيراً في أنماط المحطات المساهمة مع زيادة واضحة في حصة محطات الدارة المركبة العاملة وتنامي دور محطات الطاقة المتجددة والمحطات النووية. بعد عام 2020.



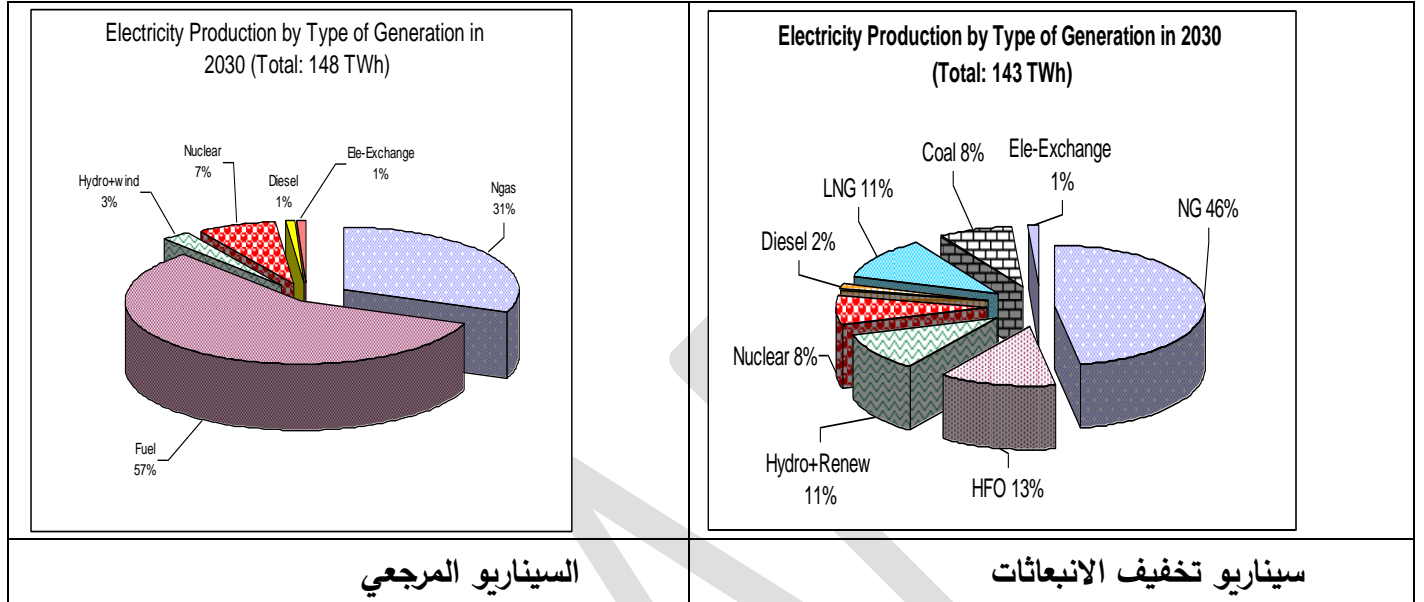
الشكل (18): التوسع الأمثل للاستطاعة المركبة مقارنةً مع النمو المتوقع للطلب على حمل الذروة الداخلي (سيناريو تخفيف الانبعاثات).

إن إنتاج الكهرباء سوف يزداد من 34,14 TWh في عام 2005 إلى 141 TWh في عام 2030. وبالنتيجة فإن كمية الوقود المستهلك لتلبية هذا التطور سوف تزداد من حوالي 7 Mtoe في عام 2005 (42% غاز، 58% فيول) إلى حوالي 22,8 Mtoe في عام 2030 (46% غاز و 29% فيول و 11% غاز مسال و 13% وقود نووي).



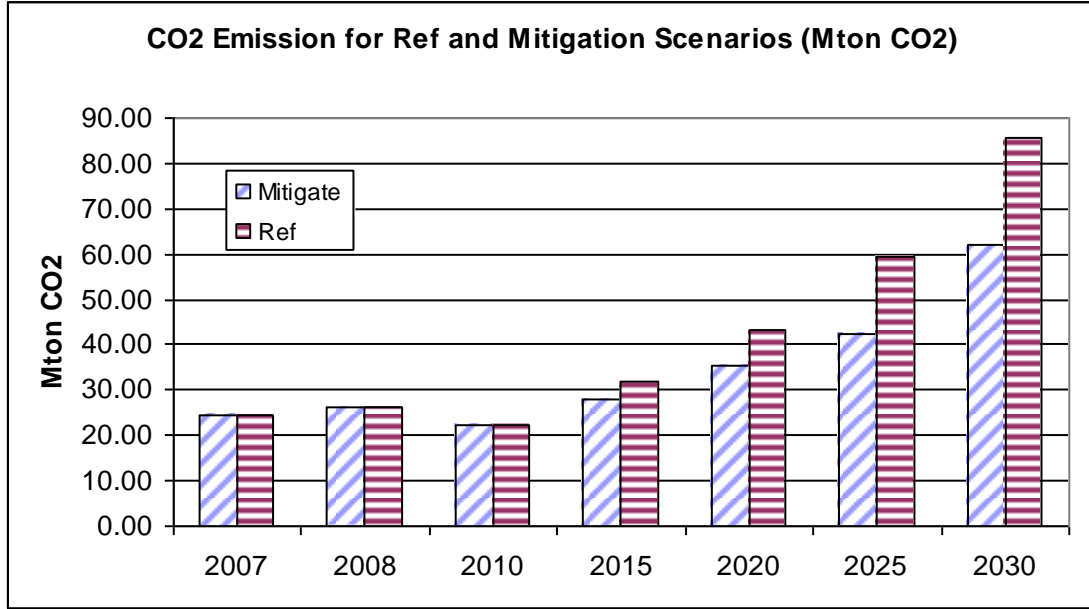
الشكل (19): توزيع حصص الوقود المستهلك في التوليد الكهربائي (سيناريو تخفيف الانبعاثات).

يبين الشكل (20) مقارنة بين توزيع الكهرباء المولدة عام 2030 للسيناريو المرجعي وسيناريو التخفيف حيث يلاحظ أن حوالي 11% من الكهرباء ستولد بالطاقة المتجددة (بما فيها المائية) مقارنة مع حوالي 3% للسيناريو المرجعي.



الشكل(20): توزيع الكهرباء المنتجة عام 2030 حسب نمط التوليد للسيناريو المرجعي وسيناريو التخفيف

تظهر المقارنة تراجع كمية انبعاثات غازات الدفيئة (CO2) لسيناريو التخفيف مقارنة مع السيناريو المرجعي الشكل(21). حيث يلاحظ أن تراجع الانبعاثات ستبدأ اعتباراً من عام 2010 بكمية بسيطة تبلغ حوالي 11 كيلوطن ثم ستنمو لتصل إلى حوالي 3,7 مليون طن عام 2015، 8 مليون طن، 17 مليون طن و 23 مليون طن للأعوام ، 2020 ، 2025، و2030 على التوالي مسجلةً بذلك معدل تراجع سنوي وسطي يقرب من 13% للفترة 2015-2030. وتدل هذه القيم إلى أن معدل خفض الانبعاثات لسيناريو التخفيف مقارنة مع السيناريو المرجعي سيصل عام 2015 إلى حوالي 11% ثم سينمو إلى حوالي 27% عام 2030. المضطرد في حصة الغاز الذي سيزيح الفيوول المسيطر حالياً وصولاً لعام 2020، وهي الفترة الشكل التي يتوقع فيها وصول الغاز المتاح للتوليد لقيمه العظمى ثم ستراجع حيث ستعوض المساهمة المتزايدة للطاقات المتجددة والطاقة النووية هذا التراجع.



الشكل (21) مقارنة بين انبعاثات غازات الدفينة (CO2) لسيناريو التخفيف مع السيناريو المرجعي

النتيجة : ستنمو انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو المرجعي من حوالي 24,6 مليون طن عام 2007 إلى ما يقرب من 86 مليون طن عام 2030 مقارنةً مع 62 مليون طن لسيناريو التخفيف. وعليه ستؤدي الإجراءات المتبناة في سيناريو التخفيف والمتمثلة بزيادة حصة تكنولوجيات التوليد النظيفة مع خفض الفاقد في منظومة النقل والتوزيع إلى نتائج ملموسة في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لنظام التوليد. وسيبدأ أثر الإجراءات المفترضة اعتباراً من عام 2015 حيث دلت المقارنة مع السيناريو المرجعي أن معدل الخفض سيصل عام 2030 إلى حوالي 27% من مجمل انبعاثات قطاع التوليد للسيناريو المرجعي. وتدل نتائج سيناريو التخفيف أن معدل التخفيض المحقق يعود بالدرجة الأولى لزيادة مساهمة الغاز الطبيعي والدارة المركبة إضافة لتنامي حصة الطاقات المتجددة التي ستصل مساهمتها في كمية الكهرباء المولدة لأكثر من 11% عام 2030 مقارنة مع نسبة لا تتعدى 3% للسيناريو المرجعي.

4- قطاع النقل في الجمهورية العربية السورية

4-1- واقع قطاع النقل

يعتبر قطاع النقل أحد القطاعات الأساسية في الاقتصاد الوطني. ويهدف تشغيل واستثمار قطاع النقل إلى تحقيق التوازن والتكامل بين عناصر النقل الثلاث: البضائع والركاب المراد نقلهم المركبات أو وسائل النقل (سيارات، قطارات، بواخر، طائرات....) مرافق النقل (الطرق، الجسور، الأنفاق، السكك الحديدية، المرافئ، المطارات، وغيرها) ويتألف قطاع النقل من القطاعات الفرعية التالية:

النقل بالسيارات (النقل الطرقي)	الطرق
النقل في المدن	النقل بالقطارات
النقل الجوي	النقل البحري
النقل بالأنابيب	

ولكل من هذه القطاعات إدارات حكومية تشرف على أعمالها وتتبع هذه الإدارات إلى وزارة النقل باستثناء النقل بالأنابيب الذي يتبع لوزارة النفط والثروة المعدنية . ولقد بلغ عدد العاملين في وزارة النقل والجهات التابعة لها 42915 عام 2008 كما بلغ عدد العاملين في النقل في القطاع الخاص 320259 عاملاً (وفق ما ورد في تصريح لوزير النقل في جريدة بلدنا عدد يوم الاثنين 2009/10/19).

4-2- استهلاك الوقود في قطاع النقل

عند وضع سياسات وخطط تطوير نظم النقل لابد من مراعاة كثافة استهلاك الطاقة وكميات انبعاثات الاحتباس الحراري في كل منها. يبين الجدول (15) كثافة استهلاك الطاقة بوحدة غ نبط

مكافئ للطن كم بالنسبة لنقل البضائع وغرام نفط مكافئ للراكب كم بالنسبة لنقل الركاب³⁰، ويظهر من الجدول أن ترتيب نظم نقل البضائع حسب الأولويات هو: النقل بالأنابيب، النقل بالقطارات، النقل النهري، النقل البحري، النقل الطرقي، النقل في المدن، النقل الجوي. أما ترتيب نقل الركاب هو: القطارات، الباصات، الدراجات الهوائية، السيارات الخاصة الفردية، النقل الجوي.

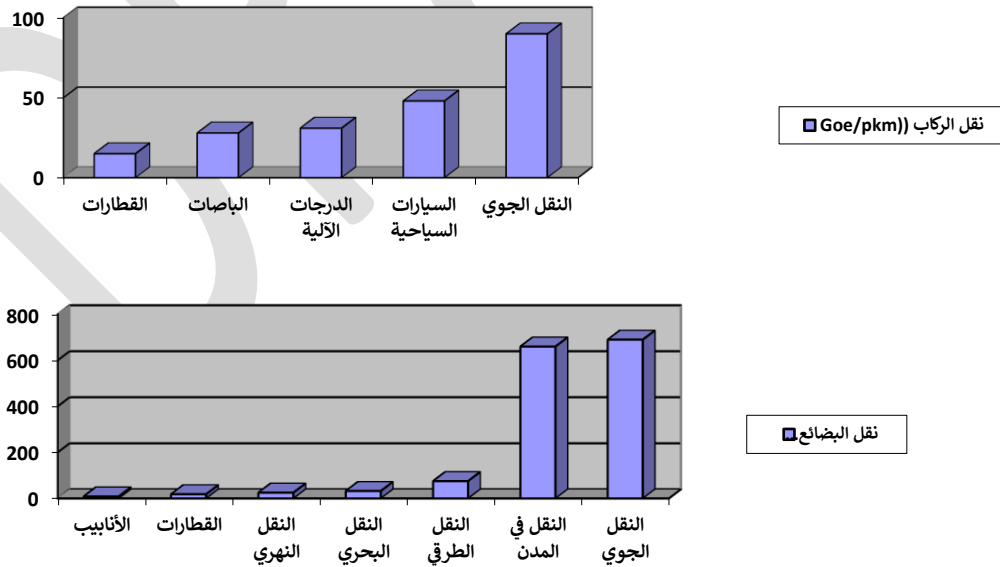
الجدول (15): كثافة استهلاك الطاقة في نظم النقل المختلفة

Freight transport Goe/tkm	Pipes	trains	River	sea	road	Urban distribution	Air
	8.5	18	25	32	75	660	690

Passengers transport Goe/pkm	trains	buses	Cycles	Cars	Air
	15	28	31	48	90

المصدر: المرجع [30]

يبين الشكل (23) معدلات استهلاك الطاقة في نظم النقل المختلفة



الشكل (23) معدلات استهلاك الطاقة في نظم النقل المختلفة

4-2-1- تأثير سرعة السيارة على استهلاك الوقود

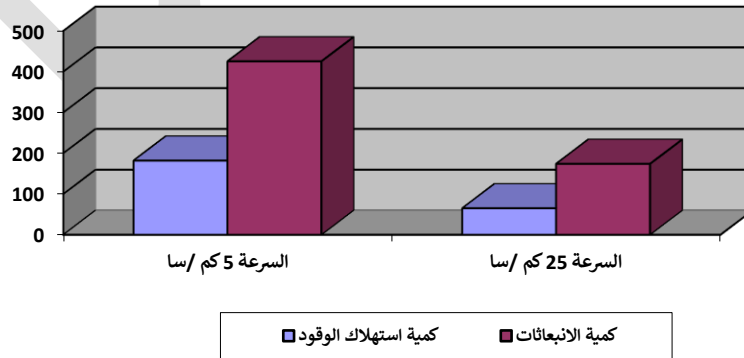
يتوقف استهلاك الوقود وكمية انبعاثات CO₂ في المركبة بشكل كبير على سرعة المركبة فعندما تنخفض السرعة في فترات الاختناقات المرورية في المدن إلى حوالي 5 كم/سا يزداد استهلاك الوقود وكمية انبعاثات CO₂ بحوالي ثلاث مرات بالمقارنة مع سرعة الحركة المقدره ب 25 كم/سا. يبين الجدول (16) كمية انبعاثات غاز CO₂ وكمية استهلاك الوقود تبعاً لسرعة المركبة (سيارة خاصة فردية بنزين) في المدينة وللسرعة على الطرقات والسرعة على الأوتستردادات (الطرق السريعة)

الجدول (16) كمية انبعاثات غاز CO₂ بوحدرة غ / كم وكمية استهلاك الوقود بوحدرة (غ/كم)

V (km/h)	CO ₂ (g/km)	Fuel consumption (g/km)	Traffic type
5	425.5	182	Slow urban
25	174	65	Fluid urban
40	148	54.5	Slow road
70	140	51.5	Fluid road
100	151	56	Motorway
120	162	60	Motorway

المصدر : www.wikipedia.org، الأسطول

يبين الشكل (24) كمية انبعاثات غاز CO₂ وكمية استهلاك الوقود غ/كم تبعاً لسرعة المركبة في المدينة (سيارة خاصة فردية بنزين)



الشكل (24) كمية انبعاثات غاز CO₂ وكمية استهلاك الوقود غ/كم تبعاً لسرعة المركبة في المدينة

4-2-2- استهلاك المازوت في قطاع النقل

يبين الجدول (23) مجموع استهلاك المازوت في قطاع النقل خلال العام 2005

الجدول (23) مجموع استهلاك المازوت في قطاع النقل العام 2005

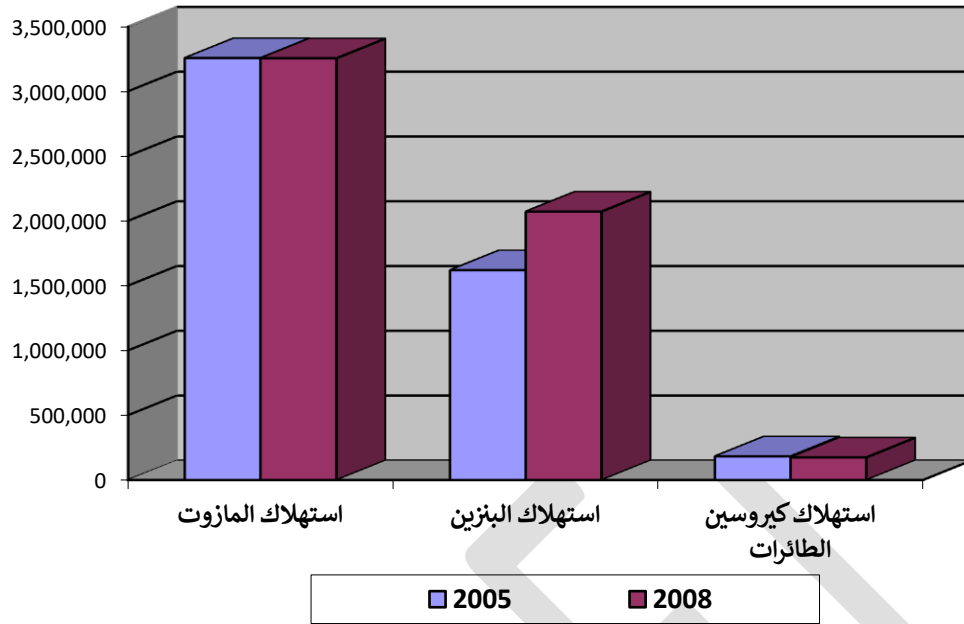
مجموع الاستهلاك خلال عام 2005		البيان
ألف طن	ألف لىتر	
2639.38	3149618	النقل البري
33.08	39473.6	النقل بالجرارات
45.73	54574	القطارات
7.11	8480	النقل البحري
4	4773	النقل بالأنابيب
2729.3	3256919	المجموع العام

المصدر : اللجنة الوطنية للطاقة، تقرير استهلاك الطاقة في قطاع النقل 2009

بلغ المجموع العام لاستهلاك المازوت في قطاع النقل 38,71 % من إجمالي استهلاك المازوت في قطاعات الاقتصاد الوطني في الجمهورية العربية السورية عام 2005

4-2-3- استهلاك البنزين في قطاع النقل :

لقد بلغت كمية البنزين المباعة في السوق السورية عام 2008 مقدار 1992999 طن بنزين ممتاز و78913 طن بنزين عادي ويفترض أنها تستهلك بمعظمها في السيارات السياحية وسيارات البيك آب والدراجات الآلية. يبين الشكل (25) كميات استهلاك البنزين والمازوت وكيروسين الطائرات خلال عامي 2005 و 2008 .



الشكل (25) كميات استهلاك المازوت و البنزين وكيروسين الطائرات في قطاع النقل خلال عامي 2005 و 2008

4-2-4- إجمالي استهلاك الوقود في قطاع النقل خلال العام 2005

يبين الجدول (30) إجمالي استهلاك الوقود والعمل النقل في قطاع النقل في الجمهورية العربية السورية خلال عام 2005

الجدول (30) إجمالي استهلاك الوقود والعمل النقل في قطاع النقل في ج ع س خلال عام 2005

المجموع	طائرات	قطارات	باصات ميكروباصات	سيارة صغيرة	واسطة النقل
نقل الركاب بين المدن					
52207	116	622	41050	10419	الحركية (مليون راكب - كم)
624.9	5.6	2.9	377.6	238.8	استهلاك الطاقة (Ktoe)

نقل الركاب داخل المدينة					
42178	-	-	27027	15151	الحركية (مليون راكب - كم)
1208.7	-	-	341.8	866.8	استهلاك الطاقة (Ktoe)
نقل البضائع					
المجموع	أنابيب	قطارات	شاحنات خارج المدينة	شاحنات داخل المدينة	واسطة النقل
63019	19526	2264	32294	8935	الحركية (مليون طن - كم)
1805.8	25	43.8	1255.6	481.1	استهلاك الطاقة (Ktoe)
النقل الدولي والمتنوع					
				574.7	استهلاك الطاقة (Ktoe)
				4214.1	إجمالي استهلاك الوقود في قطاع النقل في سورية (Ktoe)

المصدر : اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

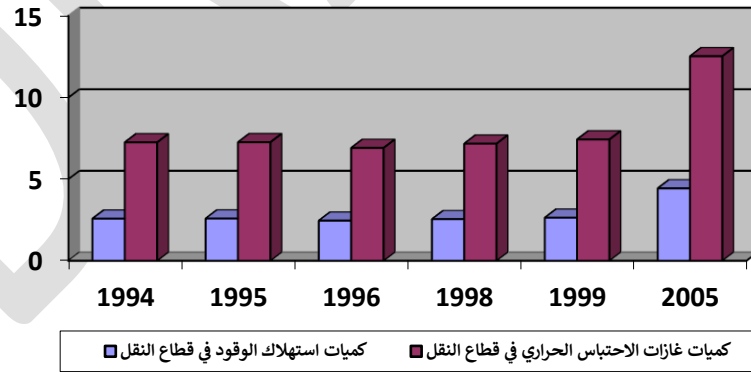
4-3- كميات الانبعاثات من غازات الاحتباس الحراري في قطاع النقل

يعتمد قطاع النقل في سورية بشكل كبير على النقل الطرقي للركاب والبضائع. وقد ازداد عدد المركبات خلال الفترة 1994-2008، من 440976 مركبة عام 1994 إلى 1067529 مركبة في عام 2005 وإلى 1537206 مركبة في عام 2008، يبين جدول (31) والشكل (29) تطور كميات استهلاك الوقود وكميات الانبعاثات من غازات الاحتباس الحراري من قطاع النقل خلال الفترة 1994-2005.

الجدول (31) تطور كميات استهلاك الوقود والانبعاثات من قطاع النقل خلال الفترة 1994-2005

2005	1999	1998	1996	1995	1994	العام
4.44	2.64	2.55	2.46	2.59	2.58	كميات استهلاك الوقود في قطاع النقل مليون طن نفط مكافئ
12.54	7.44	7.18	6.92	7.27	7.26	كميات غازات الاحتباس الحراري في قطاع النقل مليون طن CO2 مكافئ

المصدر: اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور



الشكل (29) كميات استهلاك الوقود والانبعاثات في قطاع النقل خلال الفترة 1994-2005

يبين الجدول (32) كميات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للفترة 1990 - 2010

الجدول (32) كميات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (MtCO₂ eq) للفترة 1990 - 2010

العام	1990	1994	2000	2005	2010
قطاع النقل	5.3	7.5	10	12.5	15.5

اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

وبين الجدول (33) كميات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في قطاعات النقل الفرعية عام 2005

الجدول (33) كميات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في قطاعات النقل الفرعية عام 2005

كمية الانبعاثات (كيلو طن)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
قطاع النقل	12457	1.7225	0.1386
النقل الجوي	383.52	0.006	0.024
النقل الطرقي	11917.29	0.000	0.000
النقل بالقطارات	133.22	1.695	0.112
النقل البحري	11.33	0.020	0.002
النقل بالأنايب	11.6	0.0015	0.0002

المصدر: اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

تحسب كمية CO₂ باستخدام المعادلة التالية:

كمية CO₂ = كمية الوقود المحروقة X معامل الإصدار X معامل الأكسدة

إن قيمة معامل الأكسدة هي 0,99 بالنسبة للنفط والمشتقات النفطية و 0,995 بالنسبة للغاز الطبيعي وتستخدم في المعادلة وحدات متنوعة منسجمة. وهناك جداول لقيم معامل الإصدار لأنواع الوقود المختلفة.

يبين الجدول (34) كمية الانبعاثات من غاز ثنائي أكسيد الكربون، وغاز الميثان، وغاز النيتروز خلال الفترة 1994 - 2005 في قطاع النقل في سورية

الجدول (34) أجمالي كمية الانبعاثات - خلال الفترة 1994 - 2005

العام	1994	1995	1996	1998	1999	2005
CO2 (Mt)	7.218	7.23	6.88	7.14	7.40	12.46
CH4 (Kt)	1.01	1.016	1.009	1.043	1.045	1.722
N2o (kt)	0.08	0.080	0.077	0.075	0.080	0.139
Mt Co2 eq	7.26	7.27	6.92	7.18	7.44	12.54

المصدر : علي حنون، جرد انبعاثات غاز الدفيئة في قطاع الطاقة في سوريا نيسان 2009

بلغت كمية الطاقة النهائية الكلية المستهلكة في عام 2005 في سوريا 15,25 مليون طن نبط مكافئ توزعت بنسب 27% في قطاع النقل، و 23% في القطاع المنزلي ، و 19% في قطاع الصناعة، و 11% في قطاع الزراعة، و 7% للبناء، و 7% للصناعة الاستخراجية، و 6% في القطاع الخدمي. توزع هذا الاستهلاك حسب نوع الوقود بنسبة 72% للمشتقات النفطية، و 10% للغاز الطبيعي، و 15% للكهرباء ، و 3% للوقود التقليدي غير الأحفوري. بلغ إجمالي انبعاثات CO2 بحسب المنهجية المرجعية عام 2005 حوالي 55,58 مليون طن مكافئ CO2 يبين الجدول (35) نسب انبعاثات CO2 عام 2005 تبعاً لنوع الوقود

الجدول (35) نسب انبعاثات CO2 عام 2005 تبعاً لنوع الوقود %

الديزل	الفيول	الغاز الطبيعي	البنزين	الغاز المسال	الفحم البترولي	غاز الحرق	الكيروسين
34	29	24	6	4	1	1	1

المصدر : اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-2030 ، رئاسة مجلس الوزراء ، 2008، التقرير قيد الصدور

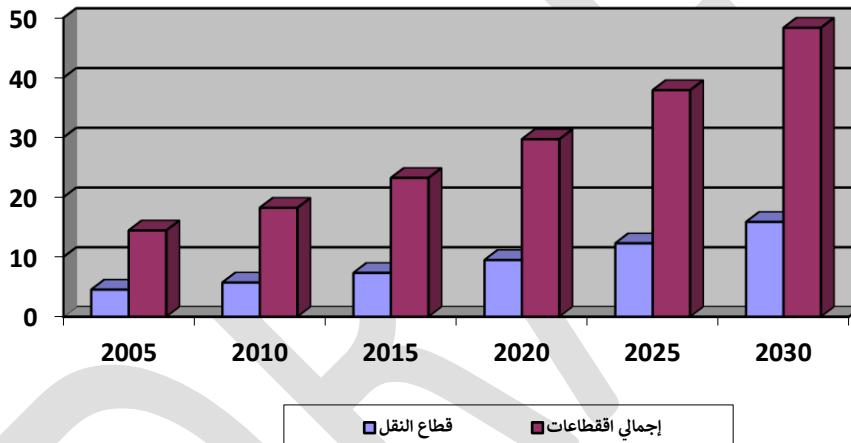
تتجاوز حصة غاز CO2 95% وتشكل حصة غاز CH4 4,4% وحصة غاز النيتروز 0,6% يساهم قطاع النقل ب 22% من انبعاثات CO2 ، و 10,2% من انبعاثات CH4، و 15,4% من انبعاثات N2O.

يبين الجدول رقم (36) والشكل (30) تقديرات تطور الطلب النهائي على الطاقة في قطاع النقل وإجمالي القطاعات (Mtoe) خلال الفترة 2003 - 2030

الجدول (36) تقدير تطور الطلب على الطاقة في قطاع النقل وإجمالي القطاعات خلال الفترة 2003 - 2030

العام	2003	2004	2005	2007	2010	2015	2020	2025	2030
قطاع النقل (Mtoe)	4.212	4.372	4.538	4.979	5.723	7.337	9.493	12.286	15.870
إجمالي القطاعات (Mtoe)	13.233	13.825	14.446	15.853	18.235	23.237	29.714	37.918	48.359

المصدر : اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور



الشكل (30) تقدير تطور الطلب النهائي على الطاقة في قطاع النقل وإجمالي القطاعات (Mtoe) خلال الفترة 2005-2030

يبين الجدول رقم (37) استهلاك الطاقة والانبعاثات في قطاع النقل لعام 2005

جدول رقم (38) استهلاك الطاقة والانبعاثات في قطاع النقل لعام 2005

N2O (Kton)	CH4 (Kton)	Co2 per 1 toe (t)	Co2 emissions (Mt)	كمية الطاقة المستهلكة (Mteo)	استهلاك الطاقة والانبعاثات
0.13	1.72	2.7	12.35	4.53	قطاع النقل

0.491	12.25	-	58.98	21.33	إجمالي القطاعات بما فيها الغابات وإدارة النفايات
-------	-------	---	-------	-------	---

4-4-4 إجراءات تخفيض انبعاثات الاحتباس الحراري في قطاع النقل ، وحساب كمية التخفيض الحاصلة في كل إجراء مقترح

كانت نسبة المشتقات النفطية المستخدمة في قطاع النقل على المستوى العالمي في عام 1971 بحدود 33% ازدادت إلى 47% عام 2005 ويقدر أن تزداد إلى 54% عام 2030، وعلى الرغم من سياسات تشجيع استخدام الغاز الطبيعي والوقود النباتي التي اتخذتها بعض الدول إلا أن نسبة النفط إلى إجمالي الطاقة المستخدمة في قطاع النقل يقدر أن تبقى حتى عام 2030 ثابتة بحدود 95%. كان منتج السيارات الأوروبية، في عام 2003 ، ينتجون السيارات الأقل تلويثاً للجو والتي تصدر بالمتوسط 163 غ/CO2/كم ، بالمقابل في اليابان 172 غ/CO2 / كم، وفي كوريا 179 غ/CO2/كم، وتعهد هؤلاء المنتجون بتخفيض إصدارات CO2 من السيارات السياحية الحديثة إلى 140 غ/CO2/كم عام 2008 في أوروبا وعام 2009 في آسيا وتخفيض الإصدار إلى 120 غ/CO2/كم عام 2012 وذلك يؤدي إلى تخفيض استهلاك الوقود في السيارات السياحية الحديثة بمقدار 25%.

إن السيناريو البديل لسياسات الطاقة الموضوع من قبل وكالة الطاقة الدولية يرسم للدول إجراءات مماثلة للإجراءات الموصوفة أدناه وسيؤدي هذا السيناريو إلى تخفيض الطلب العالمي على النفط في قطاع النقل بمقدار 12% بالمقارنة مع السيناريو المرجعي.

4-4-4-1 الخيارات التقنية لزيادة كفاءة استهلاك الوقود

يمكن إبراز الاتجاهات الرئيسية التالية لتحسين كفاءة استهلاك الوقود في قطاع النقل:

أ- تحسين المحركات الحالية

تخفيض أبعاد ومقاييس المحرك مع زيادة استطاعته باستخدام ضاغط الهواء ومبرد الهواء (تخفيض استهلاك الوقود حتى 25%)
الضبط المتغير لزمن فتح وإغلاق الصبابات
الضبط المتغير لنسبة الانضغاط في مختلف الأسطوانات
استخدام أجهزة نقل الحركة المتطورة
إطفاء المحرك عند التوقفات على إشارات المرور في المدن (تخفيض استهلاك الوقود بنسبة حوالي 10%)

ب- التحول من البنزين إلى الديزل

في عام 2003 كانت كمية CO₂ المنبعثة من السيارات الأوروبية المتوسطة العاملة على البنزين هي 171 غ CO₂/كم والعاملة على الديزل 157 غ CO₂/كم أي أقل بنسبة 8%.
تضاعفت حصة السيارات السياحية العاملة على الديزل في أوروبا من 22.2% عام 1995 إلى 44.4% عام 2003 وهذه النسبة أعلى من النسبة في اليابان والولايات المتحدة الأمريكية وخلال هذه الفترة انخفضت انبعاثات CO₂ المنطلقة من السيارات الجديدة المباعة في دول الاتحاد الأوروبي بنسبة 11.8% أما تلوث الهواء فيعالج باستخدام تقانات المحولات الحفازة.

ج- السيارات الهجينة الكهربائية HEVs

السيارة الهجينة هي سيارة تستخدم نوعين أو أكثر من مصادر الطاقة وحالياً الكهرباء من البطارية والطاقة الميكانيكية من محرك احتراق داخلي صغير، هذه السيارات تشكل حلاً واعداً في قطاع النقل خلال العقود القادمة. وقد تصدرت شركة تويوتا المبادرة في هذا المجال وقد أدخلت السيارة الهجينة " بروس" إلى السوق اليابانية في كانون الأول 1997 وفي السوق الأوروبية عام 2000 وقد بيع من هذه السيارة حتى بداية عام 2004 حوالي نصف مليون سيارة. وهناك شركات عالمية تشتري ترخيص التصنيع لهذه السيارة من تويوتا أو تطور السيارات الهجينة الخاصة بها. تشكل مبيعات السيارات الهجينة في العالم أقل من 1% من إجمالي سوق السيارات العالمي.

يبين الجدول (39) مقارنات بين سيارات هجينة وسيارات غير هجينة لنفس المنتج أي أن السيارات من بنية مماثلة ما عدا المحرك. إن السيارة الهجينة أعلى بمقدار الثلث من السيارة ذات المحرك الواحد ولكن السيارة الهجينة ذات كفاءة أعلى في الاستفادة من الوقود وخصوصاً عند تشغيلها في المدن. حالياً سعر البنزين في الولايات المتحدة الأمريكية 0,7 دولار/ ليتر وللوصول إلى نقطة التعادل يتطلب الأمر أكثر من 20 سنة بافتراض أن مسير السيارة السنوي هو 20000 كم/سنة. وبافتراض أن سعر ليتر البنزين 1.4 دولار/ ليتر وان المسير السنوي للسيارة هو 30000 كم / سنة تتحقق نقطة التعادل بعد 8 سنوات. يتضح أنه مع تقدم التكنولوجيا ينخفض الفرق في سعر السيارة الهجينة والعادية وبالتالي تنخفض فترة استرداد هذا الفرق من خلال التوفير في نفقات التشغيل.

الجدول رقم (39) مقارنة كفاءة استهلاك الوقود وسعر السيارة الهجينة وغير الهجينة

Honda Civic عادية	Honda Civic هجينة	نوع السيارة
بنزين قياسي	بنزين قياسي	نوع الوقود
15360	20900	سعر المفرق لدى المنتج للسيارة (\$)
7.4 5.7 6.4	4.8 4.6 4.7	كفاءة استهلاك الوقود ليتر /100 كم في المدينة ليتر /100 كم طريق سريع ليتر/100 كم متوسط الحالتين أعلاه
	23	فترة التعادل (0.7 دولار /ليتر، مسير سنوي 20000 كم /سنة)
	15	فترة التعادل (0.7 دولار /ليتر، مسير سنوي 30000 كم /سنة)
	8	فترة التعادل (1.4 دولار /ليتر، مسير سنوي 20000 كم /سنة)

المصدر: Conservation in the Transport Sector Claude Mandil Energy ،

مؤتمر الطاقة العربي الثامن في عمان - الأردن 14-17 أيار 2006

وما زالت تكنولوجيا السيارات الهجينة تتحسن فالحيل الأول من سيارة بروس (شركة تويوتا) أصدر حوالي 120 غ CO2/كم وأصدر الجيل الثاني 104 غ CO2/كم وتتوقف الانبعاثات على ظروف قيادة السيارة. والسيارة الهجينة فعالة أكثر في ظروف التشغيل في المدينة حيث يكثر عدد مرات إيقاف السيارة وإقلاعها. ولكن محرك الديزل يمكن أن يكون ذو كفاءة أعلى لاستهلاك الوقود مقارنة مع السيارة الهجينة ذات محرك البنزين في ظروف التشغيل على الطرق السريعة. حازت تكنولوجيا السيارات الهجينة على الاهتمام في اليابان والولايات المتحدة الأمريكية أما الأوروبيون فقد اتجهوا لاستخدام محركات الديزل التي يمكن أن تحقق كفاءة متقاربة في استهلاك الوقود وتخفيض لانبعاثات CO2 إضافة لذلك فإن السيارة الهجينة بمحرك ديزل تحقق كفاءة أعلى لاستهلاك الوقود من السيارة الهجينة المثيلة بمحرك بنزين. تبين التقديرات أن الإنتاج السنوي للسيارات الهجينة يمكن أن يصل إلى مليون سيارة عام 2010 أو حوالي 2% من سوق السيارات الإجمالي في العالم.

د- سيارات الخلية الوقودية FCVs

سيارات الخلية الوقودية FCVs وهي السيارات التي تعمل بوقود الهيدروجين الذي يتحد مع الأكسجين وينتج عنه الماء وتسمى السيارة ذات التلوث صفر ZEV وهي تؤمن كفاءة إجمالية لاستهلاك الوقود أعلى بمرتين إلى ثلاث مرات بالمقارنة مع سيارات البنزين العادية المزودة بمحرك الاحتراق الداخلي ICE ولا يراعي هذا التقدير الطاقة المصروفة لإنتاج الهيدروجين.

ينفق سنوياً في العالم مبلغ مليار دولار لتطوير إنتاج الهيدروجين والخلية الوقودية ويتوقع أن الاستخدام الواسع لهذه التقانة سيستغرق عدة عقود، ويتطلب إنشاء بنية تحتية جديدة لتزويد السيارات بالهيدروجين. سيتم إنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي وتحليل الماء بشكل لا مركزي في المراحل الأولى. أما الإنتاج المركزي للهيدروجين فسيتم من الغاز الطبيعي والفحم وهو الأرخص على المدى المتوسط وسيلي ذلك استخدام الطاقة النووية والطاقة المتجددة على المدى البعيد.

تقدر وكالة الطاقة الدولية أن سيارات الخلية الوقودية ستظهر بشكل ملموس مع بدايات عام 2015-2020 وأن حوالي 15% من السيارات السياحية وسيارات البيك آب في العالم ستزود بوقود الهيدروجين عام 2050.

هـ- التقانات الإضافية في السيارة

إن استخدام المكيفات، نقص الصيانة الفنية والأسلوب السيء لقيادة السيارة من العوامل التي تؤدي إلى تخفيض مردود استخدام الوقود وبنسبة تصل إلى 18% في أوروبا. يجري الاهتمام بالتقانات التي تساعد على تحسين كفاءة ومردود السيارة مثل الإطارات الجديدة الكفوءة من وجهة نظر استهلاك الوقود وكذلك نظم إضاءة جديدة ذات فعالية.

و- أنواع الوقود البديلة

تستحق أنواع الوقود النباتية بيوفيولز (BIOFUELS) في هذا الإطار اهتماماً خاصاً لأنها تتمتع بميزتين الأولى سلامة وأمن استمرار الحصول عليها وتخفيض انبعاثات CO2 ولا تتطلب أي تغييرات في تقانات السيارة وقد أصبحت هذا النوع من الوقود موضوع الاهتمام في قطاع النقل بعد الارتفاع الكبير في أسعار النفط.

وصلت حصة أنواع الوقود النباتية في قطاع النقل إلى 0.8% عام 2003 ويحتمل الازدياد السريع لهذه الحصة. النوعان الأساسيان ضمن ال (بيوفيولز) هما الإيثانول والبيوديزل. يقدر إنتاج الإيثانول في العالم ب 46 مليار لتر في نهاية عام 2005 يستخدم 80% في السيارات ويتوزع إنتاجها بنسب 40% في الولايات المتحدة الأمريكية، 40% في البرازيل، 7% في أوروبا. يقدر إنتاج البيوديزل ب 3 مليار لتر منها 2 مليار لتر في أوروبا.

حالياً يترافق إنتاج الإيثانول بانبعاثات CO2 أقل ب 60 - 90% من إنتاج البنزين. يتم إنتاج الإيثانول من قصب السكر في البرازيل والهند بتكلفة معتدلة ويتوسع إنتاج الإيثانول من الأخشاب التي تتميز بوفرته وانخفاض أسعارها. إن كلفة إنتاج الإيثانول من الأخشاب هي تقريباً 62

سنت /ليتر بينما كلفة ليتر واحد من البنزين تقدر ب (55-60) سنت / ليتر عند مستوى 60 دولار لبرميل النفط مع التنويه إلى أن الطاقة الحرارية للإيتانول تقدر ب 3/2 الطاقة الحرارية للبنزين. يبين الجدول (40) النسب المئوية لمستوى خفض انبعاثات CO2 وفقاً للتكنولوجيا المستخدمة أو نوع الوقود

جدول (40) النسب المئوية لمستوى خفض انبعاثات CO2 وفقاً للتكنولوجيا المستخدمة أو نوع الوقود

التكنولوجيا المستخدمة	%
تحسين المحركات الحالية	12 – 25
المركبات الهجينة	10 – 30
المركبات المزودة بخلايا وقود عاملة بالهيدروجين	75 – 100
التقانات الإضافية	8
الديزل العادي بالمقارنة مع البنزين	14
الديزل الحيوي	100
الإيتانول	100
الإيتانول المرن (مزيج إيتانول وبنزين)	0 – 10

المصدر: Conservation in the Transport Sector Claude Mandil Energy ، مؤتمر الطاقة العربي الثامن في عمان- الأردن 14-17 أيار 2006

2-4-4-4 مقادير تخفيض الانبعاثات الناتجة عن الإجراء المقترح خلال العامين 2020 – 2030

يبين الجدول (41) (كميات انبعاثات غازات الدفيئة خلال الفترة 1990-2010

جدول (41) كميات انبعاثات غازات الدفيئة خلال الفترة 1990-2010 (MtCO2 eq)

2010	2005	2000	1994	1990	العام
22.6	18	14	10.5	8.4	توليد الكهرباء
10.6	8.1	6.5	4.9	4.1	الصناعة
15.5	12.5	10	7.5	5.3	النقل
12.4	10.6	8.5	6	5.6	القطاع المنزلي
1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	الزراعة
63	51.1	40.9	30.8	25.3	المجموع

المصدر: المرجع [11]

يتبين من هذا الجدول أن الانبعاثات خلال الفترة 2000-2010 قد ازدادت في قطاع النقل بمقدار 5.5 مليون طن ولو اعتمدنا النسبة ذاتها للفترة 2010-2020 وللفترة 2020-2030 نجد أن مقدار الانبعاثات في عام 2020 سيكون 21 مليون طن وعام 2030 سيكون 26.5 مليون طن وذلك بافتراض أن الوضع يتغير وفق معطيات الواقع الراهن.

إن الانبعاثات داخل المدن تمثل 30% من إجمالي الانبعاثات والباقي 70% تمثل الانبعاثات خارج المدن. ويبين الجدول (42) تقدير الانبعاثات الاجمالية الناتجة داخل المدن وخارج المدن ومقادير انبعاثات النقل الطرقي المقابلة عامي 2020 و 2030.

جدول (42) تقدير الانبعاثات الاجمالية الناتجة داخل وخارج المدن ومقادير انبعاثات النقل الطرقي

2030	2020	البيان
مليون طن CO2	مليون طن CO2	
26.5	21	إجمالي الانبعاثات منها
7.95	6.3	داخل المدن
7.63	6.05	النقل الطرقي
18.55	14.7	خارج المدن
17.8	14.11	من النقل الطرقي

المصدر: المرجع حسابات [معد التقرير]

يوضح الجدول (43) حساب مقادير تخفيض الانبعاثات للإجراءات المقترحة في باستخدام المعادلة التالية: مقدار تخفيض الانبعاثات = نسبة الاستخدام في المركبات X نسبة تخفيض الانبعاثات X كمية الانبعاثات الناتجة عن النقل الطرقي داخل المدن، بافتراض أن الاجراءات المبينة في هذا الجدول تتركز في معظمها على النقل في المدن .

الجدول (43) الإجراء المقترح ومقدار التخفيض الناتج عنه

مقدار تخفيض الانبعاثات		نسبة تخفيض الانبعاثات %		نسبة الاستخدام في المركبات %		الإجراء المقترح
2030	2020					
كيلوطن مكافئ CO2	كيلوطن مكافئ CO2					
488	193.6					تحسين المحركات الحالية
457.9	181.5					المركبات الهجينة
610.6	242					مركبات الخلية الوقودية العاملة بالهيدروجين
244	96.8					التقانات الإضافية
213.7	84.7					الديزل العادي (بالمقارنة مع البنزين)
1526	605					الديزل الحيوي
1526	605					الإيثانول
152.6	60.5					الإيثانول المرن (مزيج إيثانول وبنزين)

5220	2069			المجموع
------	------	--	--	---------

المصدر : حسابات [معد التقرير]

4-4-3- اتجاهات تطوير وتحسين كفاءة منظومة النقل الطرقي للبضائع والركاب

- تحسين مؤشرات النقل (تخفيض زمن الانتقال وكلفة النقل ومعدلات استهلاك الوقود)
- تحديث أسطول السيارات الشاحنة والباصات من خلال استبدال الأسطول القديم والتحفيز على ذلك من خلال إعفاء الاستبدال من الرسوم الجمركية.
- تطوير وتحديث تشريعات نقل الركاب والبضائع بالباصات والسيارات الشاحنة
- تشجيع استبدال شكل الاستثمار الفردي بشكل الاستثمار ضمن شركات وخصوصاً الشركات الكبيرة المساهمة.
- إلغاء صيغة مكاتب النقل البضائع التي تشرف على تنظيم نقل البضائع.
- تفعيل دور اتحاد شركات النقل ليساهم في رفع مستوى الأداء وإعداد وتوفير المعلومات الإحصائية والقيام بالدراسات التحليلية التي تساعد على تطوير النقل الداخلي والدولي ونقل الترانزيت.
- تشجيع تأسيس شركات النقل المتعدد الأنماط وشركات الخدمات اللوجستية للنقل والنقل المتخصص.
- العمل على تحرير النقل بين الدول العربية وحرية تنقل الأشخاص والمركبات والإعفاء المتبادل من الضرائب والرسوم.
- العمل على توفير نظم الاتصال الحديثة وتعميم استخدامها في وسائط النقل
- الانضمام إلى كافة الاتفاقات الدولية للنقل.
- العمل على إلغاء الترفيق للسيارات الشاحنة وتطوير عمل المراكز الحدودية.
- مراقبة تطبيق نظام الحمولات المحورية المسموح بها للحفاظ على سلامة الطرق
- تحسين كفاءة الطرق والعمل على تنفيذ الصيانة المستمرة للطرق وتحسين كفاءة المرور عليها الحسابات التقديرية لمقادير تخفيض انبعاثات النقل الطرقي بين المدن خلال العامين

2030 - 2020

يبين الجدول (44) كميات المركبات العاملة خارج المدن بالوحدات المطلقة والمكافئة خلال عام 2008

الجدول (44) عدد المركبات العاملة خارج المدن بالوحدات المطلقة والمكافئة عام 2008

فئة المركبات	معامل التحويل	عددتها	عددتها المكافئ	نسبة عدد المركبات العاملة بين المدن	عدد المركبات العاملة بين المدن	العدد المكافئ
السيارات السياحية	1	555475	555475	10	56000	56000
الباصات	5	6258	31290	-	4032	20160
الميكروصاف	2	49017	97034	20	40000	80000
الشاحنات	5	215689	1078445	93	200000	1000000
البراد	5	1853	9265	100	1853	9265
الصهريج	5	5718	28590	100	5718	28590
شاحنة صغيرة	1	322652	322652	50	160000	160000
دراجة آلية شاحنة	1	13063	13063	100	13063	13063
دراجة آلية	3/1	205518	68506	50	100000	33000
آلية زراعية	4	144439	120000	20	30000	120000
مركبات أشغال	-	4950	-	-	-	-
نقل وركوب	1	7504	7504	-	-	-
سيارة ذات استعمال خاص	4	5070	20280	20	1000	4000
سيارات الجيش والشرطة	4	300000	1200000	80	240000	960000
مجموع مركبات النقل		1717206	3553104		851666	2484078

المصدر : وزارة النقل ، مديرية النقل الطرقي + [حسابات معد التقرير]

من الجدول نجد أن نسبة المركبات العاملة خارج المدن إلى العدد الإجمالي بالوحدات المكافئة = 70 % كمية الانبعاثات من قطاع النقل الطرقي = 11,917 مليون طن مكافئ CO2 وهي تمثل حوالي 96% من إجمالي انبعاثات قطاع النقل، وتوزع إلى قسمين داخل المدن بحدود 30% أي 3,575 مليون طن وخارج المدن بحدود 70% أي 8,342 مليون طن.

إن إجراءات تطوير وتحسين كفاءة منظومة النقل الطرقي المبينة أعلاه تنقسم إلى إجراءات تقنية هي تحديث أسطول المركبات، وصيانة الطرق وتحسين كفاءتها والإجراءات الأخرى هي إجراءات إدارية تخطيطية وتنظيمية وهي تلعب دوراً مهماً بشكل غير مباشر على تخفيض الانبعاثات. يبين الجدول (45) الإجراءات المقترحة والتخفيض الناتج عنه

الجدول (45) الإجراءات المقترحة والتخفيض الناتج عنه

مقدار التخفيض كيلوطن CO2 مكافئ		نسبة تخفيض الانبعاثات %		الإجراء المقترح
2030	2020	2030	2020	
2670	1411	15	10	تحديث الأسطول
2670	1411	15	10	باقي الإجراءات الإدارية التنظيمية والتخطيطية
2670	1411	15	10	صيانة الطرق وتحسين كفاءتها
8010	4233	45	30	المجموع

المصدر : المرجع حسابات [معد التقرير]

4-4-4 إجراءات تحسين وتطوير منظومة النقل والمرور في المدن السورية

أ- تطوير البنية التنظيمية لقطاع النقل في المدن

- الحد من التوسع العمراني في منطقة دمشق والتوجه لإحداث مدن جديدة بديلة وفق معايير الحاضر والمستقبل.
 - مراعاة متطلبات النقل والمرور في المخططات التنظيمية للمدن.
 - إقامة نظام نقل جماعي حديث متطور في كل مدينة وإقليمها ضمن خطة متكاملة master plan تشكل جزءاً أساسياً من المخطط التنظيمي العام لهذه المدينة.
 - تطوير التشريعات الناظمة للقطاع (إصدار قانون جديد لنقل الركاب) يؤمن تطوير منظومة النقل والمرور على المستوى المركزي والمحلي (الوزارة- المحافظة- المدينة) وإحداث الهيئات المختصة بدلاً من اللجان.
 - اجتذاب الرأي العام للمشاركة في إجراءات التحسين والتطوير.
 - توفير التمويل لهذا القطاع .
 - نظام الشركات بدلاً عن نظام الملكية الفردية.
 - توزيع الأدوار بين القطاع العام والقطاع الخاص والقطاع المشترك.
 - إحداث قسم لهندسة واقتصاديات النقل والمرور تشمل الاختصاصات الثلاثة التالية:
هندسة إنشاء مرافق النقل (الطرق و الجسور والأنفاق، السكك الحديدية، المطارات، المرافق، الأنابيب)
 - استثمار نظم النقل (النقل في المدن، النقل الطرقي، النقل بالقطارات، النقل الجوي، النقل البحري، النقل بالأنابيب)
 - اقتصاديات النقل وفق نظمه أنفة الذكر.
 - تحديث أسطول السيارات وتبسيط سوق السيارات.
 - إعادة النظر بحظر استخدام المازوت في السيارات السياحية والبيك آب بما يتفق مع متطلبات تخفيض انبعاثات الاحتباس الحراري.
 - إعادة النظر بأسس تسعير ودعم أسعار المشتقات النفطية
 - فصل مازوت التدفئة عن مازوت المركبات وتأمين البنى التحتية اللازمة
- ب- تطوير نظم النقل**

- تنفيذ مشروع استخدام الغاز الطبيعي في السيارات والباصات.

- تنفيذ نظم النقل الكهربائية (مشروع مترو دمشق، قطار السكة الواحدة المحمول على أعمدة، خطوط التراموي لنقل الضواحي).
- الإسراع في تنفيذ محطة القطارات في المدخل الشمالي لدمشق.
- شراء باصات جديدة مخصصة للنقل في المدن من القياس الكبير والمتوسط لجميع المدن السورية.
- حسين شبكة خطوط الميكروباصات واللباصات والترابط مع مراكز الانطلاق.
- إحداث النظام الدائم المستمر لمسوحات جمع المعلومات عن منظومة النقل والمرور وتيارات الحركة (للركاب والبضائع والمرور والمشاة).
- استخدام نظم الاتصال اللاسلكية في قيادة عمل سيارات التوكسي وتنظيم عملها في إطار مكاتب أو شركات.
- تشجيع استخدام الدراجات الهوائية والسير على الأقدام وتأمين مستلزمات ذلك.
- المبادرة لإجراء الأبحاث والتجارب لاستخدام السيارات الحديثة الهجينة وكذلك السيارات العاملة على الهيدروجين ذات التلوث صفر ZEV في الظروف المحلية.

ج- تطوير نظم المرور

- دراسة وترتيب حركة المشاة وإحداث ممرات المشاة السفلية والعلوية.
- إقامة نظام لإدارة والتحكم بحركة المرور.
- فصل تيارات المرور في الساحات الدائرية والعقد الطرقية وتطوير شبكة الشوارع والجسور والانفاق.
- حل مشكلة السيارات الواقفة وإشغالات الأرصفة.
- إجراءات تحسين وترتيب وتنظيم تيارات المرور (تخصيص حارة للباسات والميكروباصات، الموجة الخضراء، منع حركة السيارات في بعض الشوارع والمناطق، إقامة مواقف نظامية للباسات والميكروباصات.... إلخ)
- تحسين مواصفات الطرق (المصارف المطرية - المطبات - المسارب)
- تحسين نظام صيانة وإصلاح المرافق العامة (شبكات المياه والمجاري والهاتف والكهرباء) لأن الحفر المتكرر للشوارع يضعف طاقة الشوارع التمريرية ويعرقل المرور.

- حدث مرائب للسيارات السياحية في مراكز الانطلاق وتحت الحدائق والساحات العامة.

4-4-5 إجراءات تخفيض الطلب على النقل وتعديل ذرواته

- دفع الفواتير المختلفة في صالة واحدة في كل حي ومن خلال المصارف.
- العمل على إنجاز توحيد وتبسيط رسوم المركبات والسماح بتسديدها من خلال وكلاء معتمدين على مستوى الحي.
- إزاحة زمن بدء ونهاية الدوام بالنسبة للجهات المختلفة.
- تبسيط الإجراءات الحكومية لتنظيم الخدمات للمواطنين بالاستفادة من التجارب العالمية.

4-4-6 ضبط الحالة الفنية للسيارات وتحسين كفاءة قيادة السيارات

- استكمال إحداث مراكز فحص فني في مديريات النقل.
- مشاركة القطاع الخاص في إحداث مراكز فحص فني حديثة.
- إيجاد لجان فحص فني مختصة لاختبار السيارات في الشوارع (من وزارة البيئة، من المرور أو من النقل أو مشتركة).
- تدريب السائقين على أساليب القيادة التي توفر استهلاك الوقود

4-4-7 تحسين مواصفات الوقود

- تعميم استخدام البنزين الخالي من الرصاص.
- تخفيض نسبة الرصاص المضاف إلى البنزين.
- تخفيض كمية البنزن C_6H_6 والعطريات الأخرى المضافة إلى البنزين.
- تخفيض الكبريت والمركبات العطرية والحلقية في المازوت.
- المبادرة لإجراء الأبحاث والتجارب على استخدام أنواع الوقود الحيوية (الزراعية) بما في ذلك الإيثانول والديزول الحيوي في ظروفنا المحلية.
- منع استخدام الزيوت المكررة في المحركات.

- مراقبة ومنع ظاهرة مزج الكيروسين مع البنزين وغيرها.

4-5 - الحسابات التقديرية لمقادير تخفيض انبعاثات النقل في المدن خلال الفترة 2020 - 2030

نسبة المركبات العاملة داخل المدن بالوحدات المكافئة = 30 % من إجمالي المركبات العاملة في سوريا بالوحدات المكافئة يقابلها نسبة مماثلة من انبعاثات النقل الطرقي. يتم حساب مقدار التخفيض وفق المعادلة التالية: مقدار التخفيض = نسبة التخفيض × مقدار الانبعاثات. يبين الجدول (46) الإجراء المقترح والتخفيض الناتج عنه (كيلو طن CO2)

الجدول (46) الإجراء المقترح والتخفيض الناتج عنه (كيلو طن CO2)

مقدار التخفيض كليوطن		نسبة التخفيض %		الإجراء المقترح
2030	2020	2030	2020	
1145	605	15	10	تطوير البنية التنظيمية لقطاع النقل في المدن
1145	605	15	10	تطوير نظم النقل
763	303	10	5	تطوير نظم المرور
763	303	10	5	إجراءات تخفيض الطلب على النقل وتعديل أوقات الذروة
356	181	5	3	ضبط الحالة الفنية للسيارات
356	181	5	3	تحسين مواصفات الوقود
4579	2178	60	36	المجموع

المصدر : المرجع حسابات [معد التقرير]

4-6 النقل بالطائرات

يحتل النقل بالقطارات مركز الصدارة بين أنماط النقل البري . لأن القطارات تستهلك طاقة أقل لنفس كمية الحمولة بالمقارنة مع أنماط النقل البري الأخرى. وبهدف تحقيق المزيد من التنسيق والتكامل بين عمل القطارات وأنماط النقل الأخرى، تقوم السكك الحديدية بتعديل معداتها وتجهيزاتها لتكون مرنة وقابلة للاستخدام المتنوع وفي متناول نظم النقل المختلفة.

تتوقع إستراتيجية المؤسسة العامة للخطوط الحديدية السورية أن ترتفع حصتها في نقل البضائع إلى 17% عام 2010 وإلى 26% خلال الفترة 2015 – 2025 . وتتضمن خطة المؤسسة تأهيل السكك الحديدية ووسائل النقل الحالية وإنشاء خطوط جديدة وتأمين الربط السككي مع دول الجوار وشراء وسائل نقل جديدة. كما تدرس المؤسسة إمكانية التحول إلى استخدام الطاقة الكهربائية في القطارات وفصل الإدارة عن الملكية في بعض فعاليات المؤسسة.

يشار في سياق النص إلى التحول إلى استخدام الطاقة الكهربائية في القطارات ولكن لا يحدد برنامج زمني لذلك. يبين الجدول(47) الحسابات التقديرية لتخفيض الانبعاثات للنقل بالقطارات خلال الفترة 2020-2030.

تبلغ حصة القطارات في حجوم النقل حالياً 10%، وستزداد عام 2020 بمقدار 10%، وعام 2030 بمقدار 6% وبافتراض أن استبدال النقل الطرقي بالنقل بالقطارات يخفض الانبعاثات بنسبة 50%، ينتج أن التحول إلى القطارات سيخفض الانبعاثات بنسبة 5% عام 2020 و3% عام 2030 من مقدار انبعاثات النقل الطرقي.

أن انبعاثات القطارات عام 2005 هي 133.22 كيلوطن وبمراعاة النسب أعلاه يقدر أن تكون هذه الانبعاثات في عام 2020 ، 400 كيلوطن وفي عام 2030 ستكون 520 كيلوطن.

الجدول (47) الإجراء المقترح والتخفيض الناتج عنه

مقدار التخفيض كيلوطن CO2 مكافئ		نسبة تخفيض الانبعاثات %		الإجراء المقترح
2030	2020	2030	2020	

423	705	3	5	زيادة حصة القطارات في النقل إلى 26% على حساب النقل الطرقي
52	20	10	5	كهربية بعض الخطوط
26	20	5	5	تأهيل الشبكة الحالية والقطارات
26	20	5	5	شراء قاطرات جديدة
26	20	5	5	إجراءات إدارية تخطيطية وتنظيمية
553	785	25	20	المجموع

المصدر : المرجع حسابات [معد التقرير]

4-7 النقل الجوي

يتحول النقل الجوي باتجاه التشاركية مع القطاع الخاص ويتلخص التطوير المرتقب حتى غاية عام 2030 بتحديث وزيادة الأسطول، تحديث تجهيزات المطارات ونظم الاتصال، تطوير الكفاءة الإدارية والتخطيطية والتشغيلية ونقدر تخفيض الانبعاثات لكل من هذه التوجهات بنسبة 10% ، أي أن الانبعاثات للراكب كم والطن كم ستخف بمقدار 30%

4-8 النقل البحري

يتشابه وضع النقل البحري مع وضع النقل الجوي فهو أيضاً يتحول باتجاه التشاركية مع القطاع الخاص، تحديث وزيادة الأسطول ، تحديث تجهيزات المرافئ ونظم الاتصال، تطوير وتحسين الكفاءة الإدارية والتخطيطية والتشغيلية وهذه التوجهات ستؤدي أيضاً إلى تخفيض الانبعاثات بالنسبة للطن كم والراكب كم بمقدار 30%

يبين الجدول (48) ملخصاً تجميعياً للحسابات التقديرية لمقادير تخفيض الانبعاثات الناتجة عن الإجراءات المقترحة.

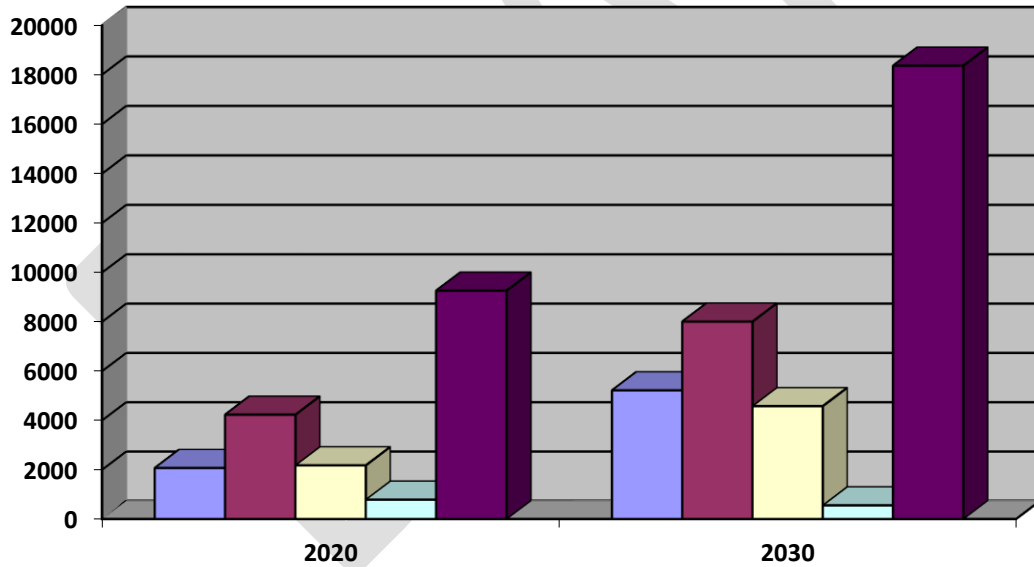
الجدول (48) نسب ومقادير تخفيض الانبعاثات خلال الفترة 2020 - 2030

مقدار تخفيض الانبعاثات (كيلوطن CO2 مكافئ)		نسبة تخفيض الانبعاثات %		الإجراء والمشاريع
2030	2020	2030	2020	

5220	2069	68.4	34.2	تحسين وتطوير السيارات واستخدام أنواع الوقود النباتية (ايثانول، بيو ديزل)
8010	4233	45	30	تحديث أسطول المركبات، صيانة الطرق وتحسين مواصفاتها، الإجراءات الإدارية التنظيمية
4579	2178	60	36	تطوير وتحسين منظومات النقل في المدن
553	785	35	30	تطوير منظومة النقل بالقطارات وزيادة حصتها إلى 26 % بدءاً من عام 2020 على حساب النقل الطرقي
18362	9265			المجموع

المصدر : المرجع حسابات [معد التقرير]

يبين الشكل (31) مقادير تخفيض الانبعاثات (كيلو طن CO2 مكافئ) خلال الفترة 2020 - 2030



الشكل (31) مقادير تخفيض الانبعاثات (كيلو طن CO2 مكافئ) خلال الفترة 2020 - 2030

أي أن تنفيذ الإجراءات والمشاريع سيؤدي في عام 2020 إلى تخفيض الانبعاثات بمقدار 9265 كيلو طن CO2 مكافئ وفي عام 2030 بمقدار 18362 كيلو طن CO2 مكافئ أي بنسبة 44% عام 2020 وبنسبة 69,29% عام 2030.

يتوقع أن تترك هذه التخفيضات على الانبعاثات في قطاع النقل بالإضافة للتخفيضات في القطاعات الاقتصادية الأخرى تأثيراً مهماً على التغيرات المناخية بما في ذلك الحد من ارتفاع درجات الحرارة والجفاف التي شهدتها الجمهورية العربية السورية خلال العقود الماضية.

5- قطاع الأبنية (الأبنية المنزلية والخدمية)

يعتبر قطاع الأبنية قطاعاً مستهلكاً للطاقة وخاصة الطاقة الكهربائية. وتستخدم الطاقة في هذا القطاع لأغراض التدفئة والتكييف والطبخ وتسخين المياه وتشغيل التجهيزات الكهربائية والإنارة وغيرها. وتتوفر إمكانات كبيرة لترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذا القطاع وبالتالي تخفيض غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن استهلاك الطاقة وذلك عن طريق استخدام المصابيح الموفرة للطاقة بدلاً من المصابيح التقليدية واستخدام تجهيزات كهربائية منزلية ذات كفاءة عالية واستخدام العزل الحراري في الأبنية، وسخانات المياه بالطاقة الشمسية، وتحسين مردود المدافئ التقليدية.

5-1- قطاع الأبنية المنزلية

بلغ استهلاك هذا القطاع من الطاقة النهائية في عام 2005 حوالي 3589 كيلو طن مكافئ نפט، بنسبة 66% للوقود الأحفوري (46% للمازوت و20% للغاز المنزلي ونسبة مهمة للكانز) و 27% للكهرباء (968 كيلو طن مكافئ نפט)، و 7% للوقود التقليدي (245 كيلو طن مكافئ نפט)، وأخيراً نسبة مهمة للطاقة الشمسية (1,8 كيلو طن مكافئ نפט).

يستخدم الوقود الأحفوري بشكل شبه كامل لتوليد الحرارة، ويتوزع استهلاك هذا الوقود على التدفئة وتسخين المياه والطبخ. أما الكهرباء، فتستخدم لإنتاج الحرارة (تدفئة وتسخين مياه وطبخ) وتشغيل الأجهزة الكهربائية والإنارة. وقدرت الطاقة الحرارية المنتجة من أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية

بحوالي 1.8 كيلو طن مكافئ نפט وذلك بفرض أن عدد الأجهزة المركبة في عام 2005 هو 10000 جهاز وبفرض أن إنتاج الجهاز الواحد 2000 كيلو واط ساعي في العام:

$$10000 \times 2000 / 11630 = 1720 \text{ toe} \approx 1.8 \text{ ktoe}$$

لكن وعلى الرغم من كبر العدد المفروض لأجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة في عام 2005، فإن هذا الافتراض لم يأخذ بعين الاعتبار الطاقة الحرارية المنتجة من المجموع التراكمي لأجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية المركبة والمقدر في عام 2005 بنحو 87 ألف جهاز. إن الطاقة الحرارية المنتجة من هذا المجموع التراكمي تزيد بمقدار تسعة أضعاف عن الرقم السابق المحسوب، أي حوالي 15,5 كيلو طن نפט مكافئ. في جميع الأحوال، تبقى مساهمة الطاقة الشمسية ضئيلة جداً حتى ولو اعتبرنا الرقم الجديد.

بلغ العدد الكلي للمنازل في سورية نحو 3.479 مليون منزل في عام 2005 (بنسبة 43% في الريف و 57% في الحضر)³¹، و باعتماد نسبة إشغال وسطية (88% للريف و 89% للحضر) يكون عدد المنازل المشغولة يساوي تقريباً 3.0914 مليون منزل. و باعتبار أن المساحة الوسطية للمنزل تبلغ حوالي 100 متراً مربعاً فإن المساحة المسكونة الإجمالية للمنازل تساوي حوالي 310 مليون متراً مربعاً، وبتقسيم كمية استهلاك هذا القطاع من الطاقة النهائية في عام 2005 (3589 كيلو طن مكافئ نפט) على المساحة المسكونة الإجمالية للمنازل (310 مليون متراً مربعاً) نجد أن كمية الطاقة المستهلكة لوحدة المساحة (كثافة الطاقة في القطاع المنزلي للمتر المربع في العام): $11.6 \text{ kgoe} / \text{m}^2 \cdot \text{year}$ تقريباً.

يبين الجدول (49) توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي لأغراض الطبخ والتدفئة وتسخين المياه وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية. تحتل التدفئة المرتبة الأولى من حيث الاستهلاك الطاقوي (1441 كيلو طن مكافئ نפט) يليها الطبخ (772 كيلو طن مكافئ نפט) ثم تسخين المياه والاستخدامات النوعية (671 و 678 كيلو طن مكافئ نפט على الترتيب) وأخيراً استهلاك مكيفات الهواء (27 كيلو طن مكافئ نפט).

31 نفس المرجع 25

الجدول (49): توزيع استهلاك الطاقة في القطاع المنزلي في عام 2005

المجموع (%) أو	الوقود التقليدي	طاقة شمسية	كهرباء	الوقود الأحفوري			الواحدة	
				غاز مسال	كاز	مازوت		
3589	245	1.8	968	717	1.4	1656	ktoe	المجموع (حضر وريف)
772	69		31	672			ktoe	المجموع
22%	9%		4%	87%			%	الطبخ
1441	153		46	25		1217	ktoe	المجموع
40%	10.6%		3.2%	1.7%		84.5%	%	التدفئة
671	25	1.8	188	20		436	ktoe	المجموع
19%	3.7%	0.3%	28%	3%		65%	%	تسخين المياه
27			26.5				ktoe	المجموع
0.1%			100%				%	التكييف
678			678				ktoe	المجموع
18.9%			100%				%	استخدام نوعي

المصدر: اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

يستخدم الغاز المنزلي المسال الأرخص من الكهرباء لأغراض الطبخ بنسبة 87% والكهرباء بنسبة 4% والوقود التقليدي بنسبة 9%. ويستخدم المازوت لأغراض التدفئة بنسبة 84.5% والغاز المسال بنسبة 1,7% والكهرباء بنسبة 3,2% والوقود التقليدي بنسبة 10,6%. كما يستخدم المازوت لأغراض تسخين المياه بنسبة 65% والغاز المسال بنسبة 3% والكهرباء بنسبة 28% والوقود التقليدي بنسبة 3,5% والطاقة الشمسية بنسبة 0,5%. وتستخدم الكهرباء لأغراض تكييف الهواء والاستخدامات النوعية بنسبة 100%.

2-5- القطاع الخدمي

قدرت المساحة الطابقية الوسطى التي يشغلها الفرد الواحد في القطاع الخدمي بحوالي 22 متراً مربعاً في عام 2005، وبضرب هذه المساحة بعدد العاملين في القطاع الخدمي (2,785 مليون) تنتج

المساحة الطابقيّة الكلية والبالغة حوالي 61,25 مليون متراً مربعاً. ويشمل قطاع الخدمات التجارة والتخزين، والمال والتأمين والعقارات، وخدمات المجتمع والخدمات الشخصية والحكومية، وهيئات لا تهدف إلى ربح. وبلغ استهلاك هذا القطاع من الطاقة النهائيّة في عام 2005 حوالي 855 كيلو طن مكافئ نפט، بنسبة 55% للوقود الأحفوري (47% للمازوت و 7% للغاز المنزلي و 1% للبنزين)، و 43% للكهرباء، وأخيراً 2% للوقود التقليدي. ويتقسيم كمية استهلاك هذا القطاع من الطاقة النهائيّة في عام 2005 على المساحة الطابقيّة الكلية (61.25 مليون متراً مربعاً) ينتج أن كمية الطاقة المستهلكة لوحدة المساحة (كثافة الطاقة في القطاع الخدمي للمتر المربع في العام) هي: $14 \text{ kgoe} / \text{m}^2 \cdot \text{year}$ تقريباً³². يستنتج أن كثافة الطاقة

في القطاع المنزلي: $11.6 \text{ kgoe} / \text{m}^2 \cdot \text{year}$ أو $135 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{year}$

وفي القطاع الخدمي: $14 \text{ kgoe} / \text{m}^2 \cdot \text{year}$ أو $163 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{year}$

وهما قيمتان كبيرتان مقارنة مع الاتجاه الحالي في أوروبا نحو كثافة لا تزيد عن $70 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{year}$ ، مما يستدعي التفكير بتنفيذ إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في هذين القطاعين.

يبين الجدول (50) توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي لأغراض النقل والتدفئة وتكييف الهواء ولأغراض أخرى كالاستخدام الحراري (تدفئة وتسخين مياه) أو الاستخدام الكهربائي النوعي (كالإنارة وتشغيل الأجهزة الكهربائية)³³. تحتل التدفئة المرتبة الأولى من حيث الاستهلاك الطاقوي (420 كيلو طن مكافئ نפט منه 364 كيلو طن مكافئ نפט من الوقود الأحفوري و 56 كيلو طن مكافئ نפט من الكهرباء)، يليها الاستخدام الكهربائي النوعي (162 كيلو طن مكافئ نפט) ثم الاستخدام الحراري (155 كيلو طن مكافئ نפט منه 80 كيلو طن مكافئ نפט من الوقود الأحفوري و 57 كيلو طن مكافئ نפט من الكهرباء و 18 كيلو طن مكافئ نפט من الوقود التقليدي) ثم التكييف (90 كيلو طن مكافئ نפט) وأخيراً النقل (28 كيلو طن مكافئ نפט).

يبين الجدول (51) توزيع استهلاك الطاقة النهائيّة حسب نمط الوقود في القطاعين المنزلي (ريف وحضر) والخدمي في عام 2005.

الجدول (50): توزيع استهلاك الطاقة في القطاع الخدمي في عام 2005

³² نفس المرجع 25

³³ نفس المرجع

المجموع (%) أو التقليدي	الوقود التقليدي	كهرباء				الوقود الأحفوري			الواحدة	
		استخدام حراري	استخدام حراري	تدفئة	استخدام نوعي	تكيف	استخدام حراري	تدفئة		
855	18	57	56	162	90	80	364	28	ktoe	المجموع
202	18	17	11	56	28	43	29	0	ktoe	تجارة ومطاعم وفنادق
24%	100%	30%	20%	35%	31%	54%	8%		%	
314		3	10	34	20	22	197	28	ktoe	اتصالات وتخزين
37%		5%	18%	21%	22%	28%	54%	100%	%	ونقل
149		2	7	23	14	10	93	0	ktoe	خدمات أخرى (مالية
17%		4%	12%	14%	16%	12%	26%		%	وشخصية)
190		35	28	49	28	5	45	0	ktoe	دوائر حكومية، معابد
22%		61%	50%	30%	31%	6%	12%		%	وإنارة شوارع

المصدر: اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

الجدول (51): كميات استهلاك الطاقة وتوزعها في القطاعين المنزلي والخدمي لعام 2005

المجموع	الوقود التقليدي	طاقة شمسية	كهرباء	الوقود الأحفوري			الواحدة	قطاع الاستهلاك
				غاز مسال	بنزين/كاز	مازوت		
3589	245	1.8	968	717	1.4	1656	ktoe	المجموع
100	7%	0%	27%	20%	0%	46%	%	القطاع المنزلي (حضر وريف)
855	18	0	365	60	11	401	ktoe	المجموع
202	18	-	113	71			ktoe	تجارة ومطاعم وفنادق
315	-	-	68	247				اتصالات وتخزين ونقل
148	-	-	45	103				مالية وشخصية
190	-	-	140	50				دوائر حكومية، معابد وإنارة شوارع
4444	263	1.8	1333	777	12.4	2057		المجموع الكلي

المصدر: اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

5-3- تطور عدد الأبنية السكنية والتجارية

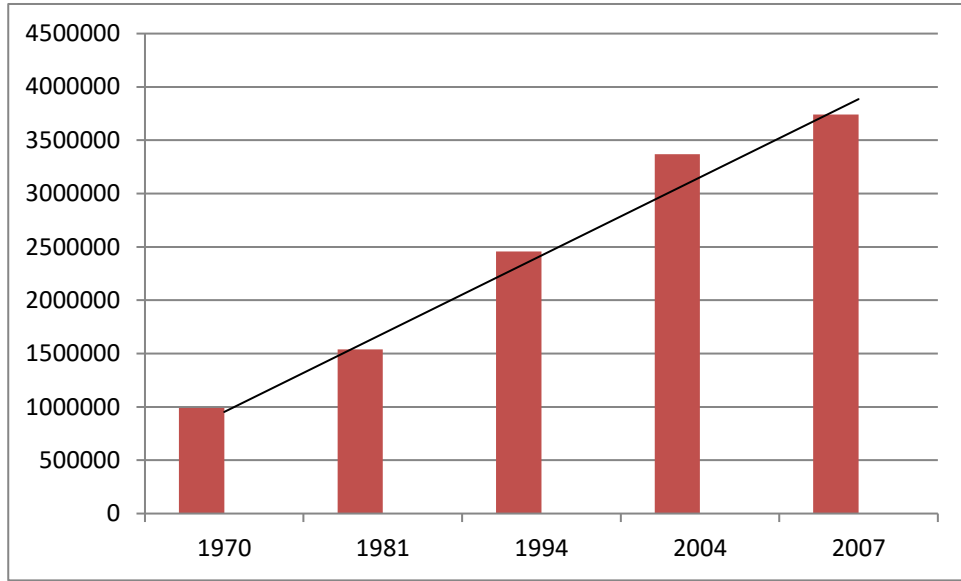
يبين الجدول (52) المساكن (المشغولة والخالية) والغرف والمساحة الطابقية ومعدل التزام (حضر وريف) في الأعوام 1970 و 1981 و 1994 و 2004 و 2007. ويوضح الشكل (32) تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و 2007.

الجدول (52): المساكن المعتادة (المشغولة والخالية) والغرف والمساحة الطابقية ومعدل التزام (حضر وريف) في الأعوام 1970، 1981، 1994، 2004، 2007

Year	متوسط حصة الفرد من المساحة الطابقية م ²	معدل التزام	متوسط عدد الغرف في الوحدة السكنية	المساحة الطابقية (ألف م ²)	عدد الغرف	عدد المساكن
	(2) Average floor area per capita (sq. m)	(1) No. of persons per room	No. of rooms per dwelling unit	Floor Area sq. m (000)	No. of Rooms	No. of Dwellings
1970	10.83	2.67	2.50	71639	2472081	989936
1981	13.46	2.28	2.99	144414	4604670	1538946
1994	14.41	2.04	3.25	235565	7993944	2457903
2004	16.70	1.60	3.80	336148	12664810	3368342
2007	19.97	1.37	3.75	382771	14020862	3740665

للمساكن المشغولة وأفرادها المصدر: المكتب المركزي للإحصاء

ازداد عدد المساكن (المسكونة والخالية) خلال الفترة الممتدة من عام 1970 إلى 2007 بشكل مضطرد وبمعدل زيادة في الفترة 1970-1981 كان مسكن لكل 5 أشخاص،



الشكل (32): تطور عدد المساكن في سورية خلال الفترة الواقعة بين 1970 و 2007

وللفترة 1981-1994 كان مسكن لكل 5.15 شخص. وبمعدل زيادة للفترة 1994-2004 كان مسكن لكل 4,55 شخص. وللفترة 2004-2007 كان مسكن لكل 4,0 أشخاص. مما يتضح تحسن معدل زيادة عدد المساكن خلال الفترة الواقعة بين عام 1970 وعام 2007 من مسكن لكل 5 أشخاص إلى مسكن لكل 4 أشخاص. وبافتراض ثبات هذا المعدل الأخير حتى عام 2030، وبافتراض أن عدد سكان سورية المتوقع في عام 2030 (31.47 مليون نسمة) يكون عدد المساكن المتوقعة في عام 2030، يساوي 7867500 (أو 7900000) مسكن. وبفرض أن عدد المساكن في سورية في بداية عام 2010 هو 4 ملايين مسكن فهذا يعني أن عدد المساكن الجديدة التي يجب أن تبنى بين عامي 2010 و 2030 سيبلغ 3.9 مليون مسكن. تضاعف تقريباً متوسط حصة الفرد من المساحة الطابقية من 10,83 م² في عام 1970 إلى 19,97 م² في عام 2007. يوضح الجدول (53) ملخصاً عن المعدلات السنوية لتزايد عدد المساكن في سورية.

الجدول (53): المعدلات السنوية لتزايد عدد المساكن في سورية

الفترة الزمنية	المعدل السنوي (مسكن/عام)	معدل التزاحم (شخص/المسكن)
1970-1981	50,000	5
1981-1994	71,000	5.15
1994-2004	91,000	4.55
2004-2007	124,000	4.0
2010-2030*	195,000	4.0

* أرقام تقديرية متوقعة بناءً على الأرقام الإحصائية

من جهة أخرى، بلغ عدد المساكن في سورية في عام 2005: 3,479 أو 3,5 مليون مسكن تقريباً، وباعتبار أن الطاقة النهائية المستهلكة في القطاع السكني في عام 2005 هو 3,5 مليون طن مكافئ نفط (الجدول 54)، فإن نصيب المسكن الواحد من الاستهلاك الإجمالي للطاقة النهائية هو طن مكافئ نفط واحد تقريباً. وسيلعب استهلاك الطاقة النهائية في القطاع السكني في عام 2030 : 7,9 مليون طن مكافئ نفط وذلك على افتراض أن عدد المساكن في سورية سيبلغ في عام 2030 7,9 مليون مسكن.

4-5- الإجراءات المقترحة لتخفيض إنبعاث غازات الدفيئة في القطاع السكني

1-4-5 تسخين المياه بالطاقة الشمسية

بفرض أن عدد المساكن في عام 2005 في سورية 3.5 مليون مسكن، وباعتماد الاستهلاك الطاقوي السنوي لتسخين المياه المقدر بـ 671 كيلو طن مكافئ نفط، فإن الاستهلاك السنوي للمسكن الواحد من الطاقة النهائية لغرض تسخين المياه هو 192 كيلو غرام نفط مكافئ أو ما يعادل 2233 كيلو واط ساعي. وبفرض ثبات استهلاك المسكن الواحد من الطاقة لغرض تسخين المياه عند هذه القيمة وبفرض أن عدد المساكن المتوقعة في عام 2030 هو 7,9 مليون مسكن، فإن الطاقة النهائية اللازمة لتسخين المياه في هذه المساكن في ذلك العام هي 1517 كيلو طن مكافئ نفط. ونظراً لعدم توفر المساحات اللازمة لتكريب سخانات المياه بالطاقة الشمسية في جميع المساكن في عام 2030،

فإذا ازدادت مساهمة الطاقة الشمسية في تسخين المياه من 0.3% في عام 2005 إلى 25% في عام 2030، أي سيتم توفير 379 كيلو طن مكافئ نفط. وبفرض أن سخان المياه المنزلي بالطاقة الشمسية يوفر 2233 كيلو واط ساعي في العام فإن عدد سخانات المياه بالطاقة الشمسية المقترح تركيبها حتى عام 2030 هو 1,974,026 سخان Scenario A

أما إذا ازدادت مساهمة الطاقة الشمسية في تسخين المياه إلى 50% في عام 2030 فإنه سيتم توفير 758.5 كيلو طن مكافئ نفط، وبالتالي سيكون عدد سخانات المياه بالطاقة الشمسية المقترح تركيبها حتى عام 2030 ما يقرب من 4 مليون سخان Scenario B

إن إمكانية نشر استخدام الطاقة الشمسية لغرض تسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري حتى عام 2030 كبيرة وتغوق العدد المقترح في المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية. ونظراً لصعوبة حصر المنشآت المناسبة لتزويدها بنظم تسخين مياه بالطاقة الشمسية، فبافتراض أن عدد هذه المنشآت 2000 نظام شمسي في عام 2030 بسعة وسطية قدرها 2500 لتر في اليوم للنظام الشمسي الواحد.

يوضح الجدول (55) الوفرة الممكنة في عام 2030 جراء استخدام سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاع المنزلي، بينما يوضح الجدول (56) الوفرة الممكنة في عام 2030 جراء استخدام الأنظمة الشمسية لتسخين المياه في القطاع الخدمي والتجاري.

Table (55): Fuel Savings in 2030 from Solar Water Heating Systems in the Residential Sector

	Unit	Diesel oil	Electricity	Total
Installing 1,974,026 domestic solar water heaters in 2030 (Scenario A)	ktoe	303	76	379
	%	80%	20%	100%
Installing around 4 million domestic solar water heaters in 2030	ktoe	606	152	758

Table (56): Fuel Savings in 2030 from Solar Water Heating Systems in the Commercial and Service Sectors

	Unit	Diesel oil	Total
Installing 2000 solar water heating systems in 2030 (Scenario A)	ktoe	6	6
	%	100%	100%
Installing 4000 solar water heating systems in 2030	ktoe	12	12

2-4-5 تطبيقات الطاقة الكهروضوئية

يلخص الجدول (57) الإمكانيات المتاحة للتطبيقات الكهروضوئية حتى عام 2030 على ضوء المسوحات والدراسات المنجزة ومقترحات التطبيقات الواردة في تقرير الاستراتيجية والتطوير المؤسسي لإدخال النظم الكهروضوئية في سورية³⁴. فإذا قدرت إمكانية استثمار النظم الكهروضوئية حتى عام 2030 بنحو **7.4 MWp**، يكون الوفرة من الطاقة التقليدية يعادل 1.21 كيلو طن مكافئ نفط في العام، وإذا كانت إمكانية استثمار الطاقة الكهروضوئية **15 MWp** يتضاعف الوفرة من الطاقة التقليدية ويصبح بحدود 2.5 كيلو طن مكافئ نفط في العام. يعتبر هذا الوفرة صغيراً نسبياً مقارنة مع تطبيق تسخين المياه.

Table (57): Proposed PV Applications up to 2030

	Existing numbers	Proposed numbers	PV system capacity Wp	Total capacity kWp
Electrify communities (houses) located more than 10 km from the grid	8842	2000	500	1000
Electrify health centers located far from the grid	37	6	1500	9
Electrify schools	34	34	1000	34
Drinking water pumping	83	83	2000	166
Irrigation and livestock water pumping	-	1000	6000	6000
Drinking water desalination	30	30	5000	150
Total (Scenario A)				7405
Grid connected buildings Electrification	-	250	30000	7500
Total (Scenario B)				14.9

الجدول (58) مجموع الوفورات الناتجة عن الإجراءات المقترحة والممكنة لتخفيض استهلاك الطاقة عن طريق استثمار الطاقة الشمسية الحرارية والكهروضوئية في القطاع السكني والخدمي والتجاري حتى عام 2030.

Ghazi Darkazalli, Policy Strategy and Institutional Development to Introduce Photovoltaic³⁴ Systems into Syrian Arab Republic. Study funded by UNDP, April 2005.

Table (58): Total Energy Savings in 2030 from All Solar Applications

	Unit	Diesel oil	Electricity	Total
Installing 1,974,026 domestic solar water heaters in 2030 (Scenario A)	ktoe	303	76	379
Installing around 4 million domestic solar water heaters in 2030 (Scenario B)	ktoe	606	152	758
Installing 2000 solar water heating systems in 2030 (Scenario A)	ktoe	6	-	6
Installing 2000 solar water heating systems in 2030 (Scenario B)	ktoe	12		12
Stand alone PV applications (Scenario A)	ktoe	1.21	-	1.21
Stand alone & grid connected PV applications (Scenario B)	ktoe	2.5		2.5
Total (Scenario A)	ktoe	310.21	76	386.21
Total (ScenarioB)	ktoe	620.5	152	772.5

المصدر: حسابات معد التقرير

3-4-5 العزل الحراري للأبنية السكنية

يكن مفتاح النجاح في هذا المجال في تبني أهداف واضحة للوصول إلى أبنية حديثة منخفضة الاستهلاك للطاقة قبل الشروع بالتصميم ومن خلال التطوير العمراني، وذلك على ضوء الشروط المناخية السائدة والإمكانات المتاحة. إن انتظار انتهاء المهندس المعماري من وضع تصميمه، وتنفيذ البناء وإشغاله ثم التفكير بإدخال إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة لا يحقق الأهداف المنشودة من حيث الكلفة والتطبيق.

بفرض أن عدد المساكن المتوقع إنشاؤها خلال الفترة الواقعة بين عامي 2010 و 2030 هو 3.9 مليون مسكن، أي بمعدل سنوي قدره 195 ألف شقة سكنية تقريباً في العام، فإنه استناداً لما ورد في التقرير من دراسات حرارية واقتصادية ومقارنات فإن عدد المساكن المرشحة لعزلها حرارياً خلال العشرين سنة القادمة وزع على ثلاثة سيناريوهات. حسبما هو موضح في الجدول (59) الذي يبين الوفرة الممكن تحقيقه في استهلاك الطاقة مقدراً بالجيغاوات ساعة في عام 2030 جراء تخفيض أحمال التدفئة والتكييف في حال تنفيذ العزل الحراري للمساكن المقترحة. كما يدون الجدول (60) الوفرة نفسه مقدراً بالكيلو طن مكافئ نפט.

Table (59): Fuel Savings in 2030 by Installing Thermal Insulation in Buildings

Scenario	Number of insulated flats in 2030	Diesel oil (10 ⁶ liter)	Electricity (GWh)
1. Week	200,000	149	587
2. Medium	600,000	447	1760
3. High	1,000,000	745	2933

Table (60): Energy Savings in 2030 by Installing Thermal Insulation in Buildings

Scenario	Units	Diesel oil	Electricity	Total
1. Week	ktoe	128	147	275
	%	47%	53%	100%
2. Medium	ktoe	384	440	824
	%	47%	53%	100%
3. High	ktoe	641	733	1374
	%	47%	53%	100%

وتجدر الإشارة إلى أن تقرير إدارة الطلب على الطاقة³⁵ عالج هذا الموضوع، وتوصل إلى إمكانية توفير حوالي 700 GWh في عام 2020، أي بمعدل 50 GWh تقريباً في العام (على مدار الفترة الواقعة بين 2005 و2020).

يعتبر السيناريو الضعيف أقرب سيناريو إلى نتائج هذا التقرير، حيث أن الوفرة الإجمالي في عام 2030 يساوي مجموع الوفرة في المازوت 1490 GWh والوفرة في الكهرباء 587 GWh أي 2077 GWh، أي بمعدل 100 GWh تقريباً في العام (على مدار الفترة الواقعة بين 2010 و2030).

5-4-4- العمل على جعل سطوح الأبنية عاكسة للإشعاع الشمسي

إن معظم الأسطح المستوية الداكنة تعكس 10-20% من أشعة الشمس. وإذا طليت بمادة بيضاء معامل انعكاسها 0.6 أو أكثر فإنها تؤدي إلى زيادة الانعكاسية لأشعة الشمس بحوالي

³⁵ Syrian Supply Side Efficiency & Energy Conservation and Planning Project. Project Code: SYR/96/G31, UNDP/GEF.

40%. إن طلاء سطح مساحته 100 م² بمادة بيضاء يخفف من انبعاث 10 tCO₂. وإذا ازدادت الانعكاسية لأشعة الشمس بحوالي 20%، فإن طلاء هذا السطح بمادة بيضاء يخفف من انبعاث 5 tCO₂³⁶. إن انعكاسية الأرصفة لأشعة الشمس يمكن أن تزداد بمقدار وسطي 15%، وبالتالي يخفف من انبعاث 4 tCO₂/100m² (نفس المرجع السابق).

تتم فوائدها انعكاس الضوء نحو الجو في تبريد السطح وتخفيض حمل التكييف وزيادة الراحة الحرارية، كما يخفف من الطلب على الحمل الكهربائي عند الذروة ويحسن نوعية الهواء الخارجي والراحة الحرارية.

يوضح الجدول (61) حسابات الوفرة السنوي الممكن في عام 2030 الناتج عن تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 1% من كامل أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 إلى أسطح باردة (عاكسة للأشعة الشمسية) وذلك بافتراض الوفرة في الطاقة الكهربائية قدره 2.78 kWh/m²/yr، وافترض أن عملية التحويل إلى أسطح باردة ستتم تدريجياً خلال الفترة بين عامي 2010 و 2030.

Table (61): CO₂ Avoided by Reducing Cooling Load by Installing Cool Roofs on Residential Buildings Existing in 2010

Row	Item	Value
1	Estimated residential roof area in 2010	0.3 x10 ⁹ m ²
2	Fraction of buildings that are air conditioned	1%
3	Average air conditioning savings	2.78 kWh/m ² /yr
4	Potential annual savings (Row 1 x Row 2 x Row 3)	8.34 GWh/yr
5	CO ₂ emission per kWh electricity generation	0.521 kg CO ₂ /kWh
6	Annual avoided CO ₂ emissions (Row 4 x Row 5)	4.35 kt CO ₂ /yr

المصدر: حسابات معد التقرير

بفرض أن عدد المساكن المتوقع إنشاؤها خلال الفترة الواقعة بين عامي 2010 و 2030 هو 3.9 مليون مسكن، وبفرض أن المساحة الطابقية للمسكن الواحد 120 م² فإن المساحة الطابقية لكامل هذه المساكن هي 0.47x10⁹ م² تقريباً. يبين الجدول (62) حسابات الوفرة الممكن في عام 2030 الناتج عن تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 2% من كامل أسطح المساكن التي ستشاد في سورية بين عامي 2010 و 2030 إلى أسطح باردة، وذلك بافتراض الوفرة في الطاقة

³⁶ Hashem Akbari and Ronnen Levinson, Global Cooling: Policies to Cool the World and Offset Global Warming from CO₂ Using Reflective Roofs and Pavements, Pdf file.

الكهربائية قدره 2.78 kWh/m²/yr، وافترض أن عملية التحويل إلى أسطح باردة ستتم تدريجياً خلال الفترة بين عامي 2010 و 2030.

Table (62): CO₂ Avoided in 2030 by Reducing Cooling Load by Installing Cool Roofs on Residential Buildings to be Constructed Between 2010 & 2030

Row	Item	Value
1	Estimated residential roof area in 2030	0.47 x10 ⁹ m ²
2	Fraction of buildings that are air conditioned	2%
3	Average air conditioning savings	2.78 kWh/m ² /yr
4	Potential annual savings (Row 1 x Row 2 x Row 3)	26.1 GWh/yr
5	CO ₂ emission per kWh electricity generation	0.521 kg CO ₂ /kWh
6	Annual avoided CO ₂ emissions (Row 4 x Row 5)	13.6 kt CO ₂ /yr

المصدر: حسابات معد التقرير

يدون الجدول (63) الوفرة الإجمالي الممكن في عام 2030 الناتج عن تخفيض حمل التكييف جراء تحويل 1% من كامل أسطح المساكن المتواجدة في سورية في عام 2010 و تحويل 2% من كامل المساكن التي ستشاد بين عامي 2010 و 2030 إلى أسطح باردة، وذلك بافتراض الوفرة في الطاقة الكهربائية قدره 2.78 kWh/m²/yr، وافترض أن عملية التحويل إلى أسطح باردة ستتم تدريجياً خلال الفترة بين عامي 2010 و 2030.

Table (63): Energy Savings in 2030 from Reducing Cooling Load by Installing Cool Roofs on Residential Buildings in Syria

Measures	Unit	Electricity
Cooling energy savings by installing a cool roof in 1% of existing building in 2010 (increasing roof's solar reflectance by 20%)	GWh/yr	8.34
	ktoe	2.1
Cooling energy savings by installing a cool roof in 2% of residential buildings expected to be constructed in Syria between 2010 & 2030 (increasing roof's solar reflectance by 20%)	GWh/yr	26.1
	ktoe	6.53
Total	GWh/yr	34.44
	ktoe	8.63

المصدر: حسابات معد التقرير

5-4-5 - استخدام الإنارة الموفرة للطاقة

تشكل الإنارة نسبة تتراوح بين 20% إلى 25% من الاستهلاك الإجمالي للكهرباء في المنازل في سورية³⁷. إن المصابيح الأكثر استخداماً هي مصابيح فلوريسنت بطول 120 سم، ولا تزال المصابيح المتوهجة تستخدم في سورية على الرغم من الانتشار الواسع للمصابيح الموفرة للطاقة. يعتبر استخدام الثريات السقفية من العادات الاجتماعية المتهلكة للكهرباء في سورية نظراً لاستهلاكها الكبير من الطاقة.

خلص تقرير إدارة الطلب على الطاقة³⁸ إلى إمكانات التوفير في الطاقة الكهربائية في عام 2020 جراء تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والصناعي. يوضح الجدول (64) مقدار الوفر من الإجراءات المقترحة في التقرير المذكور.

Table (64): Measures for Improving Lighting Systems in the Residential, Commercial, Service and Industrial Sectors and Electric Energy Savings in 2030

No.	Measures	Savings in 2030 (GWh)
1	High-efficiency Lighting in the Religion and Industrial Sectors	477.3
2	CFL and High-efficiency Tube Lamps in Residential Applications	377.1
3	High-efficiency Lighting in Commercial and Government Applications	374.6
4	High-efficiency Street Lighting Measures	249.3
	Total	1478.3

اقترحت الدراسة الحالية اعتماد الإجراءات المقترحة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة للأسباب الواردة في التقرير، وإزاحة الوفر المقدر في عام 2020 حتى عام 2030. يوضح الجدول (65) الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الإنارة في القطاع السكني والخدمي والتجاري والصناعي في عام 2030.

Table (65): Total Electric Energy Saving in 2030 from Improving Lighting Systems in the Residential, Commercial, Service and Industrial Sectors

Measure	Unit	Electricity
Improving lighting systems	GWh	1478.3
	ktoe	369.6

DSM Demand-Side Management (DSM) International Consultancy: David F. Von Hippel,³⁷ Assessment Project, November 2003 to December 2004 Project Code: SYR/96/G31, as Part of the GEF/UNDP, Supply Side Efficiency and Energy Conservation and Planning (SSEECPP) Project.

³⁸ نفس المرجع 35

5-4-6- استخدام التجهيزات الكهربائية المنزلية الموفرة للطاقة

تقدر نسبة المنازل المزودة بأجهزة تكييف هواء في مدينة دمشق بحوالي 40%، وفي ريف دمشق بحوالي 28%³⁹، تبعاً لدراسة أجريت في المركز الوطني لبحوث الطاقة، يمكن توفير نسبة 2% من الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية في سورية في عام 2004 في حال جرى تخفيض وسطي استهلاك الثلجات في سورية من 744 kWh/yr إلى 600 kWh/yr، أو ما يعادل 130 ktOE/yr.

وخلص تقرير إدارة الطلب على الطاقة إلى إمكانات الوفرة في الطاقة الكهربائية في عام 2020 جراء تحسين كفاءة استخدام الطاقة في الأجهزة الكهربائية في القطاع السكني والخدمي والتجاري. يدون الجدول (66) مقدار الوفرة الممكن من الإجراءات المقترحة.

Table (66): Measures for Improving Energy Efficiency in Electrical Appliances in the Residential, Commercial, and Service Sectors and Corresponding Electric Energy Savings in 2030

No.	Measures	Savings in 2030 (GWh)
1	High-efficiency Air Conditioners in Residential Applications	197.3
2	High-efficiency Refrigerators in Residential Applications	82.1
3	High-efficiency Air Conditioners in Medium and Large Commercial Applications	76.8
4	High-efficiency Water Heaters and Water Heater Controllers in Residential Applications	75.4
5	High-efficiency motors for Water and Wastewater Pumping	71.9
6	High-efficiency Air Conditioners and Load Control in Small Commercial Applications	58.4
7	High-efficiency Air Conditioners and Load Control in Government Sector Applications	11.2
	Total	573.1

اقترحت الدراسة الحالية اعتماد الإجراءات المقترحة في تقرير إدارة الطلب على الطاقة للأسباب الواردة في التقرير، وإزاحة الوفرة المقدر في عام 2020 حتى عام 2030. ويوضح الجدول (67)

³⁹ نفس المرجع 37

الوفر الممكن من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية في القطاع السكني والخدمي والتجاري في عام 2030.

Table (67): Total Electric Energy Saving in 2030 by Improving E E in the Electrical Appliances in the Residential, Commercial, and Service Sectors

Measure	Unit	Electricity
Improving Energy Efficiency in Electrical Appliances	GWh	573.1
	ktoe	143.3

يبين الجدول (68) مجموع الوفورات الممكنة من إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030.

Table (68): Total Energy Savings in 2030 from All Energy Efficiency Measures in the Residential, Commercial, and Service Sectors (ktoe)

Measures	Diesel oil	Electricity	Total
1. Thermal insulation (scenario: week)	128	147	275
2. Cooling energy savings by installing a cool roof in 1% of existing building in 2010	-	2.1	2.1
3. Cooling energy savings by installing a cool roof in 2% of residential buildings constructing in Syria between 2010 & 2030	-	6.53	6.53
4. Improving lighting systems	-	369.6	369.6
5. Improving Energy Efficiency in Electrical Appliances	-	143.3	143.3
Total	128	668.53	796.53

يوضح الجدول (69) مجموع الوفورات الممكنة من جراء استخدام الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030.

Table (69): Total Energy Savings in 2030 from All RE&EE Measures in the Residential, Commercial, and Service Sectors

Measures	Units	Diesel oil	Electricity	Total
1. Solar energy	ktoe	310.21	76	386.21
2. Energy efficiency	ktoe	128	668.53	796.53
Total	ktoe	438.21	744.53	1182.74
	Tj	17529	29781	47310

الجدول (70): مجموع الوفر الممكن من إجراءات استثمار الطاقة المتجددة (الشمسية) وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاع السكني في عام 2030

المجموع	كهرباء	مازوت	الواحدة	الإجراء
386.21	76	310.21	ktoe	إجراءات استثمار الطاقة الشمسية
796.53	668.53	128	ktoe	إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة
1182.74	744.53	438.21	ktoe	المجموع
47310	29781	17529	Tj*	

*1ktoe = 40.0 Tj (Appendix 20)

يبلغ مجموع الوفرة الممكن في عام 2030: 1183 كيلو طن مكافئ نفط تقريباً أو 47310 تيرا جول. يقابل الوفرة الإجمالي المقترح نسبة 6,0% من الطاقة الأولية المستهلكة في سورية في عام 2005 (19.6 Mtoe)، كما يقابل نسبة 7,75% من الطاقة النهائية المستهلكة في سورية في عام 2005 (15.25 Mtoe). ويقابل الوفرة الإجمالي المقترح نسبة 2,45% من الطاقة النهائية المستهلكة في سورية في عام 2030 (48.359 Mtoe).

يقابل الوفرة المقترح في عام 2030 تخفيضاً في استهلاك المازوت والكهرباء كحوامل طاقة. وبما أن الكهرباء في سورية تنتج من مصدرين حراري (فيول أويل وغاز) ومائي، ونظراً للتحويل الحاصل في سورية من استخدام الفيول أويل في توليد الكهرباء إلى استخدام الغاز الطبيعي، فإن الوفرة في الكهرباء سينعكس على وفرة في الفيول أويل. ونظراً لكون مواصفات الفيول أويل والمازوت متشابهة تقريباً (المحتوى الحراري 0.0402 GJ/kg للفيول أويل و 0.04 GJ/kg للمازوت)، فإن الوفرة الإجمالي المقترح في عام 2030 سينعكس على وفرة في المازوت فقط. يقدم الجدول (71) نتائج حساب التخفيض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عام 2030

Table (71): Total CO₂ Emissions Savings in 2030 (kt CO₂) According to Revised 1996 IPCC Guidelines

MODULE	Energy					
SUBMODULE	CO ₂ from fuel combustion					
WORK-SHEET	Step by step calculations					
SHEET	Residential					
	Step 1	Step 2		Step 3		
Residential	A ⁺ Con- sum. (ktoe)	B ⁺⁺ CF (TJ/ktoe)	C Consum. (TJ)	D ⁺⁺⁺ CEF (t C/TJ)	E Carbon Content (t C)	F Carbon Content (Gg C)
			C=(AxB)		E=(Cx D)	F=(Ex10 ⁻³)

Gas/Diesel Oil	1182.74	40.0	47310	20.2	955,662	955.662
----------------	---------	------	-------	------	---------	---------

الجدول (72) المحتوى الحراري ومحتوى الكربون لمختلف أنماط الوقود في سورية

MODULE	Energy					
SUBMODULE	CO ₂ from fuel combustion					
WORKSHEET	Step by step calculations					
SHEET	Residential					
	Step 4			Step 5		Step 6
Residential	G* Fraction of Carbon Stored	H Carbon Stored (Gg C)	I Net Carbon Emissions (Gg C)	J* Fraction of Carbon Oxidised	K Actual Carbon Emissions (Gg C)	L Actual CO ₂ Emissions (Gg CO ₂)
		H=(F×G)	I=(F-H)		K=(I×J)	L=(K × [44/12])
Gas/Diesel Oil	0.5	477.831	477.831	0.99	473.05	1734.5

* Revised 1996 IPCC Guidelines: Sectoral approach

النتيجة:

يبلغ التخفيض في انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 2030: 1734,5 كيلو طن، ويشكل نسبة 3% من الإنبعاثات في عام 2005 (58350 كيلو طن)⁴⁰.

التقدم المحقق في مجال استثمار الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في سورية تتوزع الأنشطة المتعلقة بالطاقة المتجددة حالياً على عدد من الجهات الحكومية، والتي لا تزال تعمل كل منها بمعزل عن الأخرى مما يؤثر سلباً على تنمية وتطوير استخدامات الطاقة المتجددة.

المشروعات المنفذة في مجال الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة بمعونات خارجية لقد جرى تنفيذ عد من المشروعات في سورية بمعونات فنية من هيئات ومنظمات دولية مثل UNDP و GEF بدءاً من منتصف التسعينات منها:

Supply-Side Efficiency and Energy Conservation and Planning-
Assistance in Decentralized Rural Electrification through Photovoltaics-

Master Plan for Renewable Energy Development in Syria-

⁴⁰ نفس المرجع 1

5-5 - الخطط والدراسات والمواصفات

أنجز أطلس الإشعاع الشمسي في سوريا في عام 1994، وأنجز أطلس الرياح في عام 1999. يقدر المعدل الوسطي للإشعاع الشمسي الوارد على سطح أفقي بـ $5 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ أي ما يعادل $1825 \text{ kWh/m}^2/\text{year}$. وتتوفر مواقع واعدة في مجال طاقة الرياح مثل منطقة حمص وهضبة الجولان ومنطقة تدمر.

تم إصدار المواصفات الوطنية لعناصر ونظم تسخين المياه المنزلية بالطاقة الشمسية في عام 1988، واعتمدت من قبل نقابة المهندسين السوريين عام 1993 وتم تجديدها في عام 2009.

جرى إعداد المخطط العام (Master Plan) لاستثمار مصادر الطاقة المتجددة في سورية خلال عام 2002. ولحظ هذا المخطط إمكانية تحقيق نسبة مساهمة للطاقة المتجددة في تأمين الطلب على الطاقة في عام 2011 مقدارها 4.31% (السيناريو الوسط أو سيناريو الطاقة المتجددة). بتكاليف استثمار 1480 مليون دولار أمريكي، وخلق 7225 فرصة عمل. بينما يلزم تكاليف استثمار وتشغيل تقدر بحوالي 3200 مليون دولار أمريكي لتأمين النسبة نفسها من الطاقة الأحفورية.

جرى في عام 2005 إعداد دراسة حول الاستراتيجية والتطوير المؤسسي لإدخال النظم الكهروضوئية في سورية وذلك بمعونة من الأمم المتحدة⁴¹، وذلك بهدف اقتراح آلية لتطوير البنية التحتية (المالية والمؤسسية والتشريعية والفنية) اللازمة لتنمية استخدامات الطاقة الكهروضوئية في تطوير الريف وفق المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية، والتأكيد على قدرة النظم الكهروضوئية في المساهمة الفعالة لتلبية احتياجات سورية من الطاقة وخاصة في مجالات كهربة الريف وضخ المياه، وتوضيح التأثيرات الممكنة للنظم الكهروضوئية في "الزراعة المستدامة وتطوير الريف" (Sustainable Agriculture and Rural Development (SARD)).

تم إقرار الإعفاءات الجمركية لمستوردات الصفائح الماصة للواقط الشمسية المسطحة واللواقط الشمسية الأنبوبية المفرغة ومواد العزل الحراري في عام 2005.

أصدرت وزارة الإدارة المحلية في تشرين الثاني 2009 قراراً قضى بإلزام طالبي الترخيص بالبناء في مدن مراكز المحافظات ومجالس المدن والبلديات تقديم دراسة خاصة بالطاقة الشمسية

41 نفس المرجع 34

لتسخين المياه حسب المواصفات القياسية السورية لأنظمة التسخين الشمسي. يلتزم طالب الترخيص بتقديم تعهد خطي موثق لدى الكاتب بالعدل بتنفيذ وتركيب لواقط الطاقة الشمسية حسب وضع كل بناء. ولفت القرار إلى عدم منح إجازة السكن أو الموافقة على الإفراز في حال عدم التنفيذ (الملحق 14) [36].⁴²

5-5-1 طاقة الرياح

جرى تركيب أول عنفة ريحية في عام 1994 في منطقة القنيطرة استطاعتها 150 كيلو واط وربطت بالشبكة الكهربائية العامة. جرى تركيب 20 محطة قياس سرعة واتجاه الريح خلال عامي 2004 و 2005 وذلك في مختلف المناطق الواعدة ريحياً في القطر. جرى تصنيع عنفات ريحية لأغراض شحن المدخرات وضخ المياه والحماية ضد الصقيع محلياً باستطاعة تتراوح بين 750 واط و50 كيلو واط منذ عام 1990 الخاصة. خلصت نتائج دراسة الجدوى الاقتصادية الأولية لتنفيذ مزرعة ريحية في منطقة حمص باستطاعة 100 ميغا واط⁴³ إلى أن إنتاجها السنوي من الطاقة الكهربائية يبلغ 300000 ميغاواط ساعي تقريباً، ويمكنها تجنب انبعاث كمية غاز ثاني أكسيد الكربون مساوية تقريباً لـ 2.7 مليون طن على مدار 20 سنة من عمرها الافتراضي.

أعلنت وزارة الكهرباء في تشرين الثاني من عام 2009 عن رغبتها في مشاركة القطاع الخاص لبناء واستثمار محطة توليد كهربائية من مزارع الرياح باستطاعة تتراوح بين 50 و 100 ميغا واط وفق نظام BOO ولمدة 20-25 عاماً في منطقة السخنة في محافظة حمص أو الهيجانة في محافظة دمشق. وقد طلبت ملفات تأهيل وخبرة في هذا المجال⁴⁴. يجري حالياً إنشاء مصنع في مدينة حسيما الصناعية من قبل مستثمر من القطاع الخاص وبتقنية ألمانية لتصنيع وتجميع عنفات ريحية باستطاعة 2.5 ميغا واط للعنفة الواحدة.

⁴² جريدة البعث، العدد 13799 تاريخ 2009/11/4.

⁴³ Abed el Hadi Zein, Pre-feasibility Study for Wind Farm Development in Syria.

Study funded by Al-Rajhi Company in Saudi-Arabia, 2008.

⁴⁴ Request for Qualification (RFQ) for Developers/Sponsors of a 50-100 MW Wind Park Independent Power Producer (IPP) Project through International Competitive Bidding (ICB), Ministry of Electricity, Public Establishment of Electricity, for Generation & Transmission (PEEGT), November 2009, Pdf file.

5-5-2 التدفئة بالطاقة الشمسية

جرى تنفيذ مشروع سكن العاملين في مطار دمشق الدولي في منتصف الثمانينات، وهو يتألف من 529 شقة سكنية تعتمد على التدفئة غير الفعالة بالطاقة الشمسية (جدار ترومب والكسب المباشر لأشعة الشمس والعزل الحراري الجيد)، وقد زُوِّدت هذه الشقق جميعاً بأجهزة تسخين مياه بالطاقة الشمسية.

نفذت عدة مشروعات صغيرة الحجم لدعم التدفئة الأرضية بالطاقة الشمسية في عدد محدود من المنازل.

5-5-3 النظم الكهروضوئية

جرى إنارة قرنتين صغيرتين بالطاقة الشمسية قرب دمشق،

جرى تنفيذ مشروع القرى الشمسية الأربعة في ريف حلب بين عامي 1995 و 2000، وتضمّن المشروع إنارة منازل وضخ وتحلية مياه بالطاقة الكهروضوئية،

جرى إنارة الفنارات البحرية بالطاقة الكهروضوئية،

جرى تغذية المحطة الإرشادية الملاحية في التنف التابعة للمديرية العامة للطيران المدني بنظام كهروضوئي.

تأسست في عام 2008 الشركة السورية-الأوكرانية المحدودة المسؤولة لتجميع وتغليف اللوحات الكهروضوئية باستطاعة 15.9 MW/year ، ومركزها الشركة العربية السورية للصناعات الالكترونية "سيرونيكس"، يتوقع أن يبدأ إنتاج هذه الشركة في منتصف عام 2010.

5-5-4 تسخين المياه بالطاقة الشمسية

لا يزال انتشار أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية في سوريا محدوداً، ففي عام 2005، قُدِّرَ المجموع التراكمي لمساحات اللواقط الشمسية المركبة لغرض تسخين المياه بحوالي 87000 متراً مربعاً، معظمها لواقط شمسية حرارية مسطحة. لكن بدءاً من عام 2006 بدأ القطاع الخاص باستيراد وتسويق اللواقط الأنبوبية المفرغة (معظمها من الصين). وقد بينت نتائج الاستبيان الذي طبق في بداية الألفية الثالثة على 4000 شقة سكنية و1650 منشأة صناعية وتجارية وخدمية والذي أشرف عليه مشروع تخطيط وحفظ الطاقة في وزارة الكهرباء بالتعاون مع المكتب المركزي للإحصاء أسباب انحسار هذا التطبيق على النحو التالي:

عدم دعم الدولة لهذا التطبيق بالقدر الكافي،

عدم الدولة لأسعار المازوت والكهرباء،

غياب التشريعات اللازمة بضبط الجودة وبإصدار شهادة الصلاحية للجهاز، مما ساهم على وجود أجهزة لم تُلبِ رغبة الزبون وبيعها بأسعار عالية، تطبيق فائدة مصرفية عالية على قرض مصرف التسليف الشعبي الخاص باقتناء أجهزة تسخين المياه بالطاقة الشمسية،

جرى تنفيذ المشروع الوطني لنشر استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه المنزلية خلال عامي 2005 و 2006، وذلك بالتعاون مع هيئة مكافحة البطالة والمصرف الصناعي. اكتتب 625 موظف حكومي على الأجهزة المعلن عنها، وتم إجراء المقارنة مع تسخين المياه بالمازوت، فإن الوفرة المحقق من السخانات المكتتب عليها هو 630,248 ليترمازوت/السنة، قيمتها بالأسعار العالمية (27 ل.س لليتر) هي 000,713,6 ل. س، وفترة استرجاع رأس المال 3.2 سنة. أما في حال إجراء المقارنة مع تسخين المياه بالكهرباء فإن فترة استرجاع رأس المال 3.4 سنة⁴⁵. يستنتج من هذه الفقرة الآتي:

عدم وجود إستراتيجية وطنية لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية، وأن المخطط العام المعد في عام 2002 لم ينفذ لعدم توفر الاعتمادات المالية والكادر البشري المدرب. إن اعتماد إستراتيجية وطنية واضحة ومتكاملة لترشيد استهلاك الطاقة واستثمار الطاقة المتجددة هو أمر ملح وهام إذ أنه يتوقع في نهاية الخطة الخمسية العاشرة أي في نهاية عام 2010 أن تتابع حوامل الطاقة بسعر الكلفة. ينبغي التركيز على طاقة الرياح نظراً لمساهمتها بأكبر نسبة في المخطط العام مقارنة مع التطبيقات الأخرى للطاقة المتجددة.

5-5-5- دراسات التدقيق الطاقى

بهدف تحديد فرص ترشيد استهلاك الطاقة ورفع كفاءة استخدامها في القطاعين الصناعي والتجاري، نفذ مشروع تخطيط وحفظ الطاقة في وزارة الكهرباء 250 دراسة تدقيق طاقي أولية وأكثر من 100 دراسة تدقيق طاقي تفصيلية وأكثر من 20 دراسة جدوى اقتصادية لعدد من المنشآت الصناعية والخدمية والتجارية المختلفة. تظهر نتائج دراسات التدقيق الطاقى التفصيلية أنه يمكن توفير 8.4 مليون دولار أمريكي سنوياً في حال تم تنفيذ فرص الترشيح الحرارية والكهربائية في

⁴⁵ د.م عبد الهادي الزين، المشروع الوطني لنشر استخدام الطاقة الشمسية لأغراض تسخين المياه المنزلية. ندوة حول ترشيد استهلاك الطاقة والطاقة المتجددة، دمشق 19-20 آذار 2006

الدراسات التفصيلية المدروسة. يبين الجدول (73) النتائج التي خلصت إليها 100 دراسة تدقيق طاقي تفصيلي في بعض المصانع والمنشآت التجارية الكبيرة⁴⁶.

Table (73): Summary of Energy and Cost Saving Opportunities Identified from 100 Detailed Audits of Industrial and Large Commercial Facilities

Sum of annual saving opportunities		Annual opportunities of thermal energy saving		Annual opportunities of electric energy saving		
toe	Million \$	toe	Million \$	GWh	toe	Million \$
30509	8.4	28914	5.6	416	1595	2.8

Source: [17]

من جهة أخرى، تبين من دراسات التدقيق الطاقي التي نفذت في فنادق ومطعمين ومنزلين في منطقة دمشق القديمة أن فرص الترشيد موجودة وتتباين من موقع لآخر⁴⁷. يلخص الجدول (74) نتائج هذه الدراسات.

Table (74): Summary of Energy and Cost Saving Opportunities Identified from 6 Energy Audits of Residential and Commercial Facilities in Old City of Damascus

	Estimated annual savings (SL)	Estimated annual savings (kWh)	Estimated annual savings (t CO ₂)	Estimated implementation cost (SL)	Simple pay-back period (years)
Restaurants					
1. Casablanca Restaurant	129,869	40,813	14.53	329,000	2.7
2. Haretna Restaurant	405,723	152,833	65.92	427,150	1.22
Apartments					
3. Aboud Apartment	24,432	7711	3.9	101,250	4.1
4. Nahlawi House	10,681	4986	2.56	64,950	5.2
Hotels					
5. Bait Rumman Hotel	69,505	20,151	10.3	10,650	0.15
6. Alshahbandar Palace <i>hotel & café</i>	150,341	44,841	21.82	138,600	0.92

⁴⁶ نفس المرجع 35

Abed el Hadi Zein, Energy Audit Reports at 2 apartments, 2 restaurants and 2 hotels. ⁴⁷ Studies funded by SYRIAN-GERMAN TECHNICAL COOPERATION GTZ. Program for Sustainable Urban Development UDP, November 2008.

5-6- التشريعات الطاقية الصادرة في مجال الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة

جرى إحداث "المركز الوطني لبحوث الطاقة" بموجب القانون رقم 8/ لعام 2003. يهدف إحداث المركز إلى توحيد كافة الأنشطة القائمة في سورية، وتأهيل الكوادر الفنية اللازمة وإقامة المشروعات الريادية والاستفادة من المنح والمعونات والقروض المقدمة من المنظمات والبرامج الدولية وتطوير التعاون العربي والدولي. حُددت للمركز مهام عديدة منها تطوير استخدامات الطاقات المتجددة.

جرى إصدار "كود العزل الحراري للأبنية السكنية"، بموجب تعميم السيد رئيس مجلس الوزراء بتاريخ 2007/11/22، وجرى تطبيقه بدءاً من تاريخ 2008/1/1. يتضمن هذا الكود القيم العظمى لمعاملات الانتقال الحراري الكلي (U-value) لعناصر البناء [19]. أصدرت وزارة الإدارة المحلية في شهر تشرين الثاني من عام 2009، قراراً قضى بإلزام طالبي الترخيص بالبناء في مدن مراكز المحافظات ومجالس المدن والبلديات تقديم دراسة ميكانيكية وفقاً لمبادئ وأسس ومواد كود العزل الحراري المعتمد. ولفت القرار إلى عدم منح إجازة السكن أو الموافقة على الإفراز في حال عدم التنفيذ (الملحق 14) [36].

جرى إصدار "قانون معايير كفاءة استهلاك الطاقة للأجهزة الكهربائية في القطاعات المنزلية والتجارية والخدمة" (رقم 18 تاريخ 2008/10/14). وصدرت بتاريخ 2009/10/8 التعليمات التنفيذية لهذا القانون. يتضمن الملحق (6) اللصاقة الطاقية المقترحة للثلاجات.

جرى إصدار "قانون الحفاظ على الطاقة" (رقم 3 تاريخ 2009/2/22). إن المهام الرئيسية لهذا القانون هي [20]:
تشجيع ترشيد استهلاك الطاقة والحفاظ عليها في جميع الأماكن ذات التأثير الدائم على معدلات توليد واستهلاك الطاقة،
تشجيع استخدام الطاقة المتجددة بتطبيقاتها المختلفة،
الحفاظ على احتياطي الوقود الأحفوري المحدود لأطول فترة ممكنة،
تخفيض الآثار البيئية السلبية الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري،
تلبية متطلبات التنمية المستدامة.

جرى إعادة هيكلة تعرفه حوامل الطاقة في سورية خلال عامي 2007 و 2008، وذلك ضمن إطار تنفيذ الخطة الخمسية العاشرة حيث ازدادت بتاريخ 3 أيار عام 2008 تعرفه المازوت

من 7 إلى 25 ليرات سورية لكل لتر ثم انخفضت لاحقاً إلى 20 ليرة سورية لكل لتر (السعر الرسمي) أو 20.65 ليرة سورية لكل لتر (سعر المبيع للمستهلك). كما ازداد سعر أسطوانة الغاز المسال سعة 12 كغ من 145 إلى 250 ليرة سورية (السعر الرسمي) و275 ليرة سورية (سعر المبيع للمستهلك). أما التعرفة الجديدة للكهرباء فقد طبقت بتاريخ الأول من أيلول عام 2007، ثم جرى لاحقاً تعديل طفيف على تعرفة الاستهلاك المنزلي الذي يزيد عن 1000 كيلو واط ساعي في الشهر. يتضمن الملحق (7) التعرفة الجديدة للطاقة الكهربائية. ويدون الجدول (75) الكلفة الوسطية الحالية للكيلو واط ساعي المنتج من الكهرباء والمازوت والغاز المسال (عند مردود 100%).

Table (75): Average Unit Cost for Electricity, LPG, and Diesel Oil

	Average unit cost (SL/kWh)
Electricity	2.41* (plus taxes and fees)
LPG	1.8**
Diesel oil ⁺	2.08***
Green Diesel, 50 ppm SO ₂	2.21 ⁺⁺

* For a consumption of 1000 kWh/month (without taxes and fees).

**Assuming a retail price of SL 275 for one bottle gas and 100% efficiency.

***Assuming a retail price of SL 20.65 per liter and 100% efficiency.

⁺ Diesel oil typically contains 0.7 percent sulfur.

⁺⁺Assuming a retail price of SL 22 per liter and 100% efficiency.

تعكف وزارة الكهرباء حالياً على تعديل قانون الكهرباء بحيث يتضمن السماح للقطاع الخاص في الاستثمار في مجال توليد الطاقة الكهربائية من مصادر طاقة أحفورية ومن مصادر الطاقة المتجددة. يتوقع أن يرى القانون الجديد النور في بداية عام 2010.

5-7 - إدارة الطلب على الطاقة

يتلخص مفهوم إدارة الطلب على الطاقة بأنها مجموعة إجراءات تنظيمية وتنفيذية تهدف إلى تخفيض و/أو تعديل أنماط الاستهلاك الطاقوي مما يعود بالفائدة على المنتجين والمستهلكين.

ضمن إطار تنفيذ مشروع تخطيط وحفظ الطاقة في وزارة الكهرباء جرى إعداد تقرير مفصل عن إدارة الطلب على الطاقة في سورية. تتلخص نتائج هذا التقرير (الملحق 8) في إمكانية تحقيق وفر في عام 2020 قدره 4600 GWh في حال تنفيذ الإجراءات المقترحة في هذا التقرير، وتوفير

2500 MW في استطاعة الذروة، و توفير 1.1 مليون طن فيول، إضافة إلى تجنب كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تعادل 3300 ألف طن/سنة [21].

من نتائج هذا التقرير أيضاً، إمكانية الحصول على وفر تراكمي فُدر بأكثر من 77000 GWh خلال الفترة الممتدة من تاريخ الانتهاء من إعداد التقرير في عام 2005 وحتى عام 2020، وتوفير 18 مليون طن فيول، ويحقق المستفيدون من الطاقة الكهربائية وفراً قدره 140 مليار ليرة (إذا بقيت أسعار الكهرباء على حالها كما كانت في عام 2005)، كما تحقق وزارة الكهرباء في جانب الطلب على الكهرباء توفير صافي قدره 310 مليار ليرة (من جراء تخفيض استهلاك الوقود وتحسين شروط التشغيل والصيانة وتخفيض في الاستطاعة المركبة).

وخلص التقرير إلى أن الإنارة والمحركات الكهربائية يمكن أن يساهمان بأكثر نسبة من الوفر المقدر، كما أن أكبر وفر يمكن تحقيقه هو في القطاع المنزلي (نظراً لأن الإنارة تشكل نسبة تتراوح بين 20% إلى 25% من الاستهلاك الإجمالي للطاقة الكهربائية في القطاع المنزلي).

5-8 - ترشيد استهلاك الطاقة في الإنارة العامة

تعمل الشركة العامة لأعمال الكهرباء والاتصالات "السورية للشبكات" على ترشيد الطاقة في إنارة الشوارع من خلال استخدام الأساليب والتكنولوجيا الحديثة في الأجهزة الموفرة للطاقة. وتم اعتماد أجهزة موفرة للطاقة بحدود 30-40% وذات سوية إنارة عالية تؤمن انتشاراً أفضل للفيض الضوئي وتحقق وفراً في الكلفة التأسيسية للمشاريع الجديدة من حيث عدد الأعمدة وكمية الكابلات المستخدمة. وقد نفذت الشركة مشروعات عدة في هذا المجال وعلى مستوى عال، منها إنارة الكورنيش البحري والأسن البحرية في طرطوس، حيث تم استخدام أجهزة إنارة 150 واط ميتال هلايد وكذلك مشروعات التجديد والاستبدال بمدينة حمص حيث استخدمت فيها أجهزة إنارة بمصابيح صوديوم 250 واط ذات إقلاع الكتروني الأمر الذي حقق وفراً قدر بنحو 50% نسبة لطريقة الإقلاع القديمة بالمحول التقليدي.

5-9 - أهمية آلية التنمية النظيفة

لقد تبني بروتوكول كيوتو ثلاث آليات تعاون دولية تهدف إلى مساعدة الدول الصناعية على تنفيذ التزاماتها بتخفيض الانبعاثات الغازية بنسبة 5% عن معدلات عام 1990، وذلك خلال الفترة الممتدة من عام 2008 إلى عام 2012. التزم الإتحاد الأوروبي بتخفيض انبعاثاته بنسبة

8% عن مستوى عام 1990 خلال الفترة نفسها. بدئ بتنفيذ بروتوكول كيوتو في 16 شباط عام 2005.

إن هذه الآليات المرنة هي :

التجارة الدولية للإنبعاثات (Emissions Trading) وهي آلية تهدف إلى خلق سوق لبيع وشراء وحدات الإنبعاثات الغازية،

التنفيذ المشترك للمشروعات (Joint Implementation) وهي آلية تهدف إلى تشجيع الدول الصناعية على تنفيذ مشروعات مخفضة للإنبعاثات في دول صناعية أخرى،

آلية التنمية النظيفة (Clean Development Mechanism-CDM) وتهدف إلى تشجيع الدول الصناعية على تنفيذ مشروعات في دول نامية بحيث تحسم كمية الإنبعاثات المخفضة من رصيد التزامات الدول المستثمرة.

تحقق آلية التنمية النظيفة (CDM) هدفين أو فائدتين في آن واحد، يتمثل الهدف الأول في مساعدة الدول النامية على تحقيق التنمية المستدامة وذلك باعتماد المشروعات النظيفة بيئياً أو الصديقة للبيئة. أما الهدف الثاني فيتمثل في مساعدة الدول الصناعية على تنفيذ التزاماتها بتخفيض الإنبعاثات الغازية.

تدار هذه الآلية من قبل مجلس تنفيذي (Executive Board) مهمته إصدار رخص أو شهادات الإنبعاثات المخفضة (Certified Emission Reduction-CERs) ومراقبة تنفيذ الالتزامات. كما أن الاستفادة من آلية التنمية النظيفة مشروطة بالمصادقة على بروتوكول كيوتو.

وكان السيد الرئيس بشار الأسد رئيس الجمهورية العربية السورية قد أصدر المرسوم التشريعي رقم 73 تاريخ 2005/9/4 القاضي بانضمام الجمهورية العربية السورية إلى بروتوكول كيوتو حول التغيرات المناخية.

يجب أن تحقق مشروعات آلية التنمية النظيفة أهداف التنمية المستدامة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للدول النامية المضيفة، كالححد من الفقر وتحسين مستوى المعيشة وتخفيض الإنبعاثات والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن مشروعات الطاقة المتجددة، وخاصة طاقة الرياح تحظى بالأولوية ضمن إطار هذه الآلية وتحصل على أنسب الأسعار.

كما يجب أن يكون التخفيض في غازات الدفيئة إضافياً (Additional)، أي أن تخفيض الإنبعاثات الناتجة عن تنفيذ المشروع في الدولة المضيفة لا يمكن أن يتحقق إلا بوجود هذا المشروع ضمن إطار آلية التنمية النظيفة (CDM)، ويجب أن يحقق تخفيضاً مؤكداً وقابل للقياس، وأن يساهم في التقليل من مخاطر تغير المناخ على الأمد البعيد. أو أن كمية الإنبعاثات أقل من الكمية المحددة في سيناريو الأساس (Business-As-Usual) أو السيناريو المرجعي للمقارنة

(Baseline Scenario) الذي يحدد كمية الانبعاثات التي يمكنها أن تحدث في حال عدم وجود مشروع CDM.

ومن بين شروط تنفيذ هذه الآلية في الدول النامية تحديد جهة وطنية مسؤولة عن تطبيقها، وهذه المسؤولية منوطة بوزارة الدولة لشؤون البيئة، بحيث يقع على عاتقها وضع استراتيجية وطنية تتضمن مسحاً مبدئياً لمصادر الانبعاثات وترتيباً لأولويات المشروعات المقترحة.

وقد نفذ مركز الدراسات البيئية دراسة متكاملة عن مصادر وكمية الانبعاثات في القطر. كما نظم المركز الوطني لبحوث الطاقة في عام 2004 وبالتعاون مع جامعة أثينا التقنية ورشة عمل حول آلية التنمية النظيفة حاضر فيها عدد من الخبراء الأوروبيين.

لقد بلغ متوسط سعر مبيع طن غاز ثاني أكسيد الكربون في عام 2005: 7.5 دولار، وارتفع إلى 11 دولار في عام 2006، ثم ارتفع إلى 17.8 دولار في عام 2007، ووصل إلى 18.5 دولار في عام 2008.

يبلغ السعر الحالي للطن الواحد من غاز ثاني أكسيد الكربون المخفض لدى إحدى شركات الوساطة العالمية: 10.77 يورو، ومن المتوقع أن تزداد الأسعار كلما اقتربنا من نهاية المدة الزمنية المقررة في عام 2012.

إن أكثر الدول المستفيدة هي الصين والهند بنسبة تقارب 70% إضافة إلى دول أمريكا الجنوبية. بلغ عدد شهادات الانبعاثات المخفضة (Certified Emission Reduction-CERs) بتاريخ 1 نيسان 2008: 134,993,328 شهادة ويتوقع أن يصل الرقم إلى 2.7 مليار شهادة في نهاية عام 2012.

تتوفر إمكانية تخفيض الانبعاثات في سورية عبر آلية التنمية النظيفة تساوي (8.3 MtCO₂) إذا كانت نسبة التخفيض 15% من الكمية الإجمالية للانبعاثات في عام 2008: أو تساوي (2.8 MtCO₂) إذا كانت نسبة التخفيض 5%⁴⁸

5-10- التوقعات المستقبلية لبعض المؤشرات الهامة

تطور عدد السكان حتى عام 2030

بافتراض معدل تزايد سنوي يتراوح بين 2.4% و 2% يدون الجدول (76) توقع تطور عدد السكان في سورية حتى عام 2030.

⁴⁸ Samir Amous & Amr Osama Abdel-Aziz, Preliminary Inventory of Potential CDM Opportunities in the MENA region. Middle Eastern and North African Carbon Forum 2009, Cairo, 6-7 May 2009.

الجدول (76) توقع تطور عدد السكان في سورية حتى عام 2030

Year	1999	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Population (Million)	15.89	18.54	20.87	23.27	25.82	28.50	31.47
Annual Growth Rate (%)	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	

تطور الطلب على الطاقة حتى عام 2030

انطلاقاً من فرضيات ونتائج استراتيجية التزود المثلى، يبين الجدول (77) التطور المستقبلي المتوقع للطلب على الطاقة النهائية حتى عام 2030 موزعة حسب نمط الاستهلاك. علماً أن هذه المعطيات تركز على نتائج دراسة وطنية معمقة حول تطور الطلب النهائي على الطاقة للحالة المرجعية باعتماد منهجية الاستهلاك النهائي [22].

الجدول (77): تطور الطلب النهائي على الطاقة حسب نمط الاستهلاك

Year	Electricity		Fuel for Heating	Fuel for Vehicles	Non-energy Use*	Total
	(Mtoe)	MWyr	(Mtoe)	(Mtoe)	(Mtoe)	(Mtoe)
2005	2.050	2722	6.822	4.538	1.036	14.446
2010	2.637	3501	8.673	5.723	1.201	18.235
2015	3.408	4524	11.114	7.337	1.379	23.237
2020	4.427	5878	14.197	9.493	1.597	29.714
2025	5.753	7638	18.010	12.286	1.869	37.918
2030	7.520	9985	22.699	15.870	2.270	48.359

* Asphalt, fertilizer and petrochemical industry. Source [22]

5-11 استشراف إمكانات استثمار الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في المستقبل

5-11-1- الورقة الوطنية [22]

اقترحت هذه الورقة المساهمة الآتية وفق سيناريو الطاقة المتجددة: زيادة حصة الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء من 1% في عام 2010 إلى 10% في عام 2030. وتساهم هذه الحصة في توفير حوالي 2.5 مليون طن مكافئ نفط في عام 2030. وتحظى طاقة

الرياح بالحصة الأكبر حيث ستزداد مساهمتها من 240 ميغا واط في عام 2010 إلى 5850 ميغا واط في عام 2030، أي ما يقابل 24% من الاستطاعة المركبة في عام 2030 (24000 ميغا واط). وتوقعت الورقة أن تنتج مصادر الطاقة المتجددة في عام 2030 أكثر من 10000 GWh. رفع مساهمة الطاقة الشمسية بشكل مضطرد وصولاً إلى 10% من مجمل التطبيقات الحرارية في عام 2030.

وتوقعت الورقة أن تتخفف إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من محطات توليد الطاقة الكهربائية في عام 2030 من حوالي 61Mt/y (السيناريو المرجعي أي دون أي مساهمة للطاقة المتجددة) إلى حوالي 54 Mt/y (مع المساهمة المقترحة للطاقة المتجددة). علماً أن إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من محطات توليد الطاقة الكهربائية في عام 2005 بلغت 21.7 Mt/y [22].

اعتمدت الورقة المذكورة على معلومة غير موثوق بها وهي أن مجموع الاستطاعة المركبة للمزارع الريحية ستصل في عام 2010 إلى 240 ميغا واط. لكن واقع الحال يقول أنه لم تنفذ أي مزرعة ريحية ولم يجر التعاقد مع أي شركة ونحن في نهاية عام 2009.

5-11-2- المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة⁴⁹

يلخص الجدول (78) نتائج الجدوى الاقتصادية وفرص العمل الجديدة الذي خلص إليها المخطط العام المذكور

الجدول (78) نتائج الجدوى الاقتصادية وفرص العمل الجديدة في المخطط العام

	Renewable Energy Master Plan	Accelerated Growth Scenario	Focused Growth Scenario
Energy Contribution in 2011	4.31%	6.73%	2.85%
Total Investment Costs	1.48 billion \$	2.4 billion \$	0.845 billion \$
Total Lifecycle Costs	3.2 billion \$	5.2 billion \$	1.9 billion \$
Emission reduction:			
CO ₂ (Tonnes/year)	896,000	1400,000	592,000
NO _x (Tonnes/year)	5,900	9,000	4,000
CO (Tonnes/year)	9,100	14,000	6,000
SO ₂ (Tonnes/year)	11,200	17,000	7,000

⁴⁹ Syria National Renewable Energy Master Plan-SYR/99/001/08, Department of Economic and Social Affairs, United Nations.

	Renewable Energy Master Plan	Accelerated Growth Scenario	Focused Growth Scenario
Employment Generation	7,225	11,014	6,301

Source: Syria National Renewable Energy Master Plan-SYR/99/001/08, Department of Economic and Social Affairs, United Nations.

أقترح في هذا المخطط العام ثلاثة سيناريوهات هي:

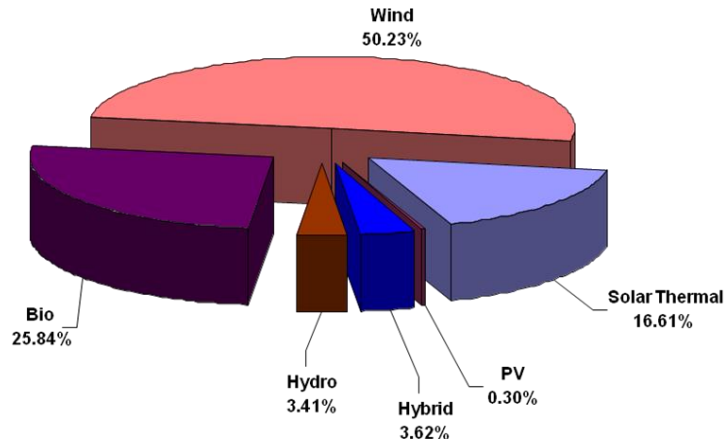
أ- سيناريو الطاقة المتجددة Renewable Energy Master Plan

يتوقع في نهاية عام 2011 أن تبلغ مشاركة تطبيقات الطاقة المتجددة 350 كيلو طن مكافئ نפט، أي بنسبة مشاركة قدرها %4.31 من الطلب الإجمالي على الطاقة في سوريا في هذا العام. تبلغ التكاليف الإجمالية لتنفيذ هذا السيناريو 1.48 مليار دولار أمريكي، منها %98 لتنفيذ خطة تطوير الطاقة المتجددة والباقي لتنفيذ خطة الإجراءات المرافقة. تحظى طاقة الرياح بأعلى نسبة إذ تتطلب %44 من هذه التكاليف، تليها طاقة الكتلة الحيوية بنسبة %22، ثم الطاقة الشمسية بنسبة %18، ثم نظم الطاقة الهجينة بنسبة %13 وأخيراً الطاقة الكهرمائية بنسبة %3.

تُبين نتائج الدراسة الاقتصادية أن تكاليف الاستثمار المكافئة للطاقة التقليدية تبلغ 410 ملايين دولار أمريكي مقارنة مع 1.48 مليار دولار أمريكي للطاقة المتجددة. لكن تكاليف التشغيل للطاقة التقليدية تُقدر بـ 5.6 مليار دولار أمريكي مقارنة مع 3.2 مليار دولار أمريكي للطاقة المتجددة.

يستنتج من ذلك أن الجدوى الاقتصادية لاستثمار الطاقة المتجددة في القطر محققة إلا أن التكاليف الأولية للاستثمار عالية.

يوضح الشكل (33) نسب مساهمة مختلف تطبيقات الطاقة المتجددة المقترحة في المخطط العام. ويظهر من هذا الشكل أن طاقة الرياح تحظى بالأولوية بنسبة مساهمة قدرها %50.23.



الشكل (33): نسب مساهمة مختلف تطبيقات الطاقة المتجددة [13]

يساعد هذا السيناريو على خلق 7225 فرصة عمل لمهندسين وفنيين وإداريين ومدرسين. إن كل فرصة عمل جديدة في القطاع العام يقابلها 10 فرص عمل في القطاع الخاص. يؤدي تنفيذ هذا السيناريو إلى خفض الكميات التالية في عام 2011 : 896000 طن/السنة من CO₂ و 11200 طن/السنة من SO₂ و 5900 طن/السنة من NO_x و 9100 طن/السنة من CO. إن التكاليف الاجتماعية السنوية التي يمكن تجنبها من هذه الانبعاثات تكافئ 120 مليون دولار أمريكي.

سيناريو النمو السريع Accelerated Growth

يتطلب دعم مالي أكبر من الحكومة السورية والجهات الدولية المانحة والقطاع الخاص. تبلغ تكاليف هذا السيناريو 2.4 مليار دولار أمريكي، بحيث تصل نسبة مشاركة الطاقة المتجددة إلى 6.73 % من الطلب الإجمالي على الطاقة في عام 2011.

سيناريو النمو المركز Focused Growth

يمكن تنفيذ هذا السيناريو في حال قلة الموارد المالية بحيث يتم التركيز على التقانات ذات الأولوية العالية كنظم تسخين المياه بالطاقة الشمسية والعنفات الريحية والأنظمة الكهروضوئية والطاقة الكهرومائية. تُقدّر تكاليف هذا السيناريو بـ 845 مليون دولار أمريكي بحيث تصل نسبة مشاركة الطاقة المتجددة إلى 2.85% من الطلب الإجمالي على الطاقة في عام 2011.

استناداً إلى معايير مختلفة، قُدرت مشاركة القطاع الخاص بنسبة 57% من التكاليف الإجمالية للمخطط العام، وقُدرت مشاركة الجهات الدولية المانحة بنسبة 22% ومشاركة الحكومة السورية

بنسبة 21%. وهذا يعني أن كل دولار أمريكي واحد مستثمر من قبل الحكومة السورية يقابله 3.8 دولار أمريكي مستثمر من قبل القطاع الخاص والجهات الدولية المانحة.

يستنتج من هذه الفقرة الآتي:

أنجز المخطط العام لاستثمار الطاقة المتجددة في سورية بناءً على رغبة الحكومة، إلا أنه لم ينفذ باستثناء إحداث المركز الوطني لبحوث الطاقة وإنجاز بعض الدراسات المقترحة في هذا المخطط. وكان من المفروض عقد ندوة محلية يدعى إليها بعض المؤسسات الدولية المانحة (المقترح مشاركتها بنسبة 22%) والقطاع الخاص المحلي (المقترح مشاركته بنسبة 57%) لبحث إمكانية تنفيذ المخطط. لا تستطيع الحكومة تنفيذ أي مخطط دون مشاركة فعالة من قبل القطاع الخاص وبمساهمة مالية من المؤسسات الدولية المانحة.

6- قطاع الصناعة في سورية

يعتبر قطاع الصناعة في سورية من القطاعات المطلقة لغازات الاحتباس الحراري سواء من جراء احتراق الوقود اللازم للحصول على الطاقة الحرارية أو من جراء العمليات الصناعية ذاتها، ولهذا كان الاتجاه نحو تخفيف الانبعاثات الصادرة عنها هو احد الاجراءات الهامة في سبيل الحد من هذه الظاهرة.

يتوزع القطاع الصناعي في سوريا بين ثلاثة قطاعات: القطاع العام والخاص والمشارك قطاع ويضم القطاع العام 8 مؤسسات صناعية ويتبع لها 91 شركة عامة صناعية⁵⁰ وهي: المؤسسة العامة للأسمنت ومواد البناء: وتضم 9 شركات لتصنيع الاسمنت، والمؤسسة العامة للصناعات الكيماوية: وتضم 13 شركة، والمؤسسة العامة للصناعات الهندسية: وتضم 13 شركة، والمؤسسة العامة للصناعات الغذائية: وتضم 22 شركة للتصنيع الغذائي، والمؤسسة العامة للسكر: وتضم 6 شركات لتصنيع السكر، والمؤسسة العامة للصناعات النسيجية وتضم 27 شركة. والمؤسسة العامة للتبغ: ولها ثلاثة فروع،

⁵⁰ معلومات وزارة الصناعة

والمؤسسة العامة لحلج وتسويق الأقطان: وتعمل على حلج الأقطان المحلية ويتبع لها العديد من المحالج التي تنتشر على امتداد الجمهورية العربية السورية.

6-1- استهلاك الوقود في قطاع الصناعة

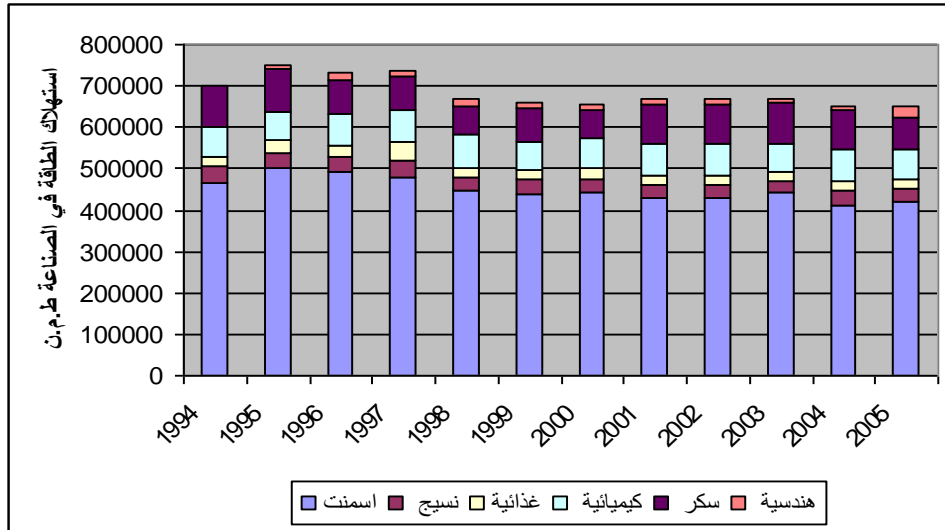
يستخدم القطاع الصناعي أنواعاً متعددة من الوقود للحصول على الطاقة (غير الكهرباء) أهمها الفيول أويل والمازوت بالإضافة إلى البنزين والكيروسين والغاز. يبين الجدول (84) كمية الوقود المستهلكة في عدد من المؤسسات الصناعية خلال الفترة 1994-2005

الجدول (84) كمية الوقود المستهلكة في المؤسسات الصناعية في الفترة 1994-2005 (ط.م.ن)

السنة	اسمنت	نسيجية	غذائية	كيميائية	سكر	هندسية
1994	464882	40098	25443	70712	97304	4000
1995	500932	38519	28600	68639	105135	9066
1996	491856	36907	27685	75573	82378	17187
1997	480016	38514	45099	76827	81101	14928
1998	445544	34075	23381	79946	67358	18045
1999	440189	34312	23640	65598	82408	15004
2000	443456	31269	24864	72432	68482	13706
2001	430494	31015	19847	71411	74597	13420
2002	428425	31534	22180	76472	97365	12613
2003	442097	29518	21526	67254	95420	12790
2004	412848	32786	23094	77600	93314	11726
2005	418286	32641	23434	74542	74648	28439
2006	435292	31187	21982	15339	190063	12547

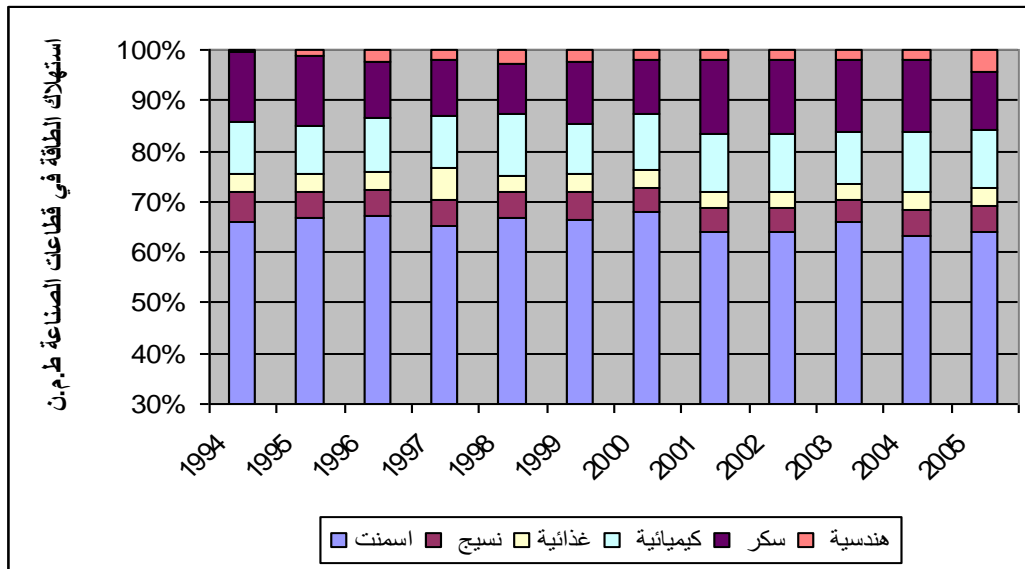
المصدر: معلومات وزارة الصناعة

ويوضح الشكل (36) استهلاك الطاقة في المؤسسات الصناعية خلال الفترة 1994-2006 حيث يتبين أن صناعة الاسمنت هي أكبر مستهلك للوقود (فيول ومازوت) يليها السكر ثم الكيميائية والنسيجية ثم الغذائية وأخيراً الصناعات الهندسية، وإن معدل الاستهلاك الكلي للطاقة هو في تناقص وسببه التخفيف من استخدام الفيول ودخول أنواع جديدة من مصادر الطاقة كالغاز الطبيعي.



الشكل (36) كمية استهلاك الوقود في المؤسسات الصناعية (ط.م.ن.)

كما يبين الشكل (37) حصة كل صناعة من مجمل الاستهلاك الكلي للطاقة ؛ إذ تستهلك صناعة الاسمنت أكثر من 66% يليها صناعة السكر 13% ثم الصناعات الكيماوية 11% ثم الصناعات النسيجية 5% والغذائية 4% وأخيرا الهندسية 2%.



الشكل (37) حصة كل قطاع من استهلاك الوقود

ولمعرفة تأثير نوعية الوقود المستخدم على كمية الانبعاثات الناتجة عن الاحتراق ونوعيتها، تم حساب نسبة استهلاك الفيول من مجموع الوقود المستخدم في كل نوع من الصناعات وتبين ان استهلاك الفيول يصل إلى 97% في كل من صناعة الاسمنت وصناعة السكر يليها الصناعات

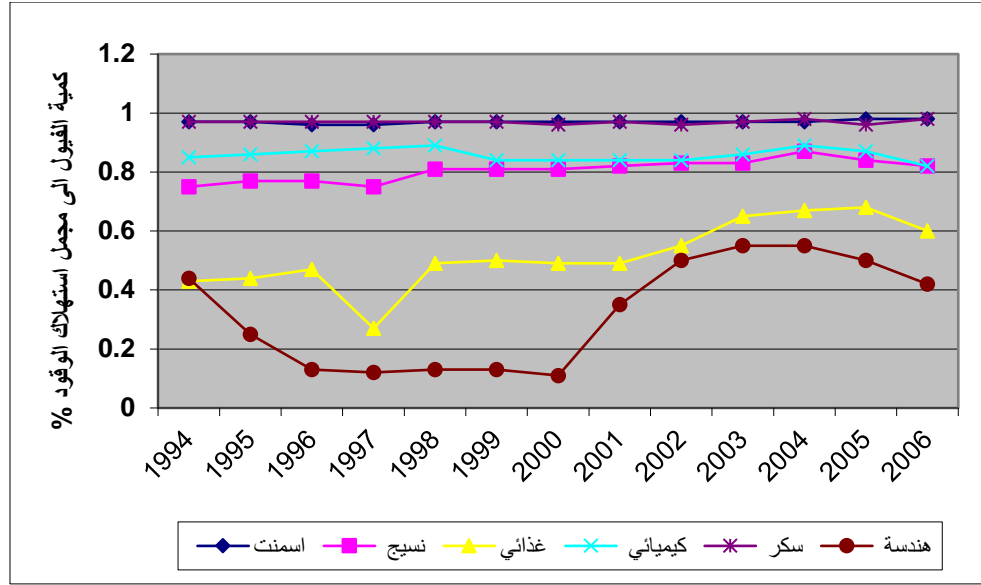
الكيميائية 86% ثم الصناعات النسيجية 81% ثم الغذائية 52% وأخيرا الهندسية 34% كما يوضح ذلك الجدول (85). وهذا يشير إلى أن أكبر مصدر للتلوث الناتج عن استخدام الفيول في الصناعة هو الاسمنت والسكر بنفس المقدار ثم الكيميائية ولهذا ينبغي أن يكون الاهتمام موجه لهذه الصناعات عند البحث عن إجراءات تخفيف الانبعاثات.

الجدول (85) نسبة استهلاك الفيول إلى مجمل استهلاك الوقود

هندسة	هندسية	سكر	سكر	كيميائي	كيميائية	غذائي	غذائية	نسيج	نسيجية	اسمنت	اسمنت	طن.م	
0.44	4000	0.97	97304	0.85	70712	0.43	25443	0.75	40098	0.97	464882	1994	
0.25	9066	0.97	105135	0.86	68639	0.44	28600	0.77	38519	0.97	500932	1995	
0.13	17187	0.97	82378	0.87	75573	0.47	27685	0.77	36907	0.96	491856	1996	
0.12	14928	0.97	81101	0.88	76827	0.27	45099	0.75	38514	0.96	480016	1997	
0.13	18045	0.97	67358	0.89	79946	0.49	23381	0.81	34075	0.97	445544	1998	
0.13	15004	0.97	82408	0.84	65598	0.5	23640	0.81	34312	0.97	440189	1999	
0.11	13706	0.96	68482	0.84	72432	0.49	24864	0.81	31269	0.97	443456	2000	
0.35	13420	0.97	74597	0.84	71411	0.49	19847	0.82	31015	0.97	430494	2001	
0.50	12613	0.96	97365	0.84	76472	0.55	22180	0.83	31534	0.97	428425	2002	
0.55	12790	0.97	67633	0.86	67254	0.65	21526	0.83	29518	0.97	442097	2003	
0.55	11726	0.98	93314	0.89	77600	0.67	23094	0.87	32786	0.97	412848	2004	
0.50	12280	0.96	74648	0.87	74542	0.68	23434	0.84	32641	0.98	418286	2005	
0.42	12547	0.98	190063	0.82	15339	0.6	21982	0.82	31187	0.98	435292	2006	

المصدر : وزارة الصناعة

أما تغيرات استهلاك الفيول في كل صناعة على مدار السنوات 1994-2006 فيوضحها الخط البياني (38) حيث يظهر تغير قليل لاستهلاك السكر والاسمنت والنسيج والكيميائي من الفيول ووجود ازدياد في استهلاك الفيول في الهندسية والغذائية بسبب اعتماد القطاع الخاص على هذه المادة .



الخط البياني (38) نسبة استهلاك الفيول إلى مجمل استهلاك الوقود في الصناعة

6-2- الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود في قطاع الصناعة

عند احتراق الوقود احتراقاً كاملاً تصدر عنه الانبعاثات الغازية التالية: غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الأزوت وغاز ثاني أكسيد الكبريت وبخار الماء، ... من بين كافة هذه الانبعاثات سيتم الاهتمام بالغازات الرئيسية الثلاث CO_2 , N_2O , CH_4 المعنية بظاهرة الاحتباس الحراري وسيتم التعبير عن غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الأزوت بـغاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ⁵¹ يوضح الجدول (86) مجمل الانبعاثات الصادرة عن استخدام الوقود في الصناعة في القطاع العام خلال الفترة بين 1994-2006.

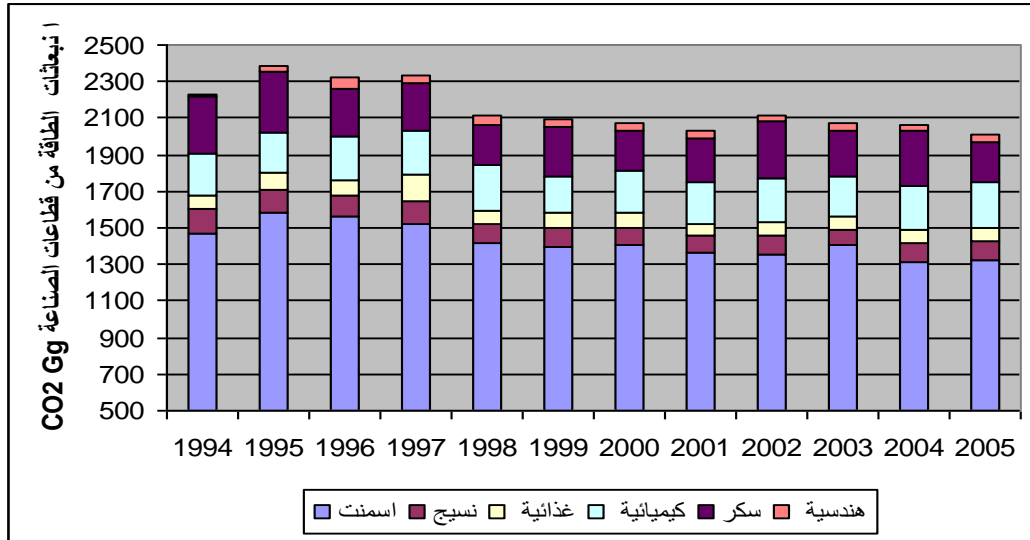
الجدول (86) الانبعاثات الصادرة عن استخدام الوقود في الصناعة في القطاع العام

2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	CO2Gg
1326	1308	1401	1358	1364	1405	1395	1412	1521	1559	1588	1473	الاسمنت
103	104	94	100	98	99	109	108	122	117	122	127	النسجية
73	73	68	70	63	79	75	74	143	88	91	81	الغذائية
246	246	213	242	226	230	208	253	244	240	218	224	الكيميائية
224	296	240	309	236	217	261	213	257	261	333	308	السكر
235	37	41	40	43	44	48	57	47	55	29	13	الهندسية

المصدر:

⁵¹ دراسة جرد غازات الدفينة في قطاع الصناعة برنامج الامم المتحدة الإنمائي

أما تغير الانبعاثات الصادرة عن استخدام الطاقة في الصناعة فيوضحها الشكل (39) حيث يظهر أن هذه الانبعاثات في انخفاض وخاصة بالنسبة لصناعة الأسمدة ويمكن أن يعزى ذلك إلى استخدام أنواع أخرى من الوقود وأهمها الغاز الطبيعي الذي دخل حيز الاستخدام بدء من عام 1998.



المصدر:

الشكل (39) تغير الانبعاثات الصادرة عن استخدام الوقود

6-3- توزيع الانبعاثات الناتجة عن استهلاك الطاقة في الصناعة :

إن صناعة الاسمنت هي الصناعة المسببة الأكثر للانبعاثات من جراء استخدام الطاقة وأن أكثر الانبعاثات تصدر عن اسمنت طرطوس ثم الشهباء ثم العربية حلب

الجدول رقم (87) انبعاثات معامل الاسمنت خلال 1994-2005

السنة	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	co2Gg
المؤسسة العامة للاسمنت	1326	1308	1401	1369	1373	1314	1395	1412	1521	6115	5158	7147	
1. اسمنت الشهباء	382	389	407	397	385	390	380	420	390	390	390	390	
2. اسمنت العربية حلب	274	282	289	275	288	289	274	266	257	260	266	216	
3. اسمنت عدرا - عدرا	4	6	8	14	12	11	10	10	164	227	220	180	
4. اسمنت الرستن	68	65	66	68	67	70	68	65	64	64	63	63	
5. اسمنت السورية حماة	170	159	179	168	175	163	169	163	160	159	170	165	
6. اسمنت العربية - حماه	8	13	13	15	13	16	20	20	20	20	19	17	
7. اسمنت طرطوس	419	395	440	430	431	472	471	466	464	437	472	442	

المصدر:

صناعة السكر: هي أيضا المولد الأول للانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود يبين الجدول (88) توزع هذه الانبعاثات على معامل صناعة السكر حيث يتضح ان معمل خميرة حلب وحمص هما الأكثر إصدارا للانبعاثات

الجدول رقم (88) انبعاثات معامل السكر

2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	CO2 Gg
237	296	290	309	236	217	261	213	257	261	333	308	المؤسسة العامة للسكر
21	43	0	50	30	15	36	20	41	46	45	29	شركة سكر الغاب -
30	42	0	54	41	32	43	35	36	38	50	50	شركة سكر دير الزور
49	70	0	59	39	69	44	48	63	62	63	60	شركة سكر حمص
0	0	0	0	39	33	46	31	38	38	57	51	شركة سكر الثورة
0	0	0	0	45	38	54	37	38	30	45	61	شركة سكر الرقة
0	0	0	0	34	22	33	38	33	39	66	50	شركة سكر سلحب
0	0	0	0	2	3	3	2	2	2	2	3	معمل خميرة دمشق
52	52	0	39	5	4	3	3	4	4	4	3	معمل خميرة حلب
42	44	0	47	1	1	1	1	1	1	2	1	معمل خميرة حرسنا

المصدر:

الصناعة الكيماوية معظم انبعاثاتها من معمل زجاج دمشق ثم الأمونيا ثم زجاج حلب ومعمل اطارات حماه الجدول رقم (89)

الجدول رقم (89) انبعاثات معامل الصناعة الكيماوية

2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	
236	246	213	242	226	230	208	253	244	240	218	224	المؤسسة العامة للصناعات الكيماوية
73	80	82	78	75	71	59	84	77	78	71	73	الزجاجية والخزفية - دمشق
1	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	للدباغة
4	2	2	8	7	4	5	6	6	6	6	8	للمنظفات سار - بدمشق
2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	الطبية العربية تاميكو بدمشق
1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	الأهلية للبلاستيك - دمشق
11	25	22	23	22	19	21	25	28	24	26	26	إطارات حماة - حماة
53	56	33	53	53	48	50	43	49	27	49	50	الزجاج - حلب
62	53	49	0	0	0	0	0	0	0	3	2	المصاييح الكهربائية بحلب
50	53	47	63	57	75	64	82	70	96	54	57	للأسمدة - قطينة
27	24	19	14	6	8	4	6	5	0	0	0	ورق دير الزور - دير الزور

المصدر:

الصناعات الهندسية : معظم انبعاثاتها تصدر عن الشركة العامة للمنتجات الحديدية والفولاذية بحماه والخشب دمشق الجدول رقم (90).

الجدول رقم (90) انبعاثات معامل الصناعات الهندسية

2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	CO2 Gg
32	37	0	51	43	44	48	57	47	55	29	13	المؤسسة العامة للصناعات الهندسية
3	2	0	3	1	1	1	1	0	1	0	1	للصناعات المعدنية بردي - دمشق
6	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	للصناعات التحويلية
0	37	41	40	0	1	3	3	4	4	5	5	للكبريت والخشب المضغوط - دمشق
0	0	1	1	2	1	2	6	2	2	2	0	السورية للطائرات و الغازات السائلة حلب
0	0	0	0	31	30	30	36	29	34	11	0	للمنتجات الحديدية و الفولاذية بحماه
0	0	1	1	4	2	3	4	3	4	2	3	العربية لصناعة الأخشاب - اللاذقية
1	1	29	29	0	0	0	1	0	0	0	1	الإشاعات المعدنية والصناعات الميكانيكية
32	30	20	15	2	2	2	1	0	1	2	0	شركة حلب لصناعة الكابلات - حلب
18	0	7	0	1	2	3	1	3	3	2	0	شركة الفرات لصناعة الجرارات بحلب

المصدر :

أما الصناعات النسيجية فأكبر انبعاثات منها تصدر من الشركة الخماسية دمشق والشركة العربية المتحدة دمشق، وفي الصناعات الغذائية الشركة الصناعية للزيوت النباتية - حلب وشركة الشرق للمنتجات الغذائية - حلب.

- الصناعات المصدرة للانبعاثات

تصدر عن الصناعة انبعاثات اخرى مصدرها التحولات الفيزيائية والكيميائية في المواد مرافقة للعمليات الصناعية المختلفة وهذه الانبعاثات تتناسب مع كمية الإنتاج وعامل الانبعاث لكل منها⁽¹⁾. لتسهيل تقدير الانبعاثات الصادرة عن العمليات الصناعية تم تقسيمها إلى أربعة مجالات وفق ما ورد في IPPU لعام 1996 وتم بيان الصناعات المتوفرة في سورية والمعنية بانبعاث الغازات الرئيسية الثلاث CO₂, N₂O, CH₄.

1. **منتجات الخامات:** وتتضمن إنتاج الاسمنت وإنتاج الجير واستخدام الحجر الكلسي وإنتاج واستخدام كربونات الصوديوم وإسفلت الأسطح وإسفلت التعبيد وإنتاج الزجاج وحجر الخفاف. تتوفر في سورية العديد من الخامات الأولية المشجعة على التصنيع أهمها الحجر الكلسي المادة الخام لصناعة الاسمنت وإنتاج الكلس الحي واستخدامهما الواسع بالإضافة للإسفلت والزجاج واستخدام كربونات الصوديوم.

2. **الصناعة الكيميائية:** وتتضمن إنتاج الأمونيا وحمض الأزوت وحمض الأديبيك واليوريا والكربيدات والكربولاكتام والبتروكيميائيات. تتجلى الصناعة الكيميائية في سورية بأهم صناعتين: صناعة الأسمدة و صناعة تكرير النفط.
3. **إنتاج المعادن:** ويتضمن الحديد والفولاذ وسبائك الحديد والألمنيوم والمغنيزيوم والمعادن الأخرى. لا يوجد في سورية صناعة تعدينية تنتج المعادن المختلفة بدء من خاماتها الأولية، ولكن هناك معمل لصهر خردة الحديد تصدر عنه بعض الانبعاثات ومعامل أخرى متفرقة موزعة في القطاعين العام والخاص لتشكيل الألمنيوم بدء من الألمنيوم المستورد وهذا لا تصدر عنه أي الانبعاثات⁽⁸⁾.
4. **صناعات أخرى:** ويتضمن الورق وإنتاج الأغذية والمشروبات وإنتاج واستخدام الهالوكربونات ومصادر أخرى. في سورية يتم تصنيع العديد من المنتجات الغذائية في القطاعين العام والخاص، مثل العرق والنبيد والبيرة ومشروبات روحية أخرى وخبز وسكر وبسكويت وسمنة وزبدة وإصدارات هذا القطاع معززة لظاهرة الاحتباس الحراري.

يوضح الجدول (91) كمية المواد المنتجة من صناعة المواد الخام والصناعة الكيميائية والمعدنية الموجودة في سورية^(8,2) والتي انبعاثاتها ضمن الغازات الرئيسية الثلاث CO_2 , N_2O , CH_4 .

جدول (91) الكميات المنتجة من الصناعة السورية المصدرة للغازات

Metal industry	Chemical industry			Material industry		year
	Coke	Amonia	Nitric acid	Soda ash	Cement	
t/y	t/y	t/y	t/y	t/y	t*1000/y	
35866	153939	112150	66952	16063	4344	1994
33144	148118	77190	59985	15792	4804	1995
60104	129228	97850	78705	24274	4817	1996
52532	126232	101785	72283	24801	4838	1997
59515	74189	157200	58977	24007	5016	1998
51830	70000	136000	66991	24700	5134	1999
53334	93850	110859	83138	25141	4631	2000
60055	97698	168332	72943	26275	5428	2001
48880	72539	173736	64702	29259	5399	2002
58326	78200	161045	80503	27220	5224	2003
72705	109288	140245	64702	27879	5098	2004
75130	105115	145950	77061	24606	5218	2005

المصدر:

4-6- الانبعاثات من العمليات الصناعية

تتنوع الانبعاثات الغازية الصادرة عن العمليات الصناعية من CO , CH_4 , CO_2 , N_2O , NO_x , $NMVO$, SO_2 , N_2O CH_4 , وهي المعنية بظاهرة الاحتباس الحراري.

سيتم توزيع الصناعات إلى أربع فئات وفق التوزيع الخاص بوزارة بالمؤسسات الصناعية :
صناعة الاسمنت والصناعة الكيميائية والصناعة الهندسية (التعدينية) والصناعات الأخرى (الغذائية) وسيتم إدخال صناعة الكربونات ضمن الصناعات الكيميائية.

الانبعاثات من كل صناعة⁽¹⁾ هي كالتالي :

- الاسمنت يصدر عن تصنيعه غاز ثاني أكسيد الكربون
- الصناعة الكيميائية وتشمل الانبعاثات الصادرة عن صناعة الأمونيا وحمض الأزوت وفحم الكوك وكربونات الصوديوم ويصدر عن تصنيعها CO_2 , CH_4 , N_2O
- الصناعات التعدينية وتتضمن معمل صهر الحديد ويطلق غاز CO_2 وغازات أخرى.
- الصناعات الغذائية وتتضمن الانبعاثات الصادرة عن صناعة السكر والخبز والمشروبات الروحية والزبدة , ومعظم انبعاثاتها هي غاز $NMVO$ بالإضافة لغازات أخرى CO , NO_x , SO_2 , N_2O وهذه الغازات على الرغم من أهميتها إلا أنها لا تدخل في حسابات غازات الاحتباس الحراري الرئيسية فهي غازات معززة لثقب الأوزون .

يوضح الجدول (92)⁽⁴⁾ الصناعات المشمولة في كل قطاع وكمية انبعاثاتها كغاز ثاني أكسيد الكربون حيث تم تحويل غازي الميثان وأكسيد النتروز إلى غاز ثاني أكسيد الكربون. يتبين من الجدول أن أكبر مصدر لانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون هو صناعة الاسمنت تليه الصناعة الكيميائية ثم المعدنية (3) .

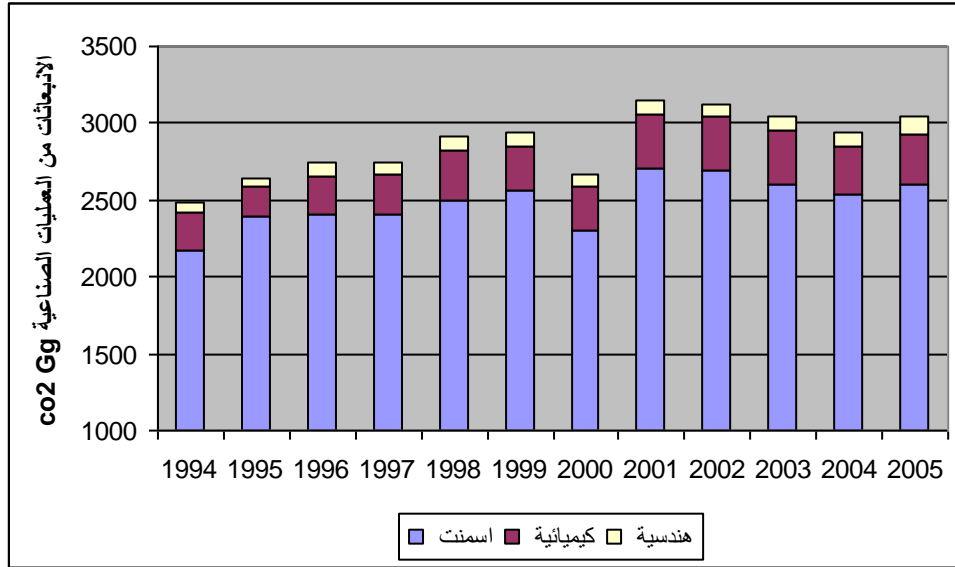
جدول (92) كمية الانبعاثات الناتجة عن العمليات الصناعية

Gg co ₂	الاسمنت	كيميائية				معدنية
	الاسمنت	الأمونيا	حمض الأزوت	كربونات	الكوك	الحديد
1994	1994.0	168.23	81.05	6.67	1.77	57.39
1995	2394.8	115.79	72.61	6.55	1.70	53.03
1996	2401.3	146.78	95.27	10.07	1.49	96.17
1997	2411.7	152.68	87.50	10.29	1.45	84.05
1998	2500.5	235.80	71.39	9.96	0.85	95.22
1999	2559.3	204.00	81.09	10.25	0.81	82.93
2000	2308.6	166.29	100.64	10.43	1.08	85.33

2001	2705.9	252.50	88.30	10.90	1.12	96.09
2002	2691.4	260.60	78.32	12.14	0.83	78.21
2003	2604.2	241.57	97.45	11.30	0.90	93.32
2004	2541.4	210.37	78.32	11.57	1.26	116.33
2005	2601.2	218.93	93.28	10.21	1.21	120.2

المصدر:

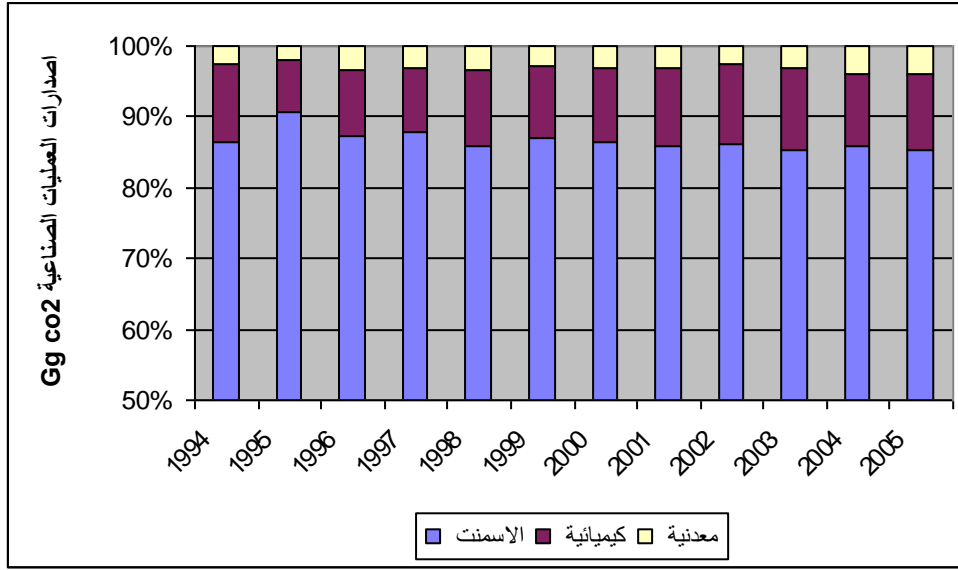
ويوضح الشكل البياني (40) تغيرات انبعاثات العمليات الصناعية خلال الفترة الممتدة بين 1994-2005 حيث يتضح أنها في ازدياد طفيف وتتجه للانخفاض في صناعة الاسمنت , قد يكون مرد هذا إلى تحسين خطوط الإنتاج أو انخفاض الكميات المنتجة. أما ترتيب كمية الانبعاثات وفق الصناعات فهي صناعة الاسمنت أولاً تليها الصناعة الكيميائية ثم الهندسية.



المصدر:

الشكل (40)-إجمالي انبعاث العمليات الصناعية على شكل غاز ثاني أكسيد الكربون

أما الشكل (41) فيوضح نسب مساهمة كل نوع من أنواع الصناعات الثلاث في الانبعاثات ويوضح تغيرات هذه النسب خلال الفترة الممتدة بين 1995-2005, حيث يظهر ان انبعاث الصادر عن صناعة الاسمنت يصل إلى 85% من مجمل انبعاث العمليات الصناعية والهندسية 17% والتعدينية 3% وأن تغيرات هذه الانبعاثات طفيف وهذا سببه أن هذه المعامل تعمل وفق طاقتها الإنتاجية القصوى ولم يتم إدخال خطوط إنتاج جديدة.



المصدر:

الشكل (41) نسب مساهمة الصناعات في الانبعاثات الناتجة عن العمليات الصناعية

5-6- تقدير مساهمة قطاع الطاقة والصناعة في الانبعاثات

يبين الجدول (93) تقدير الانبعاثات الصادرة عن استهلاك الوقود في الصناعة وتلك الصادرة عن العمليات الصناعية، وذلك لمقارنة نسبة مساهمة كلا منهما، حيث يتضح أنه في صناعة الاسمنت والصناعات الكيماوية والصناعات الهندسية ينتج انبعاثات صادرة عن استهلاك الطاقة وانبعاثات ناتجة عن العمليات الصناعية في حين أن الانبعاثات الصادرة عن الصناعات النسيجية والصناعات الغذائية وصناعة السكر هي بسبب استهلاك الوقود

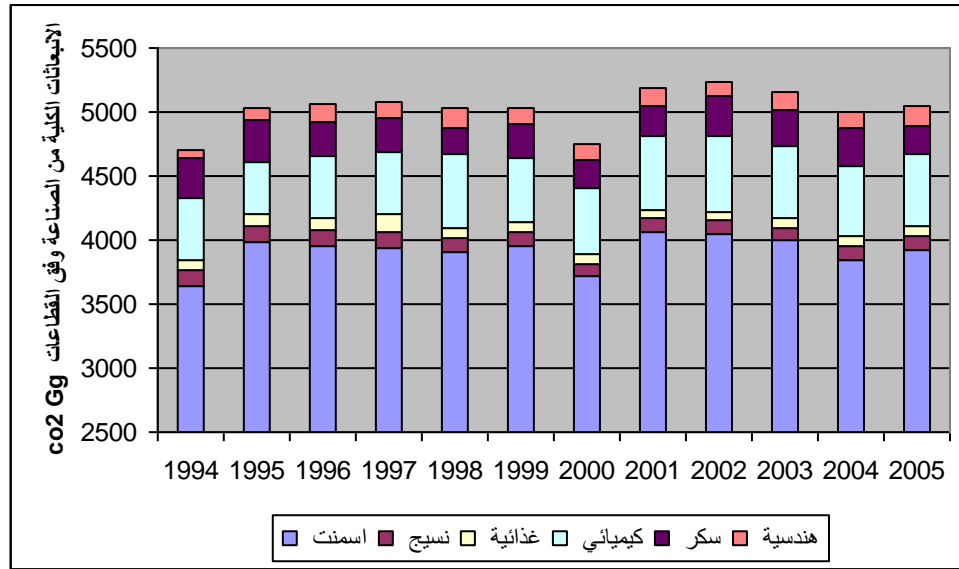
الجدول (93) إجمالي الانبعاثات من الصناعة من حرق الوقود ومن العمليات الصناعية

2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	CO ₂ الانبعاثات	
												Gg الكلية	الاسمنت
1326	1308	1401	1358	1364	1405	1395	1412	1521	1559	1588	1473	طاقة	
2601	2541	2604	2691	2706	2309	2559	2500	2412	2401	2395	2165	صناعة	
3927	3850	4005	4049	4070	3714	3954	3913	3933	3960	3982	3639	المجموع	
0.34	0.34	0.35	0.34	0.34	0.38	0.35	0.36	0.39	0.39	0.40	0.40	طاقة %	
103	104	94	100	98	99	109	108	122	117	122	127	طاقة	النسيج
73	73	68	70	63	79	75	74	143	88	91	81	طاقة	الغذائية
246	246	213	242	226	230	208	253	244	240	218	224	طاقة	الكيماوية
324	302	351	352	353	278	296	318	252	254	197	258	صناعة	
570	548	564	594	579	508	504	571	495	493	414	482	مجموع	
0.43	0.45	0.38	0.41	0.39	0.45	0.41	0.44	0.49	0.49	0.53	0.47	طاقة %	
224	296	0	309	236	217	261	213	257	261	333	308	طاقة	السكر
35	37	41	40	43	44	48	57	47	55	29	13	طاقة	الهندسية
120	116	93	78	96	85	83	95	84	96	53	57	صناعة	
155	154	134	118	139	129	131	153	132	151	82	70	مجموع	

0.23	0.24	0.30	0.34	0.31	0.34	0.37	0.38	0.36	0.36	0.35	0.18	طاقة %
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

المصدر:

يوضح الشكل (42) مقدار الانبعاثات الكلية وتوزعها على الصناعات حيث يتضح ان اكبر مساهم في الانبعاثات في قطاع الصناعة هي صناعة الاسمنت تليها الصناعة الكيمائية ثم السكر ثم الهندسية ثم النسيج ثم الغذائية.

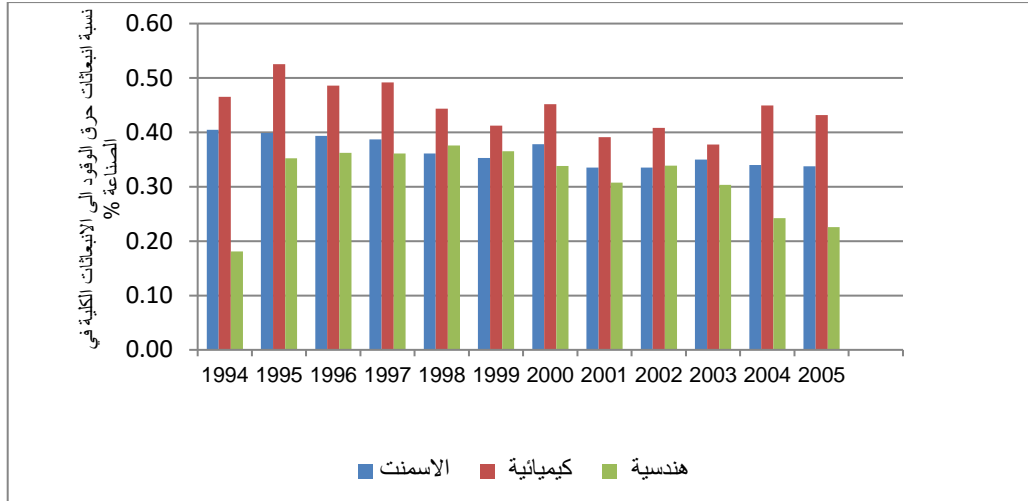


المصدر:

الشكل (42) إجمالي الانبعاثات من الصناعة موزعة على القطاعات

أما نسبة انبعاثات الطاقة في قطاع الصناعة وانبعاثات العمليات الصناعية فيوضحها الشكل (43) حيث يتبين أن :

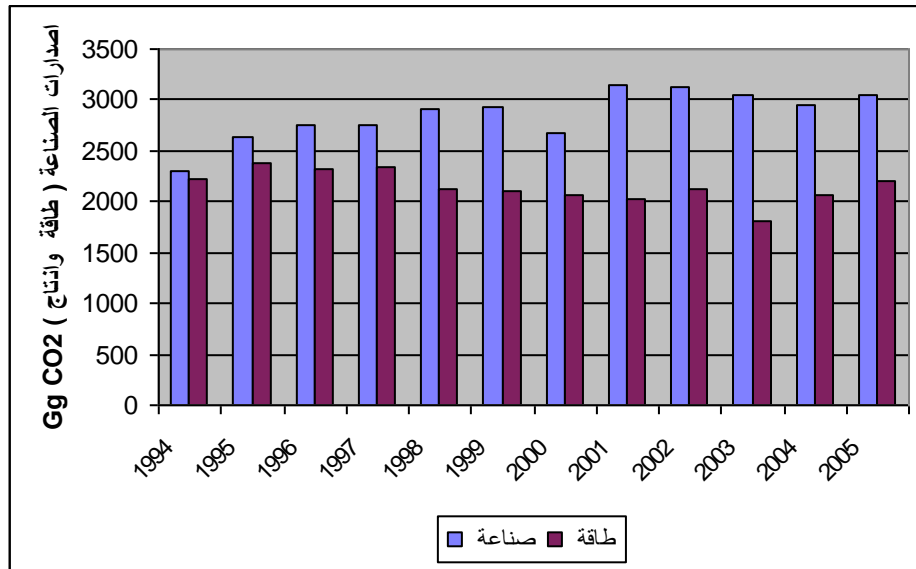
الانبعاثات في صناعة الاسمنت 65% منها ناتج عن العمليات الصناعية و35% عن حرق الوقود, وفي الصناعة الكيمائية 55% ناتج عن العمليات الصناعية و45% عن حرق الوقود, وفي الصناعة الهندسية 65% ناتج عن العمليات الصناعية و35% عن حرق الوقود. أي أنه في قطاع الصناعة الانبعاثات الغازية الناتجة عن العمليات الصناعية هي اكبر من الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود.



المصدر:

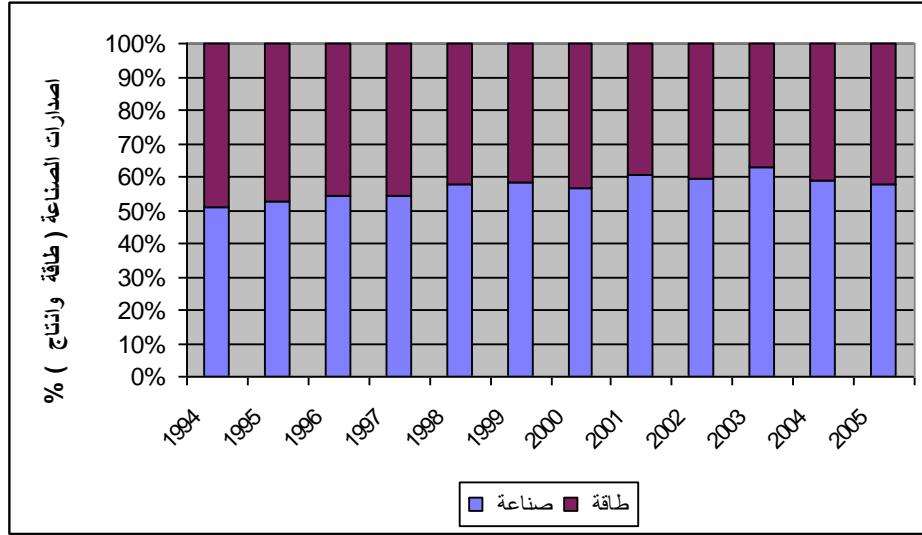
الشكل (43) إجمالي نسبة الانبعاثات الطاقة والعمليات في قطاع الصناعة

أما كمية الانبعاثات الصناعية من الطاقة ومن العمليات الصناعية خلال الفترة 1994-2005، فيوضح الشكل (44) حيث يظهر تقارب كمية الانبعاثات بين 1994-1997 ثم تباعدها في السنوات الأخيرة، ويمكن أن يعزى هذا إلى ازدياد الطاقة الإنتاجية في المعامل وخاصة الاسمنت منها وإلى تحسن نوعية وقود الاحتراق من جراء استخدام الغاز الطبيعي.



المصدر: الشكل (44) كمية الانبعاثات الكلية في مجال الطاقة والعمليات الصناعية خلال 1994-2005

الشكل (45) يبين تطور النسبة المئوية للانبعاثات الناتجة من العمليات الصناعية والانبعاثات الناتجة عن استهلاك الطاقة خلال الفترة 1994-2005 حيث يتضح زيادة نسبة الانبعاثات الناتجة عن العمليات الصناعية عن 55% من مجمل الانبعاثات الكلية.



المصدر:

الشكل (45) النسبة المئوية للانبعاثات الناتجة من العمليات الصناعية والانبعاثات الناتجة عن استهلاك الطاقة

6-6- إجراءات تخفيف الانبعاثات من الصناعة :

تبين الدراسة التفصيلية الخاصة بالانبعاثات قطاع الصناعة من استهلاك الوقود ومن العمليات الصناعية أن 40-45% من الانبعاثات مصدرها استهلاك الوقود و60-55% مصدرها العمليات الصناعية ولهذا فان اجراءات التخفيف ينبغي أن تتناول الجانبين إلا أن مجالات التخفيف من جراء استهلاك الطاقة في الصناعة هو أوسع في خياراته لان العمليات الصناعية محكومة بطريقة الإنتاج.

6-6-1- إجراءات تخفيف الانبعاثات من العمليات الصناعية :

ينبعث غاز ثاني أكسيد الكربون في صناعة الاسمنت والامونيا من العمليات الكيميائية ذاتها وتتناسب كمية الانبعاثات مع كمية الإنتاج وعامل الانبعاث الخاص بكل صناعة , ونظرا لان الذي يتحكم بالانبعاثات هو التفاعل الكيميائي الخاص بالعملية الصناعية فانه لا مناص من هذه الانبعاثات إلا انه التخفيف منها الانبعاث بالاستفادة من غاز ثاني أكسيد الكربون المنتج وخاصة انه على درجة من النقاوة أحيانا، وفي هذا المجال يمكن إخضاع الغاز المنبعث أولا لعملية استرجاع للحرارة من خلال إمراره على مبادل لتسخين احد التيارات الداخلة في العمل أو لتسخين الهواء الداخل لحرق الوقود في الأفران , بعدها يمكن حقن الغاز وتخزينه في جوف الأرض, أو تنقيته من

خلال تمريره على محلول الكلس الحي أو سواه من المواد ليتم تحريره وتعبئته للاستفادة منه في مجالات متعددة .

6-6-2- إجراءات تخفيف انبعاثات الطاقة في قطاع الصناعة :

تصنف الإجراءات التي يمكن أن تؤدي إلى ترشيد استهلاك الطاقة إلى ثلاث مجموعات⁵² هي:

- إجراءات قليلة الكلفة أو التي لا تستوجب أية تكاليف.
- إجراءات متوسطة الكلفة
- إجراءات ذات كلفة عالية.

وبالتالي يمكن للمنشأة الصناعية أن تختار المجموعة التي تشاء حسب أولوياتها و يمكنها أن تطبق المجموعات الثلاث سوية، إن التجارب والخبرة أظهرت أن العامل الأساسي في نجاح تطبيق المجموعة الأولى من الإجراءات يكمن في تعاون الإدارة مع العمال حيث ترتفع معنويات العمال حالما يكون لهم مصلحة مادية في تطبيق إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة، وإن القليل من الحوافز المادية أو المعنوية يمكن أن تشجع العمال في توفير استهلاك الطاقة.

1- الإجراءات قليلة كلفة

يمكن القيام بهذه الإجراءات عن طريق استخدام التجهيزات الموجودة بكفاءة مثل إعادة ضبط أجهزة التحكم وإطفاء الأجهزة عندما لا تكون قيد الاستعمال. إن الإجراءات الواردة أدناه تتعلق بالإجراءات القصيرة الأجل وتتركز على عمليات القياس و التحكم و الصيانة لعمليات المصنع.

أ- التجهيزات الحرارية (الصيانة و التحكم)

المراجل: مراقبة الاحتراق (نسبة الوقود إلى الهواء)،مراقبة طرح الماء من المرجل،التنظيف الدوري لسطوح المبادلات الحرارية، صيانة عزل شبكة المياه الساخنة، مراقبة جودة المياه- قساوة الماء،الكشف عن تسرب البخار .

ب- التجهيزات الكهربائية(الصيانة و التحكم)

⁵² تقارير التدقيق الطاقوي مشروع تخطيط وحفظ الطاقة الممول من الأمم المتحدة - وزارة الكهرباء .

الكهرباء و شبكة التوزيع: موائمة المحول مع الحمل, التكييف المناسب لغرفة المحول, تشغيل مولد الكهرباء الاحتياطي في أوقات الذروة, اعتماد التعرف المناسبة, الاعتماد على الإضاءة النهارية وإطفاء المصابيح غير الضرورية, التحكم بالحمل وتنظيم الورديات لتخفيض الطلب الأعظمي

ج- المبرد ونظام التكييف: ضبط الحرارة والرطوبة بدقة حسب الحاجة, صيانة ملفات المكثف والمبخر, ضبط درجة حرارة المياه الباردة, تحسين أداء أبراج التبريد, استخدام أجهزة التوقيت في أماكن خاصة, منع تسرب الهواء الساخن إلى الأماكن المكيفة, تخفيض تداخل التيارات الواردة مع الخارجة, تنظيم وقت تشغيل وحدات معالجة الهواء حسب البرنامج المعتمد لإدارة الحمل عند الذروة

د- شبكة الهواء المضغوط: ضبط ضغط الهواء حسب حاجة الاستعمال, موائمة الضواغط مع الحمولات, إدخال الهواء بأدنى درجات الحرارة, التبريد المرهلي المناسب للهواء المضغوط - تأمين صرف الماء المتكاثف من الخطوط, -الكشف عن التسريبات في شبكة التوزيع.

2- الإجراءات ذات الكلفة المنخفضة / المتوسطة

هذه الإجراءات تمثل مرحلة استخدام التقنية في إيجاد الحلول وللعنصر البشري دور هام في هذه الإجراءات ومن الأمثلة العزل, اخذ القياسات الفرعية والمراقبة وتحديد الأهداف.

النظام الحراري (التجهيزات و الشبكات)

المرجل و شبكات توزيع البخار: استبدال الحراقات, أجهزة مراقبة كفاءة الاحتراق, نظام استخدام الهواء الساخن الناتج عن العادم في عملية التسخين الأولي, العزل الجيد للمرجل وأنابيب البخار والأكواع والوصلات, استخدام أدنى أقطار ممكنة من الأنابيب لتخفيض ضياع الحرارة, تركيب المصائد المناسبة للبخار, استعادة البخار من الماء المتكاثف, توليد البخار المنخفض الضغط من السائل المكثف ذو الضغط العالي, استخدام أجهزة طرد البخار من أجل الحصول على البخار ذو الضغط المنخفض أو الحرارة من السائل المتكاثف ذو الحرارة المنخفضة, الاستفادة من الحرارة العالية الناتجة عن عملية تسخين المياه التي تغذي المرجل

الأنظمة الكهربائية (التجهيزات و الشبكات)

تأمين الكهرباء و شبكات التوزيع: تحسين عامل الحمل لتخفيض كلفة الكهرباء النوعية

- تحسين عامل الاستطاعة باستخدام لوحات المكثفات, تركيب أجهزة مراقبة الطلب الأعظمي, إزاحة الأحمال خارج أوقات الذروة قدر الإمكان والاستفادة من نظام التعرف الثلاثية, استبدال الإضاءة بأنظمة أكثر كفاءة

المبرد و نظام التكييف: التحسين الأقصى الممكن لعمل المبرد المتعدد المراحل, تغيير معدل تدفق الماء البارد حسب الحاجة, استخدام نظام انتالبي (إدخال الهواء المناسب بدلا" من الهواء الساخن الناتج عن التكييف), اعتماد خزان الماء المبرد لدرجة التجمد لتلبية الطلب عند الذروة

نظام الهواء المضغوط: تحسين شبكة توزيع الهواء المضغوط, توزيع مصدر الهواء المضغوط في أماكن متباعدة , استخدام ضاغط هواء متعدد المراحل مع تبريد داخلي, تأمين خزانات للهواء المضغوط لتلافي تأرجحات الحمل

تحسين العمليات: الانتقال من العمل بنظام الدفعات أو الوجبات إلى نظام العمل المستمر,استبدال المحركات الموجودة بمحركات أكثر كفاءة, اختيار محركات متعددة السرعة للحمولات المتبدلة , اعتماد القاعدة السائلة لرفع الكفاءة في بعض الصناعات,جعل نظام التسخين متكامل باعتماد نظام استعادة الطاقة و التسلسل الحراري.

3- الإجراءات العالية الكلفة

تركز هذه المجموعة على الإجراءات المعتمدة على استخدام التقنيات الجديدة أو إدخال تعديلات على العمليات لتوفير استهلاك الطاقة وهذا يتطلب ويتوجب القيام بدراسة مالية وفنية ودراسة للجدوى الاقتصادية، قبل اتخاذ القرار باعتماد هذه المجموعة من الإجراءات ذات الكلفة الاستثمارية المرتفعة

التقنيات الجديدة: استخدام التوليد المشترك, وتركيب مولدة احتياطية لاستخدامها في أوقات الذروة, استخدام تجهيزات ذات كفاءة عالية كضاغط الهواء والمبردات والمحولات.....الخ., اعتماد التقنيات الخاصة بالطاقة البديلة (نفط, غاز, كهرباء),استخدام مصادر طاقة متجددة.

6-7- إجراءات تخفيف استهلاك الطاقة في قطاع الصناعة في سورية

بينت حسابات موازين الطاقة في سورية ان الصناعة تستهلك وسطياً حوالي (19%) في السنة من إجمالي الطاقة النهائية المستهلكة في القطر العربي السوري بينما تذهب الحصة الأكبر للاستهلاك المنزلي الذي يصل حوالي (30%) وقطاع النقل الذي يستهلك حوالي (20%) ، وبالتالي فإنه من الضروري جداً التركيز على هذا القطاع في حالة أخذ الإجراءات اللازمة لتخفيض الاستهلاك الطاقوي وترشيده ورفع كفاءة استخدامه والاجتهاد في استخدام تطبيقات الطاقة الجديدة والمتجددة فيه، ومن المفيد جداً التركيز على الصناعات ذات الاستهلاك الأكبر لحوامل الطاقة في هذا القطاع كصناعة الإسمنت والصناعات الكيماوية والهندسية والنسجية عند البدء في اتخاذ تلك الإجراءات المتعلقة بتخفيض استهلاك الطاقة وترشيدها ورفع كفاءة استخدامها دون المساس بالجودة والتي بموجبها يتم خفض الاستهلاك الطاقوي العام وخفض للانبعثات الغازية الناتجة عنها⁵³

أظهرت قياسات وحسابات التدقيق الطاقوي التي قامت بها وزارة الكهرباء والجهات التابعة لبعض معامل الاسمنت ومواد البناء وجود عدة فرص لترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها ، يمكن تقسيم هذه الفرص إلى:

- الفرص الحرارية وتتعلق بفرص الترشيح الخاصة باستخدام أنظمة البخار وضبط كفاءة الاحتراق في الأفران وتنظيم تشغيل المراجل واستعادة الحرارة الضائعة وتغيير نظام تسخين خزانات الفيول وتحسين كفاءة العزل الحراري (عزل أنابيب المياه الساخنة و أنابيب البخار وجدران الأفران والمراجل)...إلخ.
- الفرص الكهربائية وتتعلق بخط الإنتاج وتطويره وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في عمليات الاستهلاك الطاقوية المرافقة وذلك عن طريق إضافة أنظمة تحكم خاصة تضاف إلى خط الإنتاج فتعطي وفراً في الاستهلاك وتعنى بتطبيق التعرفة الكهربائية الثلاثية وتركيب مكثفات تحسين عامل الاستطاعة للمحولات الكهربائية واستخدام اللمبات الموفرة للطاقة CFL بدلاً من المتوهجة وتحسين كفاءة ضواغط الهواء، وإجراءات إدارة الطلب على الطاقة المتضمنة إدارة الأحمال وإزاحتها خارج فترة الذروة...إلخ.

وتبين أنه في حال تم تنفيذ الفرص الحرارية في صناعة الاسمنت فإنه يمكن توفير 5-20% وفي حال تنفيذ الفرص الكهربائية فإنه يمكن توفير أكثر من 10% من إجمالي الاستهلاك الكهربائي للمنشأة وذلك بدون تكاليف تذكر لبعض الفرص الحرارية كضبط كفاءة الاحتراق في الأفران والمراجل وبكلفة جداً محدودة وفترة استرداد صغيرة لا تتعدى اشهر قليلة.

⁵³ نفس المرجع

وبحساب الوفر الطاقى نتيجة تنفيذ المقترحات المذكورة فإنه بالإمكان توفير حوالي 23000 طن نفط مكافئ سنوياً كحد أدنى من جراء تنفيذ الفرص الحرارية , وحوالي 11000 طن نفط مكافئ سنوياً من جراء تنفيذ الفرص الكهربائية في المنشآت الأسمنتية، وبالتالي فإن الانخفاض في كمية غازات ثاني أكسيد الكربون الكلية يبلغ حوالي 109000 طن CO2 مكافئ سنوياً أي ما يعادل حوالي 7% من إجمالي انبعاث CO2 الكلي السنوي للمنشآت الإسمنتية.

ودلت دراسات التدقيق الطاقى لمعمل السماد على أن لمعمل الأمونيا يوريا في حمص فرصة رفع الكفاءة المتعلقة بضبط الاحتراق في المراجل والأفران وكذلك عزل الأنابيب والمراجل والأفران حيث يمكن تحقيق وفر حوالي 434 طن مكافئ نفط سنوياً من الغاز الطبيعي و يقابله تجنب انبعاث حوالي 1128 طن CO2 مكافئ.

يبين الجدول رقم (94)⁽⁵⁴⁾ دراسات لبعض فرص الترشيد الطاقى وأساليب رفع الكفاءة استخدام الطاقة الحرارية وتقليل نسب استهلاكها في بعض المنشآت الصناعية والوفر الطاقى السنوي الكبير من استهلاك المشتقات النفطية الكلية بوحدة طن نفط مكافئ سنوياً وبالتالي التخفيض من الانبعاثات الغازية المرافقة.

الجدول رقم (94) الفرص الحرارية الممكنة لبعض الصناعات

اسم الشركة	الوقود طن/م سنوياً	تحسين كفاءة الاحتراق	تحسين كفاءة العزل الحراري	استعادة الحرارة الصناعية	تغيير نظام تسخين خزانات الفيول	تنظيم تشغيل المراجل	تقدير نسبة الوفر الكلي طن/م. و% من استهلاك المنشأة
العربية للإسمنت-حلب	فيول	176	123	1122	1908	1037	4366 بنسبة وفر %6
الأدوات الصحية-حماة	مازوت	131	\$	185	\$	\$	316 بنسبة وفر %6
معمل الزجاج- حلب	فيول	\$	2521	\$	\$	\$	2521 بنسبة وفر %15
صناعة الألمنيوم-اللاذقية	فيول	16	55	\$	\$	\$	71 بنسبة وفر %20
الفرات للجرارات	مازوت	61	21	\$	\$	\$	10 82 بنسبة وفر %
السورية للغزل-حلب	فيول	274	386	19	\$	\$	679 بنسبة وفر %20

المصدر

ويُلخص الجدول رقم (95) التدقيق الطاقى الذى أجرى من قبل وزارة الكهرباء على بعض الصناعات ذات الاستهلاك الكبير لحوامل الطاقة كصناعة الأسمنت والكيميائية والهندسية والنسجية فى الأعوام القليلة الماضية والتي بينت نسب الوفرة فى استهلاك الفيول والمازوت بالمقارنة مع الاستهلاك الوسطى الكلى للمنشأة وما يقابله من تخفيض للانبعثات الغازية الى الجو الممكن أن يتحقق فيما لو تم تنفيذ فرص الترشيد الطاقى.

الجدول رقم (95) نسب الوفرة فى استهلاك الفيول والمازوت لبعض الصناعات

الصناعة النسجية	الصناعة الهندسية	الصناعة الكيميائية	صناعة الأسمنت	
4828	5200	8560	10426	استهلاك المازوت - طن
25618	6689	71738	418972	استهلاك الفيول - طن
20	10	15	4.9	التوفير فى الفيول % وسطياً
20	5	5	11	التوفير فى المازوت % وسطياً
5000	669	9326	20530	التوفير فى الفيول (طن / سنة) وسطياً
965	260	1113	1146	قيمة التوفير المازوت (طن/سنه) وسطياً
5784	907	10088	20878	قيمة التوفير الكلى بواحد(ة طن نפט مكافئ)
0.1	0.04	0.246	1.308	CO2 الانبعثات الكلية (مليون طن) وسطياً
17931	2811	31273	64722	CO2 التوفير فى الانبعثات (طن) وسطياً
19	7	13	6	نسبة التوفير فى انبعثات الكربون وسطياً

المصدر:

حيث يلاحظ من الجدول رقم (95) السابق كدراسة حالة على صناعة الاسمنت والصناعة الكيميائية والهندسية والنسجية أن الوفرة المحقق من جراء تنفيذ الفرص الحرارية المذكورة فى صناعة الأسمنت يقدر بحوالى 21000 طن نפט مكافئ والذي نسبته أكثر من 6% من الاستهلاك الكلى، وما يقابله من تخفيض للانبعثات بمقدار 65000 طن CO2 مكافئ ، وفى الصناعة الكيميائية يتحقق الوفرة فى الاستهلاك بمقدار حوالى 10000 طن مكافئ نפט والذي نسبته أكثر من 13 % من الاستهلاك الكلى وما يقابله من تخفيض للانبعثات بمقدار 31000 طن CO2 مكافئ، والوفرة المحقق من جراء تنفيذ الفرص الحرارية المذكورة فى الصناعة الهندسية يصل الى حوالى 900 طن نפט مكافئ والذي نسبته أكثر من 7% من الاستهلاك الكلى، وما يقابله من تخفيض للانبعثات بحوالى 2800 طن CO2 مكافئ، أما الوفرة المحقق من جراء تنفيذ الفرص

الحرارية المذكورة في الصناعة النسيجية يمكن أن يحقق على الأقل وفر قيمته حوالي 5700 طن نפט مكافئ والذي نسبته أكثر من 19% من الاستهلاك الكلي، وما يقابله من تخفيض للانبعاثات بحوالي 17900 طن CO2 مكافئ.

أما الوفر الحاصل بوحدة الطن المكافئ النفطي من جراء تطبيق فرص رفع كفاءة استخدام الطاقة الحرارية في المجالات الصناعية الأربعة فيوضحها الجدول (96) حيث أخذت أسعار المازوت والفيول عند قيم مختلفة عما هي عليه حالياً المصدر:

استعادة الحرارة الضائعة طن/ سنة	استخدام البخار بشكل غير مباشر طن/ سنة	استرجاع البخار المتكاثف طن/ سنة	استبدال مصادد البخار طن/ سنة	عزل الأفران طن/ سنة	عزل الأنابيب طن/ سنة	ضبط الاحتراق طن/ سنة	
200	501	252	70	2144	1871	1176	الصناعات النسيجية
39	78	1001	0	33	621	488	للصناعات الغذائية
172	0	2	0	8820	302	3842	الصناعات الكيماوية
0	0	44	0	0	453	161	العامة للسكر
89	0	0	0	78	0	78	للصناعات الهندسية

تتمة الجدول (96)

استعادة الحرارة الضائعة طن/ سنة	استخدام البخار بشكل غير مباشر طن/ سنة	استرجاع البخار المتكاثف طن/ سنة	استبدال مصادد البخار طن/ سنة	عزل الأفران طن/ سنة	عزل الأنابيب طن/ سنة	ضبط الاحتراق طن/ سنة	
56,876,432	9077	9455	396	2200	520	6	الصناعات النسيجية
21,074,334	3212	3207	155	605	172	15	للصناعات الغذائية
77,491,084	12846	13257	10	0	109	0	الصناعات الكيماوية
4,982,687	691	679	0	0	0	21	العامة للسكر
1,475,746	241	245	0	0	0	0	للصناعات الهندسية

وبالتالي الوفر في الاستهلاك الكلي السنوي وما يقابله من الكمية المتجنبة لإصدار الغازات هو وفق الجدول رقم (97):

الجدول رقم (97) الوفرة في الاستهلاك الكلي السنوي وما يقابله من الكمية المتجنبة لإصدار الغازات

نوع الصناعة	وسطي الاستهلاك الكلي ط.م.ن	الوفرة الكلي (ط.م.ن) سنوياً	كمية غازات CO2 المتجنبة سنوياً (طن مكافئ)
الصناعات النسيجية	34030	9077 (25%)	28138
للصناعات الغذائية	25444	3212 (12%)	9957
الصناعات الكيماوية	73084	12846 (17%)	39823
للسكر	82995	691 (1%)	2142
للصناعات الهندسية	12870	241 (2%)	747
مجموع وسطي الاستهلاك الكلي	228423	26067 (11%)	80807

المصدر:

وهكذا يمكن تحقيق وفر في استهلاك المشتقات النفطية المستخدمة في الاستهلاك الحراري نتيجة تنفيذ فرص رفع كفاءة استخدام الطاقة المقترحة بما يتراوح بين 5-20% ويمكن أن يصل الوفرة أحياناً إلى 25% من الاستهلاك الحراري للمنشأة وبالتالي تحقيق تخفيض الانبعاثات بنفس النسب تقريباً حسب نوع الوقود المستخدم.

وبتعميم الوفرة الناتج من جراء تنفيذ فرص التخفيف يمكن أن توفر حوالي 400 ألف ط.م.ن سنوياً أي ما يقابله حوالي 1.2 مليون طن CO2 مكافئ من كامل استهلاك القطاع الصناعي باعتبار أن الوفرة المحقق يشكل 11% من الاستهلاك الإجمالي وسطيّاً.

أما معامل القطاع الخاص التي أجريت لها دراسات تدقيق تفصيلي فتبين أنه يمكن تحقيق وفر في الاستهلاك الطاقوي بنسبة متفاوتة تبعاً للمنشأة، وخاصة في مجال ضبط الاحتراق بالمراجل والأفران والعزل الحراري للأفران والمراجل والأنابيب وإن قلة البيانات المتعلقة باستهلاكات القطاع الصناعي الخاص حال دون حساب نسب الوفرة الطاقوي الممكن مقارنة مع استهلاك المنشأة وهناك دراسة حالة لمعمل ورق في القطاع الخاص حيث تبين نتيجة الدراسة واستخدام أجهزة القياس أنه بالإمكان تحقيق وفر في استهلاك الوقود المستخدم في العمليات الحرارية وكان حوالي 217 طن وقود سنوياً في حال تنفيذ فرصة عزل الأفران أو تحسين العزل للمرجل وفي معمل خاص آخر تبين أنه من الممكن أن يتحقق فر نتيجة ضبط الاحتراق بالمراجل والأفران بمقدار 23 طن وقود سنوياً.

الخاتمة

مما سبق تتضح أهمية ترشيد ورفع كفاءة استخدام الطاقة على استهلاك المنشأة وتحقيق وفر كبير في استهلاك الوقود مما يعود بالفائدة على العائد المادي للمنشأة وعلى الاقتصاد الوطني ككل , ناهيك عن المنافع البيئية الكبيرة نتيجة خفض استهلاك وإطالة عمر الوقود الاحفوري.

ومن أهم فرص تحقيق وفر كبير في استهلاك المشتقات النفطية هو تلبية حاجات القطاع الصناعي من المياه الساخنة عن طريق تركيب السخانات الشمسية واستخدام تقنيات الطاقة الشمسية حيثما كان ذلك اقتصادياً، سواء لتسخين المياه اللازمة للصناعة في مختلف الصناعات التي تحتاج إلى مياه ساخنة، أو تسخين مياه التعويض الداخلة إلى دارات إنتاج البخار، سواء أكانت هذه الدارات مفتوحة أو مغلقة، في مختلف الصناعات التي فيها دارات لإنتاج البخار، أو لتوليد الكهرباء في جميع الصناعات.

ومن الجدير بالذكر أن استخدام تطبيقات الطاقة الشمسية وأهمها السخانات الشمسية حققت وتحقق وفورات كبيرة جداً في مجال خفض الاستهلاك الطاقوي في المنشآت الصناعية، حيث أنه مع زيادة ارتفاع أسعار حوامل الطاقة المتكرر يصبح معه استخدام أغلب تطبيقات الطاقات المتجددة أكثر اقتصادية واستبدال النظم التقليدية في الصناعة بنظم الطاقات المتجددة يحقق متطلبات التنمية المستدامة التي تعود بالنفع على الجميع , كما بينت دراسات التدقيق الطاقوي العالمية والإقليمية ودراسات الحالة الوطنية أن تنفيذ إجراءات الترشيد ورفع الكفاءة هو المصدر الأكثر اقتصادية وربحية للطاقة الجديدة، وهي أكثر رفقاً بالبيئة من مجالات إنتاج الطاقة الواسعة.

تعتبر العمليات الزراعية غير المناسبة من العوامل المسؤولة عن انبعاث 15% تقريبا من غازات الاحتباس الحراري (CO₂ ، CH₄ ، NxOx) في العالم، ويعتبر تغير استعمالات الأراضي مسؤول عن 17% تقريبا. ويشكل انبعاث غازات الاحتباس الحراري من قطاع الزراعة (بما فيه تغير استعمال الأراضي) في سورية 18% من كامل انبعاث هذه الغازات في عام 2005 (خرفان ورفاقه، 2009)⁵⁵. ولهذا فان التخفيف من إطلاق غازات الاحتباس الحراري يتطلب إعادة النظر في النظم الزراعية السائدة والأنشطة القائمة في تغيير أنماط استعمال الأراضي مع مراعاة متطلبات الأمن الغذائي والاحتياجات الأخرى من المنتجات الزراعية للمجتمع في الوقت الراهن والمستقبل.

و لذلك فان هذا التقرير سيعرض تطور مصادر انبعاث غازات الاحتباس الحراري في القطاع الزراعي في سورية وبعض الإجراءات والمقترحات التي تساعد على تخفيف انبعاث هذه الغازات في هذا القطاع دون الأضرار في احتياجات التنمية والأمن الغذائي في سورية والمنطقة.

7-1- استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية:

أدى نمو الزراعة في سورية في العقود الثلاث الماضية إلى زيادة كبيرة في استهلاك الطاقة من وقود الديزل من قبل الآليات الزراعية الجدول (98)، حيث ازداد الاستهلاك في عام 1994 (808398.3 طن/سنة) عن عام 1985 بنسبة كبيرة بلغت نحو 74%، واستمر التزايد بمعدلات أقل حيث بلغت الزيادة في الاستهلاك 19.5% في عام 2000 عن عام 1994، و 11.2% في عام 2007 عن عام 2000. كما يلاحظ أن الاستهلاك كان في عام 2007 (1074627 طن/سنة) يعادل 2.3 مرة الاستهلاك في عام 1985 و 33% أكثر من الاستهلاك في عام 1994. وزاد أيضا استهلاك الطاقة للتدفئة في الزراعة المحمية في البيوت البلاستيكية ليصل إلى 227646 طن وقود ديزل مكافئ / سنة في عام 2007، أي بزيادة 66% عن الاستهلاك في عام 2000 وفق الجدول (99)، وكذلك تضاعف استهلاك الطاقة من وقود الديزل وفحم الكوك في تدفئة المداجن في عام 2007 عما كان في عام 1985 و 1994 مع ملاحظة أن الاستهلاك تدنى في عامي 1990 و 1994 عنه في عام 1985 (بسبب انخفاض عدد أفواج التربية)، ثم ازداد

⁵⁵ حينون علي (2009). جرد انبعاثات غازات الدفيئة في سورية (قطاع الطاقة)، UNDP ؛ نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية ، دمشق - سورية.

في عام 2000 بنسبة 41.6% عن استهلاك عام 1994، وازداد في عام 2007 بنسبة 64.1% عن استهلاك عام 2000 وفق الجدول (100)، وقد بلغ استهلاك التدفئة في المداجن من مجمل أنواع الوقود ما يعادل 118718.5 طن ووقود ديزل مكافئ في عام 2007. ويقدر استهلاك مراكب الصيد من وقود الديزل (في الصيد) في عام 2007 بـ 3510 طن/سنة. و يستهلك 3034 طن ووقود ديزل لإنتاج 35989 ميغا واط ساعي من الطاقة الكهربائية لتبريد المنتجات الزراعية المخزنة. وأما استهلاك الطاقة لتوفير مياه الري الزراعي في عام 2007 فقد بلغ 4681.8 ميغا واط ساعي/سنة من الكهرباء يضاف إليها 134701.1 طن/سنة من وقود الديزل، وبذلك يصبح استهلاك وقود الديزل المكافئ في الري الزراعي 135095.8 طن/سنة. كما يقدر استهلاك الوقود للخدمات الأخرى في القطاع الزراعي (تدفئة مكاتب) في عام 2007 بـ 10000 طن ووقود ديزل/سنة.

تبين القيم في الجداول (98 و 99 و 100) أن مجمل استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في عام 2007 كان 1562631.3 طن ووقود ديزل مكافئ، وأن 69% من الاستهلاك كان في الطاقة المحركة (آليات زراعية ومراكب الصيد)، و14.6% في تدفئة البيوت البلاستيكية، و8.6% في الري الزراعي، و7.6% في تدفئة المداجن، و0.2% في الصيد البحري، و0.2% في تكييف المنتجات الزراعية المخزنة. كما يلاحظ أن استهلاك الجرارات الزراعية فقط شكل 54.6% من مجمل استهلاك الطاقة في الزراعة .

الجدول (98). تغير استهلاك الآليات الزراعية لوقود الديزل كطاقة محركة خلال الفترة 1985-2007						
استهلاك الوقود (طن/سنة)						الاستطاعة الوسطية (حصان)
2007	2005	2000	1994	1990	1985	
182026.5	174848.9	157119.8	113658.5	82761.7	47134.5	32 جرارات
671989.5	664320.6	618725.6	518887.9	431537.1	315449.4	70 جرارات
101390.9	98025.6	82118.8	87548.3	52594.9	51623.5	115 حاصدات دراسات
1074627.5	1054343.2	966272.2	808398.3	638689.8	464824.1	مجموع الاستهلاك

المصدر: المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (1985 - 2009).

الجدول (99) تغير استهلاك الوقود (طن/سنة) للتدفئة في المداجن خلال الفترة 1985-2007						
2007	2005	2000	1994	1990	1985	نوع الوقود
32086.3	29977.1	19553.1	13812.4	10963.3	14646.4	وقود الديزل
106462.3	99464.1	64877.2	45829.4	36376.2	48596.7	فحم الكوك*

118718.5	110914.6	72346.0	51105.4	40564.1	54191.3	المجموع بمكافئ الديزل
----------	----------	---------	---------	---------	---------	-----------------------

* 1 طن وقود ديزل = 1.2289 طن فحم كوك. المصدر: المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (1985 - 2007).

الجدول (100). كميات غازات الاحتباس الحراري المنبعثة من استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في عام 2007 (Gg)								
المجموع	تكييف منتجات زراعية مخزنة	تدفئة		الري الزراعي	حركة الآليات الزراعية والمراكب			الغازات المنبعثة
		مداجن	بيوت بلاستيكية		مراكب الصيد	جرارات + حاصدات	جرارات	
14598.9	27.8	1087.1	2084.6	1237.1	321.4	9840.9	8912.3	CO ₂ *
227.9	0.4	17.3	33.2	19.7	0.5	156.8	142.0	NO ₂ *
70670.7	136.4	5369.2	10295.1	6107	158.1	48604.9	44020.0	CO ₂ المكافئ NO ₂ ل
85169.6	164.2	6456.3	12379.7	7344.1	479.5	58445.7	52932.3	+ CO ₂ CO ₂ المكافئ

* 1 كغ وقود ديزل يسبب انبعاث 9157.3868 غ CO₂ و 145.9014 غ NO₂. المصدر: المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (1985 - 2009).

7-2- انبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية:

يشير استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية المختلفة (الجدول 98 و 99 و 100) إلى أن انبعاث غازات الاحتباس الحراري قد ازداد في العقدين الماضيين بتزايد الاستهلاك في الطاقة في كافة الأنشطة. فقد بلغت كمية الغازات المنبعثة (CO₂ و NO₂) بسبب استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في عام 2007 نحو 14826.8 Gg، يشكل ثاني أكسيد الكربون (CO₂) 98.5% منها ويشكل ثاني أكسيد الأوزون NO₂ 1.5% **وفق الجدول (4)**. غير أن فاعلية NO₂ المنبعث تتضح عند تحويله إلى CO₂ مكافئ (كمية CO₂ x 310 ؛ UNFCCC - Manual)⁵⁶ حيث يشكل نحو 83% من مجموع (Gg 85169.6) غاز CO₂ و CO₂ المكافئ **(في الجدول 100)**.

⁵⁶ Manual for the UNFCCC non-Annex I, GHG Inventory Software, Version 1.3.2.-

وكما في استهلاك الطاقة تشكل غازات CO₂ و CO₂ المكافئ الناتجة عن استهلاك الوقود في الطاقة المحركة الجزء الأكبر (69.2 %) من مجمل غازات CO₂ و CO₂ المكافئ المنبعثة من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة (الجدول 8). ويشكل ما ينتج عن استهلاك الجرارات فقط معظم الانبعاث (89.8%) من استهلاك الطاقة المحركة و 62.1% من مجمل الانبعاث من استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي. في حين يشكل الانبعاث من الأنشطة الأخرى لاستهلاك الطاقة في القطاع الزراعي نسبة 30.8% من مجمل انبعاث CO₂ و CO₂ المكافئ الناتج عن مجمل استهلاك الطاقة في القطاع، والتي تتوزع كما يلي؛ 14.5% من تدفئة البيوت البلاستيكية ، 8.6% من الري الزراعي، 7.6% من تدفئة المداجن، 0.6% من الصيد البحري، 0.2% من تكييف المنتجات الزراعية المخزنة (الجدول 101).

الجدول (101). كميات غازات الاحتباس الحراري المنبعثة من استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في عام 2007 (Gg)								
المجموع	تكييف منتجات زراعية مخزنة	تدفئة		الري الزراعي	حركة الآليات الزراعية والمراكب			الغازات المنبعثة
		مداجن	بيوت بلاستيكية		مراكب الصيد	جرارات + حاصدات	جرارات	
14598.9	27.8	1087.1	2084.6	1237.1	321.4	9840.9	8912.3	CO ₂ *
227.9	0.4	17.3	33.2	19.7	0.5	156.8	142.0	NO ₂ *
70670.7	136.4	5369.2	10295.1	6107	158.1	48604.9	44020.0	CO ₂ المكافئ NO ₂ ل
85169.6	164.2	6456.3	12379.7	7344.1	479.5	58445.7	52932.3	CO ₂ + CO ₂ المكافئ

*1 كغ وقود ديزل يسبب انبعاث 9157.3868 غ CO₂ و 145.9014 غ NO₂
المصدر: المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (1985 - 2009).

7-3- إجراءات لترشيد وتخفيف استهلاك الطاقة وانبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة في سورية:

يلاحظ من القيم المحسوبة لانبعاث غازات الاحتباس الحراري الناتجة من استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية المختلفة أن القسم الأكبر من الغازات المنبعثة ناتج عن استهلاك الطاقة في توليد الحركة للأنشطة الزراعية كافة (الفقرة 4). وقد استهلك معظمها بواسطة الجرارات (الجدول 102) لإجراء الفلاحة التقليدية الكثيفة والعميقة. ولذلك علينا استبدال النظم الزراعية السائدة بنظم

تحد من الفلاحات أو تلغيها وتساعد على تنمية الزراعة واستدامة الإنتاج وتحسينه لتأمين متطلبات المجتمع المتنامية. فقد تطور في العقود الثمانية الماضية نظام الزراعة الحافظة بغية تحسين واستدامة إنتاجية التربة ومنعها من التدهور والانجراف ومكافحة التصحر والتخفيف من تداعيات التغير المناخي في العالم، و خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تتميز بنظم بيئية هشة ومحدودة الموارد.

وقد بينت الدراسات العالمية أن نظام الزراعة الحافظة ⁵⁷ (Conservation Agriculture) يساهم في خفض؛ عدد الجرارات اللازمة للعمل، واستهلاك الوقود بنسبة 60-70%، وساعات استعمال الآلات بنسبة 65%، وساعات العمل بنسبة 60%، و كميات مياه الري بنسبة 42% لمحصول الرز و26% لمحصول القمح (Friedrich and Kienzle, 2008)⁵⁸. كما يساهم في زيادة تراكم المادة العضوية (بنسبة 0.1-0.2 % سنويا حتى الإشباع)، وزيادة كفاءة احتجاز الكربون في التربة (بنسبة 74%)، وفي تحسين بنية وقوام التربة ونشاطها الحيوي وكمية الأحياء الموجودة فيها، وفي تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وفي الحد من جريان الماء السطحي (بنسبة 90%) و التبخر، وفي تحسين خصوبة التربة مما يحد من استعمال الأسمدة وخاصة الأسمدة الكيمائية، كما يحد على المدى البعيد من استعمال مبيدات الأعشاب. يعتمد نظام الزراعة الحافظة على 3 قواعد أساسية هي (Stewart, et al., 2008)⁵⁹: (1) البذر المباشر أو بلا حرث، (2) تغطية التربة، (3) الدورة الزراعية. والمقصود بالبذر المباشر (بلا حرث) إلغاء الفلاحات والقيام بوضع البذور مباشرة في التربة على عمق 6-8 سم من خلال شق خطوط ضيقة في التربة بواسطة آلات خاصة لهذا الغرض تجرها الجرارات. ويمكن إضافة السماد بنفس الآلة أثناء عملية البذر. وهناك آلات متنوعة لزراعة مختلف المحاصيل بما فيها المحاصيل الجذرية والدرنية.. الخ. وتتم تغطية التربة بترك 20-30% من طول نباتات المحاصيل فوق التربة عند الحصاد أو بزراعة محاصيل تغطية خلال الفترات بين زراعة المحاصيل ثم حشها وترك البقايا فوق سطح التربة، أو يمكن رعيها بشكل غير جائر يبقى من 20-30% منها فوق التربة. وأما تطبيق الدورات الزراعية فإنها تدخل المحاصيل البقولية لتحسين نوعية المادة العضوية في التربة وخصوبة

Stewart, et al. "Conservation Agriculture for Sustainable Land Management to ⁵⁷ Improve the Livelihood of People in Dry Areas". Proceedings of the international workshop. May, 9-10, Damascus-Syria, (ACSAD). Colors Printing Ser., Lebanon.

⁵⁸ Friedrich, T., J. Kienzle(2008). Direct Drilling; an Agro-Environmental Approach to Prevent Land Degradation and Sustain Production. In: Ed

⁵⁹ نفس المرجع 57

التربة، بالإضافة إلى إدخال محاصيل تساعد في مكافحة الأعشاب مما يقلل من استعمال المبيدات الكيميائية أو الاستغناء عنها مستقبلاً.

وقد بديء في تطبيق الزراعة الحافظة منذ سنتين في مساحات صغيرة في سورية مع بعض المزارعين بالتعاون مع وزارة الزراعة السورية والمركز العربي أكساد والهيئة الألمانية للتعاون الفني GTZ، والنتائج الأولية جيدة غير أن القياسات المسجلة لا يمكن اعتمادها قبل مضي 5 سنوات ولا تشمل كل المواضيع التي تم التطرق إليها. ولذلك ستعتمد نتائج الدراسات العالمية التي ذكرت أعلاه في حسابات التوفير في الطاقة وما ينتج عنه من انخفاض في انبعاث غازات الاحتباس الحراري مع التذكير بأن التوفير قد يكون أقل أو أكثر في الظروف المحلية.

يفرض أن متوسط نسبة انخفاض استهلاك الوقود 65% ستتحقق عند تطبيق البذر المباشر في الزراعة في سورية فإن انبعاث غازات CO₂ و CO₂ المكافئ من استهلاك الجرارات للوقود في عام 2007 سينخفض بنفس النسبة ويصبح 45% مما كان عليه أي ما يعادل 23819.5 Gg. وإذا افترضنا أن نسبة انخفاض ماء الري لمحصول القمح 26% ستتحقق في سورية عند تطبيق الزراعة الحافظة فإن انبعاث غازات CO₂ و CO₂ المكافئ من استهلاك الطاقة في الري في عام 2007 سينخفض ليصبح 74% من الانبعاث الذي كان ما يعادل 5434.6 Gg. كما أن تطبيق نظم وتقانات الري الحديثة سيساهم في تخفيض استهلاك وقود الديزل المكافئ نحو 6.5% (داود ورفاقه، 2009)⁶⁰، وبذلك سيزداد انخفاض انبعاث غازات CO₂ و CO₂ المكافئ من استهلاك الطاقة في الري عن الانخفاض الذي يحققه تطبيق الزراعة الحافظة ليصبح 67.5% من الانبعاث الذي كان عليه في عام 2007، أي ما يعادل 4957.3 Gg CO₂ و CO₂ المكافئ. وهكذا نجد أن مجموع انبعاث CO₂ و CO₂ المكافئ من استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في سورية في عام 2007 سيكون 56.6% مما كان عليه فيما لو طبق نظام الزراعة الحافظة وطبقت نظم وتقانات الري الحديثة وهو يعادل 48256.5 Gg CO₂ و CO₂ المكافئ.

ويجدر مراعاة احتياجات النمو الزراعي في العقدين القادمين إلى مزيد من الطاقة في كل الأنشطة المذكورة بما يتناسب والنمو في كل منها. فبالإضافة إلى مخططات النمو الحالية لدى وزارة الزراعة السورية سيساهم تطبيق الزراعة الحافظة في إلغاء التبوير الذي يطبق في بعض الأراضي المزروعة، و سيتيح زراعة الأراضي الصالحة للزراعة والتي لم تستثمر بعد) (≈ 6%)،

⁶⁰ المجموعة الإحصائية الزراعية (1986_2009). قسم الإحصاء - مديرية الإحصاء والتخطيط - وزارة

الزراعة والإصلاح الزراعي - الجمهورية العربية السورية، دمشق

المجموعة الإحصائية الزراعية، 2009)⁶¹. كما سيؤدي إلى تكثيف الزراعة وإتاحة ما يوفره من مياه الري لري مساحات إضافية من الأراضي.

كما يمكن التخفيف من انبعاث CO_2 و CO_2 المكافئ في الأنشطة الإنتاجية الأخرى باتخاذ إجراءات تساعد على خفض استهلاك الطاقة. فعلى سبيل المثال يمكن خفض استهلاك الطاقة في تدفئة المداجن والبيوت البلاستيكية بتحسين العزل الحراري فيها وتحسين كفاءة احتراق الوقود والتوزيع الحراري فيها. والأمر نفسه ينطبق على مراكب الصيد التي في معظمها تقليدية وتحتاج إلى تطوير لتحسين كفاءتها في الصيد واستهلاك الطاقة. غير أن ذلك يتطلب إجراء الدراسات للحصول على القياسات والمعلومات المطلوبة اتخاذ الإجراءات المناسبة لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة و توفيرها.

يمكن توقع زيادة ملحوظة في استهلاك الطاقة في تدفئة البيوت البلاستيكية والمداجن وفي تكيف المنتجات المخزنة وفي الري الزراعي والطاقة المحركة إذا لم تتخذ الإجراءات المناسبة في كل من نشاطات الإنتاج الزراعي المختلفة. وستكون الاحتياجات من الطاقة محدودة إذا طبقت الزراعة الحافظة ونظم وتقانات الري الحديثة والذي يحتاج إلى السعي السريع والمكثف لبناء القدرات اللازمة للقيام بهذه المهمة.

7-4- إجراءات لزيادة حجز C وتخفيف انبعاث C و N في قطاع الزراعة وتقليص استعمال الأسمدة في سورية:

تعتبر النظم البيئية الطبيعية من الغابات والمراعي مستقرة ودورة الماء والمغذيات فيها شبه مغلقة مما يجعل انبعاث C و N منها متوازنا وإنتاجيتها مستدامة. غير أن انتهاك الإنسان لهذه النظم وتحويلها إلى أراض زراعية أو استثمارها بشكل غير مستدام أو التوسع العمراني والمشاريع السياحية أدى إلى تدهور جزء كبير منها والمساهمة بنسبة 17% من انبعاث C و N في العالم. فقطع الأخشاب المكثف في المراعي والغابات دون مراعاة احتياجات تعويض المساحات المقطوعة، أو تعريضها للرعى المبكر والجائر سيؤدي إلى تدهور كثافة وامتداد وتنوع الغطاء النباتي، ويعرض التربة للعوامل الجوية، فيصبح معدل تفكك المادة العضوية في التربة أكثر من تراكمها، مما يجعل انبعاث C و N أكثر من حجزها في تلك المناطق. كما أدت الممارسات الزراعية غير المستدامة

وغير المناسبة في الأراضي الزراعية المستثمرة إلى تدهورها وزيادة انبعاث C و N منها بحيث تعتبر مسؤولة عن 15% من انبعاث C و N في العالم.

لقد تعرضت الغابات والمراعي والأراضي المزروعة في سورية إلى انتهاكات شديدة وتطبيق نظم استثمار غير مستدامة وغير ملائمة خلال العقود الماضية أدت إلى تدهور 18% من المساحة الكلية لسورية (ACSAD/ CAMRE/ UNEP 2004)⁶²، وبلغت مساهمة القطاع الزراعي 18% من مجمل انبعاث غازات الاحتباس الحراري في سورية عام 2005 (خرفان ورفاقه، 2009)⁶³. وقد اتخذت الجهات المعنية في سورية بعض الإجراءات للحد من التدهور والتخفيف من تداعيات التغير المناخي في سورية وأهمها الإجراءات التي تساهم في زيادة حجز الكربون وتخفيف انبعاث C و N (MAAR , 2007;) (ACSAD/ CAMRE/ UNEP, 2004):

- منع فلاحه البادية التي تعتبر المراعي الرئيسية في سورية.
 - تنفيذ مشاريع رائدة لإعادة تأهيل المناطق المتدهورة في البادية السورية.
 - تنفيذ مشاريع تشجير حراج في الأراضي غير الصالحة للزراعة في مناطق مختلفة في سورية.
 - سن القوانين واللوائح لحماية المراعي والغابات والأراضي الزراعية.
- غير أن هذه الإجراءات والمشاريع غير كافية ، فالقوانين واللوائح لا تزال محدودة التطبيق ولا تزال هناك تجاوزات، كما أن مشاريع التشجير وإعادة التأهيل محدودة بالمقارنة مع المساحات المتدهورة أو المعرضة للتدهور أو الغير صالحة للزراعة. ولذلك ينصح باتخاذ التدابير التالية لزيادة حجز الكربون وتخفيف انبعاث C و N وتخفيف استعمال الأسمدة.
- التوسع في مشاريع التشجير وإدخال نباتات جديدة متحملة للظروف المناخية المحلية لتشمل جميع

- المناطق وتغطي المساحات المحددة لذلك في خطة خمسية أو عشرية على الأكثر.
- التوسع في مشاريع إعادة تأهيل واستزراع البادية لتشمل كامل المساحات التي تحتاج لذلك ضمن خطة خمسية أو عشرية على الأكثر.

⁶² حالة التصحر في الوطن العربي (دراسة محدثة) State of (ACSAD/CAMRE/UNEP (2004). . Desertification in the Arab World (Updated Study), Dec. 2004,634p (In Arabic, with English abstract).

⁶³ نفس المرجع 55

- إدخال نباتات جديدة ذات كفاءة إنتاجية عالية ومتحملة للظروف المناخية المحلية بالإضافة للنباتات المحلية في مشاريع إعادة تأهيل واستزراع البادية ومشاريع التشجير لاستعادة الغطاء النباتي الطبيعي وتحسينه في المناطق المختلفة.
- التوسع في المساحات المحمية في البادية والغابات.
- تنظيم قطع الأخشاب في البادية والغابات لاستدامة وتنمية الغطاء النباتي في الإنتاج والتنوع.
- تنظيم الرعي من حيث الموعد كي لا يحدث في فترة الأزهار والتبرعم، ومن حيث معدل الحيوانات في المرعى ومدة الرعي، وذلك للمحافظة على استدامة وتحسن نوع وإنتاج الغطاء النباتي.
- تطبيق نظام الزراعة الحافظة بدلا من النظم الحالية في الأراضي الزراعية لأنه يؤدي إلى التالي:
 - زيادة كفاءة حجز الكربون في التربة بنسبة 74%.
 - زيادة تراكم المادة العضوية في التربة بنسبة 0.1-0.2 % سنويا حتى الإشباع.
 - زيادة الكتلة الحية ونشاطها في التربة (منها تثبيت الأزوت الجوي).
 - خفض درجة حرارة سطح التربة، نتيجة لتغطيتها ببقايا المحاصيل والنباتات، مما يساعد في خفض معدل تحلل المادة العضوية وبالتالي خفض انبعاث C و N.
 - أغناء التربة بالأزوت الذي تثبته من الجو المحاصيل البقولية التي تدخل في الدورة الزراعية (إحدى أسس الزراعة الحافظة).
 - تحسين خصوبة التربة مما يحد من استعمال الأسمدة وخاصة الكيميائية.
- التوسع في التكامل بين تربية الحيوانات الداجنة والإنتاج النباتي ضمن نظام الزراعة الحافظة وذلك بإدراج محاصيل علفية (منها بقوليه) ضمن الدورة الزراعية، مما يساعد في اغناء التربة بالسماذ العضوي (فضلات الحيوانات) والأزوت المثبت بواسطة المحصول البقولية، وبالتالي يخفف من التسميد.

8 - قطاع النفايات

تشكل المواد العضوية النسبة الأكبر من النفايات المنزلية في سوريا ، حيث يبلغ معدل المواد العضوية في النفايات البلدية الصلبة حوالي 57% ، كما تبلغ نسبتها في الحمأة الناتجة عن مياه الصرف الصحي بحدود (40-60 %)، وتعتبر هذه المواد العضوية المسؤول الأول عن الإصدارات نتيجة تفككها وتخمرها في مواقع التخلص النهائي للنفايات ، وفي محطات الصرف الصحي للمدن والتجمعات السكنية، وفي محطات الصرف الصناعي في المعامل والمنشآت الصناعية .

8-1- كميات النفايات الصلبة في سوريا خلال الفترة 1994-2008 :

مازالت مواقع التخلص من النفايات البلدية الصلبة المنتشرة في أطراف المدن و المحافظات السورية هي الموقع النهائي لتجميع كافة النفايات المتولدة عنها ويبين الجدول (102) كمية النفايات الناتجة في المحافظات السورية⁶⁴ في عام 2002

الجدول (102) كمية النفايات الناتجة في المحافظات السورية في عام 2002

المحافظة	عدد السكان	معدل إنتاج الفرد كغ/يوم	كمية النفايات طن/يوم	نسبة النفايات العضوية %	كمية النفايات العضوية طن/يوم
دمشق	3,000,000	0.4	1200	53.8	645.60
ريف دمشق	2,310,000	0.7	1617	61.9	1000.92
حلب	4,230,000	0.5	2115	50.2	1061.73
حمص	1,750,000	0.7	1225	48.3	591.67
حمّاه	1,700,000	0.6	1020	68.5	698.70
اللاذقية	1,070,000	0.7	749	70.8	530.29
طرطوس	830,000	0.6	498	64.6	321.70
درعا	850,000	0.5	425	42.3	179.77
السويداء	420,000	0.5	210	73.3	153.93
دير الزور	1,300,000	0.6	780	43.13	336.41
الرقّة	800,000	0.8	640	57.5	36800
ادلب	1,580,000	0.6	948	52.4	49675
الحسكة	1,250,000	0.6	750	58.5	438.75
القنيطرة	76,000	0.2	15.2	57.5	8.74

⁶⁴ الإستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة في سورية للعام 2004 - شركة ترينفالور الفرنسية - وزارة الإدارة المحلية والبيئة .

المصدر: الإستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة في سورية للعام 2004 - شركة تريفالور الفرنسية - وزارة الإدارة المحلية والبيئة .

ويبين الجدول (103) كمية المواد العضوية المتجمعة في مواقع التخلص النهائي في سورية⁶⁵ خلال الفترة (1994 - 2008)

الجدول (103) يبين كمية المواد العضوية المتجمعة في مواقع التخلص النهائي خلال الفترة (1994 - 2008)

عدد سكان المدن	معدل انتاج الفرد كغ/يوم	اجمالي النفايات في المطرر كغ/يوم	نسبة المواد العضوية	اجمالي النفايات العضوية كغ/يوم	سنة
9091800	0.5	4545900	0.57	2591163	1994
9344400	0.5	4672200	0.57	2663154	1995
9603600	0.5	4801800	0.57	2737026	1996
9870000	0.5	4935000	0.57	2812950	1997
10144200	0.5	5072100	0.57	2891097	1998
10425600	0.5	5212800	0.57	2971296	1999
10714800	0.5	5357400	0.57	3053718	2000
11012400	0.5	5506200	0.57	3138534	2001
11318400	0.5	5659200	0.57	3225744	2002
11632800	0.5	5816400	0.57	3315348	2003
11955600	0.5	5977800	0.57	3407346	2004
12287400	0.5	6143700	0.57	3501909	2005
12502945	0.5	6251473	0.57	3563339	2006
12793129	0.5	6396565	0.57	3646042	2007
13083313	0.5	6541657	0.57	3728744	2008

المصدر: تقرير جرد انبعاثات غازات الدفيئة في سورية - قطاع النفايات - عام 2009

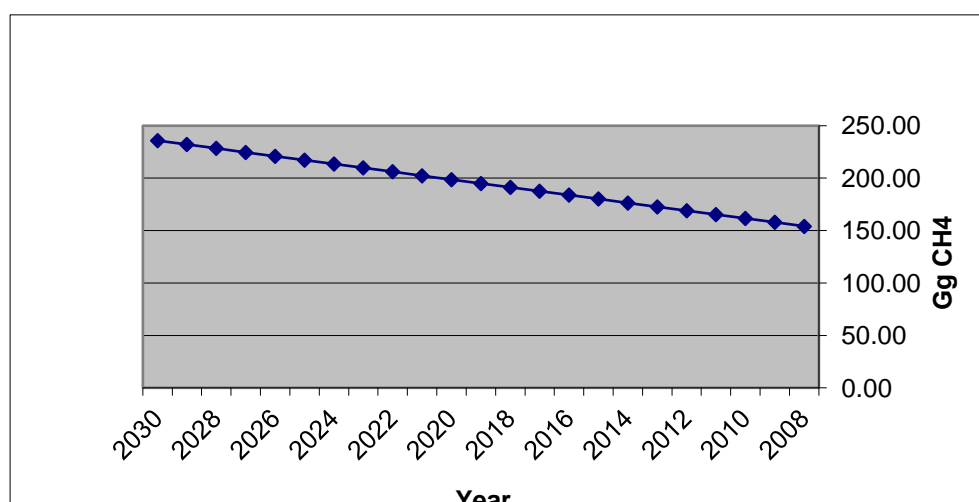
2-8 - الإصدارات المتوقعة من النفايات البلدية الصلبة خلال الفترة (2008-2030)

⁶⁵ تقرير جرد انبعاثات غازات الدفيئة في سورية - قطاع النفايات - عام 2009

اعتمادا على تقرير جرد غازات الدفيئة الناتجة عن قطاع النفايات لعام 2009، وحسب كميات النفايات الصلبة في المدن ومراكز المحافظات السورية، فإنه تتزايد كميات الغازات الناتجة عن تخمر النفايات في المطامر خلال الفترة (2008-2030) بتناسب طردي، وقد تم حساب كمية غاز الميثان المتوقع تولدها من النفايات الصلبة خلال الفترة 2009-2030، الجدول(104) والشكل(46)

الجدول (104) كمية غاز الميثان المتوقع تولدها من النفايات الصلبة خلال الفترة 2009-2030

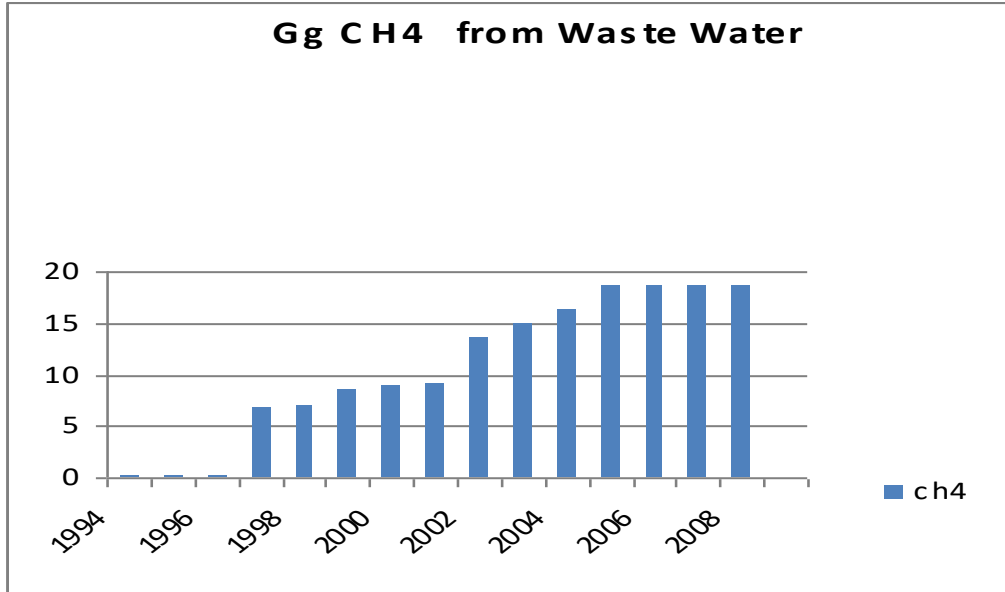
العام	كمية غاز الميثان (Gg)	العام	كمية غاز الميثان (Gg)
2009	157.86	2020	198.69
2010	161.57	2021	202.40
2011	165.28	2022	206.11
2012	168.99	2023	209.82
2013	172.70	2024	213.54
2014	176.42	2025	217.25
2015	180.13	2026	220.96
2016	183.84	2027	224.67
2017	187.55	2028	228.38
2018	191.26	2029	232.10
2019	194.98	2030	235.81



الشكل (46) كمية غاز الميثان المتوقع تولدها من النفايات الصلبة خلال الفترة 2003-2009

أ- الصرف الصحي:

تعد محطة المعالجة في دمشق وحلب من أكبر محطات معالجة مياه الصرف الصحي في سورية. و يتم حالياً توسيع شبكات الصرف الصحي وصيانتها في المدن الصغيرة والمناطق الريفية، وان للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي الأثر الأكبر في توليد الإنبعاثات الغازية في محطات المعالجة , ويعتبر غاز الميثان هو الأهم في هذه الإنبعاثات, ويبين الشكل (47) كمية غاز الميثان المتولد من محطات الصرف الصحي خلال الفترة 1994-2008.



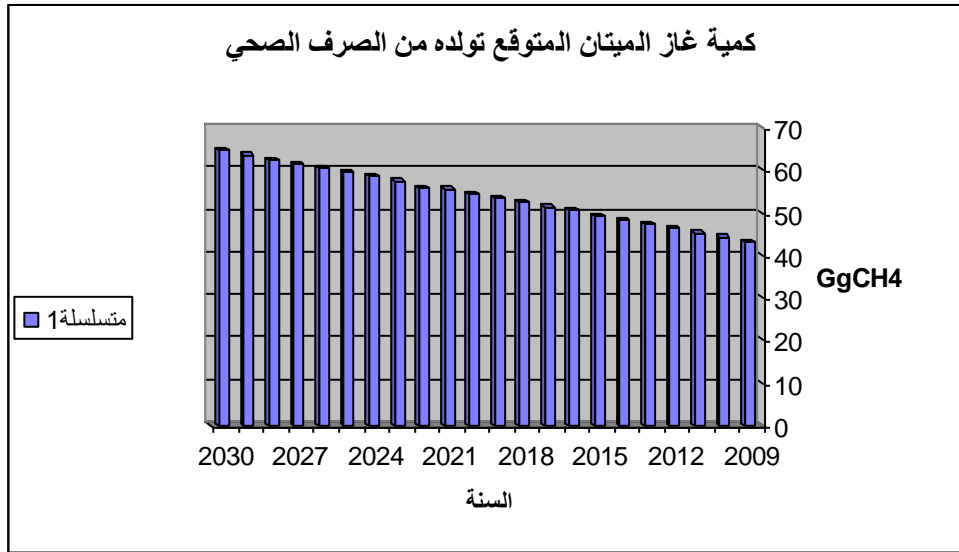
الشكل (47) كمية غاز الميثان المتولد من محطات الصرف الصحي خلال الفترة

2008-1994

وبافتراض انه سيتم تغطية جميع المدن والتجمعات السكانية في سورية بمحطات لمعالجة الصرف الصحي خلال الفترة (2009-2030) فقد تم حساب كمية غاز الميثان المتوقع تولدها في هذه المحطات وفق ما يبين الجدول (105) والشكل (48)

الجدول (105) كمية غاز الميثان المتوقع تولدها من الصرف الصحي خلال الفترة 2009-2030

العام	كمية غاز الميثان (Gg)	العام	كمية غاز الميثان (Gg)
2009	43.33	2020	54.54
2010	44.35	2021	55.65
2011	45.37	2022	55.85
2012	46.39	2023	57.6
2013	47.41	2024	58.62
2014	48.42	2025	59.64
2015	49.45	2026	60.65
2016	50.64	2027	61.67
2017	51.48	2028	62.69
2018	52.5	2029	63.71
2019	53.52		



الشكل (48) كمية غاز الميثان المتوقع تولدها من مخلفات الصرف الصحي خلال الفترة 2009-2030

ب- الصرف الصناعي

تقوم شركات الصرف الصحي ومديريات البيئة في المحافظات بتطبيق إجراءات صارمة للتحكم بمياه الصرف الصناعي قبل أن يتم صرفها إلى المجرور العام لفصل موادها الخطرة عن مياه الصرف الصحي. واستنادا إلى قانون البيئة رقم / 50 / لعام 2002 م، والتعليمات التنفيذية لتقييم الأثر البيئي والمراجعة البيئية للفاعليات الصناعية .

إن اغلب الفاعليات الصناعية تقوم بصرف المياه إلى المجرور البلدي ، حيث تعالج مع مياه الصرف الصحي في محطة المعالجة إن وجدت، وبعضها قام بإنشاء محطات تنقية ومعالجة لمياه الصرف الصناعي، وتقوم مديريات البيئة في المحافظات (بموجب قانون البيئة رقم 50) بإلزام أصحاب الفاعليات الصناعية بتنفيذ محطات لمعالجة مياه الصرف الصناعي الناتجة عنها.

8-3- الإجراءات التخفيفية من الإنبعاثات قي قطاع النفايات :

الإجراءات التخفيفية في مجال النفايات البلدية الصلبة :

يمكن تطبيق بعض الإجراءات التنفيذية للتخفيف من الإنبعاثات الناتجة عن النفايات البلدية وفق الخطوات التالية ومن خلال تنفيذ الإستراتيجية الوطنية للنفايات الصلبة التي صدرت عام 2004:

تجميع الغازات الناتجة عن المطامر الصحية للنفايات البلدية الصلبة والاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية: إذ يمكن أن تنتج مطامر النفايات كميات مهمة من الغاز الحيوي، التي يمكن استرجاعها وجمعها لاستخدامها كمصدر للطاقة في كثير من التطبيقات التي يحتاج إليها⁶⁶. كما في الشكل (49)



Waste to Energy/ Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Steinbrecht-Workshop Faculty of ⁶⁶
Mechanical Engineering/University of Damascus/September 26th/27th , 2004 ,
Damascus, Syria

الشكل (49) نموذج لتجميع أنابيب الغاز الأفقية في مطمر صحي للنفايات الصلبة

ويستخدم الغاز المتولد من المطامر الصحية للحرق في الأفران والمراجل لإنتاج بخار لغرض توليد الطاقة الكهربائية. أو إنتاج ماء ساخن لأغراض التدفئة. وإن كل طن من النفايات ينتج نظرياً في العام ما بين 300-1500 متر مكعب من الغاز الحيوي . وبفرض أن كفاءة الإنتاج تتراوح بين 25% و 50%. فإن كلفة توليد الطاقة من غاز الطمر الصحي مشجعة جداً، إذ إن إنتاج الطاقة من هذه المنظومات يتراوح بين 4 و 6 سنت أمريكي للكيلووات-ساعة⁶⁷.

4-8- استخدام تقنيات الغاز الحيوي في معالجة النفايات العضوية الصلبة والاستفادة من الميثان الناتج في توليد الطاقة الكهربائية.

إن جزءاً كبيراً من الاهتمام بتقنية الغاز الحيوي لمعالجة النفايات العضوية الصلبة ارتكز على هدف الحصول على مصدر للطاقة المتجددة ، متمثلاً في الغاز الحيوي المتولد عن الهضم ؛ حيث أن هضم طن واحد من المخلفات القابلة للتحويل البيولوجي تنتج حوالي 120 متراً مكعباً من الغاز الحيوي، إضافة إلى إنتاج 0.4 طن من محلول مستحلب من السماد العضوي عالي الجودة خالي من الجراثيم الممرضة والطفيليات، وتختلف الكمية الناتجة عن الهضم باختلاف نوع المخلفات.

أما الغاز الحيوي الناتج عن عملية الهضم فيحتوي على نسبة من 40%-60% من الميثان، ويقدر المتوسط العام للقيمة الحرارية للغاز الحيوي بنحو 5600 كيلو حريره / م³ . يتم جمع الغاز الحيوي المنتج من المفاعل ، ويمكن استخدامه في الطبخ والإضاءة في المنازل والمدارج الكبيرة وغيرها كما يمكن استخدامه في تشغيل محركات الاحتراق الداخلي التي تعمل على البنزين ،

4-8- تخفيض إنتاج النفايات :

إن تخفيض النفايات يعني تقليص أو إعادة تدوير كمية النفايات المتولدة ، وبالتالي تخفيف الانبعاثات التي تنتج عن تخمر المواد العضوية الداخلة في تركيب النفايات الصلبة.

⁶⁷ الغاز الحيوي مصدر للطاقة المتجددة / د. بنود /المهندس العربي - العدد 160 لعام 2009

يمكن السعي في نشر مبدأ (3R) في التعامل مع النفايات الصلبة (تخفيض , إعادة استخدام, تدوير) وإذا تم القيام بدعم المستهلكين من قبل الحكومة , ومن الفعاليات التجارية والصناعية والجمعيات البيئية المهمة, فإنهم سيكونوا مستعدين للتفاعل في برامج تخفيض إنتاج النفايات, وهذا يجب أن يتغير السلوك والثقافة والعادات أكثر من التشريع.

التوعية الوطنية:

وهذا يعني القيام بحملات توعية منظمة ومستمرة, وموجهة من خلال:
الإعلام : إعلانات تلفزيونية, إعلانات طريقية , ملصقات, ألعاب أطفال...
تقديم الدعم لبرامج دعم تدوير النفايات.
تنظيم ورشات العمل حول التعامل الأمثل مع النفايات .

8-5- التشجيع على إنتاج السماد المنزلي:

يمكن المساهمة في تخفيف الانبعاثات الناتجة عن النفايات البلدية الصلبة من خلال تشجيع الناس على إنتاج السماد العضوي المنزلي خصوصاً في المناطق الريفية أو في الضواحي, ويمكن الترويج لبرامج إنتاج السماد المنزلي من خلال:
التدريب بشكل مجموعات (في الحديقة).
الترويج في الأماكن العامة.
الترويج في المدارس (إنتاج السماد من قبل التلاميذ).

8-6- تطوير عمليات جمع النفايات :

يمكن السعي في تخفيف الانبعاثات الناتجة عن النفايات البلدية الصلبة من خلال تطوير إدارة جمع ونقل النفايات البلدية الصلبة, وتطبيق برامج فصل المواد العضوية من المصدر ويمكن تنفيذ هذه البرامج من خلال :
دعم البلديات والمحافظات بالحاويات والآليات واليد العاملة في الجمع المنظم للنفايات.
تحسين إدارة النفايات (جمع , نقل , معالجة , تخلص نهائي) .
إشراك القطاع الخاص في أعمال النظافة.
لترويج لتطبيق برامج الفصل من المصدر.
الإجراءات التخفيفية في مجال محطات الصرف الصحي :

يمكن تطبيق بعض الإجراءات التنفيذية للتخفيف من الانبعاثات الناتجة عن الصرف الصحي، وتنفيذ الإستراتيجية الوطنية للصرف الصحي وإنشاء محطات معالجة الصرف الصحي في المحافظات والمدن السورية :

ويفضل في هذا المجال استخدام تقنية الغاز الحيوي في المعالجة حيث أنها الأقدر على استرجاع أكبر كمية من غاز الميثان الناتج عن هضم وتحلل المواد العضوية. ويمكن الاستفادة من غاز الميثان الناتج في توليد الطاقة الكهربائية أو في عمليات التدفئة المركزية.

8-7- الإجراءات التخفيفية من الصرف الصناعي :

يمكن تطبيق بعض الإجراءات للتخفيف من الانبعاثات الناتجة عن الصرف الصناعي من خلال إنشاء محطات معالجة للصرف الصناعي حيث ينتج عن العمليات الصناعية منصرفات سائلة مختلفة حسب نوع الصناعة ونوعية المواد الداخلة في الصناعة وطريقة الإنتاج والمنتجات النهائية، وهناك مؤشرات تحليلية لمياه الصرف الصناعي (PH. BOD COD) تشكل عاملاً أساسياً في اختيار الطريقة الأنسب لمعالجة هذه المنصرفات، ويمكن ذلك من خلال:

فصل الصرف الصناعي عن شبكة الصرف الصحي في المنشآت الصناعية.

إنشاء محطات معالجة لمياه الصرف الصناعي بتقنية الغاز الحيوي (الهضم اللاهوائي) .

إنشاء محطات معالجة مركزية للصرف الصناعي في المدن الصناعية المركزية المنتشرة في المحافظات السورية (عدرا، حسياء، الشيخ نجار).

إنشاء محطات معالجة مركزية للمناطق الصناعية التخصصية مثل:منطقة الدباغات الصناعية في دمشق، معامل صناعة النسيج في حلب،.....

ويمكن الاستفادة من غاز الميثان المنطلق من هذه المحطات في توليد الطاقة الكهربائية بعد فصله عن الغازات غير المرغوبة مثل (H₂S) .

8-8- تخفيف الانبعاثات الناتجة عن المخلفات الصلبة:

تشكل الانبعاثات الناتجة عن التحلل اللاهوائي للنفايات الصلبة في المطامر نسبة تتراوح بين 10% إلى 23% من الكمية الإجمالية من غاز الميثان المنطلقة إلى الجو. وإن مياه الصرف الصحي والصناعي هي المسؤولة عن إصدار 10% أخرى من الميثان إلى الجو، وإن صناعة

الورق والصناعات الغذائية و الأطعمة والشرابات والصناعات التحويلية هي المسؤولة عن الانبعاثات الناتجة عن الصرف الصناعي⁶⁸.

8-9- الطمر الصحي للمخلفات العضوية الصلبة:

يمكن اعتماد أسلوب الطمر الصحي كخيار في معالجة النفايات الصلبة، واسترجاع غاز الميثان الناتج كمنهجية لتخفيض الإصدارات من غازات الدفيئة، ومع اعتبار أن كل طن من النفايات ينتج نظرياً في العام ما بين 300-1500 متر مكعب من الغاز الحيوي. وبسبب صعوبات استخلاص الغاز وإدارة الظروف تحت الأرض، فإن كفاءة الإنتاج تتراوح بين 25% و 50%، وبذلك يمكن حساب كمية الانبعاثات التي يمكن تخفيضها، يبين الجدول (106) كمية غاز الميثان التي يمكن تخفيضها خلال الفترة 2009 – 2030

الجدول (106) كمية غاز الميثان الممكن تخفيضها في مواقع التخلص النهائي خلال الفترة (2030 – 2009)

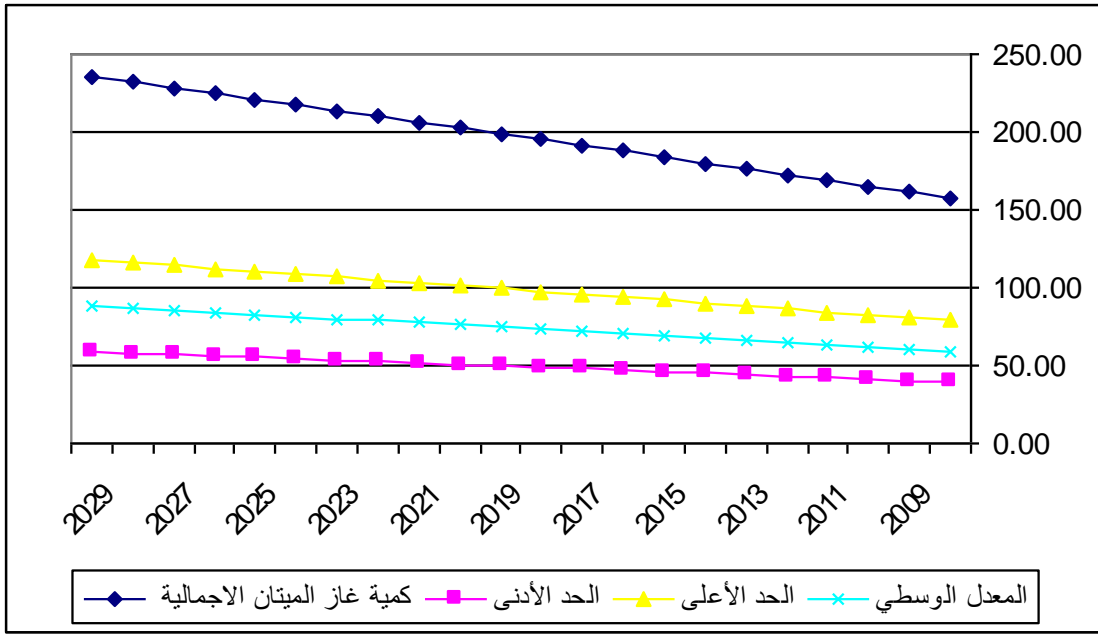
Year	كمية غاز الميثان Gg CH4	الحد الأدنى للتخفيض Gg CH4	الحد الأعلى للتخفيض Gg CH4	المعدل الوسطي Gg CH4
2009	157.86	39.47	78.93	59.20
2010	161.57	40.39	80.79	60.59
2011	165.28	41.32	82.64	61.98
2012	168.99	42.25	84.50	63.37
2013	172.70	43.18	86.35	64.76
2014	176.42	44.11	88.21	66.16
2015	180.13	45.03	90.07	67.55
2016	183.84	45.96	91.92	68.94
2017	187.55	46.89	93.78	70.33
2018	191.26	47.82	95.63	71.72
2019	194.98	48.75	97.49	73.12
2020	198.69	49.67	99.35	74.51
2021	202.40	50.6	101.2	75.9
2022	206.11	51.53	103.06	77.29
2023	209.82	52.46	104.91	78.68
2024	213.54	53.39	106.77	80.08
2025	217.25	54.31	108.63	81.47
2026	220.96	55.24	110.48	82.86

⁶⁸ نفس المرجع 67

2027	224.67	56.17	112.34	84.25
2028	228.38	57.10	114.19	85.64
2029	232.10	58.03	116.05	87.04
2030	235.81	58.95	117.91	88.43

المصدر: حسابات معد التقرير

ويبين الشكل (49) معدل كمية الانبعاثات من غاز الميثان التي يمكن تخفيضها خلال الفترة (2009 - 2030) باستخدام طريقة الطمر الصحي , واسترجاع غاز الميثان والاستفادة منه في توليد الطاقة الكهربائية .



الشكل (49) الكمية الإجمالية من انبعاثات غاز الميثان من المخلفات الصلبة خلال الفترة (2009 - 2030) والمعدل الوسطي للكمية الممكن استرجاعها باستخدام الطمر الصحي للنفايات

8-10- المعالجة البيولوجية للمخلفات العضوية الصلبة باستخدام تقنية الغاز الحيوي:

في حال اعتماد المعالجة البيولوجية للمخلفات الصلبة , وتجميع غاز الميثان الناتج كمنهجية لتخفيض الانبعاثات من غازات الدفيئة, مع العلم بان إتباع هذه الطريقة لا يلغ دور المطامر الصحية كمبدأ مواز, لكن يخفض من كمية النفايات الداخلة إلى المطامر, وعلى اعتبار

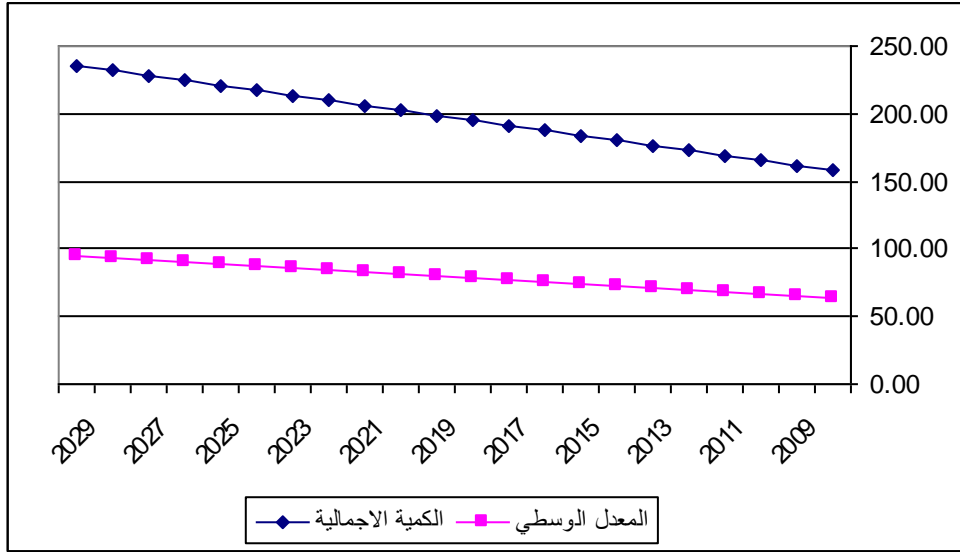
أن كل طن من النفايات ينتج نظرياً في العام ما بين 300-1500 متر مكعب من الغاز الحيوي . وبفرض أن كفاءة إنتاج وتجميع غاز الميثان تتراوح بين 30% و 50%, أي بمعدل وسطي 40% , ويمكن حساب كمية الانبعاثات التي يمكن تخفيضها , ويبين الجدول (107) كمية غاز الميثان التي يمكن تخفيضها خلال الفترة 2009 – 2030

الجدول (107) كمية غاز الميثان الممكن تخفيضها بالمعالجة البيولوجية للنفايات الصلبة
الفترة (2009 – 2030)

كمية غاز الميثان الممكن تخفيضها Gg CH4	كمية غاز الميثان الإجمالية Gg CH4	Year	كمية غاز الميثان الممكن تخفيضها Gg CH4	كمية غاز الميثان الإجمالية Gg CH4	Year
79.48	198.69	2020	63.15	157.86	2009
80.69	202.40	2021	64.63	161.57	2010
82.45	206.11	2022	66.12	165.28	2011
83.93	209.82	2023	67.60	168.99	2012
85.42	213.54	2024	69.08	172.70	2013
86.90	217.25	2025	70.57	176.42	2014
88.39	220.96	2026	72.06	180.13	2015
89.87	224.67	2027	73.54	183.84	2016
91.36	228.38	2028	75.02	187.55	2017
92.84	232.10	2029	76.56	191.26	2018
94.33	235.81	2030	78.00	194.98	2019

المصدر: حسابات معد التقرير

ويبين الشكل رقم (50) معدل الإصدارات الإجمالية من غاز الميثان من النفايات الصلبة خلال الفترة (2009- 2030) , ومعدل الإصدارات التي يمكن تخفيضها من خلال المعالجة البيولوجية للنفايات العضوية باسترجاع غاز الميثان والاستفادة منه في توليد الطاقة الكهربائية.



الشكل (50) الكمية الإجمالية من إصدارات غاز الميثان من النفايات الصلبة خلال الفترة (2009 – 2030) والمعدل الوسيط للكمية الممكن استرجاعها بتقنية الغاز الحيوي

8-11- الصرف الصحي والصناعي:

في حال اعتماد المعالجة البيولوجية في محطات الصرف الصحي والصناعي، وتجميع غاز الميثان الناتج كمنهجية لتخفيض الإصدارات من غازات الدفيئة، وعلى اعتبار أن الإصدارات من الصرف الصناعي تعادل نسبة 10% من إصدارات الصرف الصحي، وبسبب بعض الصعوبات الفنية في تجميع الغاز، فإن كفاءة إنتاج وتجميع غاز الميثان هي بمعدل وسطي 25%، ويمكن حساب كمية الإصدارات التي يمكن تخفيضها، ويبين الجدول (108) كمية غاز الميثان التي يمكن تخفيضها خلال الفترة 2009 – 2030

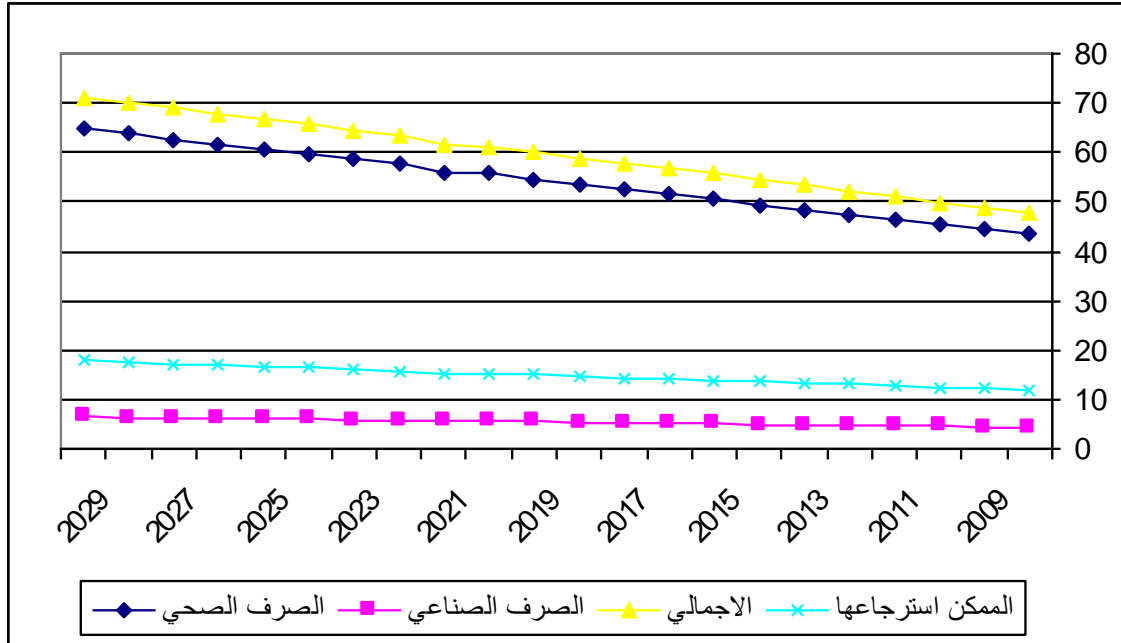
الجدول (108) كمية غاز الميثان الممكن تخفيضها من محطات الصرف الصحي والصناعي (2009 – 2030)

Year	الصرف الصحي Gg CH4	الصرف الصناعي Gg CH4	الكمية الإجمالية Gg CH4	كمية غاز الميثان الممكن تخفيضها Gg CH4
2009	43.33	4.33	47.66	11.92
2010	44.35	4.44	48.79	12.20
2011	45.37	4.54	49.91	12.48
2012	46.39	4.64	51.03	12.76
2013	47.41	4.74	52.15	13.04
2014	48.42	4.84	53.26	13.32

2015	49.45	4.95	54.4	13.60
2016	50.64	5.06	55.7	13.93
2017	51.48	5.15	56.63	14.16
2018	52.5	5.25	57.75	14.44
2019	53.52	5.35	58.87	14.72
2020	54.54	5.45	59.99	15.00
2021	55.65	5.57	61.22	15.30
2022	55.85	5.59	61.44	15.36
2023	57.6	5.76	63.36	15.84
2024	58.62	5.86	64.48	16.12
2025	59.64	5.96	65.6	16.40
2026	60.65	6.07	66.72	16.68
2027	61.67	6.17	67.84	16.96
2028	62.69	6.27	68.96	17.24
2029	63.71	6.37	70.08	17.52
2030	64.73	6.47	71.2	17.80

المصدر: حسابات معد التقرير

ويبين الشكل رقم (51) معدل كمية الانبعاثات من غاز الميثان الناتجة من الصرف الصحي والصناعي خلال الفترة (2009-2030) والكمية التي يمكن استرجاعها والاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية .



الشكل (51) يبين معدل إصدارات غاز الميثان من الصرف الصحي والصناعي خلال الفترة (2009-2030)

إن الإجراءات المقترحة لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة تنعكس ايجابيا على الاقتصاد والصحة والبيئة بشكل عام في التخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري , ويتجلى ذلك تأمين مصدر جديد للطاقة والتخفيف من استنزاف مصادر الطاقة التقليدية (النفط, الغاز)تفعيل استخدام التقنيات الحديثة في معالجة النفايات الصلبة والصرف الصحي والصناعي .

التخفيف من الآثار السلبية للتخلص العشوائي من النفايات الصلبة, ومن مياه الصرف الصحي والصناعي على التربة والمياه والهواء .
التخفيف من الأمراض الناتجة عن التخلص العشوائي للنفايات
حماية مصادر المياه السطحية و الجوفية.
الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري.

سادسا:الخاتمة

إن السعي في التخفيف من الآثار السلبية للإصدارات الغازية الناتجة عن قطاع المخلفات (المخلفات الصلبة, ومخلفات الصرف الصحي, ومخلفات الصرف الصناعي) يترافق مع بذل المزيد من الأموال في سبيل حماية البيئة والتنمية المستدامة , حيث إن كلفة الطمر الصحي تتراوح بين 15-50 \$ للطن الواحد من النفايات الصلبة, وكلفة المعالجة البيولوجية تتراوح بين 80 -140 \$ للطن الواحد من النفايات .

إن تطبيق الإجراءات التخفيفية المقترحة وفق برنامج زمني يرتبط بالخطط والاستراتيجيات الموضوعية لتنفيذ المطامر الصحية ومحطات معالجة الصرف الصحي والصناعي, وإن تطبيق التكنولوجيا الحديثة في معالجة النفايات البلدية الصلبة , وتنفيذ محطات لمعالجة الصرف الصحي والصناعي, يسهم في الاستفاداة من الانبعاثات الناتجة عن قطاع المخلفات والتخفيف من أثرها في ظاهرة الاحتباس الحراري وتحويلها إلى طاقة كهربائية بحيث تكون رديفا لمصادر الطاقة التقليدية (النفط والغاز), ولمصادر الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية, وطاقة الرياح.

المراجع

- [1] Ali Heinoun, GHG Inventory for Energy Sector in Syria, April 2009
- [2] Alexandra Hilbig, Solar Thermal Application in Egypt, Jordan, Lebanon, Palestinian Territories & Syria: Technical Aspects, Framework Conditions and Private Sector Needs, Cairo 23rd - 25th March, 2009.
- [3] " تقرير جرد غازات الدفيئة (قطاع الطاقة) - البلاغ الوطني الأول - وزارة الدولة لشؤون البيئة (2009)
- [4] IEA statistics, www.iea.org
- [5] <http://fossil.energy.gov/programs/oilgas/eor/>
- [6] <http://www.spc-sy.com> موقع الشركة السورية للنفط
- [7] " التقرير الإحصائي السنوي " ، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول ، أوابك ، الكويت (2001 - 2009)
- [8] الشركة السورية للغاز ، SGC ، التقرير الإحصائي السنوي (2009) <http://www.sgc-sy.com>
- [9] British Petroleum , " BP Statistical Review of World Energy" , London (2005)
- [10] القرعيش ، سمير " أنابيب نقل البترول في الأقطار العربية " ، النفط و التعاون العربي مجلد 34 عدد 127، الكويت (2008)
- [11] موقع مصفاة حمص <http://www.homsrefinery.com>
- [12] موقع مصفاة بانياس <http://www.brc.com>
- [13] Almani , Dawod " Energy Efficiency of oil production sector in Syria " , www.syria-oil.com
- [14] الشالجي ، وسام قاسم " اصطياد غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه " ، مجلة النفط والتعاون العربي ، المجلد 35 ، العدد 129 ، الكويت (2009)
- [15] Technical Statistical Report, Ministry of Electricity, Damascus, 2003- 2006
- [16] النشرة الإحصائية 2004-2008، الاتحاد العربي لمنتجي وناقلي وموزعي الكهرباء
- [17] تمثل الكهرباء النهائية مجمل الطاقة الكهربائية المولدة منقوصاً منها ضياعات النقل والتوزيع والكهرباء المصدرة والاستهلاك الذاتي للمحطات.
- [18] إستراتيجية استخدام وتطوير الطاقة الكهربائية، هيئة تخطيط الدولة 2005.

[19] اللجنة الوطنية لدراسات الطاقة، تحليل تطور الطلب النهائي على الطاقة في سورية للفترة 2005-، 2030، رئاسة مجلس الوزراء، 2008، التقرير قيد الصدور

A. Hainoun, M. K. Seif-Eldin, A. Alkhatib, S. Almoustafa, 2004. [20]
Analysis of Energy and Electricity Demand Projection and Identifying
the Optimal Expansion Strategy of Electric Generation System in
Syria (Covering the period 1999-2030), AECS-NE/FRSR 316
Gas Movement in Syria, Ministry of Oil and Minerals resources [21]
(2009)

Manual for the UNFCCC non-Annex I, GHG Inventory Software, [22]
Version 1.3.2
www.wikipedia.org ، الأسطول [23]

Ghazi Darkazalli, Policy Strategy and Institutional Development to [24]
Introduce Photovoltaic Systems into Syrian Arab Republic. Study funded
by UNDP, April 2005.

Syrian Supply Side Efficiency & Energy Conservation and Planning [25]
Project. Project Code: SYR/96/G31, UNDP/GEF.

Hashem Akbari and Ronnen Levinson, Global Cooling: Policies to [26]
CO₂ Using Reflective Cool the World and Offset Global Warming from
Roofs and Pavements, Pdf file.

Demand-Side Management (DSM) David F. Von Hippel, [27]
DSM Assessment Project, November 2003 International Consultancy:
to December 2004 Project Code: SYR/96/G31, as Part of the
GEF/UNDP, Supply Side Efficiency and Energy Conservation and
Planning (SSEEC) Project.

[28] جريدة البعث، العدد 13799 تاريخ 2009/11/4.

Abed el Hadi Zein, Pre-feasibility Study for Wind Farm [29]
Development in Syria. Study funded by Al-Rajhi Company in Saudi-
Arabia, 2008.

Request for Qualification (RFQ) for Developers/Sponsors of a 50-[30]
100 MW Wind Park Independent Power Producer (IPP) Project through
International Competitive Bidding (ICB), Ministry of Electricity, Public

Establishment of Electricity, for Generation & Transmission (PEEGT),
November 2009, Pdf file.

[31] د.م عبد الهادي الزين، المشروع الوطني لنشر استخدام الطاقة الشمسية لأغراض تسخين المياه المنزلية. ندوة حول ترشيد استهلاك الطاقة والطاقة المتجددة، دمشق 19-20 آذار 2006

Abed el Hadi Zein, Energy Audit Reports at 2 apartments, 2 [32]
restaurants and 2 hotels. Studies funded by SYRIAN-GERMAN TECHNICAL
COOPERATION GTZ. Program for Sustainable Urban Development UDP,
November 2008.

Samir Amous & Amr Osama Abdel-Aziz, Preliminary Inventory of [33]
Potential CDM Opportunities in the MENA region. Middle Eastern and
North African Carbon Forum 2009, Cairo, 6-7 May 2009.

[34] معلومات وزارة الصناعة

[35] تقارير التدقيق الطاقوي مشروع تخطيط وحفظ الطاقة الممول من الأمم المتحدة - وزارة
الكهرباء.

Manual for the UNFCCC non-Annex I, GHG Inventory Software, - [36]
Version 1.3.2.

Stewart, et al. "Conservation Agriculture for Sustainable Land [37]
Management to Improve the Livelihood of People in Dry Areas".
Proceedings of the international workshop. May, 9-10, Damascus-Syria,
(ACSAD). Colors Printing Ser., Lebanon

Friedrich, T., J. Kienzle(2008). Direct Drilling; an Agro-[38]
Environmental Approach to Prevent Land Degradation and Sustain
Production. In: Ed

[39] المجموعة الإحصائية الزراعية (1986_2009). قسم الإحصاء - مديرية الإحصاء

والتخطيط - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - الجمهورية العربية السورية، دمشق

[40] حالة التصحر في الوطن العربي (دراسة محدثة) . State of

ACSAD/CAMRE/UNEP (2004). Desertification in the Arab World
(Updated Study), Dec. 2004,634p (In Arabic, with English abstract).

[41] الإستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات الصلبة في سورية للعام 2004 - شركة تريفالور الفرنسية -
وزارة الإدارة المحلية والبيئة .

[42] تقرير جرد انبعاثات غازات الدفيئة في سورية - قطاع النفايات - عام 2009

Waste to Energy/ Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Steinbrecht-[43]
Workshop Faculty of Mechanical Engineering/University of
Damascus/September 26th/27th , 2004 , Damascus, Syria

[44] الغاز الحيوي مصدر للطاقة المتجددة / د. بنود /المهندس العربي - العدد 160 لعام
2009